

정부간행물등록번호

11-1480000-001363-10

# 2016년 조류(녹조)발생과 대응 연차보고서



환경부

## 발 간 사



최근 낙동강 등에서 발생하는 녹조현상에 대해 우려와 관심이 커지고 있습니다. 녹조현상은 하천이나 호소에 담수조류의 일종이자 식물성 플랑크톤인 남조류가 대량 번성하여 물빛이 진한 녹색을 띠는 현상을 말합니다.

녹조현상은 최근 몇 년 사이 새롭게 나타난 현상은 아닙니다. 환경부는 지난 1998년부터 녹조현상으로부터 안전한 상수원 관리를 위해 조류경보제를 시행, 점차 그 적용대상을 확대해 오고 있습니다. 그러나 최근 지구온난화로 인한 기온 상승과 강수특성 변화, 댐과 보 설치 등 하천의 물리적 변화로 인해 녹조현상에 대한 우려가 커지고 있습니다. 남조류는 인류가 탄생하기 이전부터 존재해 왔던 1차 생산자로서 중요한 역할을 하는 존재이지만, 한편으로 취·정수에 문제를 발생시키고 일부 유해남조류는 독성을 띄고 있기 때문에 안전한 수돗물 공급을 위해서는 철저한 대응이 필요합니다.

녹조현상의 주요 원인은 일반적으로 수온, 빛(일조량), 영양염류(질소, 인), 체류시간으로 꼽힙니다. 이 4가지 조건이 모두 충족될 때 대량으로 남조류가 번성하는 현상이 발생합니다. 그러나 이 4가지 주요 원인만 보더라도 개별 하천과 호소는 각기 다른 특성을 나타내며, 녹조현상 발생은 어느 하나만으로 명쾌하게 설명하기 어렵습니다. 또한 주요 원인 이외에도 조류 종간 경쟁 등 생물학적 변수들은 아직 그 영향과 메커니즘이 완벽히 밝혀지지 않은 실정입니다.



이에 환경부는 녹조현상과 관련하여 수집한 정보를 체계적으로 정리하여 제공하고, 정부의 녹조 예방과 대응정책을 제대로 알려주기 위한 목적으로 지난 2015년부터 연도별 “조류의 발생과 대응 연차보고서”를 작성하여 오고 있습니다.

이번에도 2016년의 각 수계별 녹조현상 특성을 기술하고, 그에 영향을 미쳤을 것으로 생각되는 주요 영향인자와 관련한 자료를 상세히 담으려 노력했습니다. 또한, 이해를 돕기 위해 그림과 현장에서 촬영한 사진을 첨부하였습니다. 이 밖에 정부와 지자체 등 기관별로 추진하고 있는 조류감시 및 대응 정책에 대해서도 정리하였습니다.

이번 연차보고서의 발간으로 조류의 발생 특성과 그 원인을 밝혀내는데 도움이 되고, 국민들께는 녹조현상에 대한 정부의 노력과 정책들이 올바르게 전달되는 유용한 자료로 활용되길 바랍니다.

감사합니다.

2017. 5

환경부 물환경정책국장 홍 정 기

## 녹조현상(綠潮, Green tide)의 이해

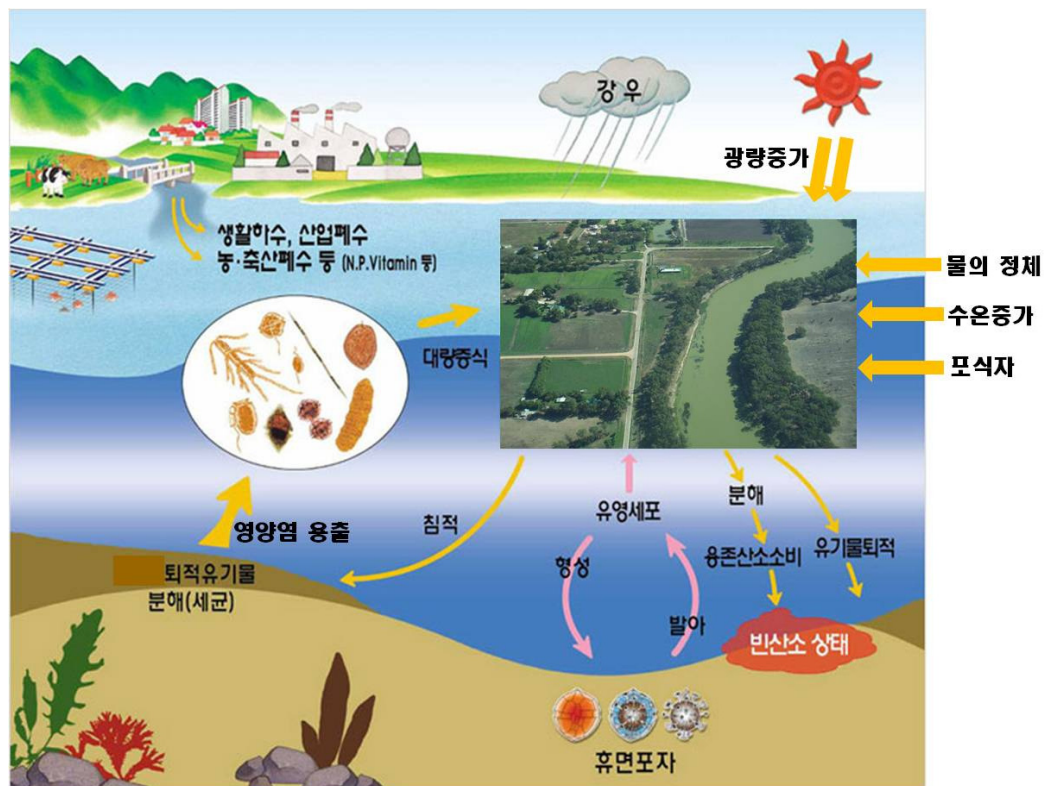
### 1. 조류(藻類, Algae)는 물속에서 광합성을 하는 식물플랑크톤

- 조류는 수생태계 먹이사슬의 일차생산자로, 산소를 공급하고 동물플랑크톤의 먹이가 되는 등 육상의 식물과 같은 중요한 역할 수행

\* (수생태계) 조류(식물플랑크톤)→동물플랑크톤→작은 물고기→큰 물고기→사람

### 2. 조류는 크게 규조류, 녹조류, 남조류, 기타조류 등으로 구분

- 조류는 광합성을 통해 성장하므로 이의 성장과 사멸은 빛(일사량), 수온, 영양염류(질소·인) 및 체류시간 등 환경조건에 큰 영향을 받음
  - 특히, 우리나라의 하천과 호소는 영양염류가 풍부한 상태이므로 주로 계절별 일사량과 수온에 의해 우점종(가장 많은 종)이 결정됨
  - 우점종에 따라 물 색깔이 갈색, 옅은 녹색, 진한 녹색 등으로 변화



### 3. 녹조현상이란 여름~가을철에 우점종을 차지하는 남조류에 의해 하천과 호소의 물빛이 진한 녹색을 띠는 현상을 말함

- 특히, 남조류 중 일부 종은 냄새물질(Geosmin, 2-MIB)과 독소(간 독소, 신경독소)를 배출하여 물의 심미적 가치와 안전성을 떨어뜨림

| Microcystis(간독소 배출)                                                                 | Anabaena(신경독소, 냄새물질 배출)                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|   |   |
| Oscillatoria(간독소, 냄새물질 배출)                                                          | Aphanizomenon(신경독소, 냄새물질 배출)                                                         |
|  |  |

### 4. 녹조 발생시 정수처리 강화로 먹는물 안전 강화

- 녹조현상이 발생해도 물 속의 독소는 정수처리 과정에서 충분히 제거되기 때문에 우리나라의 정수 처리된 물에서 독소물질이 검출된 사례는 없음
  - \* 남조류가 발생해도 독소물질이 항시 배출되는 것이 아니고 남조류의 서식환경이 나빠졌을 때 등 일부 경우에만 독소물질이 배출되기 때문임
- 냄새물질의 경우 인체에 영향은 없으며, 다만 수돗물 음용시 불쾌감을 초래할 수 있으나 원수 취수(강변여과, 저층수 취수 등) 및 정수처리(활성탄 처리, 고도처리 등) 과정에서 충분히 제거 가능하여 철저히 대응중

# 조류경보제

## 1. 운영 목적

- 조류발생 상황을 주기적으로 모니터링하여 일정 수준 이상의 조류가 발생할 경우 경보를 발령하여 필요한 조치를 취함으로써 수돗물을 안정적으로 공급하고, 친수 활동시 조류독소로부터 국민의 안전을 도모하기 위함

## 2. 운영 개요

- (대 상) 하천·호소 28개소(상수원 호소 22개소, 상수원 하천 5개소, 친수활동 구간 1개소)
- (기 간) 매년 연중('98년~)
- (주 기) 주1회 이상('경계'단계 이상 발령시 주2회 이상)
- (측정항목) 수온, pH, DO, 클로로필-*a*, 남조류 세포수 등

## 3. 발령 및 해제기준

- (발령권자) 하천·호소별 관리기관(유역·지방환경청장 또는 시·도지사)
- (발령기준) 2회 연속 남조류 세포수가 기준을 초과하면 발령

|            |           |                                                            |
|------------|-----------|------------------------------------------------------------|
| 상수원<br>구간  | 관심        | 2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 1,000 세포/mL 이상 10,000 세포/mL 미만인 경우     |
|            | 경계        | 2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 10,000 세포/mL 이상 1,000,000 세포/mL 미만인 경우 |
|            | 조류<br>대발생 | 2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 1,000,000 세포/mL 이상인 경우                 |
|            | 해제        | 2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 1,000 세포/mL 미만인 경우                     |
| 친수활동<br>구간 | 관심        | 2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 20,000 세포/mL 이상 100,000 세포/mL 미만인 경우   |
|            | 경계        | 2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 100,000 세포/mL 이상인 경우                   |
|            | 해제        | 2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 20,000 세포/mL 미만인 경우                    |



#### 4. 조류경보 단계별 조치사항

| 단계    | 조치사항                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 평시    | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 주 1회 이상 시료채취 및 분석(남조류세포수, 클로로필-a)</li> <li>· 오염원 점검 및 예찰활동 전개</li> </ul>                                                                                                                                                                                       |
| 관심    | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 관심경보 발령, 오염원 단속</li> <li>· 주 1회 이상 시료채취 및 분석(남조류세포수, 클로로필-a)</li> <li>· 취수구와 조류 심한지역 차단막 설치 및 조류 제거 조치 실시</li> <li>· 정수 처리 강화</li> </ul>                                                                                                                       |
| 경계    | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 경계경보 발령 및 대국민 홍보(친수 활동, 어패류섭취 자제)</li> <li>· 주 2회 이상 시료채취 및 분석<br/>(남조류세포수, 클로로필-a, 냄새물질, 조류독소)</li> <li>· 취수구와 조류가 심한 지역에 대한 차단막 설치 등 조류제거 조치</li> <li>· 취수구 이동, 정수처리 강화(활성탄처리, 오존처리 등), 정수의 독소분석</li> <li>· 기상상황, 하천수문 등을 고려한 방류량 산정(필요시 방류량 조정)</li> </ul>  |
| 조류대발생 | <ul style="list-style-type: none"> <li>· 조류대발생 경보 발령 및 대국민 홍보(친수활동, 어패류섭취 금지)</li> <li>· 주 2회 이상 시료채취 및 분석<br/>(남조류세포수, 클로로필-a, 냄새물질, 조류독소)</li> <li>· 취수구와 조류가 심한 지역에 대한 차단막 설치, 조류제거물질 살포, 조류제거선 운영 등 조류제거 조치</li> <li>· 취수구 이동, 정수처리 강화(활성탄처리, 오존처리 등), 정수의 독소분석 실시</li> <li>· 댐·보 방류량 조정</li> </ul> |

## 수질예보제

### 1. 운영 목적

- 공공수역의 사전예방적 수질관리를 위하여 수질변화를 예측

### 2. 운영 개요

- (대 상) 4대강 16개 보 중 조류경보제 시행지점(4개 보)를 제외한 12개 보
- (항 목) 수온, 클로로필-*a*
- (기 간) 연중(2012년~)
- (주 기) 기상·수질·유량 등을 분석하여 7일간의 수질변화를 예측한 결과를 주 2회 (월·목) 예보

※ 클로로필-*a* 예측 농도가 수질관리강화기준(평상시 70mg/m<sup>3</sup>, 남조류 세포수 10,000cells/mL 초과 시 35mg/m<sup>3</sup>)을 하루라도 초과할 경우 매일 예보

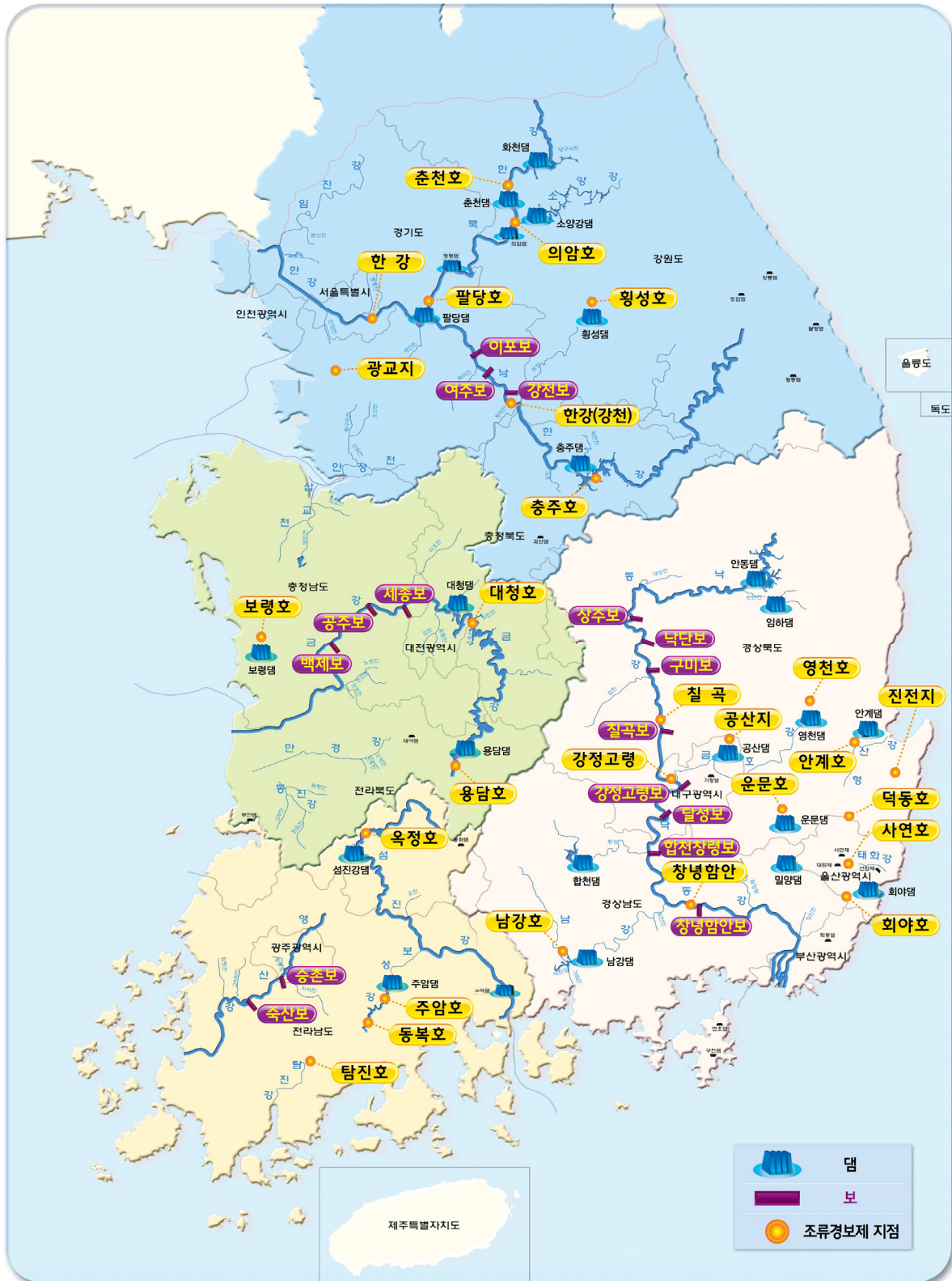
### 3. 수질관리단계 발령 기준

| 클로로필- <i>a</i> 예측 농도(mg/m <sup>3</sup> ) \ 남조류 세포수(cells/mL) | 10,000 미만 <sup>1)</sup> | 10,000 이상        | 50,000 이상 | 2×10 <sup>5</sup> 이상 |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------|-----------|----------------------|
| 35mg/m <sup>3</sup> 을 초과하고 7일 중 4일 이상 유지                     | —                       | 관심 <sup>2)</sup> | 주의        | 경계                   |
| 70mg/m <sup>3</sup> 을 초과하고 7일 중 4일 이상 유지                     | 관심                      | 주의               | 경계        | 심각                   |
| 105mg/m <sup>3</sup> 을 초과하고 7일 중 4일 이상 유지                    | 주의                      | 경계               | 심각        | 심각                   |
| 140mg/m <sup>3</sup> 을 초과하고 7일 중 4일 이상 유지                    | 경계                      | 심각               | 심각        | 심각                   |
| 175mg/m <sup>3</sup> 을 초과하고 7일 중 4일 이상 유지                    | 심각                      | 심각               | 심각        | 심각                   |

비고)

1. 남조류 세포수는 유해남조류인 *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Microcystis*, *Oscillatoria*속 세포수의 합으로 한다.
2. 클로로필-*a* 농도가 70mg/m<sup>3</sup>을 초과하여 수질관리 단계 최초 발령 시에는 초과한 날 이후 전반적으로 농도 상승이 예상될 경우 발령한다.
3. <sup>1)</sup>남조류 세포수가 10,000cells/mL미만일 경우, 수질관리 단계 발령을 위한 클로로필-*a* 농도 기준은 각각 70mg/m<sup>3</sup>, 120mg/m<sup>3</sup>, 160mg/m<sup>3</sup>, 200mg/m<sup>3</sup> 각각 초과 시로 완화한다.
4. <sup>2)</sup>남조류 세포수가 10,000cells/mL초과 시에는 클로로필-*a* 예측 농도 값과 관계없이 “관심”단계를 발령한다.

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연차보고서

[illegible]

□ 최근 10년간 조류경보 발령 내역

| 지점  |                                                        | 구분<br>(운영지점수) | '07<br>(17)                                         | '08<br>(20)                         | '09<br>(22)                                                         | '10<br>(22)                                                                              | '11<br>(22)                                                                    | '12<br>(22)                                                                                                   | '13<br>(25)                                                       | '14<br>(25)                                            | '15<br>(25)                                                                                                                              | '16<br>(28)                                                                   |                                      |
|-----|--------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 합계  |                                                        | 계             | 198                                                 | 114                                 | 244                                                                 | 177                                                                                      | 131                                                                            | 167                                                                                                           | 266                                                               | 372                                                    | 608                                                                                                                                      | 404                                                                           |                                      |
|     |                                                        | 주의보/관심        | 101                                                 | 95                                  | 201                                                                 | 163                                                                                      | 131                                                                            | 124                                                                                                           | 195                                                               | 300                                                    | 485                                                                                                                                      | 373                                                                           |                                      |
|     |                                                        | 경보/경계         | 97                                                  | 19                                  | 43                                                                  | 14                                                                                       | —                                                                              | 43                                                                                                            | 71                                                                | 72                                                     | 123                                                                                                                                      | 31                                                                            |                                      |
|     |                                                        | 대발생           | —                                                   | —                                   | —                                                                   | —                                                                                        | —                                                                              | —                                                                                                             | —                                                                 | —                                                      | —                                                                                                                                        | —                                                                             |                                      |
| 한강  | 충주호                                                    | 주의보/관심        | —                                                   | —                                   | —                                                                   | —                                                                                        | —                                                                              | —                                                                                                             | —                                                                 | —                                                      | —                                                                                                                                        | —                                                                             |                                      |
|     | 강 천                                                    | 주의보/관심        | X                                                   | X                                   | X                                                                   | X                                                                                        | X                                                                              | X                                                                                                             | X                                                                 | X                                                      | X                                                                                                                                        | —                                                                             |                                      |
|     | 횡성호                                                    | 주의보/관심        | X                                                   | X                                   | —                                                                   | —                                                                                        | —                                                                              | —                                                                                                             | 〈총 35일〉<br>8.13~9.16 (35일)                                        | —                                                      | —                                                                                                                                        | —                                                                             |                                      |
|     | 춘천호                                                    | 주의보/관심        | —                                                   | —                                   | —                                                                   | —                                                                                        | —                                                                              | —                                                                                                             | —                                                                 | —                                                      | —                                                                                                                                        | —                                                                             |                                      |
|     | 의암호                                                    | 주의보/관심        | X                                                   | X                                   | X                                                                   | X                                                                                        | X                                                                              | X                                                                                                             | X                                                                 | X                                                      | X                                                                                                                                        | —                                                                             |                                      |
|     | 팔당호                                                    | 주의보/관심        | —                                                   | 〈총 36일〉<br>6.10~27 7.11~28 (36일)    | 〈총 23일〉<br>6.25~7.17 (23일)                                          | 〈총 42일〉<br>7.16~8.26 (42일)                                                               | —                                                                              | 〈총 28일〉<br>7.27~8.23 (28일)                                                                                    | —                                                                 | 〈총 23일〉<br>8.5~27 (23일)                                | 〈총 43일〉<br>◦댐앞: 8.19~9.30 (43일)<br>◦부용사앞: 8.26~9.15 (21일)<br>◦삼봉: 8.19~9.8 (21일)                                                         | —                                                                             |                                      |
|     | 한강<br>(강동~잠실/잠실~행주)<br><br>*잠실~행주<br>2016년부터<br>친수활동구간 | 주의보/관심        | —                                                   | 〈총 11일〉<br>◦강동~잠실: 7.15~23(11일)     | —                                                                   | —                                                                                        | —                                                                              | 〈총 14일〉<br>◦강동~잠실: 8.9~22(14일)                                                                                | —                                                                 | 〈총 24일〉<br>◦강동~잠실: 8.5~28(24일)<br>◦잠실~행주: 8.12~28(17일) | 〈총 96일〉<br>(65일 경보와 중복)<br>◦강동~잠실: 7.7~30, 8.18~27<br>9.15~10.19 (69일)<br>◦잠실~동작: 6.30~7.6 (7일)<br>◦잠실~행주: 8.18~9.1,<br>10.14~11.3 (36일) | —                                                                             |                                      |
|     |                                                        | 경보/경계         | —                                                   | —                                   | —                                                                   | —                                                                                        | —                                                                              | —                                                                                                             | —                                                                 | —                                                      | 〈총 78일〉<br>◦잠실~동작: 7.7~30(24일)<br>◦동작~양화: 7.3~30(28일)<br>◦양화~행주: 6.30~7.30(31일)<br>◦잠실~행주: 9.2~10.13(42일)<br>◦강동~잠실: 8.28~9.14(18일)      | —                                                                             |                                      |
|     | 광고지                                                    | 주의보/관심        | 〈총 12일〉<br>9.20~10.1 (12일)                          | —                                   | —                                                                   | —                                                                                        | —                                                                              | 〈총 35일〉<br>8.8~9.11 (35일)                                                                                     | —                                                                 | —                                                      | 〈총 28일〉<br>8.26~9.22 (28일)                                                                                                               | —                                                                             |                                      |
|     | 연미                                                     | 용담호           | 주의보/관심                                              | —                                   | —                                                                   | —                                                                                        | 〈총 20일〉<br>9.24~10.13 (20일)                                                    | —                                                                                                             | —                                                                 | —                                                      | —                                                                                                                                        | —                                                                             | —                                    |
| 대청호 |                                                        | 주의보/관심        | 〈총 14일〉<br>◦회남: 10.6~19 (14일)<br>◦추동: 10.6~19 (14일) | 〈총 15일〉<br>◦회남: 7.25~8.8 (15일)      | 〈총 29일〉<br>◦회남: 8.6~20, 9.8~21 (29일)                                | 〈총 59일〉<br>◦회남: 7.7~22, 9.2~10.14 (59일)<br>◦추동: 9.2~10.14 (43일)<br>◦문악: 9.16~10.14 (29일) | 〈총 57일〉<br>◦회남: 8.12~10.7 (57일)<br>◦추동: 8.12~9.9 (29일)<br>◦문악: 8.12~9.28 (48일) | 〈총 84일〉<br>(37일 경보와 중복)<br>◦회남: 8.9~22, 10.5~30 (40일)<br>◦추동: 9.6~11.6 (62일)<br>◦문악: 8.29~9.19, 10.5~30 (48일) | 〈총 47일〉<br>◦회남: 10.4~11.5 (33일)<br>◦추동: 7.25~8.7, 10.4~11.5 (47일) | —                                                      | 〈총 54일〉<br>◦회남: 7.29~8.11 (14일)<br>◦추동: 10.2~11.10 (40일)<br>◦문악: 10.28~11.10 (14일)                                                       | 〈총 91일〉<br>◦회남: 8.3~10.5 (64일)<br>◦추동: 8.3~10.25 (84일)<br>◦문악: 8.3~11.1 (91일) |                                      |
|     |                                                        | 경보/경계         | —                                                   | —                                   | 〈총 18일〉<br>◦회남: 8.21~9.7 (18일)                                      | —                                                                                        | —                                                                              | 〈총 43일〉<br>◦회남: 8.23~10.4 (43일)                                                                               | —                                                                 | —                                                      | —                                                                                                                                        | —                                                                             |                                      |
| 보령호 |                                                        | 주의보/관심        | X                                                   | X                                   | —                                                                   | 〈총 5일〉<br>7.2~6 (5일)                                                                     | —                                                                              | —                                                                                                             | —                                                                 | —                                                      | —                                                                                                                                        | —                                                                             |                                      |
|     | 경보/경계                                                  | X             | X                                                   | —                                   | 〈총 14일〉<br>6.18~7.1 (14일)                                           | —                                                                                        | —                                                                              | —                                                                                                             | —                                                                 | —                                                      | —                                                                                                                                        |                                                                               |                                      |
| 연평도 | 칠 곡                                                    | 주의보/관심        | X                                                   | X                                   | X                                                                   | X                                                                                        | X                                                                              | X                                                                                                             | 〈총 13일〉<br>8.28~9.9 (13일)                                         | 〈총 28일〉<br>7.29~8.11, 10.21~11.3 (28일)                 | 〈총 35일〉<br>9.22~10.26 (35일)                                                                                                              | —                                                                             |                                      |
|     | 강 고<br>정 령                                             | 주의보/관심        | X                                                   | X                                   | X                                                                   | X                                                                                        | X                                                                              | X                                                                                                             | 〈총 62일〉<br>7.30~9.9, 9.21~10.10 (62일)                             | 〈총 36일〉<br>8.5~19, 9.16~10.6 (36일)                     | 〈총 77일〉<br>6.30~7.13, 9.1~10.19<br>12.8~21 (77일)                                                                                         | 〈총 69일〉<br>6.8~7.11 8.9~9.12 (69일)                                            |                                      |
|     |                                                        | 경보/경계         | X                                                   | X                                   | X                                                                   | X                                                                                        | X                                                                              | X                                                                                                             | 〈총 11일〉<br>9.10~20 (11일)                                          | —                                                      | —                                                                                                                                        | —                                                                             |                                      |
|     | 창 반<br>안                                               | 주의보/관심        | X                                                   | X                                   | X                                                                   | X                                                                                        | X                                                                              | X                                                                                                             | 〈총 38일〉<br>8.23~9.4, 10.11~11.4 (38일)                             | 〈총 78일〉<br>6.3~17, 8.22~28<br>9.16~11.10 (78일)         | 〈총 161일〉<br>6.2~7.6, 7.28~11.9<br>11.24~12.14 (161일)                                                                                     | 〈총 81일〉<br>5.31~6.21, 7.6~11, 8.2~22,<br>9.9~26 12.6~19 (81일)                 |                                      |
|     |                                                        | 경보/경계         | X                                                   | X                                   | X                                                                   | X                                                                                        | X                                                                              | X                                                                                                             | 〈총 60일〉<br>7.30~8.22, 9.5~10.10 (60일)                             | 〈총 65일〉<br>6.18~8.21 (65일)                             | 〈총 10일〉<br>7.7~16 (10일)                                                                                                                  | 〈총 31일〉<br>6.22~7.5 8.23~9.8 (31일)                                            |                                      |
|     | 영천호                                                    | 주의보/관심        | 〈총 42일〉<br>6.27~7.11, 10.12~11.7 (42일)              | 〈총 18일〉<br>9.4~10, 9.30~10.10 (18일) | —                                                                   | —                                                                                        | 〈총 36일〉<br>6.23~7.28 (36일)                                                     | —                                                                                                             | —                                                                 | —                                                      | —                                                                                                                                        | —                                                                             |                                      |
|     |                                                        | 경보/경계         | 〈총 97일〉<br>6.22~26, 7.12~10.11 (97일)                | 〈총 19일〉<br>9.11~29 (19일)            | —                                                                   | —                                                                                        | —                                                                              | —                                                                                                             | —                                                                 | —                                                      | —                                                                                                                                        | —                                                                             |                                      |
|     | 공산지                                                    | 주의보/관심        | —                                                   | —                                   | —                                                                   | —                                                                                        | —                                                                              | —                                                                                                             | —                                                                 | —                                                      | 〈총 111일〉<br>6.12~26, 8.7~11.10 (111일)                                                                                                    | 〈총 56일〉<br>7.14~27 9.1~10.12 (56일)                                            | 〈총 62일〉<br>6.14~7.18 8.17~9.12 (62일) |
|     |                                                        | 경보/경계         | —                                                   | —                                   | —                                                                   | —                                                                                        | —                                                                              | —                                                                                                             | —                                                                 | —                                                      | 〈총 7일〉<br>6.5~11 (7일)                                                                                                                    | 〈총 35일〉<br>7.28~8.31 (35일)                                                    | —                                    |
|     | 안계호                                                    | 주의보/관심        | —                                                   | —                                   | —                                                                   | —                                                                                        | —                                                                              | —                                                                                                             | —                                                                 | —                                                      | —                                                                                                                                        | 〈총 15일〉<br>9.13~27 (15일)                                                      |                                      |
| 연천  | 진전지                                                    | 주의보/관심        | —                                                   | —                                   | —                                                                   | —                                                                                        | —                                                                              | —                                                                                                             | —                                                                 | —                                                      | —                                                                                                                                        | —                                                                             |                                      |
|     | 운문호                                                    | 주의보/관심        | —                                                   | —                                   | —                                                                   | —                                                                                        | 〈총 16일〉<br>7.28~8.12 (16일)                                                     | —                                                                                                             | —                                                                 | —                                                      | —                                                                                                                                        | —                                                                             |                                      |
|     | 덕동호                                                    | 주의보/관심        | X                                                   | —                                   | —                                                                   | —                                                                                        | 〈총 22일〉<br>7.28~8.18 (22일)                                                     | —                                                                                                             | —                                                                 | —                                                      | —                                                                                                                                        | —                                                                             |                                      |
|     | 사연호                                                    | 주의보/관심        | —                                                   | —                                   | —                                                                   | —                                                                                        | —                                                                              | —                                                                                                             | —                                                                 | —                                                      | 〈총 29일〉<br>8.10~9.7 (29일)                                                                                                                |                                                                               |                                      |
|     | 회야호                                                    | 주의보/관심        | X                                                   | —                                   | 〈총 41일〉<br>5.20~6.29 (41일)                                          | —                                                                                        | —                                                                              | —                                                                                                             | —                                                                 | —                                                      | —                                                                                                                                        | —                                                                             |                                      |
|     | 남강호<br>(진양호)                                           | 주의보/관심        | —                                                   | 〈총 15일〉<br>7.9~23 (15일)             | 〈총 51일〉<br>8.12~10.1 (51일)                                          | —                                                                                        | —                                                                              | —                                                                                                             | —                                                                 | —                                                      | 〈총 26일〉<br>8.18~9.12 (26일)                                                                                                               |                                                                               |                                      |
|     | 옥정호                                                    | 주의보/관심        | —                                                   | —                                   | —                                                                   | —                                                                                        | —                                                                              | —                                                                                                             | —                                                                 | —                                                      | —                                                                                                                                        | —                                                                             |                                      |
|     | 동북호                                                    | 주의보/관심        | 〈총 14일〉<br>7.20~8.3 (14일)                           | —                                   | 〈총 41일〉<br>8.21~9.30 (41일)                                          | —                                                                                        | —                                                                              | —                                                                                                             | —                                                                 | —                                                      | —                                                                                                                                        | —                                                                             |                                      |
|     | 주암호                                                    | 주의보/관심        | 〈총 19일〉<br>10.1~19 (19일)                            | —                                   | 〈총 41일〉(25일 경보와 중복)<br>◦댐앞: 8.21~9.3 (14일)<br>◦신평교: 8.27~9.30 (35일) | 〈총 37일〉<br>◦신평교: 9.9~10.15 (37일)                                                         | —                                                                              | —                                                                                                             | —                                                                 | —                                                      | —                                                                                                                                        | —                                                                             |                                      |
|     |                                                        | 경보/경계         | —                                                   | —                                   | 〈총 25일〉<br>◦댐앞: 9.4~28 (25일)                                        | —                                                                                        | —                                                                              | —                                                                                                             | —                                                                 | —                                                      | —                                                                                                                                        | —                                                                             |                                      |
| 탐진호 | 주의보/관심                                                 | X             | —                                                   | —                                   | —                                                                   | —                                                                                        | —                                                                              | —                                                                                                             | —                                                                 | —                                                      | —                                                                                                                                        |                                                                               |                                      |



□ 최근 5년간 수질관리단계 발령 내역('12년부터 시행)

| 대상 지점 |       | 구분  | '12                                                                                    | '13                                                         | '14                                             | '15                                                              | '16                                                          |
|-------|-------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 합계    |       | 계   | 341                                                                                    | 330                                                         | 271                                             | 637                                                              | 400                                                          |
|       |       | 관심  | 282                                                                                    | 317                                                         | 238                                             | 572                                                              | 392                                                          |
|       |       | 주의  | 52                                                                                     | 13                                                          | 26                                              | 65                                                               | 8                                                            |
|       |       | 경계  | 7                                                                                      | —                                                           | 4                                               | —                                                                | —                                                            |
|       |       | 심각  | —                                                                                      | —                                                           | —                                               | —                                                                | —                                                            |
| 한강    | 강천보   | 관심  | —                                                                                      | —                                                           | —                                               | —                                                                | —                                                            |
|       | 여주보   | 관심  | —                                                                                      | —                                                           | —                                               | —                                                                | —                                                            |
|       | 이포보   | 관심  | —                                                                                      | —                                                           | —                                               | —                                                                | —                                                            |
|       | 삼봉리   | 관심  | —                                                                                      | —                                                           | —                                               | —                                                                | —                                                            |
| 낙동강   | 상주보   | 관심  | —                                                                                      | —                                                           | —                                               | 〈총 15일〉<br>6.4~11, 11.17~23                                      | 〈총 15일〉<br>8.4~18                                            |
|       | 낙단보   | 관심  | —                                                                                      | 〈총 19일〉<br>8.22~9.9                                         | —                                               | 〈총 53일〉<br>6.4~11, 9.15~10.29                                    | 〈총 9일〉<br>8.10~18                                            |
|       | 구미보   | 관심  | —                                                                                      | 〈총 27일〉<br>8.19~9.2, 9.5~9.16                               | —                                               | 〈총 54일〉<br>9.8~30, 10.6~29<br>11.10~16                           | 〈총 7일〉<br>6.14~20                                            |
|       | 달성보   | 관심  | 〈총 44일〉<br>2.10~20, 2.29~3.28<br>5.4~7                                                 | 〈총 60일〉<br>3.12~14, 7.30~9.2<br>9.5~9, 9.13~22<br>9.24~30   | 〈총 56일〉<br>6.12~24<br>7.1~2<br>7.11~8.20        | 〈총 106일〉<br>6.26~7.9<br>7.30~10.29                               | 〈총 46일〉<br>6.2~28<br>8.19~9.6                                |
|       |       | 주의  | 〈총 8일〉<br>2.21~28                                                                      | 〈총 6일〉<br>9.3~4, 9.10~12<br>9.23                            | 〈총 4일〉<br>6.27~30                               | 〈총 8일〉<br>6.18~25                                                | —                                                            |
|       |       | 경계  | —                                                                                      | —                                                           | 〈2일〉<br>6.25~26                                 | —                                                                | —                                                            |
|       | 합천창녕보 | 관심  | 〈총 57일〉<br>2.1~3.26<br>8.9~10                                                          | 〈총 63일〉<br>7.30~8.28<br>9.2~12<br>9.16~10.7                 | 〈총 76일〉<br>6.12~24<br>7.1~8.20<br>9.18~29       | 〈총 127일〉<br>6.18~25, 7.8~14<br>7.30~8.17, 8.25~11.20<br>12.24~28 | 〈총 68일〉<br>6.2~7.7<br>8.10~9.6<br>9.19~22                    |
|       |       | 주의  | —                                                                                      | 〈총 7일〉<br>8.29~9.1<br>9.13~15                               | 〈총 4일〉<br>6.27~30                               | 〈총 19일〉<br>6.26~7.7<br>8.18~24                                   | —                                                            |
|       |       | 경계  | —                                                                                      | —                                                           | 〈총 2일〉<br>6.25~6.26                             | —                                                                | —                                                            |
|       | 금강    | 세종보 | 관심                                                                                     | 〈총 13일〉<br>5.10~17<br>6.14~17<br>8.10                       | 〈총 8일〉<br>8.22~29                               | 〈총 27일〉<br>4.10, 6.23~7.7<br>7.14, 7.18~20<br>7.25~31            | 〈총 35일〉<br>7.14~19, 8.27~9.7<br>9.30, 10.13~18<br>10.23~11.1 |
| 주의    |       |     | —                                                                                      | —                                                           | 〈총 9일〉<br>7.8~13<br>7.15~17                     | 〈총 26일〉<br>9.8~29<br>10.19~22                                    | —                                                            |
| 공주보   |       | 관심  | 〈총 44일〉<br>5.10~28, 6.7~11<br>6.14~29, 8.9~10<br>10.8~9                                | 〈총 31일〉<br>5.13~26<br>8.16~29<br>10.14~16                   | 〈총 45일〉<br>4.1~7, 5.19~25<br>6.17~7.14, 7.21~23 | 〈총 51일〉<br>6.9~17, 7.16~19<br>8.20~9.16, 10.13~22                | 〈총 77일〉<br>3.24~4.4<br>5.25~6.16<br>8.8~9.18                 |
|       |       | 주의  | —                                                                                      | —                                                           | 〈총 6일〉<br>7.15~7.20                             | —                                                                | —                                                            |
| 백제보   |       | 관심  | 〈총 4일〉<br>5.10~13                                                                      | 〈총 44일〉<br>5.7~27, 6.3~6<br>8.20~29, 10.14~16<br>10.30~11.4 | 〈총 15일〉<br>7.21~8.4                             | 〈총 79일〉<br>4.21~5.3, 5.18~6.1<br>7.21~29, 8.25~10.5              | 〈총 38일〉<br>8.4~16<br>8.25~9.18                               |
|       |       | 주의  | —                                                                                      | —                                                           | 〈총 6일〉<br>7.15~20                               | 〈총 12일〉<br>8.13~24                                               | 〈총 8일〉<br>8.17~24                                            |
| 포구간하  | 승촌보   | 관심  | 〈총 48일〉<br>1.25~30, 4.10~11<br>4.16, 5.4~23<br>5.31~6.11, 6.15~17<br>6.26~28, 7.26     | 〈총 42일〉<br>4.11~17, 5.20~26<br>6.3~11, 6.24~26<br>8.6~21    | 〈총 6일〉<br>5.27~6.1                              | 〈총 14일〉<br>3.9~15<br>3.24~30                                     | 〈총 32일〉<br>8.11~9.11                                         |
|       |       | 주의  | 〈총 39일〉<br>4.12~15, 5.24~30<br>6.12~14, 6.19~25<br>7.27~8.13                           | —                                                           | —                                               | —                                                                | —                                                            |
|       | 죽산보   | 관심  | 〈총 72일〉<br>1.16, 1.25~2.16<br>3.15~19, 4.10~16<br>5.11~14, 5.29~6.17<br>6.21~29, 8.7~9 | 〈총 23일〉<br>8.6~28                                           | 〈총 13일〉<br>1.23~1.27<br>2.17~2.24               | 〈총 38일〉<br>3.2~17<br>8.6~27                                      | 〈총 67일〉<br>1.7~31<br>6.16~30<br>8.11~9.6                     |
|       |       | 주의  | 〈총 5일〉<br>1.17, 8.10~13                                                                | —                                                           | —                                               | —                                                                | —                                                            |
|       |       | 경계  | 〈총 7일〉<br>1.18~24                                                                      | —                                                           | —                                               | —                                                                | —                                                            |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연차보고서

# 2016년 조류(녹조)발생과 대응 연차보고서

## 제 1 부 2016년도 조류 발생상황 특성 ..... 1

제1절 2016년 조류발생 총평 ..... 2

제2절 4대강 본류(16개 보·하천) 구간 ..... 4

제3절 주요 상수원 호소 ..... 9

## 제 2 부 수계별 조류발생 현황 및 원인분석 ..... 13

제1절 한강 수계 ..... 14

1. 한강 수계 일반현황 ..... 14

2. 2016년 조류발생 현황과 특성 ..... 17

3. 조류발생 영향인자 분석 ..... 25

제2절 낙동강 수계 ..... 41

1. 낙동강 수계 일반현황 ..... 41

2. 조류발생 현황 ..... 44

3. 조류발생 영향인자 분석 ..... 53

4. 주요 이슈 ..... 68

제3절 금강 수계 ..... 76

1. 금강 수계 일반현황 ..... 76

2. 2016년 조류발생 현황 ..... 79

3. 조류발생 영향인자 분석 ..... 90

제4절 영산강 수계 ..... 109

1. 영산강 수계 일반현황 ..... 109

2. 조류발생 현황 ..... 112

3. 조류발생 영향인자 분석 ..... 115

4. 주요 이슈 ..... 128

## 제 3 부 녹조발생 예방 및 대응정책 ..... 133

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 제1절 조류발생 모니터링 정책 .....       | 134 |
| 1. 조류경보제 .....               | 134 |
| 2. 수질예보제 .....               | 143 |
| 3. 기타 모니터링 정책 .....          | 148 |
| 제2절 녹조대응 정책 .....            | 152 |
| 제3절 오염물질 감시·관리 강화 .....      | 155 |
| 1. 하천으로 유입되는 오염물질 관리강화 ..... | 155 |
| 2. 입체적 하천감시 .....            | 158 |
| 제4절 기타 녹조대응 정책 .....         | 160 |
| 1. 조류 R&D 추진 .....           | 160 |
| 2. 낙동강·금강 댐·보 연계운영 현황 .....  | 162 |

## 제 4 부 참고자료 ..... 165

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| 1. 수질·조류 모니터링 자료 .....            | 167 |
| 가. 4대강 본류 측정자료(수질예보제) .....       | 168 |
| 나. 주요 상수원 하천·호소 측정자료(조류경보제) ..... | 200 |
| 다. 친수활동 구간 조류경보제 측정자료 .....       | 238 |
| 라. 2016년 녹조 입체 모니터링(강정고령보) .....  | 240 |
| 마. 주요 수질항목 측정자료 .....             | 256 |
| 2. 초분광 녹조 원격 모니터링 사진자료 .....      | 289 |
| 3. 해외 녹조현상 사진자료 .....             | 311 |
| 4. 주요정책자료 .....                   | 317 |
| 가. 2016년 조류경보제 시행계획 .....         | 318 |
| 나. 수질·녹조 대비 댐·보·저수지 운영기준 .....    | 330 |
| 다. 조류경보제 개선 내용 .....              | 355 |

## 표 목 차

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| 표 1-1-1 4대강 수계 최근 4년간 조류경보 발령일수 .....                 | 2  |
| 표 1-1-2 4대강 12개보 최근 5년간 수질관리단계 발령일수 .....             | 3  |
| 표 1-1-3 한강 본류구간 최근 5년간 수질관리단계 발령일수 .....              | 4  |
| 표 1-1-4 한강 본류구간 최근 4년간 조류경보 발령일수 .....                | 5  |
| 표 1-1-5 낙동강 본류구간 최근 4년간 조류경보 발령일수 .....               | 6  |
| 표 1-1-6 낙동강 최근 5년간 수질관리단계 발령일수 .....                  | 6  |
| 표 1-1-7 금강 최근 5년간 수질관리단계 발령일수 .....                   | 8  |
| 표 1-1-8 영산강 최근 5년간 수질관리단계 발령일수 .....                  | 8  |
| 표 1-1-9 한강수계 최근 4년간 조류경보 발령일수 .....                   | 10 |
| 표 1-1-10 낙동강수계 최근 4년간 조류경보 발령일수 .....                 | 10 |
| 표 1-1-11 금강수계 최근 4년간 조류경보 발령일수 .....                  | 11 |
| 표 1-1-12 영산강수계 최근 4년간 조류경보 발령일수 .....                 | 11 |
| 표 2-1-1 한강수계 조류경보제(상수원 구간) 운영지점 .....                 | 14 |
| 표 2-1-2 한강수계 조류경보제(친수활동 구간) 운영지점 .....                | 15 |
| 표 2-1-3 한강수계 수질예보제 운영지점 .....                         | 15 |
| 표 2-1-4 한강수계 2016년 조류경보 및 수질관리단계 발령 현황 .....          | 17 |
| 표 2-1-6 최근 10년간 팔당호 조류경보 '관심'단계 발령현황 .....            | 19 |
| 표 2-1-7 2016년 팔당호 조류발생 현황 .....                       | 20 |
| 표 2-1-8 최근 5년간 강수량 비교(1~7월간, 양평기상관측소) .....           | 21 |
| 표 2-1-9 최근 3년간 팔당호내 지점별 수온변화(℃, 조류경보제 자료) .....       | 21 |
| 표 2-1-10 강동대교~잠실대교 구간 7~9월 조류발생 현황(상수원 구간) .....      | 22 |
| 표 2-1-11 잠실대교~행주대교 구간 7~9월 조류발생 현황(친수활동 구간) .....     | 22 |
| 표 2-1-12 2016년도 충주호 월별(최대치) 조류발생(남조류 세포수현황) .....     | 23 |
| 표 2-1-13 2016도 광교지 월별(최대치) 조류발생(남조류 세포수현황) .....      | 23 |
| 표 2-1-14 2016년도 춘천호 월별(최대치) 조류발생 현황 .....             | 24 |
| 표 2-1-15 2016년도 횡성호 월별(최대치) 조류발생 현황 .....             | 24 |
| 표 2-1-16 2016년도 의암호 월별(최대치) 조류발생 현황 .....             | 24 |
| 표 2-1-17 2016년도 강천 월별(최대치) 조류발생 현황 .....              | 24 |
| 표 2-1-18 양평관측소 기상 요소별 현황 .....                        | 25 |
| 표 2-1-19 강천보 수질인자 변화 비교 .....                         | 27 |
| 표 2-1-20 여주보 수질인자 변화 비교 .....                         | 28 |
| 표 2-1-21 이포보 수질인자 변화 비교 .....                         | 29 |
| 표 2-1-22 한강수계 보 구간 월평균 체류시간 비교(2015년 vs. 2016년) ..... | 31 |



|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| 표 2-1-23 팔당댐 강수량 .....                                         | 32 |
| 표 2-1-24 팔당호 월평균 체류시간 비교(2015년 vs. 2016년) .....                | 33 |
| 표 2-1-25 댐앞 지점의 수질 변화 비교 .....                                 | 33 |
| 표 2-1-26 부용사 앞의 수질 변화 비교 .....                                 | 34 |
| 표 2-1-27 삼봉 수질 변화 비교 .....                                     | 35 |
| 표 2-1-28 강천 지점의 수질 변화 비교 .....                                 | 37 |
| 표 2-1-29 의암호(신연교) 지점의 수질 변화 비교 .....                           | 37 |
| 표 2-2-1 낙동강수계 조류경보제(상수원 구간) 운영지점 .....                         | 41 |
| 표 2-2-2 낙동강수계 수질예보제 운영지점 .....                                 | 42 |
| 표 2-2-6 2016년 낙동강수계 조류경보 및 수질예보 발령 현황 .....                    | 44 |
| 표 2-2-6 2016년 낙동강 본류 8개 보 조류경보 및 수질예보 발령 현황 .....              | 45 |
| 표 2-2-3 낙동강수계 보 구간 강수량(1년 누계) .....                            | 46 |
| 표 2-2-4 2016년 6,7월 낙동강 8개 보 유해남조류 발생현황 .....                   | 47 |
| 표 2-2-5 2016년 8~9월 낙동강 8개 보 유해남조류 발생현황 .....                   | 48 |
| 표 2-2-7 안계호, 영천호 9월 유해남조류 발생현 .....                            | 50 |
| 표 2-2-8 공산지 6~9월 유해남조류 발생현황 .....                              | 50 |
| 표 2-2-9 2016년도 5~9월 남강호(진양호) 유해남조류 발생현황 .....                  | 51 |
| 표 2-2-10 2015년도 5~9월 남강호(진양호) 유해남조류, 클로로필- <i>a</i> 발생현황 ..... | 51 |
| 표 2-2-11 2016년도 사연호 월평균 조류발생 현황 .....                          | 52 |
| 표 2-2-12 공산지, 안계호, 남강호(진양호), 사연호 조류경보 발령 현황 .....              | 52 |
| 표 2-2-13 상주기상대 기상 요소별 현황(1~12월) .....                          | 53 |
| 표 2-2-14 구미기상대 기상 요소별 현황(1~12월) .....                          | 54 |
| 표 2-2-15 대구 기상관측소 기상 요소별 현황(1~12월) .....                       | 55 |
| 표 2-2-16 합천 기상관측소 기상 요소별 현황(1~12월) .....                       | 56 |
| 표 2-2-17 밀양 기상관측소 기상 요소별 현황(1~12월) .....                       | 57 |
| 표 2-2-18 낙동강수계 보 구간 월평균 체류시간 비교(2015년 vs. 2016년) .....         | 58 |
| 표 2-2-19 상주보 수질인자 변화 비교 .....                                  | 60 |
| 표 2-2-20 낙단보 수질인자 변화 비교 .....                                  | 61 |
| 표 2-2-21 구미보 수질인자 변화 비교 .....                                  | 62 |
| 표 2-2-22 칠곡보 수질인자 변화 비교 .....                                  | 63 |
| 표 2-2-23 강정고령보 수질인자 변화 비교 .....                                | 64 |
| 표 2-2-24 달성보 수질인자 변화 비교 .....                                  | 65 |
| 표 2-2-25 합천창녕보 수질인자 변화 비교 .....                                | 66 |
| 표 2-2-26 창녕함안보 수질인자 변화 비교 .....                                | 67 |
| 표 2-2-27 낙동강 창녕함안지점의 체류시간 및 수온 현황 .....                        | 68 |
| 표 2-2-28 2014~2016 겨울 창녕·함안보 유해남조류 발생량 .....                   | 69 |
| 표 2-3-1 금강수계 조류경보제 운영호소 .....                                  | 76 |
| 표 2-3-2 강수계 수질예보제 운영지점 .....                                   | 77 |
| 표 2-3-3 2016년 금강수계 조류경보 및 수질예보 발령 현황 .....                     | 79 |

## 표 목 차

|                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------|-----|
| 표 2-3-4 연도별 대청호 조류발생 현황 .....                                        | 80  |
| 표 2-3-5 2016년도 대청호 월별(최대치) 조류발생 현황 .....                             | 80  |
| 표 2-3-6 2016년도 용담호 월별(최대치) 조류발생 현황 .....                             | 81  |
| 표 2-3-7 2016년도 보령호 월별(최대치) 조류발생 현황 .....                             | 81  |
| 표 2-3-8 금강 최근 5년간 수질관리단계 발령일수 .....                                  | 82  |
| 표 2-3-9 2015~2016년 대청조정지 방류량, 보 수역 수온 및 대전지역 강수량(7~9월) .....         | 82  |
| 표 2-3-10 최근 3년간 대청조정지 방류량, 3월 말 수온, 수질관리단계 최초 발령일자(2014~2016년) ..... | 83  |
| 표 2-3-11 금강수계 보의 3월 조류발생 현황 .....                                    | 83  |
| 표 2-3-12 금강수계 보의 4월 조류발생 현황 .....                                    | 84  |
| 표 2-3-13 금강수계 보의 5월 조류발생 현황 .....                                    | 85  |
| 표 2-3-14 금강수계 보의 6월 조류발생 현황 .....                                    | 86  |
| 표 2-3-15 금강수계 보의 7월 조류발생 현황 .....                                    | 87  |
| 표 2-3-16 금강수계 보의 8월 조류발생 현황 .....                                    | 88  |
| 표 2-3-17 금강수계 보의 9월 조류발생 현황 .....                                    | 89  |
| 표 2-3-18 금강수계 보의 10월 조류발생 현황 .....                                   | 89  |
| 표 2-3-19 금강수계 보의 11월 조류발생 현황 .....                                   | 90  |
| 표 2-3-20 대청댐 유역 평균 강수량 .....                                         | 91  |
| 표 2-3-21 추동 수질 변화 비교 .....                                           | 93  |
| 표 2-3-22 대청호 문의 수질 변화 비교 .....                                       | 94  |
| 표 2-3-23 대청호 회남 지점 수질 변화 비교 .....                                    | 95  |
| 표 2-3-24 대청호 유해남조류 출현 시기 및 최대 세포수 .....                              | 96  |
| 표 2-3-25 대전지방기상청 기상 요소별 현황 .....                                     | 98  |
| 표 2-3-26 금강수계 보 구간 월평균 체류시간 비교(2014~2016년) .....                     | 100 |
| 표 2-3-27 세종보 수질인자 변화 비교 .....                                        | 101 |
| 표 2-3-28 공주보 수질인자 변화 비교 .....                                        | 102 |
| 표 2-3-29 백제보 수질인자 변화 비교 .....                                        | 103 |
| 표 2-3-30 금강수계 3개 보 유해남조류 출현 시기 및 최대 세포수 .....                        | 104 |
| 표 2-4-1 영산강수계 조류경보제 운영호소 .....                                       | 109 |
| 표 2-4-2 영산강수계 수질예보제 운영지점 .....                                       | 110 |
| 표 2-4-3 영산강수계 2016년 조류경보 및 수질예보 발령 현황 .....                          | 112 |
| 표 2-4-4 영산강수계 보의 1월 조류발생 현황 .....                                    | 112 |
| 표 2-4-5 영산강수계 보의 8~9월 조류발생 현황 .....                                  | 113 |
| 표 2-4-6 영산강수계 수질예보 발령일수 .....                                        | 113 |

|                                                        |     |
|--------------------------------------------------------|-----|
| 표 2-4-7 2016년도 주암호 월별(최대치) 조류발생 현황 .....               | 114 |
| 표 2-4-8 2016년도 동북호 월별(최대치) 조류발생 현황 .....               | 114 |
| 표 2-4-9 2016년도 탐진호 월별(최대치) 조류발생 현황 .....               | 114 |
| 표 2-4-10 광주지방기상청 기상 요소별 현황(2016년 말 기준) .....           | 115 |
| 표 2-4-11 영산강수계 보 구간 월평균 체류시간 비교(2015년 vs. 2016년) ..... | 117 |
| 표 2-4-12 승촌보 수질인자 변화 비교 .....                          | 118 |
| 표 2-4-13 죽산보 수질인자 변화 비교 .....                          | 119 |
| 표 2-4-14 영산강수계 유해남조류 출현 시기 및 최대 세포수 .....              | 120 |
| 표 2-4-15 암댐 유역 평균 강수량 .....                            | 120 |
| 표 2-4-16 주암호 댐앞 수질 변화 비교 .....                         | 121 |
| 표 2-4-17 주암호 신평교 수질 변화 비교 .....                        | 122 |
| 표 2-4-18 주암호 유해남조류 출현 시기 및 최대 세포수 .....                | 123 |
| 표 2-4-19 탐진호 유역 평균 강수량 .....                           | 123 |
| 표 2-4-20 탐진호 댐앞 수질 변화 비교 .....                         | 124 |
| 표 2-4-21 탐진호 유치천 합류부 수질 변화 비교 .....                    | 125 |
| 표 2-4-22 탐진호 유해남조류 출현 시기 및 최대 세포수 .....                | 125 |
| 표 2-4-23 동북댐 유역 평균 강수량 .....                           | 126 |
| 표 2-4-24 동북호 댐앞 수질 변화 비교 .....                         | 126 |
| 표 2-4-25 동북호 댐앞 수질 변화 비교 .....                         | 127 |
| 표 2-4-26 동북호 유해남조류 출현 시기 및 최대 세포수 .....                | 127 |
| 표 3-1-1 조류경보제 적용대상 하천·호소 .....                         | 135 |
| 표 3-1-2 발령단계별 발령기준 .....                               | 136 |
| 표 3-1-3 상수원구간 발령단계별 조치사항 .....                         | 137 |
| 표 3-1-4 친수활동 구간 발령단계별 조치사항 .....                       | 138 |
| 표 3-1-5 조류경보제 운영결과 .....                               | 140 |
| 표 3-1-6 수질예보제의 관리단계 발령기준 .....                         | 143 |
| 표 3-1-7 수질관리단계별 조치사항 .....                             | 144 |
| 표 3-1-8 수계별 수질관리협의회 구성현황 .....                         | 144 |
| 표 3-1-9 최근 5년간 수질관리단계 발령현황 .....                       | 145 |
| 표 3-3-1 갈수기 기간 중 지도점검 실적 .....                         | 155 |
| 표 3-3-2 2016년 총인처리 강화 대상시설 .....                       | 156 |
| 표 3-3-3 가축분뇨 지도점검 실적 .....                             | 157 |
| 표 3-3-4 2016년 수질오염총량제와 지류총량제 비교 .....                  | 157 |
| 표 3-3-5 2016년 환경지킴이 하천순찰활동 실적(건수) .....                | 158 |
| 표 3-3-6 2016년 항공환경감시 실적 .....                          | 159 |
| 표 3-4-1 “범부처 녹조 R&D 협의체” 2016년 연구과제 .....              | 160 |
| 표 3-4-2 녹조 기초연구 추진현황 .....                             | 161 |
| 표 3-4-3 2016년 댐·보 연계운영 현황 .....                        | 162 |



## 그림 목차

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| 그림 2-1-1 팔당호 취수장(2016년 7~8월) .....                  | 20 |
| 그림 2-1-2 양평관측소 기상 요소별 월평균 값 .....                   | 26 |
| 그림 2-1-3 한강 강천보 지점 수온 및 수질 농도 변화 .....              | 27 |
| 그림 2-1-4 한강 여주보 지점 수온 및 수질 농도 변화 .....              | 28 |
| 그림 2-1-5 한강 이포보 지점 수온 및 수질 농도 변화 .....              | 29 |
| 그림 2-1-6 충주조정지댐 월평균 방류량(2012~2015년 vs. 2016년) ..... | 30 |
| 그림 2-1-7 한강수계 보 구간 월평균 체류시간 비교 .....                | 31 |
| 그림 2-1-8 댐앞 수온 및 수질 농도 변화 .....                     | 34 |
| 그림 2-1-9 부용사앞 수온 및 수질 농도 변화 .....                   | 35 |
| 그림 2-1-10 삼봉 수온 및 수질 농도 변화 .....                    | 36 |
| 그림 2-1-11 강천 지점 수온 및 수질 농도 변화 .....                 | 37 |
| 그림 2-1-12 의암호(신연교) 지점 수온 및 수질 농도 변화 .....           | 38 |
| 그림 2-2-1 상주기상대(상주보, 낙단보) 기상 요소별 월평균 값 .....         | 53 |
| 그림 2-2-2 구미기상대(구미보, 칠곡보) 기상 요소별 월평균 값 .....         | 54 |
| 그림 2-2-3 대구 기상관측소(강정고령보, 달성보) 기상 요소별 월평균 값 .....    | 55 |
| 그림 2-2-4 합천 기상관측소(합천창녕보) 기상 요소별 월평균 값 .....         | 56 |
| 그림 2-2-5 밀양 기상관측소(창녕함안보) 기상 요소별 월평균 값 .....         | 57 |
| 그림 2-2-6 낙동강 상주보 지점 수온 및 수질 농도 변화 .....             | 60 |
| 그림 2-2-7 낙동강 낙단보 지점 수온 및 수질 농도 변화 .....             | 61 |
| 그림 2-2-8 낙동강 구미보 지점 수온 및 수질 농도 변화 .....             | 62 |
| 그림 2-2-9 낙동강 칠곡보 지점 수온 및 수질 농도 변화 .....             | 63 |
| 그림 2-2-10 낙동강 강정고령보 지점 수온 및 수질 농도 변화 .....          | 64 |
| 그림 2-2-11 낙동강 달성보 지점 수온 및 수질 농도 변화 .....            | 65 |
| 그림 2-2-12 낙동강 합천창녕보 지점 수온 및 수질 농도 변화 .....          | 66 |
| 그림 2-2-13 낙동강 창녕함안보 지점 수온 및 수질 농도 변화 .....          | 67 |
| 그림 2-2-14 낙동강 창녕함안지점 남조류 세포수 .....                  | 69 |
| 그림 2-2-15 아파니조메논 군집 .....                           | 69 |
| 그림 2-3-1 2016년 대청호의 강우 및 저수율 변화 .....               | 91 |

|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| 그림 2-3-2 대청호 추동 수온 및 수질 농도 변화 .....           | 93  |
| 그림 2-3-3 대청호 문의 수온 및 수질 농도 변화 .....           | 94  |
| 그림 2-3-4 대청호 회남 지점 수온 및 수질 농도 변화 .....        | 95  |
| 그림 2-3-5 대전지방기상청 기상 요소별 월평균 값 .....           | 98  |
| 그림 2-3-6 대청조정지댐 월평균 방류량(2013년~2016년) .....    | 99  |
| 그림 2-3-7 금강 세종보 지점 수온 및 수질 농도 변화 .....        | 101 |
| 그림 2-3-8 금강 공주보 지점 수온 및 수질 농도 변화 .....        | 102 |
| 그림 2-3-9 금강 백제보 지점 수온 및 수질 농도 변화 .....        | 103 |
| 그림 2-4-1 광주지방기상청 기상 요소별 월평균 값 .....           | 116 |
| 그림 2-4-2 영산강 승촌보 지점 수온 및 수질 농도 변화 .....       | 118 |
| 그림 2-4-3 영산강 죽산보 지점 수온 및 수질 농도 변화 .....       | 119 |
| 그림 2-4-4 주암호 댐앞 지점 수온 및 수질 농도 변화 .....        | 121 |
| 그림 2-4-5 주암호 신평교 지점 수온 및 수질 농도 변화 .....       | 122 |
| 그림 2-4-6 탐진호 댐앞 수온 및 수질 농도 변화 .....           | 124 |
| 그림 2-4-7 탐진호 유치천 합류부 수온 및 클로로필 농도 변화 .....    | 125 |
| 그림 3-1-1 강정고령보의 자동입체측정시스템 및 모니터링 지점 .....     | 148 |
| 그림 3-1-2 강정고령보에 설치된 자동입체측정시스템의 수온 측정 결과 ..... | 149 |
| 그림 3-1-3 수계별 하천 표면에서 측정된 원격반사도 스펙트럼 .....     | 150 |
| 그림 3-1-4 모형별 남조류 피코시아닌 농도 추정 정확도 비교 .....     | 151 |
| 그림 3-1-5 낙동강수계 초분광영상 및 남조류(피코시아닌) 분포 영상 ..... | 151 |
| 그림 3-2-1 녹조발생 시 취·정수처리 흐름도 .....              | 154 |
| 그림 3-4-1 댐·보 연계운영 방류현황도 .....                 | 162 |





# 제 1 부

## 2016년도 조류 발생상황 특성

제1절 2016년 조류발생 총평

제2절 4대강 본류(16개 보·하천) 구간

제3절 주요 상수원 호소

## 제1절 2016년 조류발생 총평

## 조류경보 최근 증가추세이나, 2015년 대비 감소

1998년부터 시행해온 조류경보제를 기준으로 보면 최근 4년간<sup>1)</sup> 4대강 수계에서 발생한 조류경보일수(‘관심’단계와 ‘경계’단계 총합 일수)는 266일(2013년, 25개 지점) → 372일(2014년, 25개 지점) → 608일(2015년, 25개 지점) → 404일(2016년, 28개 지점)으로 나타난다. 이를 바탕으로 보면 조류발생은 2015년이 가장 심했던 것으로 볼 수 있으며, 최근 조류발생이 점차 증가하는 추세임을 확인할 수 있다. 대상 지점이 추가된 부분을 감안하더라도<sup>2)</sup> 전체적으로 최근 조류경보 발령일수의 증가추세는 확인이 가능하다. 2016년은 비교적 적절한 강우와 그로 인한 체류시간 감소 등으로 인해 2015년에 비해서는 상대적으로 조류발생이 양호했던 것으로 보인다. 다만 조류의 발생은 지역적으로 발생양상이 다르게 나타나며, 기온, 수온, 체류시간, 일사량, 영양염류, 다른 종과의 경쟁관계 등 여러 요인에 영향을 복합적으로 받으며 아직 원인인자별 기여도가 명확히 규명되지는 않았으므로 보다 장기간의 일관된 관찰과 분석을 요한다. 따라서 최근 4년간의 데이터를 기반으로 전국적 조류발생의 증감을 확정적으로 분석하기는 어려운 측면이 있다.

표 1-1-1 4대강 수계 최근 4년간 조류경보 발령일수

|     | 2013(25개 지점) | 2014(25개 지점) | 2015(25개 지점) | 2016(28개 지점) |
|-----|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 한강  | 35           | 47           | 245          | 0            |
| 낙동강 | 185          | 325          | 374          | 313          |
| 금강  | 47           | 0            | 54           | 91           |
| 영산강 | 0            | 0            | 0            | 0            |
| 합계  | 267          | 372          | 673          | 404          |

\* 세부적인 조류경보 발령일수 및 최근 10년간 조류경보 발령일수는 제4부 참고자료 참고

1) 낙동강 본류 3개 구간 조류경보제 시범운영을 실시한 2013년 이후부터 분석 실시(4개년)

2) 2016년 추가된 3개 지점(강천, 의암호, 한강 친수활동구간)에서는 2016년 조류경보 발령이 없었다.

## 4대강 보구간 조류발생

또한 녹조현상의 원인으로 자주 지목되는 4대강에 설치된 보를 중심으로 평가하려면 4대강에 설치된 12개 보를 대상으로 시행중인 수질예보제의 수질관리단계 발령일수로 살펴볼 수 있다. 이를 바탕으로 보면 보가 설치된 이후 선형적 증가가 나타나지는 않지만 전반적으로 조류발생이 많아지는 경향을 확인할 수 있다. 2016년은 2015년보다는 양호하나 4대강 보가 설치된 이후(2012년 이후) 5년 중 두 번째로 조류발생으로 인한 수질관리단계 발령이 많았다.

표 1-1-2 4대강 12개보 최근 5년간 수질관리단계 발령일수

(단위 : 일)

|     | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 비고    |
|-----|------|------|------|------|------|-------|
| 한강  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 2개 보  |
| 낙동강 | 109  | 182  | 144  | 382  | 145  | 5개 보  |
| 금강  | 61   | 83   | 108  | 203  | 156  | 3개 보  |
| 영산강 | 171  | 65   | 19   | 52   | 99   | 2개 보  |
| 합계  | 341  | 330  | 271  | 637  | 400  | 12개 보 |

\* 수질예보제는 2012년부터 시행, 4대강 16개 보 중 조류경보제 시행구간인 4개보(강천보, 칠곡보, 강정고령보, 청령함안보) 제외하여 12개 보에 대해서 시행

## 유역별, 특성별 분석 필요성

위에서 볼 수 있듯이 2016년은 2015년에 비해서는 조류발생이 덜하였으나 최근 4~5년간 증가경향은 확인할 수 있다. 다만, 조류경보제와 수질예보제는 그 목적과 대상지역을 달리하고 발령 기준 등이 다르다. 예를 들면 조류경보제는 상수원 호소 중심이며 수질예보제는 4대강 보 구간 중심이다. 또한, 조류경보제는 유해남조류만을 기준으로 하지만 수질예보제는 클로로필-*a*<sup>3)</sup> 또한 기준으로 하며 예측정보를 활용한다.

이와 같이 조류발생 현황과 특성은 하나의 기준으로 살펴보기는 어려우며, 유역별, 대상구간 특성별, 조류 종별로 다름을 알 수 있다. 따라서 본서에서는 유역, 대상구간을 나누어 2016년의 조류발생 특성을 살펴보기로 한다.

3) 클로로필-*a*는 엽록소로서 남조류보다는 규조류나 녹조류에 많이 포함되어 있다.

## 제2절 4대강 본류(16개 보·하천) 구간

### 한강 전 구간 조류경보, 수질관리단계 미발령

2016년 한강 본류구간의 조류발생은 양호했던 것으로 평가된다. 한강 본류구간에는 조류경보제 적용구간(강천 지점, 한강 지점, 친수활동 구간 한강 지점)과 수질예보제 적용구간(여주보, 이포보)이 모두 존재하는데<sup>4)</sup>, 2016년은 조류경보나 수질관리단계가 발령되지 않았다. (팔당댐은 “제3절 주요 상수원 호소”에서 기술)

먼저 조류경보제 구간을 살펴보면, 서울시에서 조류경보제를 운영하고 있는 한강 지점(강동대교~잠실대교, 잠실대교~행주대교)은 2014년~2015년 가뭄, 상류댐 방류량 감소 등으로 조류주의보(현 조류경보 ‘관심’단계)가 발령되었으나, 올해에는 시기적절한 강우에 의한 상류댐 방류량 증가, 친수활동 구간 발령 기준 변경 등으로 유해 남조류가 발령기준 이하로 출현하였다.

또한 새롭게 추가된 조류경보제 강천 지점(강천보)은 연중 유해남조류가 검출되지 않았는데, 강천 지점은 남한강의 상류 지점으로 수심이 비교적 낮고 유속이 빨라 비교적 남조류 성장에 불리한 것으로 판단된다.

수질예보제가 적용되는 2개 구간(여주보, 이포보)에서는 2012년 최초 수질예보제 시행 이래로 수질관리단계가 발령된 적이 없었다.

표 1-1-3 한강 본류구간 최근 5년간 수질관리단계 발령일수

(단위 : 일)

|     | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|-----|------|------|------|------|------|
| 여주보 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 이포보 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 합 계 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

4) 조류경보제는 취수장이 있어 상수원으로 활용되는 경우에 시행(단, 친수활동 구간 1개 지점 제외)

표 1-1-4 한강 본류구간 최근 4년간 조류경보 발령일수

(단위 : 일)

| 구분  |     | 강천 | 한강<br>(강동대교~행주대교) | 합계  |
|-----|-----|----|-------------------|-----|
| '13 | 관심  | X  | -                 | 0   |
|     | 경계  | X  | -                 |     |
|     | 대발생 | X  | -                 |     |
| '14 | 관심  | X  | 24                | 24  |
|     | 경계  | X  | -                 |     |
|     | 대발생 | X  | -                 |     |
| '15 | 관심  | X  | 96                | 174 |
|     | 경계  | X  | 78                |     |
|     | 대발생 | X  | -                 |     |
| '16 | 관심  | -  | -                 | 0   |
|     | 경계  | -  | -                 |     |
|     | 대발생 | -  | -                 |     |

※ 강천 지점은 2016년부터 시행

#### 낙동강 4월 출현을 시작으로 9월까지 발생과 감소 반복

낙동강 본류구간은 8개의 보가 설치되어 있으며, 상류에서부터 상주보, 낙단보, 구미보, 달성보, 합천창령보는 수질예보제의 적용을 받고, 칠곡보, 강정고령보, 창녕함안보는 조류경보제의 적용을 받는다.

2016년도 낙동강 유해남조류는 4월 중순경에 8개보 전역에서 출현하였고, 5월 중순이후 시작된 유해남조류 대량증식은(5월 30일 중·하류 3개보(달성보, 합천창녕보, 창녕함안보)에서 유해남조류가 mL당 1만세포를 초과) 곧이어 6월 경 중·상류 지역인 강정고령보, 칠곡보, 구미보로 확대되더니 8월경에는 상류지역인 낙단보, 상주보까지 확대되었다.

상류의 상주보와 낙단보는 오염원이 적음에도 불구하고, 8월초에 수질예보제 관심단계가 발령되었다. 최근 2년 연속으로 상류 보에서 남조류가 번성하는 특이현상이 이어지고 있다.

7월 강우 영향으로 전역에 걸쳐 녹조현상이 일시 소강상태를 보였으나, 8월 이후 중·하류 구간은 폭염에 따른 수온 상승, 일사량 증가 등 유해남조류 증식에 유리한 환경이 조성되면서 유해남조류 발생이 급격하게 증가하여 조류경보와 수질관리단계가 발령되었고, 9월에 들어서야 대부분 녹조현상이 소멸되었다.

이와 같이 낙동강의 조류발생은 최근 몇 년간 나타나는 추세와 같이 하절기에 대량으로 유해남조류 번성이 나타났다. 이는 물리적 환경변화(보 설치로 인한 체류시간 증가, 기후 변화로 인한 수온 상승)에 큰 영향을 받았기 때문으로 분석된다.

표 1-1-5 낙동강 본류구간 최근 4년간 조류경보 발령일수

(단위 : 일)

| 구분  |     | 칠곡 | 강정고령 | 창녕함안 | 합계  |
|-----|-----|----|------|------|-----|
| '13 | 관 심 | 13 | 62   | 38   | 184 |
|     | 경 계 | —  | 11   | 60   |     |
|     | 대발생 | —  | —    | —    |     |
| '14 | 관 심 | 28 | 36   | 78   | 207 |
|     | 경 계 | —  | —    | 65   |     |
|     | 대발생 | —  | —    | —    |     |
| '15 | 관 심 | 35 | 77   | 161  | 283 |
|     | 경 계 | —  | —    | 10   |     |
|     | 대발생 | —  | —    | —    |     |
| '16 | 관 심 | —  | 69   | 81   | 181 |
|     | 경 계 | —  | —    | 31   |     |
|     | 대발생 | —  | —    | —    |     |

※ 2013~2015 낙동강 조류경보제 시범운영 결과 포함

표 1-1-6 낙동강 최근 5년간 수질관리단계 발령일수

(단위 : 일)

|       | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|-------|------|------|------|------|------|
| 상주보   | 0    | 0    | 0    | 15   | 15   |
| 낙단보   | 0    | 19   | 0    | 53   | 9    |
| 구미보   | 0    | 27   | 0    | 54   | 7    |
| 달성보   | 52   | 66   | 62   | 114  | 46   |
| 합천창녕보 | 57   | 70   | 82   | 146  | 68   |
| 합계    | 109  | 182  | 144  | 382  | 145  |

## 낙동강 2년 연속 ‘겨울녹조’ 발생

2016년은 2015년 겨울에 이어 낙동강 본류에서 겨울철 녹조현상으로 인한 조류경보가 발령되었다. 낙동강 창녕·함안지점에서 11월 말부터 발생한 남조류는 2016년 12월 6일 조류경보 ‘관심’단계가 발령된 후 2주간 지속되었다. 2015년 12월 8일, 낙동강 강정고령지점에서는 조류경보제 ‘출현알림’ 단계(당시 조류경보제 시범운영으로 현 ‘관심’단계와 동일)가 발령된 후 같은 달 21일까지 14일간 지속되었다. 창녕·함안지점은 2015년 11월24일부터 12월 14일까지 21일간 조류경보제 ‘출현알림’ 단계가 발령되었다. 겨울철인 12월에 조류경보가 발령된 것은 2013년 이래 2015년이 최초였다.<sup>5)</sup>

강정고령보와 창녕함안보에서 겨울철인 12월에 유해남조류가 증가한 원인으로는 가을철 높은 기온의 영향으로 수온이 평년보다 높게 유지되고 넓은 범위의 수온조건에서 증식하는 광온성 사상형 남조류인 아파니조메논(*Aphanizomenon*)이 늦은 시기까지 출현하게 되었고, 보 수위 저하와 저수량 및 방류량 감소로 수체 혼합 등이 약화되어 증식한 것으로 보인다.

## 금강 전년대비 수질관리단계 발령기간 감소

금강 본류 상류의 용담호와 대청호 두 개 호소는 조류경보제의 적용을 받으며, 하류의 3개 보(세종보, 공주보, 백제보)는 수질예보제 적용을 받는다.(상류 2개 호소는 “제3절 주요 상수원 호소”에서 기술)

2016년 금강의 3개 보는 2015년에 비하면 수질관리단계 발령일수가 감소하였으나, 최근 5년 중에서 두 번째로 많은 발령일수를 기록하였다. 7월 초 집중 강우 이후 영양염류 유입으로 8월 4일 백제보 수질관리 ‘관심’ 단계 발령을 시작으로, 공주보 8월 8일, 세종보 8월 17일 수질관리 ‘관심’ 단계가 발령되었다. 이후 폭염에 따른 수온상승, 일조량 증가, 가뭄 대비를 위한 대청조정지댐의 방류량 감소 등 조류발생에 유리한 환경이 조성되어 백제보에서는 고농도 조류가 발생하였고, 수질관리 ‘주의’ 단계(8.17~24)까지 이르기도 하였다.

5) 하천 보 구간의 조류경보제는 2013년 낙동강 시범운영으로 도입됨.



그러나 9월 중순 집중 강우의 영향으로 9월 18일 3개 보 모두 수질관리단계가 해제되어, 전년에 비해 수질관리단계 발령 기간이 감소(203→156일)하였다.

표 1-1-7 금강 최근 5년간 수질관리단계 발령일수

(단위 : 일)

|     | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|-----|------|------|------|------|------|
| 세종보 | 13   | 8    | 36   | 61   | 33   |
| 공주보 | 44   | 31   | 51   | 51   | 77   |
| 백제보 | 4    | 44   | 21   | 91   | 46   |
| 합계  | 61   | 83   | 108  | 203  | 156  |

#### 영산강 겨울 규조류 우점현상 발생

영산강 본류는 2개의 수질예보제 지점이 있다(승촌보, 죽산보). 최근 5년간 영산강 본류 구간의 수질관리단계 발령일수는 감소추세에 있었으나 2016년에는 꽤 많은 조류발생이 있었던 것으로 분석된다. 이는 지난해 보다 이른 1월 경에 죽산보에서 저수온기에 주로 나타나는 저수온성 규조류의 이상증식으로 클로로필-*a* 농도가 최대 123.2mg/m<sup>3</sup>까지 치솟아 수질관리 ‘관심’단계가 25일 동안 발령된 것에 기인하는 것으로 보인다. 당시 지류영향이나 기타 특이한 외부요인은 없었으나, 매년 부영양화 하천형 호소에서 겨울철~봄철 사이에 저온성 규조류가 증식·우점하는 계절적 현상이 강하게 나타났던 것으로 보인다.

표 1-1-8 영산강 최근 5년간 수질관리단계 발령일수

(단위 : 일)

|     | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|-----|------|------|------|------|------|
| 승촌보 | 87   | 42   | 6    | 14   | 32   |
| 죽산보 | 84   | 23   | 13   | 38   | 67   |
| 합계  | 171  | 65   | 19   | 52   | 99   |

### 제3절 주요 상수원 호소

#### 팔당호 조류경보 미발령

수도권의 주요 식수원인 팔당호의 경우, 2015년도에는 계속된 가뭄과 여름철 수온상승으로 2년 연속 조류경보(당시 ‘주의보’)가 발령되었으나, 2016년에는 조류경보가 발령되지 않았다. 7월 초에 지속적으로 내린 강우로 인해 남조류의 성장이 제대로 이루어지지 않은 것으로 판단된다.

#### 대청호 늦가을까지 조류경보 발령

중부권의 대표적인 식수원인 대청호는 1998년 조류경보제를 시행한 이후 1999년과 2014년을 제외하고 매년 조류경보가 발령되었다.

2016년 대청호는 총 91일간 조류경보가 발령되었는데, 이는 2015년의 54일보다 크게 늘어난 것이다. 조류 발생의 원인은 7월 초 집중강우 이후 폭염에 따른 수온상승, 8월 이후 가뭄에 의한 체류시간 증가 등으로 분석된다.

#### 대구 공산지 조류경보 2년연속 발령

대구시민 9만여 명에 일일 4만<sup>m</sup>을 급수하는 공산지는 2015년에 조류주의보가 56일 발령되었고 2016년도에도 비슷한 경향을 보였다. 더위가 시작된 6월에 발생하여 7월 들어 강우가 잦아지면서 소강상태였으나 8월 폭염으로 다시 증식하였다가 9월 중순이후 소강상태로 접어들어 평상상태가 유지되었다.

#### 그 외 호소는 조류발생 미미

영천호, 진전지, 운문호, 덕동호, 회야호, 옥정호, 동북호, 주암호, 탐진호는 조류경보제가 발령되지 않았고, 안계호, 사연호, 남강호(진양호) 등 호소의 2016년 조류발생은 미미한 수준이었다.

표 1-1-9 한강수계 최근 4년간 조류경보 발령일수

(단위 : 일)

| 구분  | 충주호 | 강천 | 횡성호 | 춘천호 | 의암호 | 팔당호 | 한강 | 광교지 | 합계  |
|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|
| '13 | 관심  | -  | X   | 35  | -   | X   | -  | -   | 35  |
|     | 경계  | -  | X   | -   | -   | X   | -  | -   |     |
|     | 대발생 | -  | X   | -   | -   | X   | -  | -   |     |
| '14 | 관심  | -  | X   | -   | -   | X   | 23 | 24  | 47  |
|     | 경계  | -  | X   | -   | -   | X   | -  | -   |     |
|     | 대발생 | -  | X   | -   | -   | X   | -  | -   |     |
| '15 | 관심  | -  | X   | -   | -   | X   | 43 | 96  | 245 |
|     | 경계  | -  | X   | -   | -   | X   | -  | 78  |     |
|     | 대발생 | -  | X   | -   | -   | X   | -  | -   |     |
| '16 | 관심  | -  | -   | -   | -   | -   | -  | -   | 0   |
|     | 경계  | -  | -   | -   | -   | -   | -  | -   |     |
|     | 대발생 | -  | -   | -   | -   | -   | -  | -   |     |

※ 강천, 의암호 지점은 2016년부터 시행(x표시)

표 1-1-10 낙동강수계 최근 4년간 조류경보 발령일수

(단위 : 일)

| 구분  | 칠곡  | 강정고령 | 창녕함안 | 영천호 | 공산지 | 안계호 | 진전지 | 운문호 | 덕동호 | 사연호 | 회야호 | 남강호 | 합계  |
|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| '13 | 관심  | 13   | 62   | 38  | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 184 |
|     | 경계  | -    | 11   | 60  | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |     |
|     | 대발생 | -    | -    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |     |
| '14 | 관심  | 28   | 36   | 78  | -   | 111 | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 325 |
|     | 경계  | -    | -    | 65  | -   | 7   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |     |
|     | 대발생 | -    | -    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |     |
| '15 | 관심  | 35   | 77   | 161 | -   | 56  | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 374 |
|     | 경계  | -    | -    | 10  | -   | 35  | -   | -   | -   | -   | -   | -   |     |
|     | 대발생 | -    | -    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |     |
| '16 | 관심  | -    | 69   | 81  | -   | 62  | 15  | -   | -   | 29  | -   | 26  | 313 |
|     | 경계  | -    | -    | 31  | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |     |
|     | 대발생 | -    | -    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -   |     |

※ 칠곡, 강정고령, 창녕함안 3개지점은 2013~2015 낙동강 조류경보제 시범운영 결과 포함

표 1-1-11 금강수계 최근 4년간 조류경보 발령일수

(단위 : 일)

| 구분  |     | 응답호 | 대청호 | 보령호 | 합계 |
|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| '13 | 관심  | -   | 47  | -   | 47 |
|     | 경계  | -   | -   | -   |    |
|     | 대발생 | -   | -   | -   |    |
| '14 | 관심  | -   | -   | -   | 0  |
|     | 경계  | -   | -   | -   |    |
|     | 대발생 | -   | -   | -   |    |
| '15 | 관심  | -   | 54  | -   | 54 |
|     | 경계  | -   | -   | -   |    |
|     | 대발생 | -   | -   | -   |    |
| '16 | 관심  | -   | 91  | -   | 91 |
|     | 경계  | -   | -   | -   |    |
|     | 대발생 | -   | -   | -   |    |

표 1-1-12 영산강수계 최근 4년간 조류경보 발령일수

(단위 : 일)

| 구분  |     | 옥정호 | 동북호 | 주암호 | 탐진호 | 합계 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| '13 | 관심  | -   | -   | -   | -   | 0  |
|     | 경계  | -   | -   | -   | -   |    |
|     | 대발생 | -   | -   | -   | -   |    |
| '14 | 관심  | -   | -   | -   | -   | 0  |
|     | 경계  | -   | -   | -   | -   |    |
|     | 대발생 | -   | -   | -   | -   |    |
| '15 | 관심  | -   | -   | -   | -   | 0  |
|     | 경계  | -   | -   | -   | -   |    |
|     | 대발생 | -   | -   | -   | -   |    |
| '16 | 관심  | -   | -   | -   | -   | 0  |
|     | 경계  | -   | -   | -   | -   |    |
|     | 대발생 | -   | -   | -   | -   |    |



## 제 2 부

### 수계별 조류발생 현황 및 원인분석

제1절 한 강 수계

제2절 낙동강 수계

제3절 금 강 수계

제4절 영산강 수계

## 제 2 부

## 수계별 조류발생 현황 및 원인분석

### 제1절 한강 수계

#### 1. 한강 수계 일반현황

##### 가. 수계 조류 발생 특성

한강수계의 가장 큰 상수원이자 인공호수인 팔당호는 수도권 2,500만 명의 상수원으로 중요한 역할을 하며 수질특성이 다른 북한강과 남한강이 합류하는 지점으로 다양한 조류가 발생한다. 팔당호와 한강은 청평댐(북한강)과 충주댐(남한강)의 방류수와 팔당댐과 인근 하수처리장의 방류수로 이루어지며 그 변동에 따라 물의 흐름에 변화가 생기고 정체되는 현상이 발생하며, 그 때 조류 발생에 적절한 수질 및 기후인자가 형성되면 특정조류의 성장이 나타난다. 한강수계의 조류경보제 지점은 유해남조류의 대발생 잠재력을 지니고 있어 세심한 관심이 요구된다.

##### 나. 조류관리제(조류경보제, 수질예보제) 적용 구간

##### 조류경보제 운영 지점

한강수계에서 조류경보제를 운영하고 있는 지역은 팔당호, 한강(팔당댐 하류 본류구간), 한강(강천), 의암호, 충주호, 춘천호, 광교지 및 횡성호 등 총 8개 구간이며, 운영현황은 아래와 같다.

표 2-1-1 한강수계 조류경보제(상수원 구간) 운영지점

| 지 점                | 대표 채수 위치              | 운영기관    |
|--------------------|-----------------------|---------|
| 팔당호                | 댐앞, 부용사앞, 삼봉          | 한강유역환경청 |
| 한강<br>(강동대교~잠실대교)* | 미사대교, 강동대교, 광진교, 잠실철교 | 서울시청    |
| 한강(강천)**           | 강천                    | 한강유역환경청 |
| 의암호**              | 신연교                   | 원주지방환경청 |
| 충 주 호              | 댐앞, 청풍교               | 원주지방환경청 |
| 광 교 지              | 취수탑                   | 경기도청    |
| 춘 천 호              | 용산취수장, 춘천댐 상류         | 강원도청    |
| 횡 성 호              | 취수탑                   | 원주지방환경청 |

\* 팔당댐 하류(강동대교~잠실대교)는 2000년부터 서울시가 자체적으로 운영해오던 지역을 2006년부터 조류경보제에 편입

\*\* 강천, 의암호는 2016년 조류경보제 신규지점으로 추가



또한, 2016년부터 친수구간 조류경보제가 도입됨에 따라, 기존 한강 지점(한강 하류의 강동대교~잠실대교, 잠실대교~행주대교) 중 님시, 수영 등 친수활동이 활발히 이루어지는 “잠실대교~행주대교” 구간은 친수활동 구간으로 운영중에 있다.

표 2-1-2 한강수계 조류경보제(친수활동 구간) 운영지점

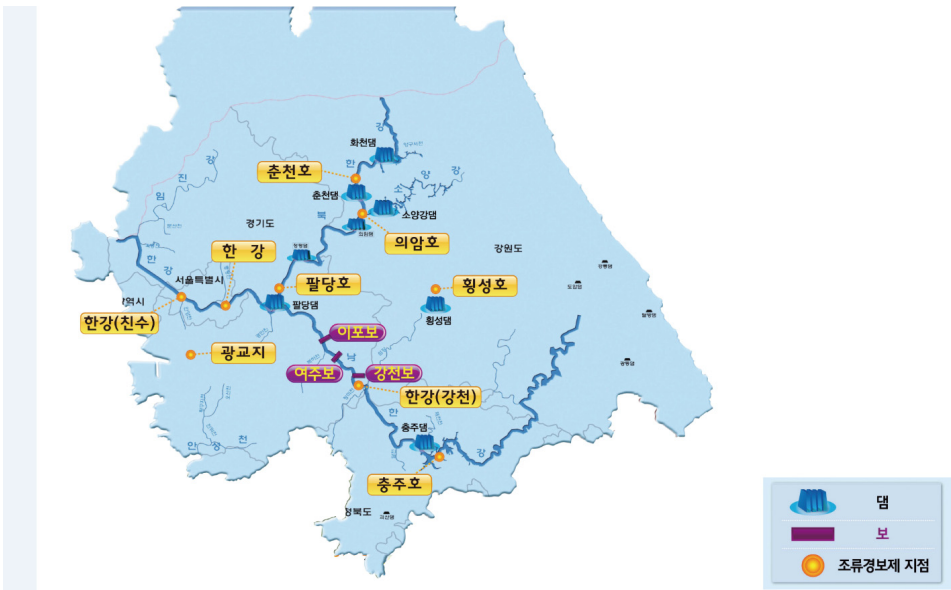
| 지 점               | 대표 채수 위치                     | 운영기관 |
|-------------------|------------------------------|------|
| 한강<br>(잠실대교~행주대교) | 성수대교, 한남대교, 한강대교, 마포대교, 성산대교 | 서울시청 |

 수질예보제 운영 지점

수질예보제는 4대강 보 설치로 인한 조류 발생을 사전에 예측하기 위하여 2012년부터 4대강 보 구간에 대하여 운영해 오고 있다. 한강수계에서는 남한강 3개 보 중 조류경보제가 운영 되는 강천보 구간을 제외한 2개 보에서 운영하고 있다.(여주보, 이포보)

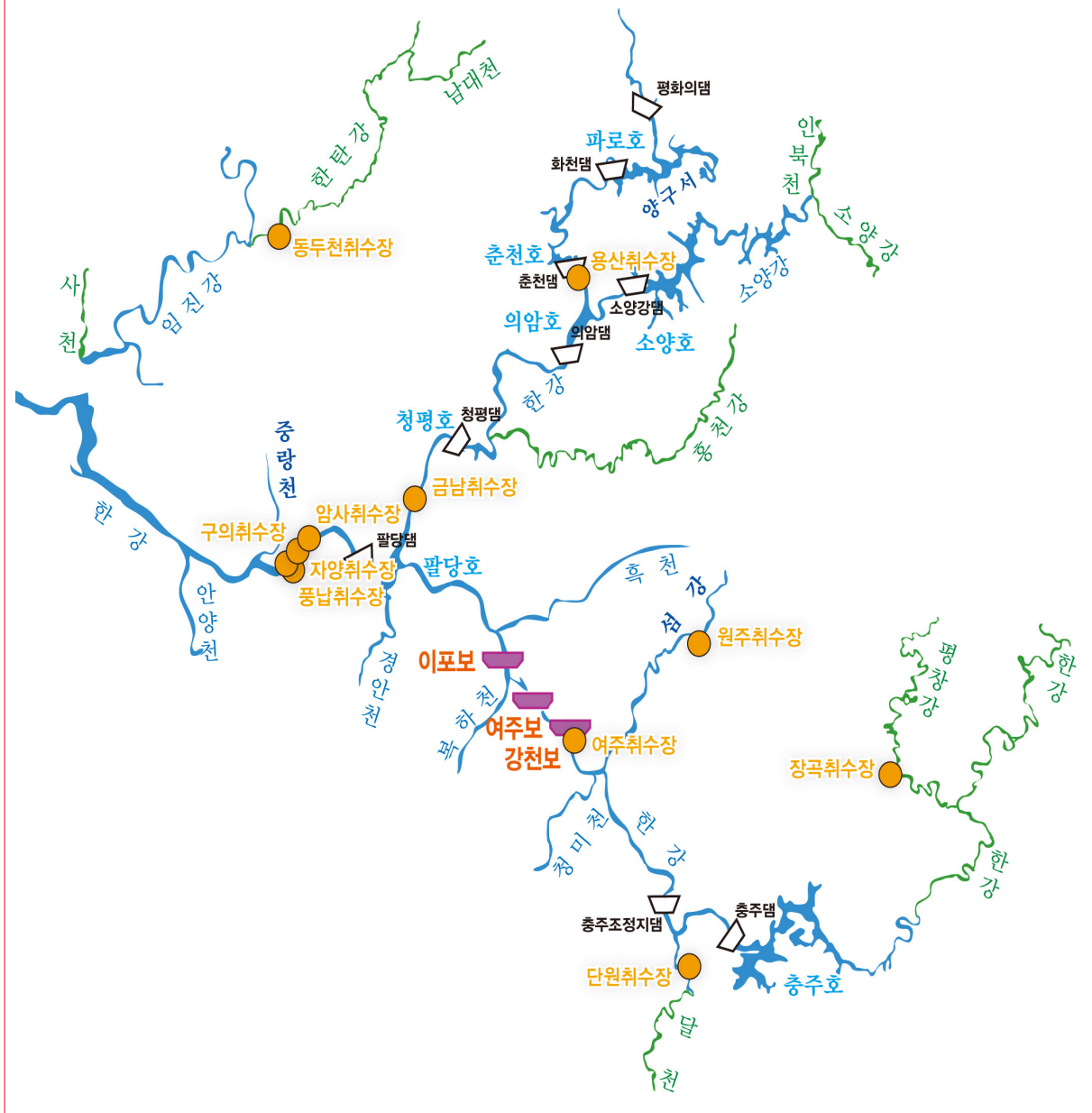
표 2-1-3 한강수계 수질예보제 운영지점

| 지 점 | 대표 채수 위치  | 운영기관    |
|-----|-----------|---------|
| 여주보 | 보 상류 500m | 국립환경과학원 |
| 이포보 | 보 상류 500m | 국립환경과학원 |



〈 한강수계 조류경보제 및 수질예보제(보구간) 지점 〉

## 한강 유역 현황도



## 2. 2016년 조류발생 현황과 특성

### 가. 유해남조류 출현 총평

2016년 한강수계의 모든 조류경보제 적용구간과 수질예보제 적용 구간에서 조류경보나 수질관리단계가 발령되지 않았다.

최근 2년간의 가뭄으로 인해 2015년에 한강하류구간(잠실대교~행주대교)에 역대 최장기간 조류경보(109일)가 발령되었다. 특히 2015년 마른장마로 인해 2016년 초까지 상류댐의 방류량이 적어져 한강 수질이 악화되는 등 2016년 조류관리 여건은 예년에 비해 매우 불리한 상황이었다.

그러나, 유관기관의 사전 댐 방류량 조절을 통한 상류댐의 저수율 제고, 오염원 단속강화, 총인배출량 관리를 위한 하수처리시설 방류수 총인처리 강화 등 한강수계 수질개선 노력과 시기적절한 강우에 의한 상류댐 방류량 증가, 체류시간 감소 등 자연적 상황이 맞아 2016년에는 다른 유역과 달리 조류경보나 수질관리단계가 발령될 정도로 심각한 녹조현상이 발생하지는 않았던 것으로 판단된다.

표 2-1-4 한강수계 2016년 조류경보 및 수질관리단계 발령 현황

| 지점                |      | 조류경보 발령 |    |     | 수질관리단계 발령<br>(관심-주의-경계-심각) |
|-------------------|------|---------|----|-----|----------------------------|
|                   |      | 관심      | 경계 | 대발생 |                            |
| 팔당<br>호           | 댐앞   | 미발령     |    |     | 대상아님                       |
|                   | 부용사앞 | 미발령     |    |     | 대상아님                       |
|                   | 삼봉   | 미발령     |    |     | 대상아님                       |
| 한강<br>(강동대교~잠실대교) |      | 미발령     |    |     | 대상아님                       |
| 한강<br>(잠실대교~행주대교) |      | 미발령     |    |     | 대상아님                       |
| 강천                |      | 미발령     |    |     | 대상아님                       |
| 의암호               |      | 미발령     |    |     | 대상아님                       |
| 충주호               |      | 미발령     |    |     | 대상아님                       |
| 광교지               |      | 미발령     |    |     | 대상아님                       |
| 춘천호               |      | 미발령     |    |     | 대상아님                       |
| 횡성호               |      | 미발령     |    |     | 대상아님                       |
| 여주보               |      | 대상아님    |    |     | 미발령                        |
| 이포보               |      | 대상아님    |    |     | 미발령                        |

## 나. 남한강 본류 3개 보 구간

2012년도부터 2015년까지 한강 수계의 3개보(강천보, 여주보, 이포보)에서는 조류 정보, 수질예보가 발령되지 않았다. 2016년 역시 3개보에서 유해남조류가 낮은 생물량을 보여 조류정보, 수질예보가 발령되지 않았다. 3개 보 중 강천보는 취수장이 있어 조류정보제 상수원 구간 적용지점이다. 2016년 신규지점으로 추가되었으나 연중 유해남조류가 검출되지 않아 조류정보는 발령되지 않았다.

2016년 남한강 3개 보 구간에서 식물플랑크톤은 평균 2,931~4,603cells/mL을 보였으며, 상류지점보다 하류지점으로 이동할수록 증가하였다. 식물플랑크톤 분류군 중 규조류의 상대 우점도가 52.8~55.3%로 대부분을 차지하였다. 남조류는 11.8~18.0%를 보였고, 녹조류는 24.9~28.6%를 차지하였다. 전체 발생량의 50%이상을 차지한 규조류는 1월부터 4월 중순까지 *Stephanodiscus*가 주요 종으로 출현하였다. 이후 수온의 증가와 인과 같은 영양염이 감소하기 시작하여 6월까지 *Cyclotella*로 규조류간의 천이과정을 보였다.

수온이 20℃이상으로 상승되는 여름에는 비 유해 남조류인 *Merismopedia*가 주요 종으로 출현하였으며, 남조류 세포수는 최대 8,160cells/mL를 보였다. 남조류는 수온, 빛, 영양염류의 양과 비율에 의해 증식 정도가 달라지며, 특히 표층에 집적되는 특성을 지니고 있어 강우나 댐 방류에 의한 유량 및 유속에 민감하게 발생한다. 2014년과 2015년은 가뭄으로 인해 체류시간이 크게 증가되어 여름철 남조류의 발생이 최대 40,000 cells/mL로 증가되었으나, 2016년은 여름철 강수량이 많았으며, 이로 인해 유속이 빨라져 여름철 남조류가 2015년보다 적은 세포수를 보였다. 2016년 남조류의 발생은 9월까지 지속되었으며, 10월 이후 수온이 낮아짐에 따라 우점종이 남조류에서 규조류인 *Cyclotella*와 *Aulacoseira*로 천이되었다.

2013년에 유해남조류는 *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Microcystis*, *Oscillatoria* 등이 적은 세포수로 출현하였다. 2014년과 2015년은 여름과 가을에 *Merismopedia*와 같은 남조류가 발생하였으나 유해남조류는 아니었으며, 유해남조류는 여름이나 초가을에 일시적으로 출현하였으나 500 cells/mL 이하의 세포수로 낮은 생물량을 보였다. 2016년도 여름과 가을에 *Merismopedia*와 같은 비유해남조류가 높은 발생을 보였으며, 유해남조류는 *Microcystis*, *Oscillatoria*가 각각 454cells/mL, 23cells/mL로 한차례씩만 출현하였다.

#### 다. 주요 상수원 호소(조류정보제 친수활동 구간 포함)

##### 팔당호 조류경보 미발령

팔당호 조류정보제 운영(1998년~) 이후 수온, 강수량 등 외부 환경요인에 따라 주기적으로 조류경보 ‘관심’ 단계(2016년 이전 ‘주의보’)가 발령되었으나, 2016년까지 조류경보 ‘경계’ 단계(2016년 이전 ‘경보’) 이상 발령된 경우는 없었다.

2016년에는 유해남조류가 기준인 1,000cells/mL이 넘지 않아 관심 단계는 발령되지 않았다. 이는 7월 초에 지속적으로 내린 강우로 인해 남조류의 성장이 제대로 이루어지지 않은 점이 원인으로 판단된다.

표 2-1-6 최근 10년간 팔당호 조류경보 ‘관심’단계 발령현황

(단위 : 일)

| 구분          |       | 계   | '06 | '07 | '08 | '09 | '10 | '11 | '12 | '13 | '14 | '15 | '16 |
|-------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 팔<br>당<br>호 | 팔당댐앞  | 188 | 20  | 0   | 17  | 22  | 42  | 0   | 21  | 0   | 23  | 43  | 0   |
|             | 부 용 사 | 46  | 0   | 0   | 25  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 21  | 0   |
|             | 삼 봉   | 49  | -   | -   | -   | -   | -   | -   | 28  | 0   | 0   | 21  | 0   |

최근 팔당호의 유해남조류는 북한강 수계인 삼봉을 중심으로 서종대교~양수대교 구간(약 12km)에서 주로 발생하는 경향을 보이고 있으며, 조류정보제 팔당호 지점 채수위치 중 삼봉은 2011년 11~12월에 북한강에서 저수온기에 유해남조류(*Anabaena*)의 이상증식 현상이 발생함에 따라 2012년에 추가되었다.

2016년 팔당호 유해남조류 발생 상황을 살펴보면, 북한강의 영향을 받는 삼봉은 6월 7일에 *Anabaena*가 처음 검출되었고, 6월 27일 915cells/mL로 최대 세포수를 나타냈으나, 7월초에 내린 강우로 인해 성장하지 못하였다. 이후 8월 8일에 다시 출현을 하였으나, 낮은 세포수를 유지하다가 10월말에 소멸하였다.

남한강 수계의 영향을 받는 부용사앞은 9월 5일에 *Anabaena*가 103cells/mL로 첫 출현을 하였으며, 이후로는 나타나지 않았다.

댐앞은 6월 7일에 158cells/mL(*Microcystis*)로 처음 검출되었으며, 7월에 내린 강우로 인해 출현하지 않다가, 8월에 다시 출현하여 448cells/mL로 최대세포수를 나타냈으며 이후 점차 소멸하였다.

그림 2-1-1 팔당호 취수장(2016년 7~8월)



표 2-1-7 2016년 팔당호 조류발생 현황

(단위 : mg/m<sup>3</sup>, cells/mL, ng/L)

| 측정<br>일시 | 팔당호    |     |      |        |     |      |        |     |      |
|----------|--------|-----|------|--------|-----|------|--------|-----|------|
|          | 댐앞     |     |      | 부용사앞   |     |      | 삼봉     |     |      |
|          | 클로로필-a | 남조류 | 지오스민 | 클로로필-a | 남조류 | 지오스민 | 클로로필-a | 남조류 | 지오스민 |
| 8.08     | 12.7   | 64  | 4    | 13.2   | ND  | 5    | 9.5    | 431 | 17   |
| 8.16     | 5.8    | 78  | 9    | 10.3   | ND  | 5    | 6.7    | ND  | 9    |
| 8.22     | 9.6    | 448 | 8    | 14.5   | ND  | 2    | 12.4   | 51  | 13   |
| 8.29     | 8.1    | ND  | 9    | 17.5   | ND  | 4    | 13.1   | 299 | 12   |
| 9.05     | 14.7   | 153 | 27   | 30.6   | 103 | 25   | 10.6   | 352 | 11   |
| 9.12     | 9.0    | 96  | 22   | 21.9   | ND  | 1    | 8.7    | 434 | 14   |
| 9.19     | 8.2    | 113 | 13   | 23.3   | ND  | 2    | 5.9    | 196 | 15   |
| 9.26     | 7.2    | 90  | 16   | 18.1   | ND  | 3    | 5.0    | 156 | 17   |



2016년은 작년에 비해 상반기 강수량이 증가하였고, 특히 7월 초의 큰 강우에 의해 발생 초기의 남조류의 성장이 저해되었고, 이후 두세 번의 강우로 인해 상류댐의 방류량이 증가하고 이에 따라 체류시간이 감소하면서 유해남조류 세포수가 낮은 상태로 지속되었다.

표 2-1-8 최근 5년간 강수량 비교(1~7월간, 양평기상관측소)

| 연 도          | 2012년 | 2013년 | 2014년 | 2015년 | 2016년 |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1~7월 강수량(mm) | 709   | 1,173 | 393   | 471   | 669   |

표 2-1-9 최근 3년간 팔당호내 지점별 수온변화(℃, 조류경보제 자료)

| 지점명  | '14년 5~7월<br>평균수온 | '15년 5~7월<br>평균수온 | '16년 5~7월<br>평균수온 |
|------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 댐앞   | 24.4              | 23.7              | 21.4              |
| 부용사앞 | 25.5              | 24.9              | 22.8              |
| 삼봉   | 23.6              | 22.6              | 20.6              |

\* (댐방류량) 청평댐 574.6m<sup>3</sup>/s, 충주조정지댐 530.6m<sup>3</sup>/s로 전년대비 각각 3.6배, 12.5배

\* (체류시간) 팔당호 7월 평균 3일로 전년 15.1일 대비 크게 감소

## 한강 하류구간 조류경보 미발령

서울시에서 조류경보제를 운영하고 있는 한강하류 전구간에서 2014년과 2015년 2년 연속으로 조류 경보(당시 “조류 주의보”)가 발령되었으며, 2015년에는 잠실수중보 상류구간(강북, 암사, 자양, 풍납취수장)과 잠실수중보 하류구간(잠실대교~행주대교)에 조류경보가 발령 되었다. 하지만 2016년에는 조류경보가 발령 되지 않았으며 그 원인으로는 2015년 대비 상류댐 방류량 증가로 인한 체류시간 감소가 주요 요인으로 보인다.

또한, 한강 하류구간 중 조류경보제 친수활동 구간으로 변경된 잠실대교~행주대교 구간은 8월경 유해남조류 세포수가 최대 16,478Cell/mL에 달하는 등 일시적으로 남조류 번성이 확인되었으나, 2016년부터 친수활동 기준(20,000Cell/mL 이상)을 적용받아 조류경보는 발령되지 않았다. 이 구간이 친수활동 구간으로 설정된 이유는 동 구간은 취수장이 없어 상수원으로 활용되지 않으므로 상수원 기준 적용 필요성이 적으며, 낚시, 수영, 요트 등 친수 활동이 주로 이뤄지는 곳으로 친수활동 구간으로 관리할 필요성이 컸기 때문이다.

표 2-1-10 강동대교~잠실대교 구간 7~9월 조류발생 현황(상수원 구간)

(단위 : cells/mL)

| 측정<br>일시 | 강북      | 암사      | 자양      | 풍납      |
|----------|---------|---------|---------|---------|
|          | 남조류 세포수 | 남조류 세포수 | 남조류 세포수 | 남조류 세포수 |
| 7. 4     | 38      | 140     | 0       | 140     |
| 7.11     | 0       | 0       | 0       | 0       |
| 7.18     | 0       | 0       | 0       | 0       |
| 7.25     | 0       | 0       | 140     | 0       |
| 8. 1     | 200     | 130     | 140     | 470     |
| 8. 8     | 220     | 268     | 355     | 460     |
| 8.16     | 190     | 180     | 310     | 370     |
| 8.22     | 0       | 55      | 32      | 150     |
| 8.29     | 0       | 0       | 260     | 250     |
| 9. 5     | 125     | 240     | 592     | 890     |
| 9.12     | 54      | 248     | 440     | 500     |
| 9.19     | 360     | 431     | 421     | 321     |
| 9.26     | 323     | 229     | 510     | 940     |

표 2-1-11 잠실대교~행주대교 구간 7~9월 조류발생 현황(친수활동 구간)

(단위 : cells/mL)

| 측정<br>일시 | 성수대교    | 한남대교    | 한강대교    | 마포대교    | 성산대교    |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
|          | 남조류 세포수 | 남조류 세포수 | 남조류 세포수 | 남조류 세포수 | 남조류 세포수 |
| 7. 4     | 43      | 0       | 8       | 308     | 48      |
| 7.11     | 250     | 360     | 75      | 230     | 0       |
| 7.18     | 0       | 0       | 52      | 0       | 0       |
| 7.25     | 50      | 107     | 0       | 80      | 75      |
| 8. 1     | 90      | 567     | 70      | 103     | 584     |
| 8. 8     | 152     | 0       | 17      | 130     | 572     |
| 8.16     | 91      | 242     | 1,701   | 2,255   | 16,478  |
| 8.22     | 80      | 256     | 321     | 1,482   | 1,617   |
| 8.29     | 0       | 0       | 145     | 850     | 110     |
| 9. 5     | 195     | 270     | 1,130   | 1,040   | 350     |
| 9.12     | 114     | 1170    | 550     | 2,550   | 1,302   |
| 9.19     | 265     | 283     | 93      | 1,374   | 1,479   |
| 9.26     | 866     | 456     | 273     | 1,484   | 1,712   |



## 그 외 호소는 조류발생이 미미한 수준

충주호는 1998년 조류경보제를 시행한 이후 조류주의보 이상이 발령된 적이 없으며, 2016년에는 예년 보다 많은 남조류 세포수가 증식하였으나 관심 단계는 발령되지 않았다. 2016년 7월 18일에 청풍교에서 남조류가 올해 처음으로 발견 되었으며, 9월 5일에 최대 2,150cells/mL 까지 발견되었으나 1주일 후인 9월 12일 측정에서는 451cells/mL로 남조류 세포수가 감소하였다.

표 2-1-12 2016년도 충주호 월별(최대치) 조류발생(남조류 세포수(cells/mL)) 현황

| 구 분 | 5월 | 6월 | 7월  | 8월  | 9월   | 10월 |
|-----|----|----|-----|-----|------|-----|
| 1주차 | 0  | 0  | 0   | 964 | 2150 | 50  |
| 2주차 | 0  | 0  | 0   | 31  | 451  | 0   |
| 3주차 | 0  | 0  | 70  | 411 | 118  | 0   |
| 4주차 | 0  | 0  | 890 | 0   | 161  | 0   |
| 5주차 | -  | 0  | -   | 134 | -    | -   |

경기도 수원시에 위치한 광고지는 2013년과 2014년 2년 연속으로 조류주의보가 발생하지 않았지만, 2015년에는 28일간 조류주의보가 발령되었다. 2016년에는 6월 하순(6.28)에 처음 유해남조류인 *Microcystis*가 600cells/mL, *Anabaena*가 20cells/mL 검출되기 시작하였으며, 9월 중순까지 유해남조류 세포수가 증감을 반복하였지만 1,000cells/mL 미만으로 검출되어 조류경보 ‘관심’ 단계가 발령되지 않았다.

표 2-1-13 2016도 광고지 월별(최대치) 조류발생(남조류 세포수(cells/mL)) 현황

| 구 분 | 5월 | 6월  | 7월  | 8월  | 9월  | 10월 |
|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1주차 | 0  | 0   | 610 | 900 | 750 | 0   |
| 2주차 | 0  | 0   | 500 | 840 | 840 | 0   |
| 3주차 | 0  | 0   | 900 | 780 | 60  | 0   |
| 4주차 | 0  | 620 | 850 | 350 | 0   | 0   |
| 5주차 | 0  | -   | -   | 850 | -   | -   |

춘천호는 2005년에 남조류가 대량 발생하여 2006년에 조류경보제 시행대상으로 지정 되었으며, 2006년 시행 이후 2015년까지 조류경보가 발령되지 않았다. 2016년에는 6월 초순(6.7)에 유해남조류인 *Anabaena*가 처음 발견되어 이 후 8월까지 남조류 세포수가 증가하였으나 관심단계 수준까지 발생하지는 않았다.

표 2-1-14 2016년도 춘천호 월별(최대치) 조류발생 현황

| 구 분               | 5월 | 6월 | 7월 | 8월  | 9월 | 10월 |
|-------------------|----|----|----|-----|----|-----|
| 남조류 세포수(cells/mL) | 0  | 43 | 55 | 140 | 0  | 0   |

황성호는 조류경보제를 시행한 이후 2013년에 처음으로 35일간('13.8.13~9.16일) 조류주의보가 발령되었다. 이후 2014년과 2015년에는 조류주의보가 발령되지 않았으며 2016년에도 남조류 세포수가 '관심'단계 이하 수준으로 유지되었다.

표 2-1-15 2016년도 황성호 월별(최대치) 조류발생 현황

| 구 분               | 5월 | 6월 | 7월 | 8월  | 9월  | 10월 |
|-------------------|----|----|----|-----|-----|-----|
| 남조류 세포수(cells/mL) | 0  | 0  | 0  | 170 | 706 | 111 |

의암호는 2016년부터 조류경보제를 시행하였으며 남조류 세포수는 발령단계 이하 수준으로 유지되었다.

표 2-1-16 2016년도 의암호 월별(최대치) 조류발생 현황

| 구 분               | 5월 | 6월 | 7월 | 8월  | 9월  | 10월 |
|-------------------|----|----|----|-----|-----|-----|
| 남조류 세포수(cells/mL) | 0  | 0  | 0  | 170 | 706 | 111 |

강천(남한강)은 2016년 신규 조류경보제 지점으로 추가되었으나 유해남조류는 검출되지 않았다.

표 2-1-17 2016년도 강천 월별(최대치) 조류발생 현황

| 구 분               | 5월 | 6월 | 7월 | 8월 | 9월 | 10월 |
|-------------------|----|----|----|----|----|-----|
| 남조류 세포수(cells/mL) | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0   |

### 3. 조류발생 영향인자 분석

#### 가. 남한강 보 구간

한강수계의 남한강 본류 구간 3개 보 지점의 영양염류 농도는 상류에서 하류로 이동할수록 증가하는 양상을 보이며, 특히 남한강 보 구간의 식물플랑크톤 발생에 영향을 미치는 인 농도는 상류보다 하류에 더 큰 농도가 조사되었다. 이에 따라 식물플랑크톤의 발생 역시 상류지점보다 하류지점이 더 높은 경향을 나타내었다. 보 구간은 본류로 유입되는 주요 지천인 청미천과 양화천, 복화천의 수질에 영향을 받으며, 특히 가장 하류에 위치한 이포보는 오염도가 높은 양화천과 복화천에 직접적인 영향을 받고 있으며, 이로 인하여 이포보의 영양염류 농도가 다른 지점에 비해 높은 값을 보이고 있다. 상류 지점보다 높은 영양염류에 영향을 받아 식물플랑크톤 생물량 및 클로로필-*a* 농도는 다른 지점보다 이포보가 높았다. 보 구간의 식물플랑크톤 발생은 대부분의 시기에서 규조류가 높은 우점율을 보이고 있으며, 여름에는 *Merismopedia*와 같은 비 유해 남조류가 일시적으로 많아지고, 겨울철에는 기타조류의 발생이 상대적으로 높아지는 경향을 보였다.

#### 평균기온은 상승, 강수량 및 일조시간은 감소

조류 발생에 영향을 미치는 기상, 수리·수문, 수질 등에 관하여 조사하였다. 남한강 본류 3개 보 구간의 전체적인 기상 특성을 반영하는 양평관측소의 자료를 이용하였으며, 기상 요소는 기온, 강수량 및 일사시간에 대하여 2006~2015년의 과거 10년 평균과 2016년의 값을 비교하였다.

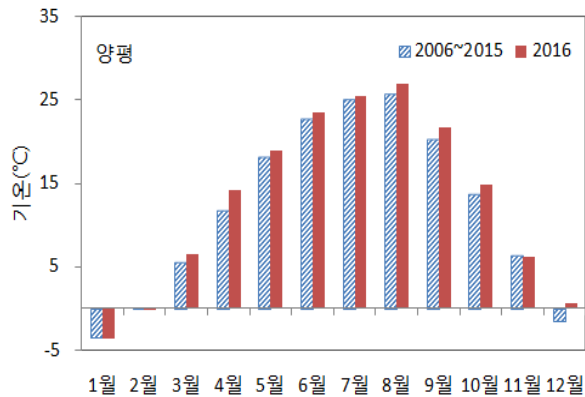
표 2-1-18 양평관측소 기상 요소별 현황

| 기간        | 평균기온(℃) | 강수량(mm)  | 일사합(MJ/m <sup>2</sup> ) | 일조시간(hr) |
|-----------|---------|----------|-------------------------|----------|
| 2006~2015 | 11.9    | 1498.1   | —                       | 2034.9   |
| 2016      | 12.9    | 935.9    | —                       | 2141.7   |
| 증감        | 1.0(↑)  | 562.2(↓) | —                       | 106.8(↓) |

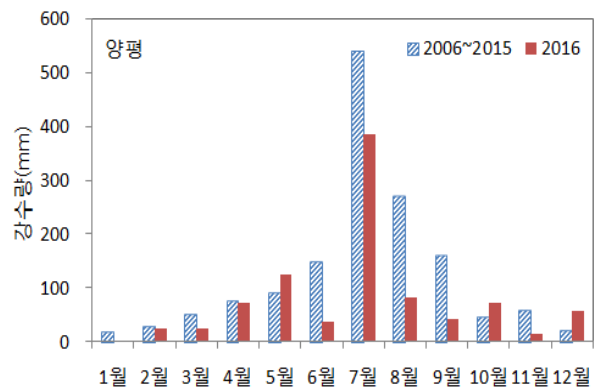
2016년은 지난 10년 평균기온보다 1℃ 증가하였고 강수량은 562.2mm 감소하였다. 강수량은 5월을 제외한 1월부터 9월까지 지난 10년보다 낮게 나타났다. 그러나 7월은 매년 높은 강수량을 보였으며 2016년은 연중 강수량의 약 41%가 7월에 집중되었다. 강수량의 일시적인 집중현상은 물의 흐름이 증가하여 체류시간이 감소하고, 상·중·하층의 혼합으로 탁수 현상이 일어나며 이러한 현상으로 조류 성장억제에 영향을 미칠 수 있다. 올해에도 이러한 영향이 조류발생에 큰 영향을 미친 것으로 평가할 수 있다. 2016년 일조시간은 유사하게 나타났다.

그림 2-1-2 양평관측소 기상 요소별 월평균 값

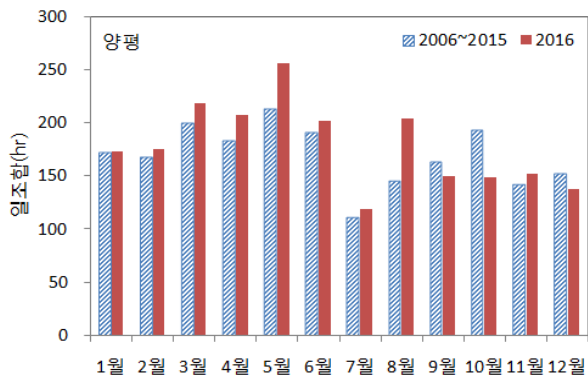
〈기온〉



〈강수량〉



〈일조시간〉



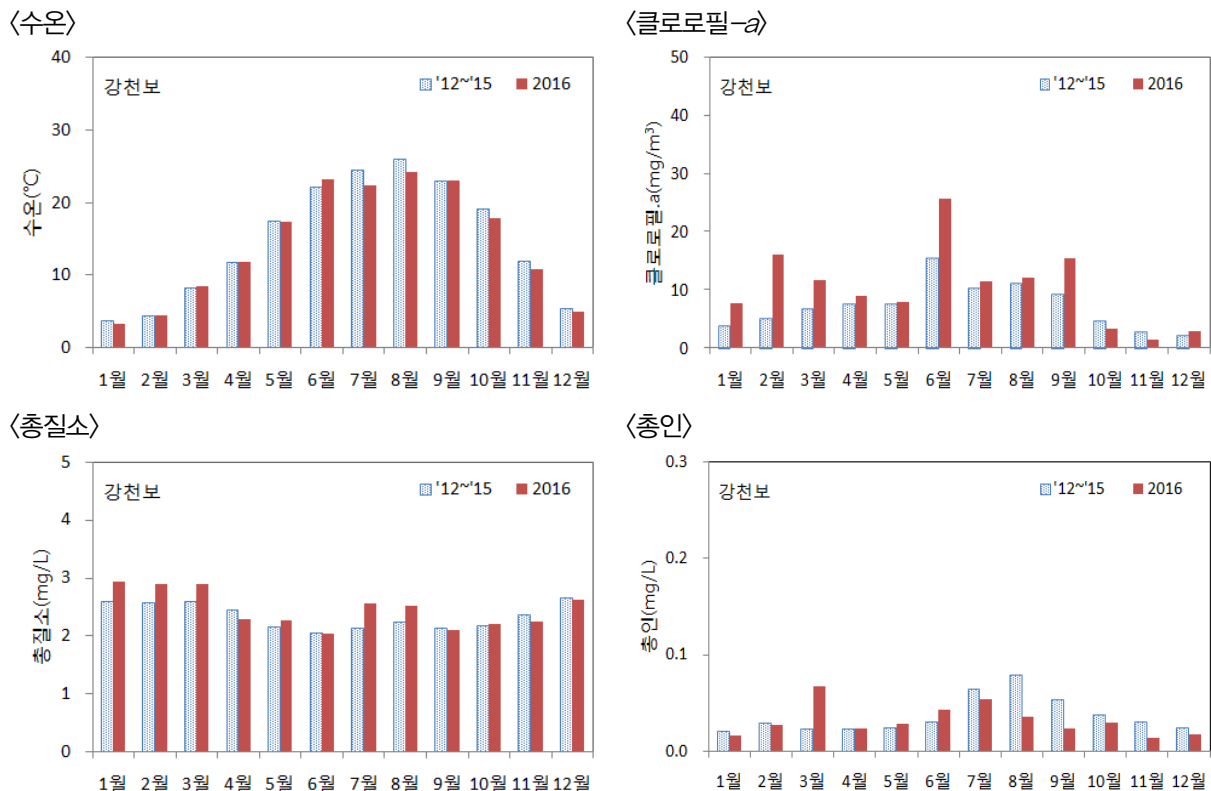
**강천보 : 평균 수온 감소, 클로로필-*a*·총질소 농도 증가, 총인 농도는 감소**

기상 및 수리·수문조건에 따른 수온 및 수질 인자의 변화 경향을 분석하고자 보 설치 이후인 2012~2015년과 2016년 평균값을 비교였다. 강천보에서 수온은 보 설치 이후인 2012~2015년 평균보다 2016년 평균값이 0.4℃ 감소하였다. 클로로필-*a* 농도는 6월에 가장 높은 농도를 보였으며, 과거 평균에 비해 3.2mg/m<sup>3</sup> 증가한 10.4mg/m<sup>3</sup>의 값을 보였다. 총질소 농도는 겨울과 봄에 높았고 과거 평균보다 2016년이 0.133mg/L 증가하였다. 총인 농도는 2016년 평균이 0.032mg/L로 과거 4년보다 0.005mg/L 감소하였다.

표 2-1-19 강천보 수질인자 변화 비교

| 기간        | 수온(℃)  | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|--------|-------------------------------------|-----------|----------|
| 2012~2015 | 14.7   | 7.2                                 | 2.338     | 0.037    |
| 2016      | 14.3   | 10.4                                | 2.471     | 0.032    |
| 증감        | 0.4(↓) | 3.2(↑)                              | 0.133(↑)  | 0.005(↓) |

그림 2-1-3 한강 강천보 지점 수온 및 수질 농도 변화



## 여주보 : 평균 수온 증가, 클로로필-*a* 증가, 총질소·총인 농도 감소

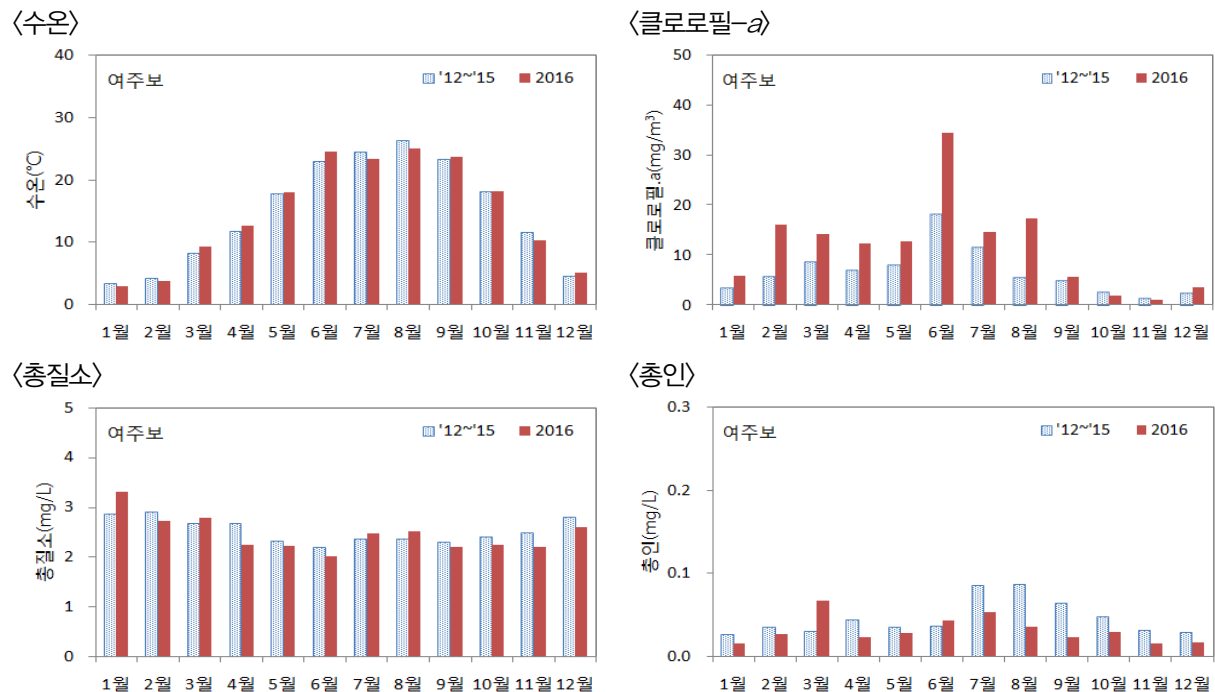
여주보의 과거 및 2016년 월평균 수질 자료를 <표 2-2-14와 그림 2-2-3>에 나타내었다. 여주보 지점에서도 과거 4년 평균에 비하여 2016년 평균 수온이 0.1℃ 증가하였다. 여주보에서 2016년 평균 클로로필-*a* 농도는 11.6mg/m<sup>3</sup>로 2012~2015년 평균보다 높았으며, 특히 6월에 높은 농도를 나타냈다.

2016년은 과거에 비해 강수량이 줄어들었으며, 특히 여름철(7월~9월)의 강수량이 감소하였다. 그로 인해 외부기원 유기물 및 비점오염원이 본류구간으로 유입되는 양이 감소되어 영양염류인 총질소와 총인의 농도가 과거 4년 평균보다 2016년의 평균 농도가 각각 0.055mg/L, 0.014mg/L씩 낮아진 것으로 판단된다.

표 2-1-20 여주보 수질인자 변화 비교

| 기간        | 수온(℃)  | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|--------|-------------------------------------|-----------|----------|
| 2012~2015 | 14.7   | 6.5                                 | 2.527     | 0.046    |
| 2016      | 14.8   | 11.6                                | 2.472     | 0.032    |
| 증감        | 0.1(↑) | 5.1(↑)                              | 0.055(↓)  | 0.014(↓) |

그림 2-1-4 한강 여주보 지점 수온 및 수질 농도 변화



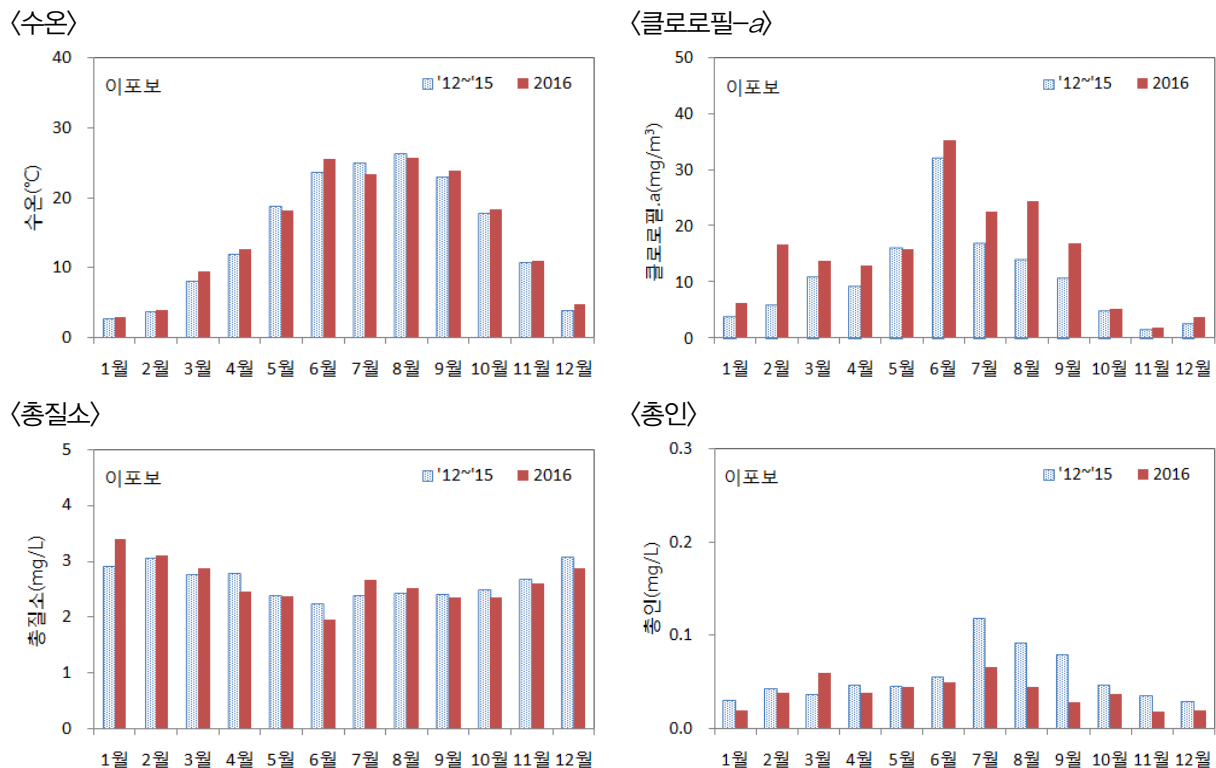
**이포보 : 평균 수온·클로로필-*a* 농도·총질소 농도 증가, 총인 농도 감소**

이포보는 2016년이 2012~2015년 평균 수온에 비해 0.5℃ 높았다. 클로로필-*a*는 2016년에 14.6mg/m<sup>3</sup>으로 과거 평균 10.7mg/m<sup>3</sup>보다 증가하였다. 2016년 클로로필-*a*는 6월에 가장 높았으며, 5월을 제외하고 전 시기에 걸쳐 과거 평균보다 높게 조사되었다. 총질소의 농도는 겨울과 봄에 높았으며, 여름에 적은 값을 보였다. 2016년 평균 농도는 2.632mg/L로 2012년부터 2015년 평균 농도보다 0.009mg/L가 증가하였다. 총인의 농도 또한 2016년이 0.039mg/L로 과거 평균보다 0.015mg/L가 감소하였다.

표 2-1-21 이포보 수질인자 변화 비교

| 기간        | 수온(℃)  | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|--------|-------------------------------------|-----------|----------|
| 2012~2015 | 14.5   | 10.7                                | 2.623     | 0.054    |
| 2016      | 15.0   | 14.6                                | 2.632     | 0.039    |
| 증감        | 0.5(↑) | 3.9(↑)                              | 0.009(↑)  | 0.015(↓) |

그림 2-1-5 한강 이포보 지점 수온 및 수질 농도 변화



## 강수량 증가로 상류댐 방류량이 증가하여 체류시간 감소

2015년도의 강수량은 2012~2014 평균에 비해 크게 감소하여서 충주조정지댐 방류량 역시 2012~2014 평균 방류량의 36% 밖에 미치지 못하였다. 2016년 강수량은 이전(2012~2015년 평균) 강수량보다는 감소하였으나 2015년에 비해 증가하였다. 이에 따라 2016년 충주조정지댐의 누적방류량은 1,531 CMS로 이전(2012~2015년 평균) 누적방류량보다 적었으나, 2015년에 비해서는 많았다. 충주조정지댐의 방류량은 보 구간 유량에 직접적인 영향을 미쳐 이 결과 강천보, 여주보 및 이포보의 2016년 체류시간은 2015년에 비해 1월과 2월에만 느렸을 뿐, 나머지 기간은 1~5배 이상 감소하였다. 전년 대비 2016년 6월과 7월에 큰 폭으로 감소하였다. 2015년 여름은 다른 해에 비해 늘어난 체류시간으로 *Merismopedia* 등과 같은 남조류가 40,000cells/mL 이상으로 많은 발생을 보였으나, 2016년은 유량 및 유속에 민감한 남조류가 일부 쏠려 내려가 2015년보다 적은 10,000cells/mL 이하의 적은 세포수를 보였다. 또한 체류시간의 감소는 조류 성장에 방해가 되어 남조류의 우점시기를 줄이거나 조류의 발생 양상을 변화시켰다.

그림 2-1-6 충주조정지댐 월평균 방류량(2012~2015년 vs. 2016년)

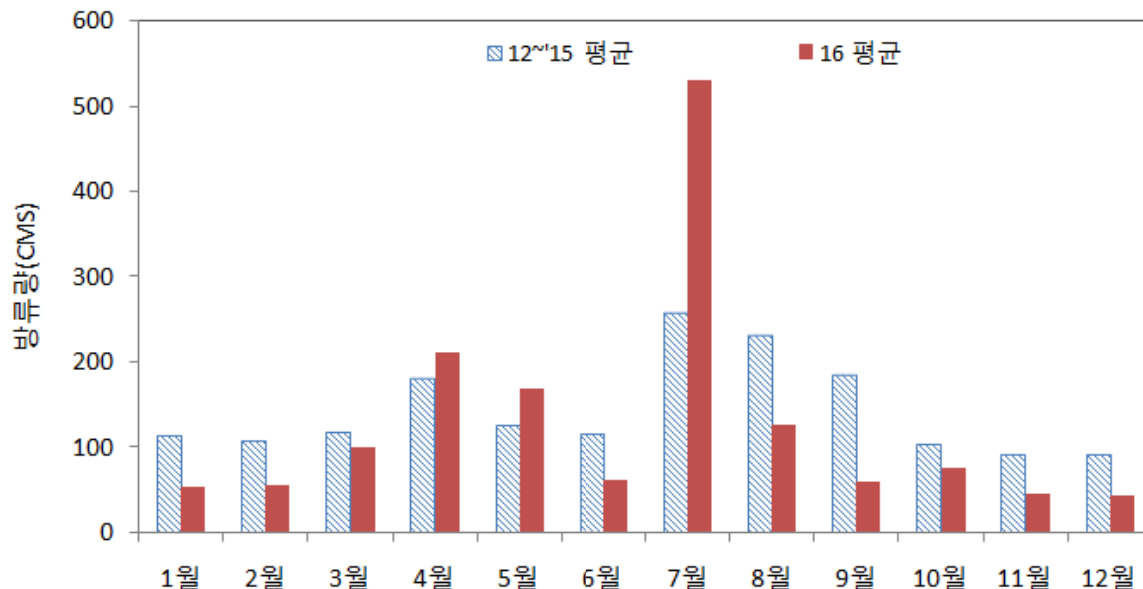




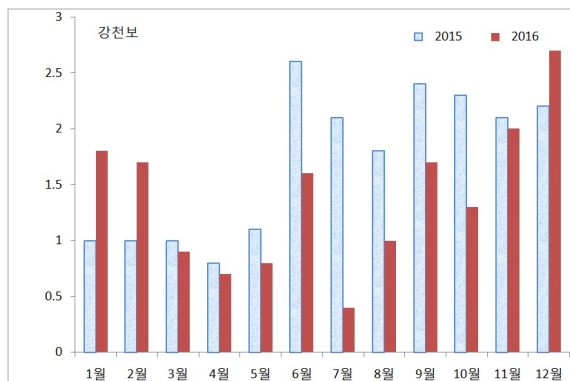
표 2-1-22 한강수계 보 구간 월평균 체류시간 비교(2015년 vs. 2016년)

(단위: 일)

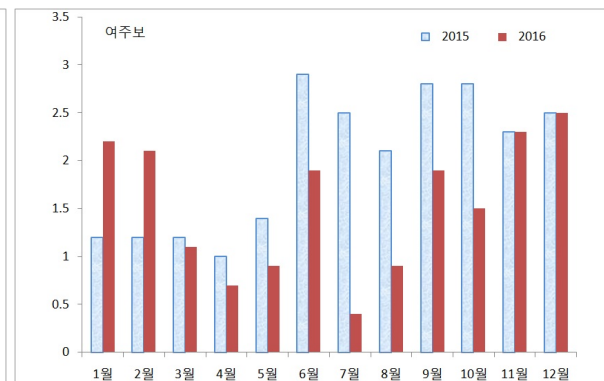
| 월  | 강천보     |         |         | 여주보     |         |         | 이포보     |         |         |
|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|    | 2015(A) | 2016(B) | 비율(B/A) | 2015(A) | 2016(B) | 비율(B/A) | 2015(A) | 2016(B) | 비율(B/A) |
| 1  | 1.0     | 1.8     | 1.7     | 1.2     | 2.2     | 1.8     | 1.5     | 2.6     | 1.7     |
| 2  | 1.0     | 1.7     | 1.7     | 1.2     | 2.1     | 1.7     | 1.5     | 2.4     | 1.6     |
| 3  | 1.0     | 0.9     | 0.9     | 1.2     | 1.1     | 1.0     | 1.5     | 1.4     | 0.9     |
| 4  | 0.8     | 0.7     | 0.9     | 1.0     | 0.7     | 0.7     | 1.3     | 0.9     | 0.7     |
| 5  | 1.1     | 0.8     | 0.7     | 1.4     | 0.9     | 0.6     | 1.8     | 1.1     | 0.6     |
| 6  | 2.6     | 1.6     | 0.6     | 2.9     | 1.9     | 0.7     | 3.8     | 2.2     | 0.6     |
| 7  | 2.1     | 0.4     | 0.2     | 2.5     | 0.4     | 0.2     | 3.3     | 0.5     | 0.2     |
| 8  | 1.8     | 1.0     | 0.5     | 2.1     | 0.9     | 0.4     | 2.5     | 1.1     | 0.4     |
| 9  | 2.4     | 1.7     | 0.7     | 2.8     | 1.9     | 0.7     | 3.4     | 2.2     | 0.6     |
| 10 | 2.3     | 1.3     | 0.6     | 2.8     | 1.5     | 0.5     | 3.6     | 1.7     | 0.5     |
| 11 | 2.1     | 2.0     | 1.0     | 2.3     | 2.3     | 1.0     | 3.0     | 2.7     | 0.9     |
| 12 | 2.2     | 2.7     | 1.2     | 2.5     | 2.5     | 1.0     | 2.9     | 2.9     | 1.0     |

그림 2-1-7 한강수계 보 구간 월평균 체류시간 비교

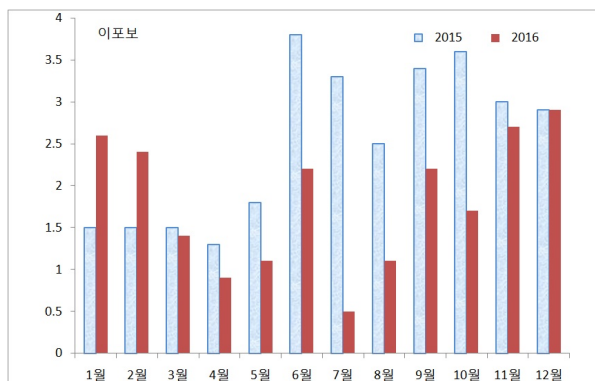
〈강천보〉



〈여주보〉



〈이포보〉



## 나. 팔당호 유역

### 강수량은 전년 대비 증가

팔당호의 조류발생 경향은 남한강과 북한강, 경안천의 수질변화에 큰 영향을 받는다. 팔당호로 유입되는 유량의 대부분은 남한강과 북한강이며, 경안천은 유입되는 유량은 적으나 남한강과 북한강에 비해 수질오염도가 상대적으로 높다. 팔당호에는 조류경보제 운영을 위한 채수위치가 총 3개로, 남한강의 영향을 받는 부용사앞, 북한강의 영향을 받는 삼봉, 그리고 댐앞이 있다.



2016년도 팔당호 강수량은 935.9mm로 2015년에 비해 17.3% 증가하였으며 5월과 7월은 각각 90.3mm(265%)와 172.4mm(81%) 증가하였다. 강수량의 증가로 탁수현상이 발생하였으며 2015년과 비교해 투명도와 탁도가 동일 월에 각각 0.7m(2.5→1.8)와 2.0m(2.9→0.9)가 감소, 2.0NTU(1.3→3.3)와 7.5NTU(5.7→10.8)가 증가하여 조류의 성장에 부정적인 영향을 주었을 것으로 판단된다.

표 2-1-23 팔당댐 강수량

|         | 2004 ~ 2014 | 2015  | 2016  |
|---------|-------------|-------|-------|
| 강수량(mm) | 1569.5      | 798.1 | 935.9 |

※출처 : 기상청

## 팔당호 체류시간 변화

팔당호의 체류시간은 2015년에 평균 16.6일로 연중 증가하는 추세를 보였다. 또한 장마철인 6~8월에 강수량이 적어 체류시간이 큰 감소를 보이지 않았다. 2016년에는 1월과 2월에 각각 26.3, 23.1일의 높은 체류시간을 보였으나, 3월부터 큰 폭으로 감소하여 2015 대비 더 짧은 체류시간을 보였다. 특히 7월에 강우가 집중되어 3.0일로 가장 짧은 체류시간을 보였다.

표 2-1-24 팔당호 월평균 체류시간 비교(2015년 vs. 2016년)

(단위: 일)

| 팔당호     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 월       | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |
| 2015(A) | 14.3 | 14.3 | 14.7 | 10.8 | 12.9 | 16.8 | 15.1 | 16.5 | 19.7 | 20.4 | 20.3 | 22.8 |
| 2016(B) | 26.3 | 23.1 | 12.9 | 8.7  | 7.1  | 12.0 | 3.0  | 11.0 | 14.8 | 16.8 | 18.3 | 17.9 |
| 비율(B/A) | 1.8  | 1.6  | 0.9  | 0.8  | 0.5  | 0.7  | 0.2  | 0.7  | 0.7  | 0.8  | 0.9  | 0.8  |

## 평균수온·클로로필-a 증가, 총인 농도 감소

기상 및 수리·수문조건에 따른 수온 및 수질의 변화 경향을 분석하고자 조류경보제 채수 위치 3개소(댐앞, 부용사앞, 삼봉)의 2013~2015년 평균과 2016년을 비교하였다.

댐앞의 2016년 클로로필-a 농도는 2016년이 0.5mg/m<sup>3</sup> 증가하였으며, 총질소와 총인 농도는 각각 0.017mg/L가 증가, 0.003mg/L가 감소하였다.(2016년 동절기 결빙으로 인한 미채수로 평균수온 비교는 불가하며, 월별 수온 비교는 그래프 참고)

표 2-1-25 댐앞 지점의 수질 변화 비교

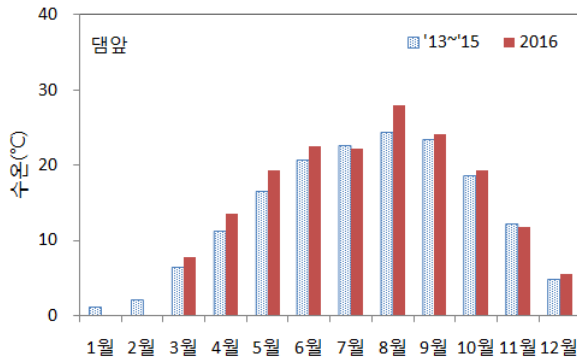
| 기간        | 수온(°C) | 클로로필-a(mg/m <sup>3</sup> ) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|--------|----------------------------|-----------|----------|
| 2013~2015 | 13.7   | 11.6                       | 2.042     | 0.028    |
| 2016      | 17.4   | 12.1                       | 2.057     | 0.025    |
| 증감        | 3.7(↑) | 0.5(↑)                     | 0.017(↑)  | 0.003(↓) |

※ 수온 및 클로로필-a : 조류경보제 자료('12.4~'15.12), 총질소 및 총인 : 수질측정망 자료

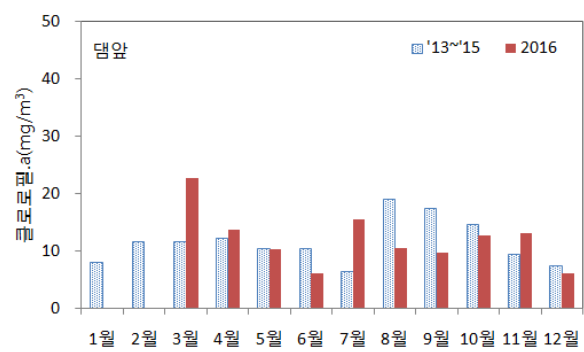
※ 2013~2014년은 동절기 수변채수 공식자료 존재, 2015~2016년은 동절기 결빙으로 인한 미채수로 평균수온 비교 불가

그림 2-1-8 댐앞 수온 및 수질 농도 변화

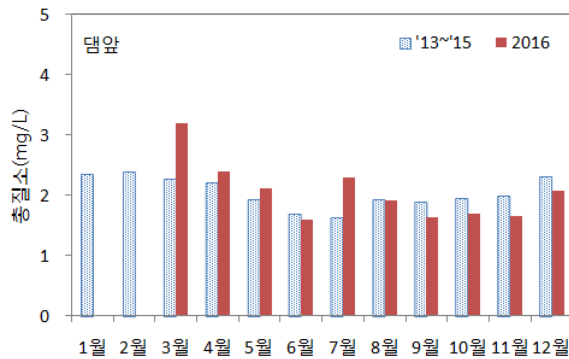
〈수온〉



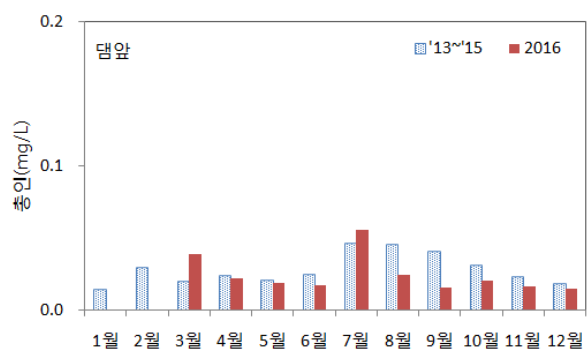
〈클로로필-a〉



〈총질소〉



〈총인〉



부용사앞의 2016년 클로로필-a 농도는  $0.1\text{mg/m}^3$  증가하였으며, 총질소와 총인 농도는 각각  $0.023\text{mg/L}$ ,  $0.006\text{mg/L}$  감소하였다.(2016년 동절기 결빙으로 인한 미채수로 평균수온 비교는 불가하며, 월별 수온 비교는 그래프 참고)

표 2-1-26 부용사 앞의 수질 변화 비교

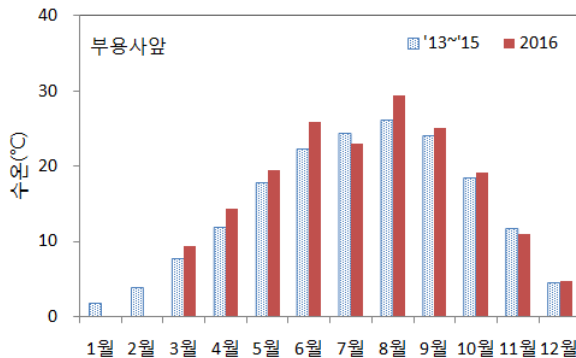
| 기간        | 수온(°C) | 클로로필-a(mg/m³) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|--------|---------------|-----------|----------|
| 2013~2015 | 14.6   | 18.1          | 2.302     | 0.041    |
| 2016      | 18.1   | 18.2          | 2.279     | 0.035    |
| 증감        | 3.5(↑) | 0.1(↑)        | 0.023(↓)  | 0.006(↓) |

※ 수온·클로로필-a : 조류경보제 자료('13~'16), 총질소·총인 : 수질측정망 자료

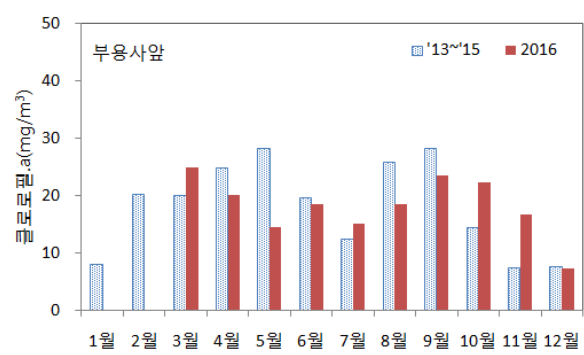
※ 2013~2014년은 동절기 수변채수 공식자료 존재, 2015~2016년은 동절기 결빙으로 인한 미채수로 평균수온 비교 불가

그림 2-1-9 부용사얏 수온 및 수질 농도 변화

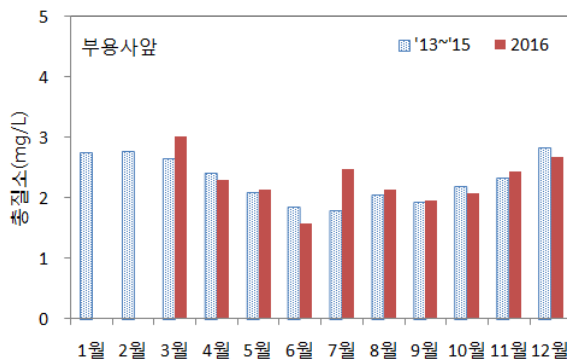
〈수온〉



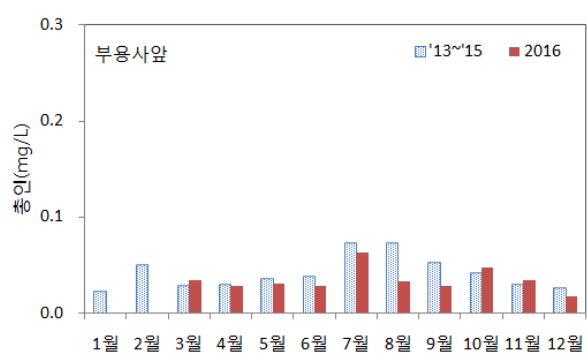
〈클로로필-a〉



〈총질소〉



〈총인〉



삼봉의 2016년 클로로필-a 농도는  $1.0\text{mg/m}^3$  감소하였으며, 총질소와 총인 농도는 각각  $0.065\text{mg/L}$  증가,  $0.002\text{mg/L}$  감소하였다.(2016년 동절기 결빙으로 인한 미채수로 평균수온 비교는 불가하며, 월별 수온 비교는 그래프 참고)

표 2-1-27 삼봉 수질 변화 비교

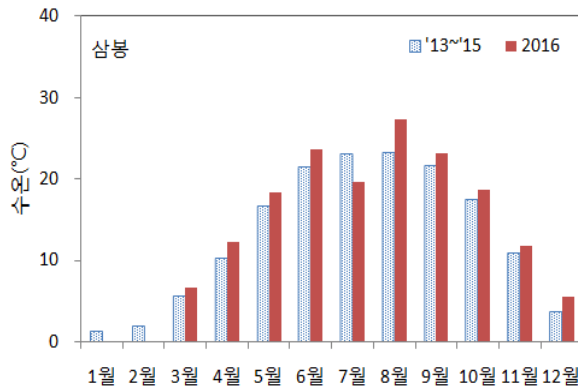
| 기간        | 수온(°C) | 클로로필-a(mg/m³) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|--------|---------------|-----------|----------|
| 2013~2015 | 13.2   | 8.6           | 1.856     | 0.018    |
| 2015      | 16.7   | 7.6           | 1.921     | 0.016    |
| 증감        | 3.5(↑) | 1.0(↓)        | 0.065(↑)  | 0.002(↓) |

※ 수온·클로로필-a : 조류경보제 자료('13~'16), 총질소·총인 : 수질측정망 자료

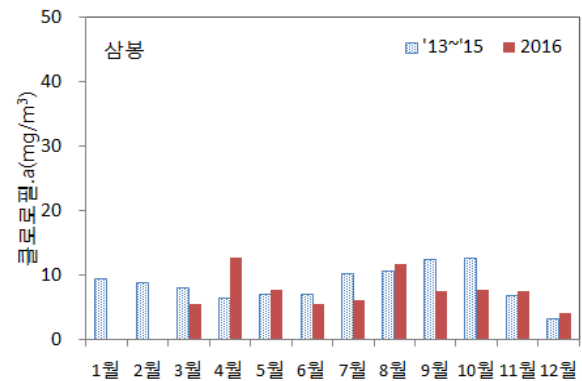
※ 2013~2014년은 동절기 수변채수 공식자료 존재, 2015~2016년은 동절기 결빙으로 인한 미채수로 평균수온 비교 불가

그림 2-1-10 삼봉 수온 및 수질 농도 변화

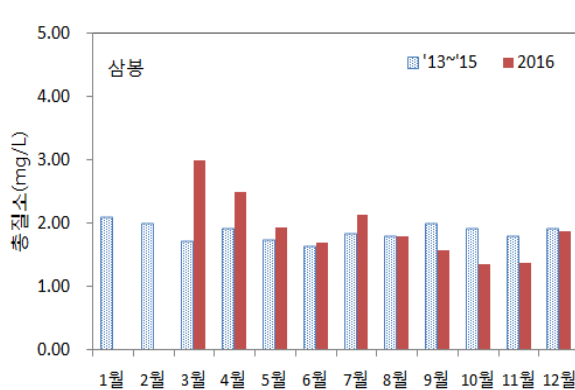
〈수온〉



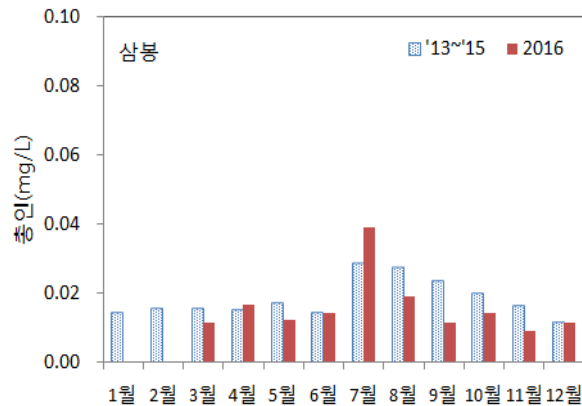
〈클로로필-a〉



〈총질소〉



〈총인〉



#### 다. 기타 상수원 구간

2016년에 추가된 강천 지점은 남한강 강천보를 기준으로 하였으며, 팔당호 부용사앞에 비해 낮은 수심과 빠른 유속을 가지고 있다. 또한 의암호의 신연교 지점은 의암호의 댐앞을 기준으로 하며, 상류에는 춘천댐과 소양댐이 있으며, 이 두 호소의 영향이 의암호의 수질에 큰 영향을 준다.

남한강 강천 지점의 2016년 평균수온은 16.4℃ 로 나타났고, 클로로필-a 농도는 9.2mg/m<sup>3</sup> 였으며, 총질소와 총인 농도는 각각 2.354mg/L, 0.029mg/L 로 조사되었다.

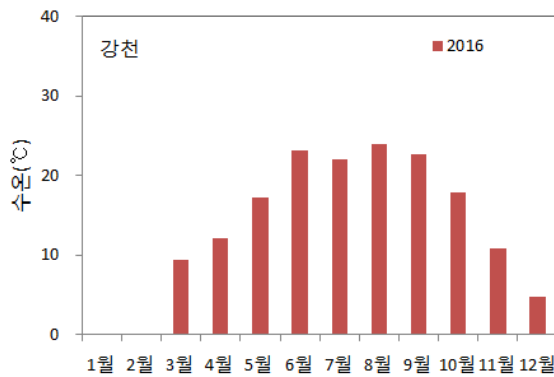
표 2-1-28 강천 지점의 수질 변화 비교

| 기간   | 수온(°C) | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|------|--------|-------------------------------------|-----------|----------|
| 2016 | 16.4   | 9.2                                 | 2,354     | 0.029    |

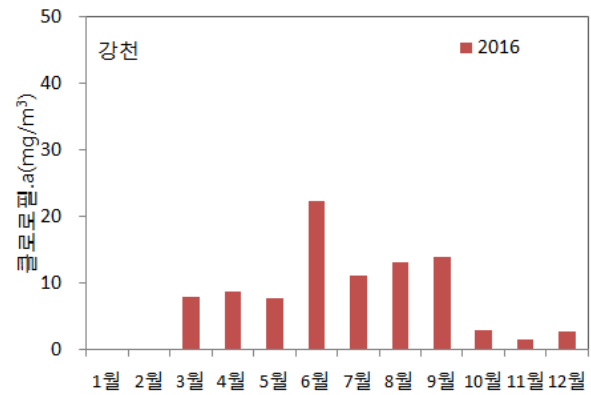
※ 수온·클로로필-*a* : 조류경보제 자료('16), 총질소·총인 : 수질측정망 자료

그림 2-1-11 강천 지점 수온 및 수질 농도 변화

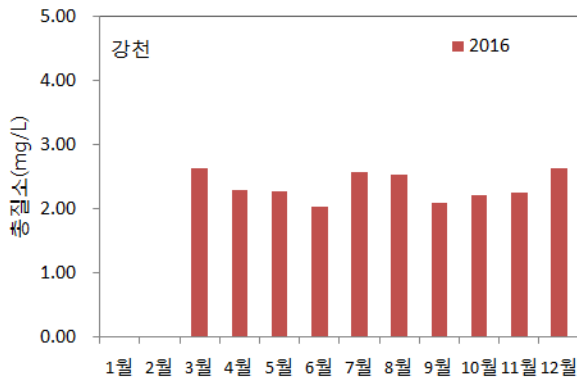
〈수온〉



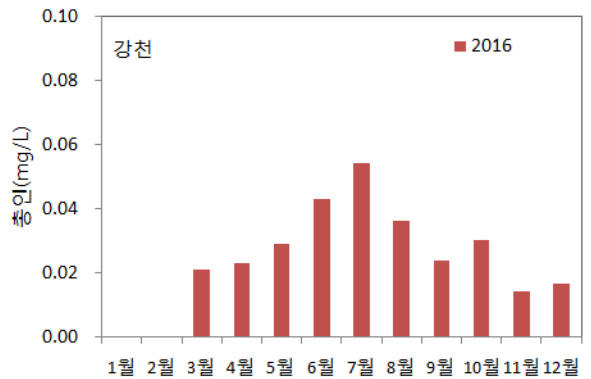
〈클로로필-*a*〉



〈총질소〉



〈총인〉



의암호 지점의 2016년 평균수온은 14.8°C로 나타났고, 클로로필-*a* 농도는 9.9mg/m<sup>3</sup>였으며, 총질소와 총인 농도는 각각 2.162mg/L, 0.020mg/L로 나타났다.

표 2-1-29 의암호(신연교) 지점의 수질 변화 비교

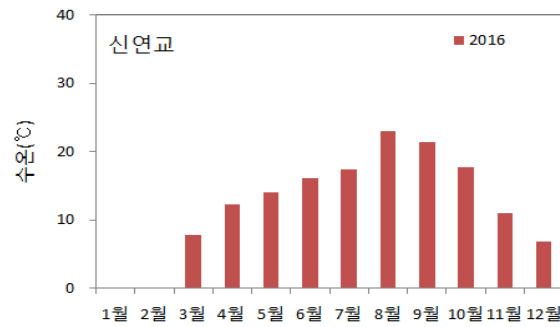
| 기간   | 수온(°C) | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|------|--------|-------------------------------------|-----------|----------|
| 2016 | 14.8   | 9.9                                 | 2,162     | 0.020    |

※ 수온·클로로필-*a* : 조류경보제 자료('16), 총질소·총인 : 수질측정망 자료

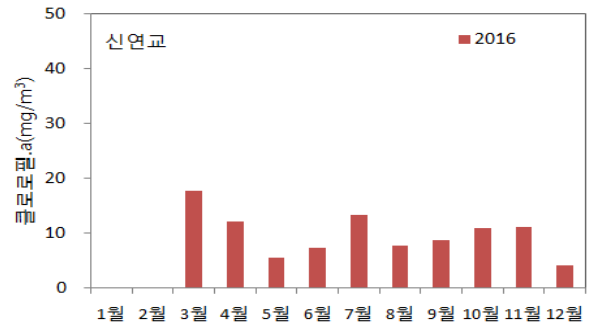


그림 2-1-12 의암호(신연교) 지점 수온 및 수질 농도 변화

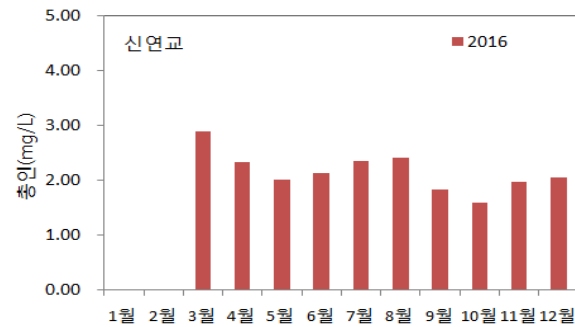
〈수온〉



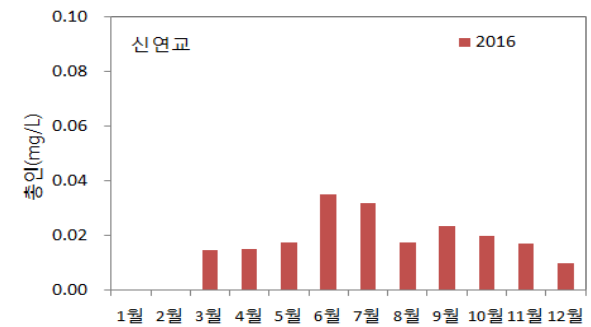
〈클로로필-a〉



〈총질소〉



〈총인〉





참 고 일정별 주요사항

| 일 자   | 주요사항             | 세부내용                                                                                            |
|-------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.14  | 팔당호 조류관리대책 수립    | - 팔당호 조류대응을 위한 세부추진계획<br>※ 조류예찰체계 강화 등 조류대응방안(5개), 하수처리시설 등 오염원 관리방안(5개), 퇴적물 제거 등 오염원저감 방안(8개) |
| 3.25  | 한강상류 도로비점 청소추진   | 장마철 대비 도로·배수로 비점오염원 사전제거(4~5월)                                                                  |
| 3.30  | 한강수계녹조대응 협의회 구성  | - 상·하류, 물 공급·사용기관을 망라하여 조류대응 협의체 구성                                                             |
| 4.22  | 축산시설 특별점검        | - 가축분뇨 무단투기 등 축산폐수 관리를 위한 특별점검                                                                  |
| 6.7   | 팔당호 유해남조류 최초 검출  | - 조류 상시 대응체계 운영                                                                                 |
| 6.7   | 한강수계 녹조 감시·예찰 실시 | - 항공감시등 한강 물색변화 관찰                                                                              |
| 6.18  | 환경부 차관 현장방문      | - 팔당호 조류대응대책 점검                                                                                 |
| 6.20  | 정수장 정수처리비용 지원    | - 녹조발생에 따른 조류제거 정수비용 지원                                                                         |
| 6.22  | 조류대응을 위한 유관기관 회의 | - 한강수계 조류대응을 위한 유관기관 대책회의                                                                       |
| 6.30  | 정수장 운영관리 협의회     | - 조류발생에 따른 정수처리 대응방안 점검                                                                         |
| 7.1   | 한강수계 녹조 예찰활동 강화  | - 하천인접 오염우려시설에 대한 현장방문계도 및 감시                                                                   |
| 8.13  | 환경부 장관 현장방문      | - 팔당호 조류대응실태 점검                                                                                 |
| 10.17 | 팔당호 유해남조류 마지막 검출 | - 평상시 대응체계 전환                                                                                   |

## 참 고

## 주요언론보도

| 보도일자  | 보도매체명  | 면 | 보도제목                        |
|-------|--------|---|-----------------------------|
| 6.12  | 연합뉴스   |   | 한강도 녹조 오나                   |
| 8.6   | NEWS1  |   | 한강 녹조 올해는 無?...8~9월엔 '예의주시' |
| 8.6   | NEWSIS |   | 충주호 녹조 조류경보 '관심단계' 문턱       |
| 8.16  | NEWS1  |   | 한강에도 녹조비상                   |
| 10.12 | 중부일보   |   | 팔당호 '녹조실종 미스터리' 풀렸다         |

## 제2절 낙동강 수계

### 1. 낙동강 수계 일반현황

#### 가. 수계 일반현황 및 조류 발생 특성

낙동강(洛東江)은 현재 상주를 지칭하는 “가락”의 동쪽에 있는 강이라는 데서 이름이 유래되었고 길이는 521km, 유역면적은 23,817km<sup>2</sup>이다.

낙동강에는 상주로부터 창녕함안보에 이르기까지 모두 8개의 보가 설치되어 있으며 하류 구간인 달성보, 합천창녕보, 창녕함안보에서는 매년 지속적으로 유해남조류가 대량으로 발생하고 있고, 상류구간인 상주보, 낙단보 등에서도 유해남조류가 관측되고 있다.

#### 나. 조류관리제(조류경보제, 수질예보제) 적용 구간

##### 조류경보제 운영 지점

낙동강 수계에서 조류경보제를 운영하고 있는 지역은 운문호, 영천호, 남강호, 안계호, 공산지, 진전지, 사연호, 회야호, 덕동호 9개 호소와 낙동강 본류의 칠곡, 강정고령, 창녕함안 3개 구간 등 총 12개 구간이며, 운영현황은 아래와 같다.

표 2-2-1 낙동강수계 조류경보제(상수원 구간) 운영지점

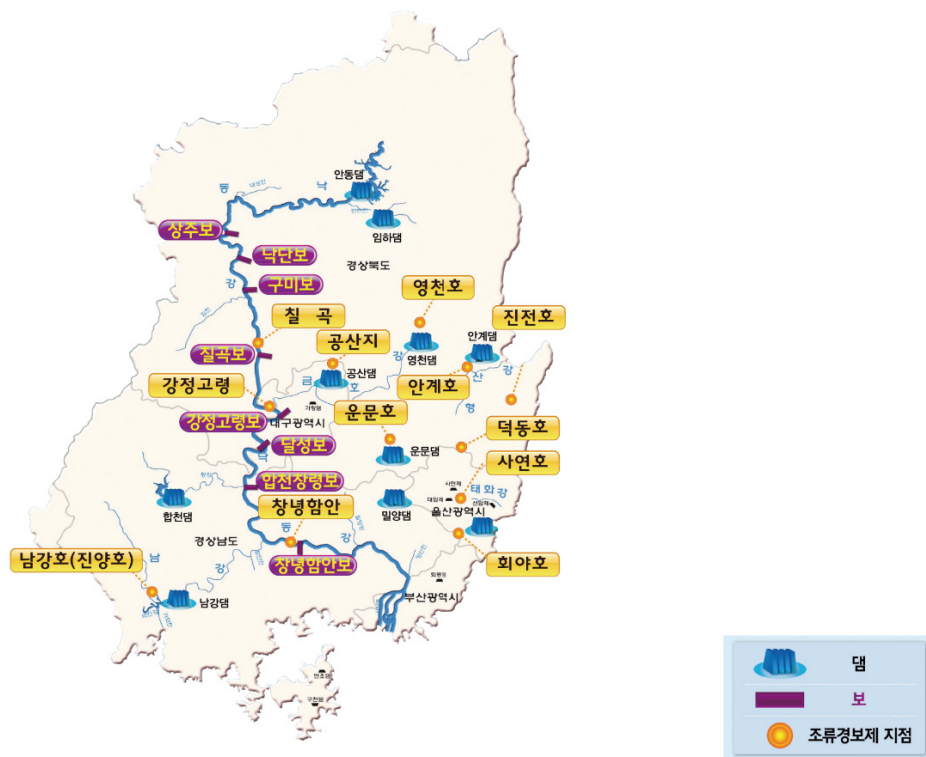
| 지 점 명     | 대표 측정 지점           | 운영기관     |
|-----------|--------------------|----------|
| 운 문 호     | 댐앞, 취수탑2           | 대구지방환경청  |
| 영 천 호     | 취수탑                | 대구지방환경청  |
| 남 강 호     | 판문, 내동             | 낙동강유역환경청 |
| 안 계 호     | 취수탑                | 대구지방환경청  |
| 공 산 지     | 중앙부, 취수탑           | 대구광역시    |
| 진 전 지     | 상류, 하류             | 경상북도청    |
| 사 연 호     | 취수탑, 반연리           | 낙동강유역환경청 |
| 회 야 호     | 취수탑, 방류구           | 낙동강유역환경청 |
| 덕 동 호     | 댐앞                 | 대구지방환경청  |
| 낙동강(칠곡)   | 취수구 2km(보 상류 22km) | 대구지방환경청  |
| 낙동강(강정고령) | 취수구 2km(보 상류 7km)  | 대구지방환경청  |
| 낙동강(창녕함안) | 취수구 4km(보 상류 12km) | 낙동강유역환경청 |

## 수질예보제 운영 지점

수질예보제는 4대강 보 설치로 인한 조류 발생을 사전에 예측하기 위하여 2012년부터 운영해 오고 있다. 낙동강수계는 8개 보 중 조류경보제가 운영되는 칠곡보, 합천창녕보, 창녕함안보 3개 보를 제외한 5개 보에서 운영하고 있다.

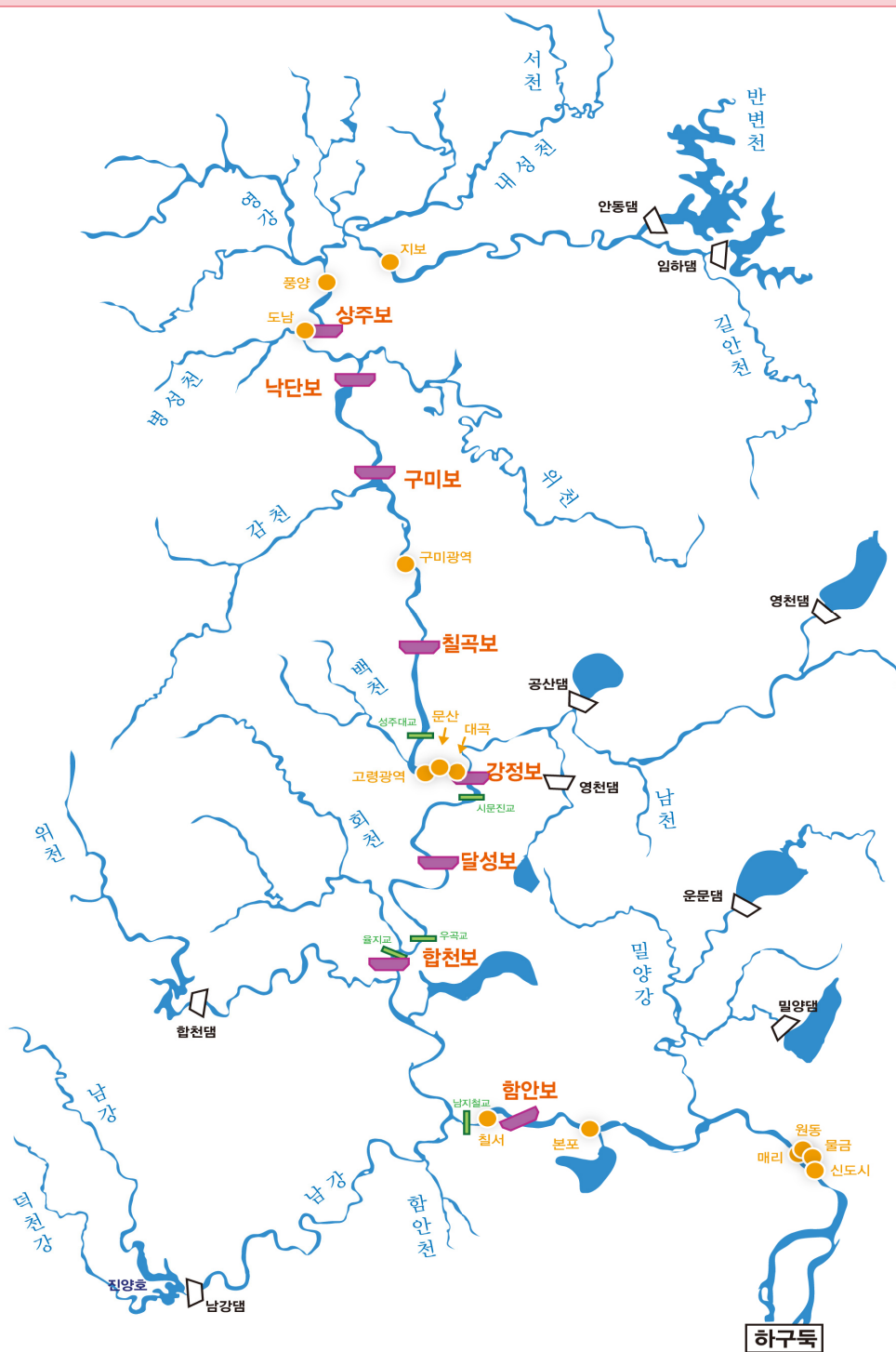
표 2-2-2 낙동강수계 수질예보제 운영지점

| 지 점 명 | 채수 위치            | 운영기관    |
|-------|------------------|---------|
| 상주보   | 상주보 상류 500m 지점   | 국립환경과학원 |
| 낙단보   | 낙단보 상류 500m 지점   | 국립환경과학원 |
| 구미보   | 구미보 상류 500m 지점   | 국립환경과학원 |
| 달성보   | 달성보 상류 500m 지점   | 국립환경과학원 |
| 합천창녕보 | 합천창녕보 상류 500m 지점 | 국립환경과학원 |



〈 낙동강수계 조류경보제, 수질예보제(보구간) 지점 현황도 〉

낙동강 유역 현황도



## 2. 조류발생 현황

### 가. 유해남조류 발생 총평

2016년도 낙동강 수계의 조류발생 상황을 살펴보면, 4월부터 유해남조류가 출현하기 시작하여 5월부터 9월까지 조류경보 및 수질예보가 지점별로 발령과 해제를 반복하였다. 또한 일부지점에서는 특이현상으로 ‘겨울녹조’도 발생하였다. 낙동강 수계는 높은 수온과 영양염류, 본류구간에 설치된 여러 개의 보 등으로 인해 조류발생 우심지역이 타 수계에 비해 많이 존재한다. 따라서 조류경보제와 수질예보제 적용구간이 많고 일괄적인 분석이 어려운 측면이 있다. 이에 본류의 보구간과 상수원 호소구간으로 나누어 살펴보도록 하겠다.

표 2-2-6 2016년 낙동강수계 조류경보 및 수질예보 발령 현황

| 보 명칭             | 조류경보 발령                                                                             |                                |     | 수질관리단계 발령<br>(관심-주의-경계-심각)               |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----|------------------------------------------|
|                  | 관심                                                                                  | 경계                             | 대발생 |                                          |
| 상주보(15)          | 대상 아님                                                                               |                                |     | 관심(15일: 8.4~8.18)                        |
| 낙단보(9)           |                                                                                     |                                |     | 관심(9일: 8.10~8.18)                        |
| 구미보(7)           |                                                                                     |                                |     | 관심(7일: 6.14~6.20)                        |
| 칠곡보(0)           | 미발령                                                                                 |                                |     | 대상 아님                                    |
| 강정고령보(69)        | 6.8~7.11(34일)<br>8.9~9.12(35일)                                                      | -                              | -   |                                          |
| 달성보(46)          | 대상 아님                                                                               |                                |     | 관심(46일: 6.2~6.28, 8.19~9.6)              |
| 합천창녕보(68)        |                                                                                     |                                |     | 관심(68일: 6.2~7.7, 8.10~9.6,<br>9.19~9.22) |
| 창녕함안보(112)       | 5.31~6.21(22일)<br>7.6~7.11(6일)<br>8.2~8.22(21일)<br>9.9~9.26(18일)<br>12.6~12.19(14일) | 6.22~7.5(14일)<br>8.23~9.8(17일) | -   | 대상 아님                                    |
| 영천호              | -                                                                                   | -                              | -   |                                          |
| 공산지(63)          | 6.14~7.18(35일)<br>8.17~9.12(27일)                                                    | -                              | -   |                                          |
| 안계호(15)          | 9.13~9.27(15일)                                                                      | -                              | -   |                                          |
| 진전지              | -                                                                                   | -                              | -   |                                          |
| 운문호              | -                                                                                   | -                              | -   |                                          |
| 덕동호              | -                                                                                   | -                              | -   |                                          |
| 사연호(29)          | 8.10~9.7(29일)                                                                       | -                              | -   |                                          |
| 화야호              | -                                                                                   | -                              | -   |                                          |
| 남강호(진양호)<br>(26) | 8.18~9.12(26일)                                                                      | -                              | -   |                                          |

## 나. 본류 8개 보 구간

### 5월 중순 시작된 녹조현상 12월까지 발생과 감소 반복

2016년도 낙동강 수계 8개 보 구간의 조류발생 상황을 살펴보면, 4월 초부터 사상형 남조류(*Aphanizomenon*)가 출현 후, 5월 중순 이후 수온이 20℃ 이상으로 증가하면서 집락형 남조류(*Microcystis*)가 출현하여 증식하였다.

7월 초 강우의 영향으로 남조류가 일시적으로 소강상태에 놓였으나 8월에 높은 수온, 적은 강우 등 남조류 증식에 적합한 수환경 형성으로 유해남조류가 다시 증식하였으며 9월 강우로 보 구간 방류량 증가 및 체류시간 감소로 유해남조류는 감소하였다.

10월부터 보 구간의 주요 출현종이 남조류에서 규조류로 천이되어 규조류(*Aulacoseira*) 증식으로 인한 클로로필-*a* 농도가 증가하였으며, 11월 말부터 사상형 남조류(*Aphanizomenon*)이 다시 증식하여 12월 중순까지 겨울녹조 현상이 발생하였다.

이와 같이 낙동강의 녹조현상이 발생과 소멸이 반복되었으나, 2015년에 비하면 양호한 편이었으며, 그 원인은 2015년은 강수량이 예년보다 적었으나 2016년은 10월 태풍(차바) 등의 영향으로 연중 강수량이 예년 수준에 근접한 것이 주 요인으로 분석된다. 그러나 8월의 이례적인 폭염과 같은 고온 현상이 지속되는 등 여러 가지 환경요인이 복합적으로 작용하였다.

표 2-2-6 2016년 낙동강 본류 8개 보 조류경보 및 수질예보 발령 현황

| 보 명칭       | 조류경보제                                                                               |                                |     | 수질관리단계 발령<br>(관심-주의-경계-심각)               |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----|------------------------------------------|
|            | 관심                                                                                  | 경계                             | 대발생 |                                          |
| 상주보(15)    | 대상 아님                                                                               |                                |     | 관심(15일: 8.4~8.18)                        |
| 낙단보(8)     |                                                                                     |                                |     | 관심(9일: 8.10~8.18)                        |
| 구미보(7)     |                                                                                     |                                |     | 관심(7일: 6.14~6.20)                        |
| 칠곡보(0)     | 미발령                                                                                 |                                |     | 대상 아님                                    |
| 강정고령보(69)  | 6.8~7.11(34일)<br>8.9~9.12(35일)                                                      | —                              | —   |                                          |
| 달성보(46)    | 대상 아님                                                                               |                                |     | 관심(46일: 6.2~6.28, 8.19~9.6)              |
| 합천창녕보(68)  |                                                                                     |                                |     | 관심(68일: 6.2~7.7, 8.10~9.6,<br>9.19~9.22) |
| 창녕함안보(112) | 5.31~6.21(22일)<br>7.6~7.11(6일)<br>8.2~8.22(21일)<br>9.9~9.26(18일)<br>12.6~12.19(14일) | 6.22~7.5(14일)<br>8.23~9.8(17일) | —   | 대상 아님                                    |

표 2-2-3 낙동강수계 보 구간 강수량(1년 누계)

|             |          | 상주보     | 낙단보     | 구미보     | 칠곡보     | 강정고령보   | 달성보     | 합천창녕보   | 창녕함안보   |
|-------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 강수량<br>(mm) | 예년       | 875.2   | 870.7   | 870.2   | 871.1   | 871.2   | 884.5   | 896.5   | 939.5   |
|             | 전년('15년) | 654.5   | 663.6   | 663.7   | 676.5   | 686.9   | 715.7   | 734.9   | 793.3   |
|             | '16년     | 1,023.6 | 1,008.7 | 1,005.7 | 1,020.0 | 1,020.8 | 1,037.5 | 1,043.3 | 1,104.6 |

출처 : K-water 물정보포털(운영관측 자료 중 다기능보관리현황)

## 5월 말 조류경보 '관심'단계 발령

창녕함안보에서는 5월 23일과 5월 30일 각각 채수하여 분석한 남조류 세포수가 2,150cells/mL, 17,980cells/mL로 나타남에 따라 5월 31일 조류경보 '관심'단계가 최초 발령되었다.

이에 앞서 5월 16일경 낙동강유역환경청에서는 녹조의 조기발생을 대비하여 “조류발생 상황실”과 “녹조사전예방협의회”를 미리 구성 운영하였으며, ‘관심’단계 발령 전인 5월 24일 녹조사전예방협의회를 개최하여 관계기관의 녹조대응 태세를 점검하는 한편 공동대응방안을 논의하고 하천순찰 및 오염원에 대한 점검을 강화하는 등 실질적인 녹조대응체제를 가동하였고, 정보발령 즉시 녹조사전예방협의회 2차 회의를 개최하여 대응방안을 모색하였다.

대구지방환경청은 “조류대응상황실”을 통하여 낙동강환경지킴이, 한국수자원공사 등을 활용한 녹조감시체제를 구성·운영하였으며, 낙동강 중·상류 보구간 중 총인기여율이 높은 칠곡보, 달성보 구간을 Hot-Spot으로 선정하여 이 구간의 환경기초시설(27개소) 방류수의 총인 처리를 강화하는 등 녹조저감대책을 추진하였다.

6월 말로 갈수록 조류발생이 더욱 심화되어 6월 22일에는 ‘관심’단계가 ‘경계’단계로 격상 발령되었다. 하지만 6월 말부터 이어진 강우(창녕함안보 지역 161mm)로 인해 조류 발생상황은 일시적으로 호전되어 해당 구간에 내려졌던 '경계'단계는 7월 6일 ‘관심’단계로 하향 조정되었고 이후 7월 12일을 기점으로 모두 해제되었다. 이와 같은 초여름 조기 녹조현상은 2015년부터 이어진 가뭄의 영향으로 상류댐의 저수량이 크게 줄어들면서 하천유지용수를 감소함에 따라 보의 물흐름 정체가 심하였고, 예년보다 높은 5~6월의 기온으로 수온이 상승하였을 뿐 아니라 봄철에 내린 간헐적인 강우로 겨울철에 축적되어 있던 비점오염물질의 하천 유입 등으로 조류가 번식할 수 있는 여건이 일찍 형성된 것이 주요 원인으로 분석되고 있다.



표 2-2-4 2016년 6,7월 낙동강 8개 보 유해남조류 발생현황(cells/mL)

| 구간명   | 채수일자   |        |        |        |        |       |      |       |       | 비고   |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|------|-------|-------|------|
|       | 5.30   | 6.07   | 6.13   | 6.20   | 6.27   | 7.4   | 7.11 | 7.18  | 7.25  |      |
| 상주보   | 925    | 175    | 255    | 100    | 358    | 39    | 123  | 449   | 1,821 | 수질예보 |
| 낙단보   | 5,680  | 3,431  | 2,202  | 9,700  | 3,650  | 156   | 255  | 358   | 565   | 수질예보 |
| 구미보   | 1,731  | 7,013  | 11,045 | 3,524  | 7,000  | 508   | 187  | 222   | 115   | 수질예보 |
| 칠곡보   | 287    | 1,287  | 198    | 651    | 998    | 423   | 72   | 528   | 229   | 조류경보 |
| 강정고령보 | 1,525  | 4,996  | 9,975  | 2,782  | 1,701  | 957   | 203  | 473   | 35    | 조류경보 |
| 달성보   | 12,370 | 19,175 | 30,886 | 20,683 | 9,751  | 2,217 | 861  | 1,037 | 790   | 수질예보 |
| 합천창녕보 | 14,269 | 45,085 | 53,863 | 27,570 | 21,364 | 2,287 | 850  | 1,223 | 645   | 수질예보 |
| 창녕함안보 | 17,980 | 8,497  | 24,980 | 22,825 | 13,283 | 836   | 564  | 695   | 4,370 | 조류경보 |



(2016.6.5 창녕함안보) 일부 구간 녹조알갱이 확인



(2016.8.19 달성보 하류 도동서원) 녹조띠 발생

## 8월 폭염으로 낙동강 중·하류 조류 대량 발생

7월말부터 폭염(영남지역 폭염특보 36일간(7.21~8.25) 발령)이 시작되고, 강수량이 적어지면서 8월에는 낙동강 전역에서 유해남조류가 대량 증식하게 되어, 칠곡보·구미보를 제외한 낙동강 6개 보에 조류경보제·수질예보제 관심단계가 발령되었다. 이러한 폭염에 따른 8월 녹조 발생은 구미보와 칠곡보를 기준으로 상류와 하류 보 구간이 다른 양상으로 진행되어 상류의 상주보와 칠곡보는 8월 하순에 평상상태를 유지하였으며, 중·하류의 강정고령보에서 창녕함안보 등 4개 보는 8월말까지 지속되다가 9월 들어 강수량이 증가하면서 유해남조류가 감소하기 시작하여 조류경보 발령이 해제된 후 2016년 녹조는 창녕함안보를 제외한 전 지역에서 9월을 기점으로 소멸되었다.

상류의 상주보와 낙단보는 오염원이 적음에도 불구하고, 8월초에 9~15일간 수질예보제 관심단계가 발령되었다. 상주보는 15일간(8.4~8.18), 낙단보는 9일간(8.10~8.18) 수질예보제 관심단계가 발령되었으며, 이 기간 중 유해남조류 최대치는 상주보 43,680cells/mL(8.1), 낙단보 83,277cells/mL(8.8)이다.

금번 상류 녹조 발생은 7월 초, 집중강우로 인한 총인 등 영양염류 농도 증가, 강우 이후 수온상승 및 방류량 감소에 따른 체류시간 증가에 따라 유해남조류가 일시적으로 증가한 것으로 추정된다.

중·하류 구간은 폭염에 따른 수온 상승, 일사량 증가 등 유해남조류 증식에 유리한 환경이 조성되면서 유해남조류 발생이 급격하게 증가하여 강정고령보는 35일간(8.9~9.12) 조류경보제 관심단계, 달성보는 19일간(8.19~9.6) 수질예보제 관심단계가 발령되었으며, 유해남조류 최대치는 강정고령보 7,187cells/mL(8.16일), 달성보 134,760cells/mL(8.25일)이다.

하류구간인 합천창녕보와 창녕함안보는 6월 경보 발령 후 강우 등의 영향으로 7월 들어 일시 소강상태를 보이던 유해남조류 세포수가 8월 초부터 다시 급격히 증가하여 이 기간 중 합천창녕보의 유해남조류 최대치는 309,800cells/mL(8.22일)로 134,670cells/mL(8.25일)이 측정된 창녕함안보에 비하여 2배 이상 높았다.

낙동강 상류인 상주보와 낙단보가 오염원이 적음에도 불구하고 2015~2016년 연속 수질예보제 관심단계가 발령되는 등 하절기에 일시적으로 유해남조류가 대량 증식하는 경향을 보이고 합천창녕보 구간에서 유해남조류가 급격히 증가하는 현상을 보임에 따라 환경부는 원인 분석을 위한 연구를 2017년도에 추진할 계획이다.

표 2-2-5 2016년 8~9월 낙동강 8개 보 유해남조류 발생현황

(cells/mL)

| 구간명   | 채수일자   |        |         |         |        |       |        |      |       | 비고    |
|-------|--------|--------|---------|---------|--------|-------|--------|------|-------|-------|
|       | 8.1    | 8.8    | 8.17    | 8.22    | 8.29   | 9.5   | 9.12   | 9.19 | 9.26  |       |
| 상주보   | 43,680 | 24,947 | 1,198   | 1,325   | 150    | 868   | 696    | 468  | 1,009 | 수질예보제 |
| 낙단보   | 3,282  | 83,277 | 582     | 380     | 845    | 830   | 2,122  | 169  | 630   | 수질예보제 |
| 구미보   | 1,105  | 709    | 3,375   | 162     | 40     | 6,052 | 1,273  | 242  | 798   | 수질예보제 |
| 칠곡보   | 55     | 455    | 475     | 685     | 371    | 199   | 293    | 191  | 234   | 조류경보제 |
| 강정고령보 | 1,988  | 3,738  | 7,187   | 3,270   | 2,279  | 173   | 720    | 172  | 118   | 조류경보제 |
| 달성보   | 2,490  | 5,109  | 18,530  | 35,363  | 10,976 | 1,653 | 1,619  | 162  | 216   | 수질예보제 |
| 합천창녕보 | 1,057  | 15,295 | 164,000 | 309,800 | 19,569 | 668   | 16,645 | 324  | 1,740 | 수질예보제 |
| 창녕함안보 | 8,174  | 7,906  | 36,250  | 73,809  | 67,717 | 2,349 | 1,181  | 501  | 371   | 조류경보제 |



## 12월 ‘겨울녹조’ 발생

2016년도에서 2015년에 이어 2년 연속으로 동절기인 12월에 조류경보가 발령되었다.

2015년의 경우 고수온기인 6~9월에 번성하였던 남조류가 12월 4주차까지 우점하여 12월에도 조류경보제 ‘출현알림’(현 ‘관심’ 단계)과 수질예보제 ‘관심’단계가 발령되었다. 11월 24일 창녕합안보(11.24~12.14, 22일)를 시작으로 12월 8일에는 강정고령보(12.8~12.21, 14일)에도 조류주의보인 ‘출현알림’단계가 발령이 되었는데, 겨울철인 12월에 조류주의보가 발령된 것은 2013년 낙동강 본류에 조류경보제 적용 이후 2015년이 처음이었다.(당시 낙동강 본류구간은 조류경보제 시범운영 기간으로 단계명칭 별도 사용)

2015년의 경우 고수온기부터 발생한 남조류가 점차 소멸하며 12월까지 이어졌다면 2016년의 경우는 10월 태풍(차바)이후 개체수가 급감한 후 11월 완전히 소멸한 것으로 여겨졌던 남조류가 방류량 감소, 평년에 비하여 높은 기온 등의 영향으로 11월 말부터 증가하여 12월 6일 창녕합안보에서 ‘관심’단계가 발령되어 12월 19일까지 2주간 지속되었다. 다만, 우점종을 살펴보면 2015년에도 가을까지는 마이크로시스티스(*Microcystis*)가 우점하다가 11월말부터 아파니조메논(*Aphanizomenon*)이 우점하여 겨울녹조가 발생했으며, 2016년에도 11월말부터 아파니조메논이 증식하여 조류경보가 발령되었다.

## 나. 주요 상수원 호소

### 안계호, 공산지, 남강호(진양호), 사연호 관심단계 발령

2016년도에는 2014년부터 지속적으로 녹조가 발생하는 공산지 외에도 안계호와 남강호(진양호), 사연호에서 조류경보제 관심단계가 발령되었다. 공산지는 2014년도 118일, 2015년도 91일 발령에 이어 2016년도에도 62일간 관심단계가 발령되어 녹조가 2014년도 이후 지속적으로 발생하고 있다.

경북 경주시에 위치한 안계호는 9월 초순 강우로 인한 오염원 유입, 무더위로 인한 높은 수온으로 인하여 유해남조류가 증식하여 15일간(9.13~9.27)간 관심단계가 발령되었다. 조류경보제 대상 호소인 영천호와 안계호는 임하댐도수로 연결되어 있으나 유해남조류 발생 특성이 상이함에 따라 대구지방환경청은 2017년도에 임하호, 영천호, 안계호의 도수로 유입(출) 용수 수질과 이에 따른 유해남조류 발생특성에 대한 연구를 추진할 계획이다.

표 2-2-7 안계호, 영천호 9월 유해남조류 발생현황(cells/mL)

| 구분  | 채수일자 |       |       |      |      |
|-----|------|-------|-------|------|------|
|     | 8.29 | 9.5   | 9.12  | 9.19 | 9.26 |
| 안계호 | 672  | 1,603 | 6,177 | 713  | 898  |
| 영천호 | 699  | 1,082 | 894   | 963  | 0    |

대구광역시에서 관리하고 있는 공산지는 2016년도 녹조 발생 경향이 낙동강 중·하류와 비슷하여 더위가 시작된 6월에 발생하여 7월 들어 강우가 잦아지면서 소강상태였으나 8월 폭염으로 다시 증식하였다가 9월 중순이후 소강상태로 접어들어 평상상태가 유지되었다. 관심단계 발령기간은 총 62일(6.14~7.18, 8.17~9.12)이며, 유해남류 최대치는 취수탑에서 8,750cells/mL(8.22일)이다.

표 2-2-8 공산지 6~9월 유해남조류 발생현황(cells/mL)

| 지점  | 채수일자 |       |       |       |       |       |      |      |      |
|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|
|     | 5.30 | 6.7   | 6.13  | 6.20  | 6.27  | 7.4   | 7.11 | 7.18 | 7.25 |
| 중앙부 | 0    | 1,100 | 5,530 | 3,390 | 4,200 | 4,410 | 0    | 75   | 360  |
| 취수탑 | 0    | 4,700 | 5,250 | 2,725 | 3,350 | 3,140 | 0    | 0    | 255  |
| 지점  | 채수일자 |       |       |       |       |       |      |      |      |
|     | 8.1  | 8.8   | 8.16  | 8.22  | 8.29  | 9.5   | 9.12 | 9.19 | 9.26 |
| 중앙부 | 945  | 1,295 | 3,465 | 2,950 | 2,550 | 80    | 920  | 80   | 150  |
| 취수탑 | 865  | 3,690 | 2,735 | 8,750 | 5,820 | 650   | 900  | 90   | 300  |

2016년 남강호(진양호)의 경우 2009년 이후 처음으로 조류경보 ‘관심’단계가 발령되어 26일간 지속되었다. 5월 말부터 남조류가 출현하여 남강호 내동과 판문지점의 경우 8.15일 유해 남조류 세포수가 각각 3,187cells/mL, 3,723cells/mL를 기록하였고 이후 9월 초부터 감소추세를 보인 후 11월 중순부터 더 이상 관측되지 않았다.

표 2-2-9 2016년도 5~9월 남강호(진양호) 유해남조류 발생현황(cells/mL)

| 지점 | 채수일자 |      |      |      |      |     |      |      |      |
|----|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|
|    | 5.30 | 6.7  | 6.13 | 6.20 | 6.27 | 7.4 | 7.11 | 7.18 | 7.25 |
| 내동 | 242  | 144  | 601  | 725  | 977  | 259 | 108  | 0    | 0    |
| 판문 | 0    | 0    | 790  | 884  | 915  | 243 | 168  | 892  | 2098 |
| 지점 | 채수일자 |      |      |      |      |     |      |      |      |
|    | 8.1  | 8.8  | 8.16 | 8.22 | 8.29 | 9.5 | 9.12 | 9.19 | 9.26 |
| 내동 | 527  | 1955 | 3187 | 2499 | 2805 | 977 | 901  | 340  | 357  |
| 판문 | 493  | 2958 | 3723 | 2856 | 2677 | 935 | 765  | 425  | 323  |

남강호(진양호)는 2015년에도 5월부터 발생한 남조류가 12월까지 지속적으로 발생하였으나 조류경보가 발령되지는 않았으며, 이는 2016년 조류경보 발령 기준이 변경되어 조류경보 발령에 변화가 있었던 것으로 풀이된다. 2015년 당시에 변경된 2016년 남조류 단일 기준 (1,000cells/mL 이상)으로는 조류경보 ‘관심’ 단계를 초과하는 경우가 있었으나, 당시 클로로필-*a* 농도가 낮아 경보(2015년 기준 남조류 500cells/mL 이상, 클로로필 15mg/m<sup>3</sup> 이상 동시 충족시 발령)가 발령되지는 않았다.

표 2-2-10 2015년도 5~9월 남강호(진양호) 유해남조류, 클로로필-*a* 발생현황(cells/mL)

| 지점 |                | 채수일자 |      |      |       |      |      |      |      |      |
|----|----------------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|
|    |                | 5.27 | 6.1  | 6.8  | 6.15  | 6.22 | 6.29 | 7.6  | 7.13 | 7.20 |
| 내동 | 유해남조류          | 0    | 166  | 34   | 0     | 238  | 153  | 204  | 705  | 1343 |
|    | 클로로필- <i>a</i> | 8.2  | 12.7 | 9.1  | 12.5  | 10.8 | 13.9 | 13.4 | 3.9  | 12.6 |
| 판문 | 유해남조류          | 244  | 112  | 263  | 839   | 323  | 408  | 399  | 816  | 1249 |
|    | 클로로필- <i>a</i> | 15.8 | 16.3 | 11.1 | 13.1  | 7.2  | 9.6  | 10.2 | 8.8  | 33.7 |
| 지점 |                | 채수일자 |      |      |       |      |      |      |      |      |
|    |                | 8.3  | 8.10 | 8.17 | 8.24  | 8.31 | 9.7  | 9.14 | 9.21 | 9.30 |
| 내동 | 유해남조류          | 2227 | 2167 | 3060 | 7675  | 3170 | 2584 | 943  | 475  | 433  |
|    | 클로로필- <i>a</i> | 3.8  | 3.8  | 5.4  | 11.1  | 5.0  | 5.8  | 4.3  | 3.4  | 4.3  |
| 판문 | 유해남조류          | 3451 | 1827 | 603  | 20425 | 3867 | 3995 | 1683 | 2277 | 1096 |
|    | 클로로필- <i>a</i> | 6.2  | 3.3  | 3.4  | 6.0   | 3.7  | 4.4  | 7.2  | 5.2  | 7.3  |



울산광역시에 위치한 사연호는 조류경보제를 시행한 이래 최초로 조류경보 ‘관심’단계가 발령되었다. 2월부터 출현한 남조류는 4~6월 중 일시 감소되었으나 7월초 다시 출현하여 8월 경 최고값(반연리:8.1일, 4,198cells/mL, 취수탑:8.8일, 3,525cells/mL)을 기록한 후 서서히 감소되어 10월 말 이후 관측되지 않았다. 사연호 취수탑의 경우 8.10~8.29일까지 20일간, 사연호 반연리에서는 8.10~9.7일까지 29일간 조류경보 ‘관심’단계가 발령되었다. 2015년의 사연호 취수탑의 경우 6월 말 검출된 이후, 7월 27일 680cells/mL로 2015년 최고치를 기록한 후 10월말까지 관측된 바 있다.

표 2-2-11 2016년도 사연호 월평균 조류발생 현황

(cells/mL)

| 구 분 | 2월  | 3월  | 4월  | 5월 | 6월 | 7월    | 8월    | 9월  | 10월 |
|-----|-----|-----|-----|----|----|-------|-------|-----|-----|
| 반연리 | 168 | 170 | 184 | 41 | 0  | 1,029 | 2,307 | 685 | 291 |
| 취수탑 | 136 | 167 | 74  | 61 | 0  | 853   | 1,837 | 884 | 125 |

표 2-2-12 공산지, 안계호, 남강호(진양호), 사연호 조류경보 발령 현황

| 구 분                      | 년도    | 발령일수 | 발령단계                                                  |                     |     |
|--------------------------|-------|------|-------------------------------------------------------|---------------------|-----|
|                          |       |      | 관심(구. 주의보)                                            | 경계(구. 경보)           | 대발생 |
| 공산지                      | 2014년 | 118일 | 6. 12 ~ 6. 26 (15일)<br>8. 7 ~ 11. 10 (96일)            | 6. 5 ~ 6. 11 (7일)   | —   |
|                          | 2015년 | 91일  | 7. 14 ~ 7. 27 (14일)<br>9. 1 ~ 10. 12 (42일)            | 7. 28 ~ 8. 31 (35일) | —   |
|                          | 2016년 | 63일  | 6. 14 ~ 7. 18 (35일)<br>8. 17 ~ 9. 12 (27일)            | —                   | —   |
| 안계호                      | 2014년 | —    | —                                                     | —                   | —   |
|                          | 2015년 | —    | —                                                     | —                   | —   |
|                          | 2016년 | 15일  | 9. 13 ~ 9. 27 (15일)                                   | —                   | —   |
| 남강호<br>(진양호)<br>(판문, 내동) | 2014년 | —    | —                                                     | —                   | —   |
|                          | 2015년 | —    | —                                                     | —                   | —   |
|                          | 2016년 | 26일  | 8. 18 ~ 9. 12 (26일)                                   | —                   | —   |
| 사연호<br>(취수탑, 반연리)        | 2014년 | —    | —                                                     | —                   | —   |
|                          | 2015년 | —    | —                                                     | —                   | —   |
|                          | 2016년 | 29일  | (취수탑) 8. 10 ~ 8. 29 (20일)<br>(반연리) 8. 10 ~ 9. 7 (29일) | —                   | —   |

### 3. 조류발생 영향인자 분석

#### 가. 기상 조건

낙동강 8개보 인근에 위치한 5개 기상대 및 관측소(상주, 구미, 대구, 합천, 밀양)의 기상, 기온, 일조시간, 일조량 측정자료에 대한 과거 10년(2006년~2015년) 월평균 값과 2016년 월평균 값을 비교·분석하였다.

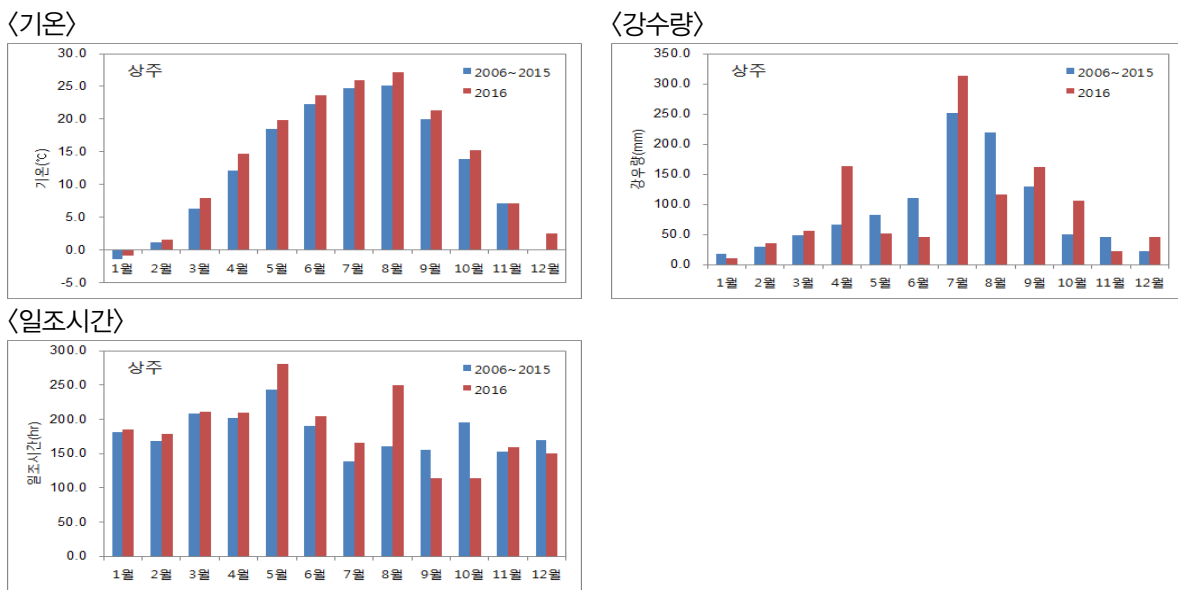
#### 상주 기상대 : 평균기온, 일조시간 및 강수량 증가

상주보와 낙단보 영향권에 위치한 상주기상대의 측정값 분석 결과, 2016년 연평균 기온은 13.8℃로 과거 10년 연평균 기온보다 1.3℃ 증가하였다. 강수량은 1136.2mm로 과거 10년 평균 강수량보다 약 55.3mm증가하였고 월별로는 4월과 7월, 9~10월에 강수량이 다소 많았다. 연간 일조시간은 약 2,220.6시간으로 과거 10년 일조시간의 평균인 약 2,164.2시간 보다 56시간 증가하였다. 특히 5월부터 8월까지의 일조 시간은 과거 10년보다 증가하였고, 9~10월에는 감소하였다.

표 2-2-13 상주기상대 기상 요소별 현황(1~12월)

| 기간        | 평균기온(℃) | 강수량(mm) | 일사합(MJ/m <sup>2</sup> ) | 일조시간(hr) |
|-----------|---------|---------|-------------------------|----------|
| 2006~2015 | 12.5    | 1,080.9 | —                       | 2,164.2  |
| 2016      | 13.8    | 1,136.2 | —                       | 2,220.6  |
| 증감        | 1.3(↑)  | 55.3(↑) | —                       | 56.4(↑)  |

그림 2-2-1 상주기상대(상주보, 낙단보) 기상 요소별 월평균 값



## ▣ 구미 기상대 : 평균기온 및 강수량 증가, 일조시간 감소

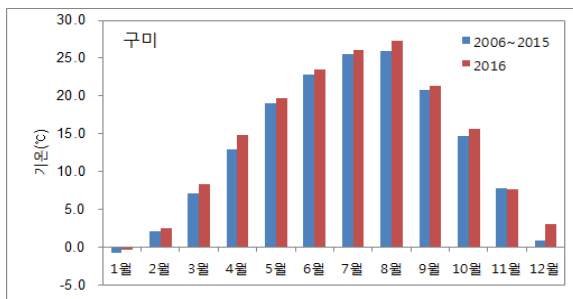
구미보와 칠곡보 유역에 영향을 미치는 구미기상대의 각 기상 요소별 측정값 분석 결과, 2016년 연평균 기온은 14.2℃로 과거 10년간 평균기온 보다 1.0℃ 증가하였다. 총강수량은 1208.0mm로 과거 10년 평균보다 약 123.5mm 증가하였으며, 특히 4월 강수량이 예년에 비해 2배 이상 증가하였고, 7~10월에 전체 강수량의 약 70%에 해당하는 833.7mm가 집중되었다. 2015년 일조시간은 2,006.3시간으로 과거 10년 일조시간보다 137.1시간 감소하였으며, 월별 일조시간의 변동은 강우시기와 반비례하여 증감하는 경향을 보였다.

표 2-2-14 구미기상대 기상 요소별 현황(1~12월)

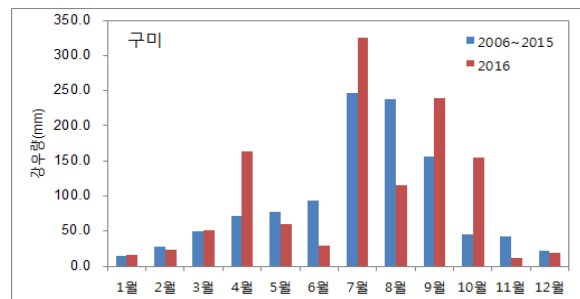
| 기간        | 평균기온(℃) | 강수량(mm)  | 일사합(MJ/m <sup>2</sup> ) | 일조시간(hr) |
|-----------|---------|----------|-------------------------|----------|
| 2006~2015 | 13.2    | 1,084.5  | —                       | 2,143.4  |
| 2016      | 14.2    | 1,208.0  | —                       | 2,006.3  |
| 증감        | 1.0(↑)  | 123.5(↑) | —                       | 137.1(↓) |

그림 2-2-2 구미기상대(구미보, 칠곡보) 기상 요소별 월평균 값

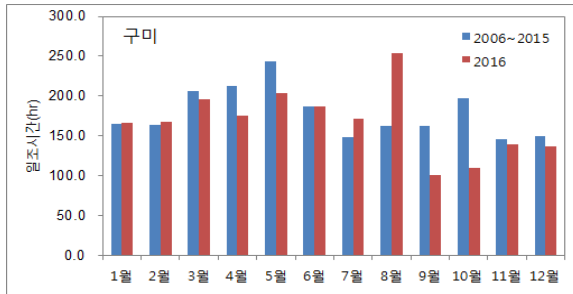
### <기온>



### <강수량>



### <일조시간>





## 대구 기상관측소 : 평균기온은 비슷, 강수량과 일조시간은 증가

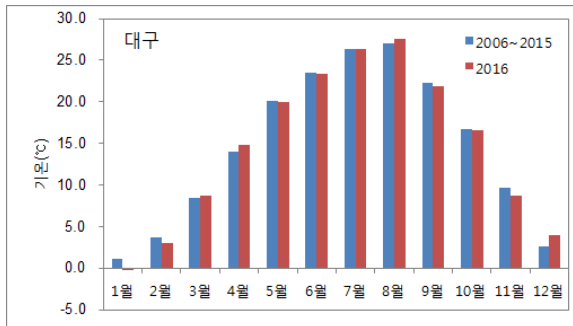
강정고령보와 달성보 유역에 영향을 미치는 대구 기상관측소의 각 기상 요소별 측정값 분석 결과, <표 2-2-16>에서와 같이 2016년 연평균 기온은 14.6℃로 과거 10년 연평균과 같았다. 2016년 연간 강수량은 1,227.1mm로 과거 10년 평균인 1,050.1mm보다 약 177.0mm 증가하였고, 전체 강우의 약 50%가 7월과 9월에 집중되었다. 2016년 연중 일조시간은 약 2,277.9시간으로 과거 10년간 평균인 2,273.1 시간보다 4.8시간 증가하였고, 월별로는 5월과 8월에 일조시간이 250시간 이상으로 연중 높았고, 강우와 태풍 등의 영향으로 9~10월에 비교적 일조시간이 적은 것으로 관측되었다.

표 2-2-15 대구 기상관측소 기상 요소별 현황(1~12월)

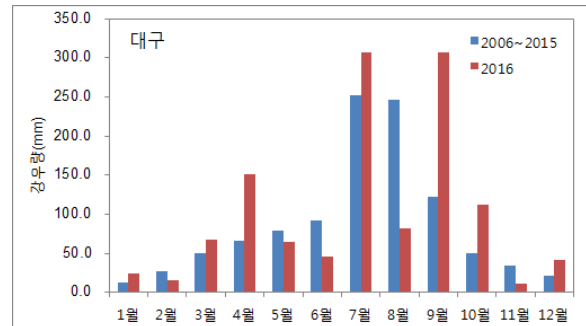
| 기간        | 평균기온(℃) | 강수량(mm)  | 일사량(MJ/m <sup>2</sup> ) | 일조시간(hr) |
|-----------|---------|----------|-------------------------|----------|
| 2006~2015 | 14.6    | 1,050.1  | —                       | 2,273.1  |
| 2016      | 14.6    | 1,227.1  | —                       | 2,277.9  |
| 증감        | 0.0(—)  | 177.0(↑) | —                       | 4.8(↑)   |

그림 2-2-3 대구 기상관측소(강정고령보, 달성보) 기상 요소별 월평균 값

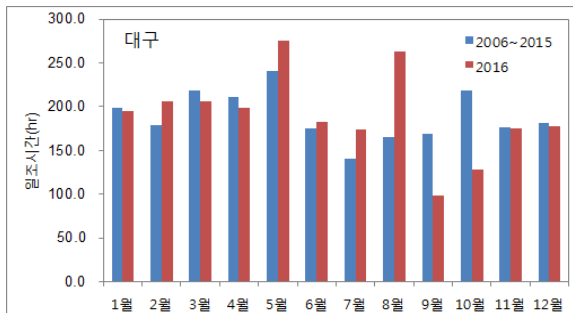
### 〈기온〉



### 〈강수량〉



### 〈일조시간〉



## ▣ 합천 기상관측소 : 평균기온, 강수량, 일조시간 증가

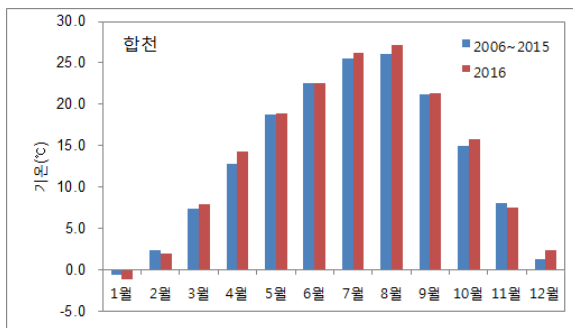
합천창녕보 유역에 위치한 합천 기상관측소의 기상 요소별 측정값 분석 결과, 2016년 연평균 기온은 13.8℃로 과거 10년 평균 보다 0.4℃ 높았다. 2016년 강수량은 총 1,505.3mm로 과거 10년 평균보다 약 210mm 증가하였고, 시기별로는 봄철인 4월과 가을철 9~10월 강수량이 크게 증가하였다. 2016년 일조시간은 2,231.6시간으로 과거 10년 일조시간의 평균인 2,116.2시간 보다 115.5시간 증가하였고, 월별로는 5~8월까지 일조시간이 높았고 9~10월에는 강우의 영향으로 감소하는 패턴을 보였다.

표 2-2-16 합천 기상관측소 기상 요소별 현황(1~12월)

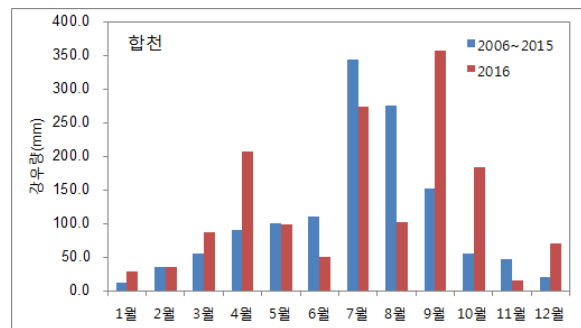
| 기간        | 평균기온(℃) | 강수량(mm)  | 일사합(MJ/m <sup>2</sup> ) | 일조시간(hr) |
|-----------|---------|----------|-------------------------|----------|
| 2006~2015 | 13.4    | 1,295.4  | —                       | 2,116.2  |
| 2016      | 13.8    | 1,505.3  | —                       | 2,231.6  |
| 증감        | 0.4(↑)  | 210.0(↑) | —                       | 115.5(↑) |

그림 2-2-4 합천 기상관측소(합천창녕보) 기상 요소별 월평균 값

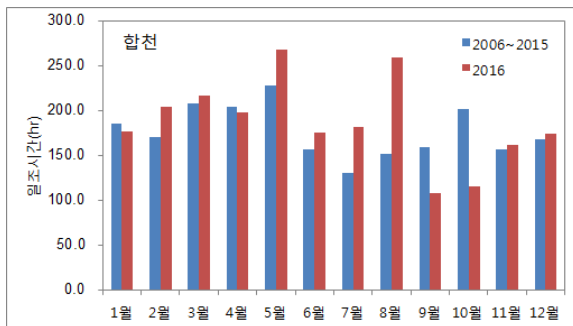
〈기온〉



〈강수량〉



〈일조시간〉



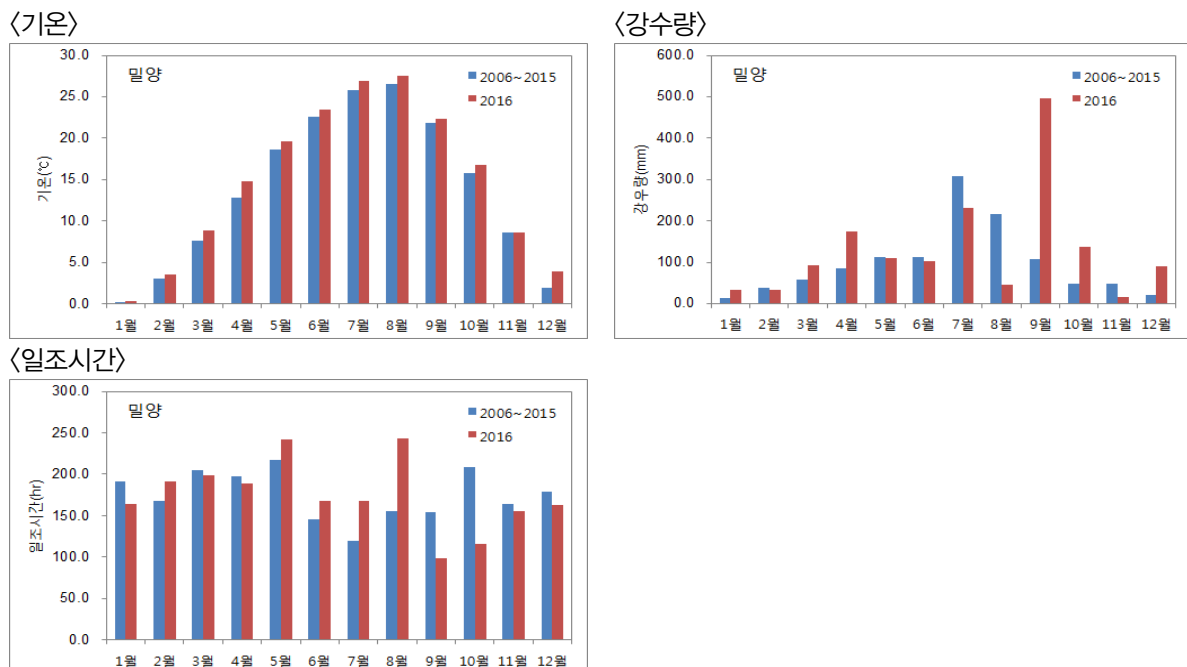
## ▣ 밀양 기상관측소 : 평균기온, 강수량 증가, 일조시간 감소

창녕함안보 유역의 밀양 기상관측소의 기상 요소별 측정값 분석 결과, 2016년 연평균 기온은 14.7℃로 과거 10년간 평균기온보다 0.9℃ 증가하였다. 강수량은 1,567.9mm가 내려 과거 10년간 평균 강수량보다 395.4mm 많았고, 특히 9월에 약 500mm가 집중되어 월별 강수량 편차가 매우 큰 것으로 나타났다. 2016년 일조시간은 2,094.7시간으로 과거 10년간 평균 일조시간 2,104.4시간 보다 약 9.7시간 감소하였으며, 월별로는 합천 기상자료와 마찬가지로 5~8월에 일조시간이 비교적 높고, 강우의 영향으로 9~10월에 낮았다.

표 2-2-17 밀양 기상관측소 기상 요소별 현황(1~12월)

| 기간        | 평균기온(℃) | 강수량(mm)  | 일사합(MJ/m <sup>2</sup> ) | 일조시간(hr) |
|-----------|---------|----------|-------------------------|----------|
| 2006~2015 | 13.8    | 1,172.5  | —                       | 2,104.4  |
| 2016      | 14.7    | 1,567.9  | —                       | 2,094.7  |
| 증감        | 0.9(↑)  | 395.4(↑) | —                       | 9.7(↓)   |

그림 2-2-5 밀양 기상관측소(창녕함안보) 기상 요소별 월평균 값



## 나. 체류시간 분석

### 상반기 체류시간 비교적 길고, 4월 이후 체류시간 감소

2015년 8월부터 지속된 가뭄의 영향으로 2016년 3월까지 체류시간이 전년 동기간 대비 다소 증가하였다. 1~3월까지의 2015년보다 체류시간이 1.0~7.8배 증가하여 전년 동기간보다 수체 흐름이 좋지 않았다. 그러나 이후 기간에는 2015년과 비교하여 현저하게 짧은 체류시간을 확인할 수 있었다. 월별로는 강우가 집중되었던 7월에 평균 체류시간이 1.4일로 연중 가장 짧았고, 9월과 10월에 각각 2.8일, 3.7일로 비교적 수체 흐름이 양호하였으나, 11월 이후 다시 증가하는 경향을 보였다.

표 2-2-18 낙동강수계 보 구간 월평균 체류시간 비교(2015년 vs. 2016년)

(단위: 일)

| 월  | 상주보         |             |             | 낙단보         |             |             | 구미보         |             |             | 칠곡보         |             |             |
|----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|    | 2015<br>(A) | 2016<br>(B) | 비율<br>(B/A) | 2015<br>(A) | 2016<br>(B) | 비율<br>(B/A) | 2015<br>(A) | 2016<br>(B) | 비율<br>(B/A) | 2015<br>(A) | 2016<br>(B) | 비율<br>(B/A) |
| 1  | 5.8         | 24.6        | 4.2         | 6.3         | 23.3        | 3.7         | 7.8         | 33.5        | 4.3         | 12.5        | 49.1        | 3.9         |
| 2  | 5.6         | 24.6        | 4.4         | 6.1         | 20.8        | 3.4         | 7.4         | 57.5        | 7.8         | 11.8        | 43.8        | 3.7         |
| 3  | 4.4         | 10.6        | 2.4         | 4.5         | 8.6         | 1.9         | 6.8         | 14.1        | 2.1         | 9.9         | 17.7        | 1.8         |
| 4  | 4.0         | 4.8         | 1.2         | 4.1         | 3.9         | 1.0         | 6.3         | 5.6         | 0.9         | 7.4         | 7.9         | 1.1         |
| 5  | 6.2         | 5.5         | 0.9         | 7.2         | 5.4         | 0.8         | 15.5        | 8.0         | 0.5         | 14.8        | 11.3        | 0.8         |
| 6  | 4.5         | 5.2         | 1.2         | 5.1         | 6.3         | 1.2         | 8.6         | 11.0        | 1.3         | 10.6        | 12.6        | 1.2         |
| 7  | 4.9         | 0.9         | 0.2         | 4.5         | 0.9         | 0.2         | 6.3         | 1.4         | 0.2         | 6.8         | 1.7         | 0.3         |
| 8  | 8.9         | 5.1         | 0.6         | 9.7         | 5.4         | 0.6         | 16.9        | 9.6         | 0.6         | 18.1        | 11.6        | 0.6         |
| 9  | 15.2        | 3.0         | 0.2         | 13.7        | 2.5         | 0.2         | 25.3        | 3.4         | 0.1         | 24.6        | 4.0         | 0.2         |
| 10 | 11.7        | 4.2         | 0.4         | 15.0        | 3.2         | 0.2         | 26.5        | 4.4         | 0.2         | 30.2        | 4.9         | 0.2         |
| 11 | 10.9        | 7.4         | 0.7         | 9.4         | 7.2         | 0.8         | 14.6        | 11.3        | 0.8         | 16.9        | 13.4        | 0.8         |
| 12 | 14.0        | 7.3         | 0.5         | 12.1        | 6.8         | 0.6         | 21.7        | 9.6         | 0.4         | 23.4        | 13.5        | 0.6         |

| 월  | 강정고령보       |             |             | 달성보         |             |             | 합천창녕보       |             |             | 창녕함안보       |             |             |
|----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|    | 2015<br>(A) | 2016<br>(B) | 비율<br>(B/A) | 2015<br>(A) | 2016<br>(B) | 비율<br>(B/A) | 2015<br>(A) | 2016<br>(B) | 비율<br>(B/A) | 2015<br>(A) | 2016<br>(B) | 비율<br>(B/A) |
| 1  | 15.3        | 39.7        | 2.6         | 8.1         | 27.8        | 3.4         | 8.2         | 23.4        | 2.9         | 8.1         | 12.0        | 1.5         |
| 2  | 13.5        | 41.6        | 3.1         | 8.0         | 23.7        | 3.0         | 8.4         | 19.6        | 2.3         | 8.2         | 10.2        | 1.2         |
| 3  | 9.8         | 22.2        | 2.3         | 5.4         | 8.8         | 1.6         | 5.6         | 7.8         | 1.4         | 4.9         | 5.1         | 1.0         |
| 4  | 8.1         | 6.9         | 0.9         | 4.1         | 3.2         | 0.8         | 4.3         | 3.1         | 0.7         | 3.0         | 2.3         | 0.8         |
| 5  | 21.9        | 11.0        | 0.5         | 10.7        | 6.3         | 0.6         | 9.4         | 5.9         | 0.6         | 4.2         | 3.4         | 0.8         |
| 6  | 13.5        | 14.4        | 1.1         | 8.0         | 9.1         | 1.1         | 7.7         | 8.9         | 1.2         | 6.2         | 5.7         | 0.9         |
| 7  | 6.9         | 2.0         | 0.3         | 3.7         | 1.4         | 0.4         | 3.2         | 1.4         | 0.4         | 2.5         | 1.7         | 0.7         |
| 8  | 20.9        | 13.9        | 0.7         | 8.8         | 8.3         | 0.9         | 7.4         | 8.0         | 1.1         | 5.5         | 6.8         | 1.2         |
| 9  | 35.1        | 3.9         | 0.1         | 13.1        | 1.9         | 0.1         | 10.9        | 1.7         | 0.2         | 6.8         | 1.8         | 0.3         |
| 10 | 55.2        | 5.2         | 0.1         | 21.8        | 2.7         | 0.1         | 18.1        | 2.3         | 0.1         | 12.1        | 2.3         | 0.2         |
| 11 | 23.8        | 19.7        | 0.8         | 9.2         | 11.8        | 1.3         | 9.4         | 9.6         | 1.0         | 8.9         | 7.5         | 0.8         |
| 12 | 24.3        | 19.1        | 0.8         | 13.9        | 10.7        | 0.8         | 12.7        | 8.6         | 0.7         | 8.1         | 6.2         | 0.8         |

#### 다. 수질인자 분석

보 설치 이후 기상 및 수리·수문 조건에 따른 수질 인자의 변화 경향을 분석하고자, 낙동강 수계 8개 보 지점에서 측정한 수질인자들에 대한 2013년~2015년 월평균 값과 2016년 월평균 값을 비교·분석하였다.

## 상주보 : 총질소 증가, 클로로필-a총인 농도 감소

2016년 결빙시기를 제외한 1~12월 평균 수온은 15.2℃였으며, 5월부터 수온이 20℃ 이상으로 상승하여 8월에 최고수온을 보인 후 감소하였다. 클로로필-a 농도의 경우 연평균 농도는 13.7mg/m³로 지난 3년간 평균 15.1mg/m³ 보다 1.4mg/m³ 낮았고, 12월을 제외하고 연중 비슷한 농도를 유지하였다. 총질소는 2016년 평균 농도 2.572mg/L로 지난 3년간 연평균 값인 2.369mg/L보다 0.203mg/L 증가, 월별로는 2~4월까지 지난 3년 평균 대비 높았고, 6월에 총질소 농도가 연중 가장 낮았다. 총인 농도는 2016년 평균 0.025mg/L로, 지난 3년 평균 0.035mg/L 대비 약 20% 감소하였으며, 월별로는 강수량 증가로 인한 오염물질 유입량의 증가 등의 영향으로 지난 3년 대비 7월의 총인 농도가 비교적 높았다.

그림 2-2-6 낙동강 상주보 지점 수온 및 수질 농도 변화

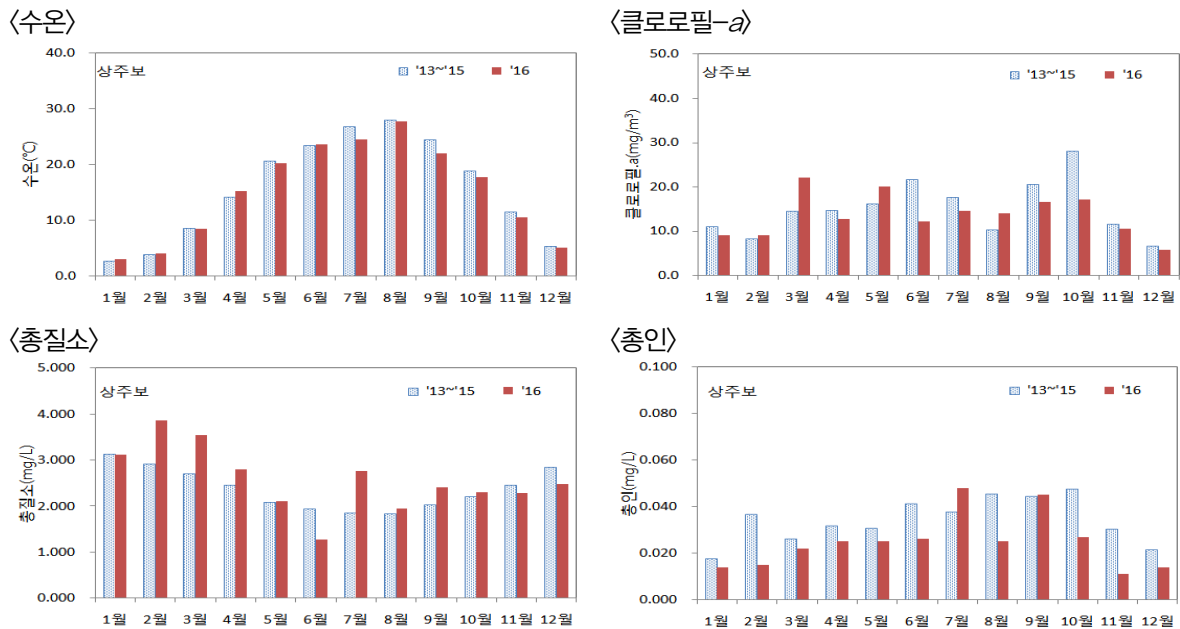


표 2-2-19 상주보 수질인자 변화 비교

| 기간        | 수온(℃) | 클로로필.a(mg/m³) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|-------|---------------|-----------|----------|
| 2013~2015 | 15.7  | 15.1          | 2.369     | 0.035    |
| 2016      | 15.2  | 13.7          | 2.572     | 0.025    |
| 증감        | —     | 1.4(↓)        | 0.203(↑)  | 0.010(↓) |

※ 2013~2015년, 2016년 동절기(1~2월) 결빙기간 발생으로 인해 연평균 수온 비교 제외

❏ 낙단보 : 총질소 증가, 클로로필-*a*·총인 농도 감소

2016년 결빙기간을 제외한 1월~12월 평균 수온은 15.5℃로 8월에 28.7℃로 최고 수온을 보였고, 9월 이후부터 지난 3년간 평균 수온보다 다소 낮은 경향을 보이고 있다. 클로로필-*a* 농도는 연평균 11.8mg/m<sup>3</sup>로 지난 3년 평균 18.8mg/m<sup>3</sup>보다 30% 이상 감소하였다. 총 질소와 총인 농도의 경우, 각각 연평균 2.499mg/L, 0.027mg/L로 총질소는 지난 3년 평균 농도보다 5% 증가한 반면, 총인 농도는 20% 이상 감소하였다.

그림 2-2-7 낙동강 낙단보 지점 수온 및 수질 농도 변화

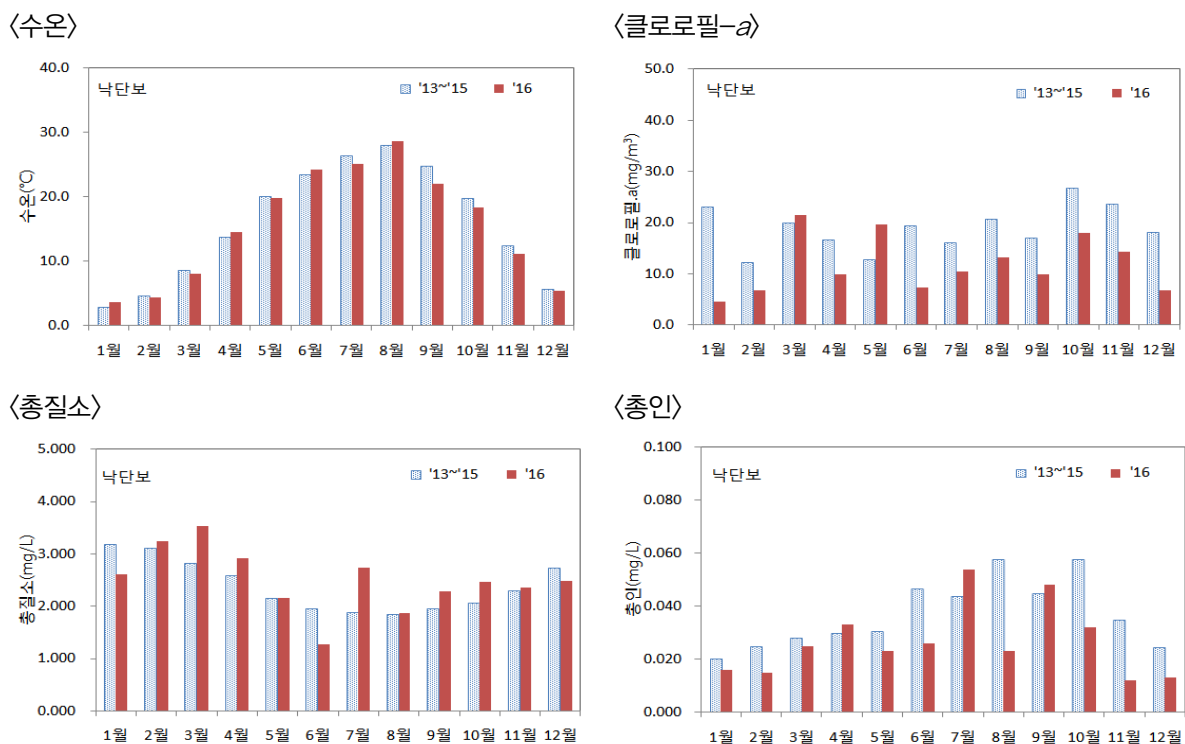


표 2-2-20 낙단보 수질인자 변화 비교

| 기간        | 수온(℃) | 클로로필.a(mg/m <sup>3</sup> ) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|-------|----------------------------|-----------|----------|
| 2013~2015 | 15.9  | 18.8                       | 2.366     | 0.037    |
| 2016      | 15.5  | 11.8                       | 2.499     | 0.027    |
| 증감        | -     | 7.0(↓)                     | 0.133(↑)  | 0.010(↓) |

※ 2013~2015년, 2016년 동절기(1~2월) 결빙기간 발생으로 인해 연평균 수온 비교 제외

## ▣ 구미보 : 총질소 증가, 클로로필-*a*·총인 농도 감소

구미보의 2016년 결빙기간을 제외한 1월~12월 평균 수온은 15.8℃로 월별로는 2~8월의 평균 수온은 지난 3년과 큰 차이를 보이지 않았으며, 9월 이후에는 지난 3년 대비 수온이 다소 낮았다. 2016년 평균 클로로필-*a* 농도는 13.7mg/m<sup>3</sup>로 지난 3년 평균 17.1mg/m<sup>3</sup> 보다 약 15% 감소하였으며, 월별로는 규조류가 우점하는 10월부터 증가하기 시작하여 11월에 27.7mg/m<sup>3</sup>로 연중 최고값을 보였다. 총 질소는 연평균 2.424mg/L로 지난 3년간 평균 농도보다 0.144mg/L 증가하였고, 총인의 경우 0.027mg/L로 지난 3년 평균보다 약 30% 감소하였다.

그림 2-2-8 낙동강 구미보 지점 수온 및 수질 농도 변화

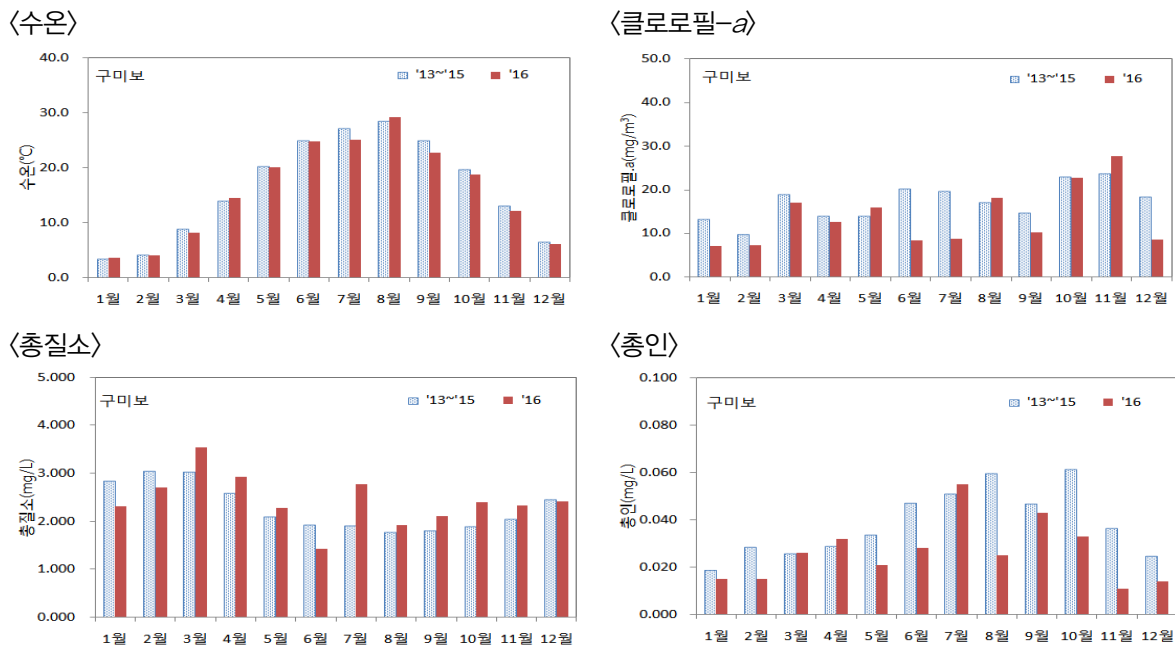


표 2-2-21 구미보 수질인자 변화 비교

| 기간        | 수온(℃) | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|-------|-------------------------------------|-----------|----------|
| 2013~2015 | 16.2  | 17.1                                | 2,280     | 0.039    |
| 2016      | 15.8  | 13.7                                | 2,424     | 0.027    |
| 증감        | —     | 3.4(↓)                              | 0.144(↑)  | 0.012(↓) |

※ 2013~2015년, 2016년 동절기(1~2월) 결빙기간 발생으로 인해 연평균 수온 비교 제외



## ❏ 칠곡보 : 총질소 증가, 클로로필-*a*총인 농도 감소

2016년도 결빙기간을 제외한 1월~12월 칠곡보의 연평균 수온은 16.1℃를 나타내었다. 클로로필-*a*의 연평균 농도는 16.3mg/m<sup>3</sup>로서 지난 3년 평균 21.0mg/m<sup>3</sup>보다 4.7mg/m<sup>3</sup> 감소하였다. 특히, 강우가 집중되었던 7월과 9월에 클로로필-*a* 농도가 지난 3년 대비 크게 감소하는 경향을 나타내었다. 총질소 농도는 연평균 2.823mg/L로 지난 3년 평균 농도 2.800mg/L보다 증가하였으며, 월별 변동은 예년과 유사한 패턴을 보였으나 1월의 농도가 지난 3년 대비 다소 낮았다. 총인 농도는 2016년 평균 0.032mg/L로 지난 3년 평균 0.049mg/L 대비 약 30% 이상 감소하였으며, 월별로는 7월과 9~10월에 총인 농도가 비교적 높았으나, 전체적으로 과거 3년간 평균보다 감소하는 경향을 나타내었다.

그림 2-2-9 낙동강 칠곡보 지점 수온 및 수질 농도 변화

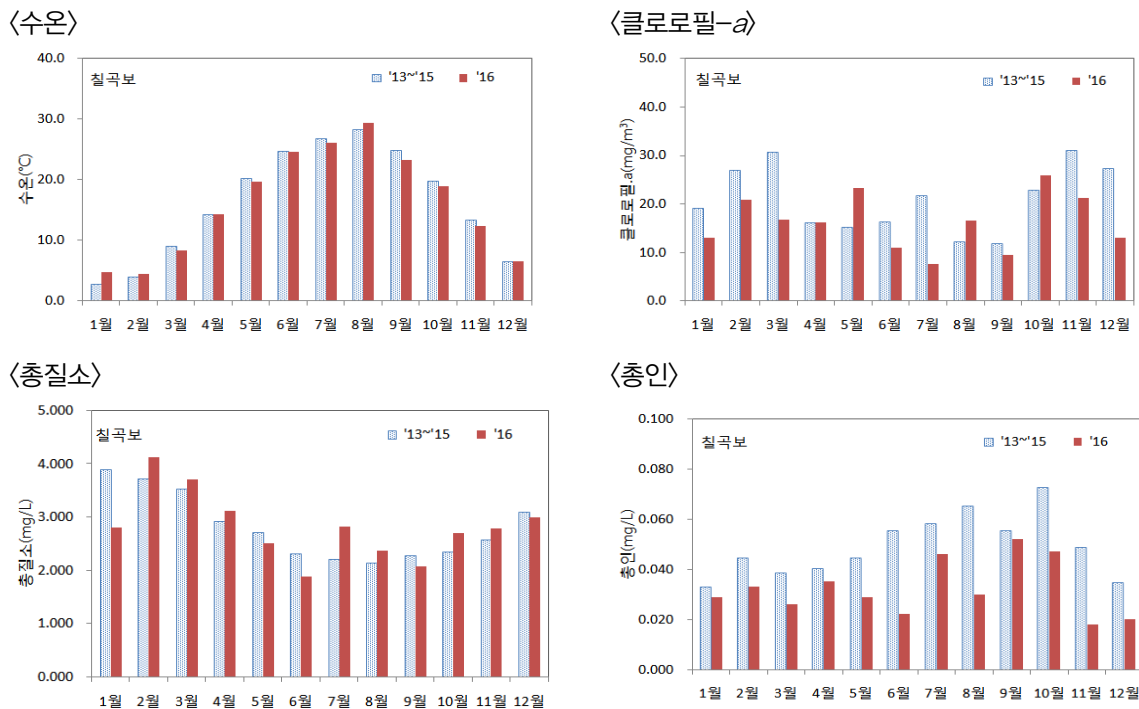


표 2-2-22 칠곡보 수질인자 변화 비교

| 기간        | 수온(℃) | 클로로필.a(mg/m <sup>3</sup> ) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|-------|----------------------------|-----------|----------|
| 2013~2015 | 16.2  | 21.0                       | 2.800     | 0.049    |
| 2016      | 16.1  | 16.3                       | 2.823     | 0.032    |
| 증감        | -     | 4.7(↓)                     | 0.023(↑)  | 0.017(↓) |

※ 2013~2015년, 2016년 동절기(1~2월) 결빙기간 발생으로 인해 연평균 수온 비교 제외

## 강정고령보 : 클로로필-*a*·총질소·총인 농도 모두 감소

강정고령보의 2016년 결빙기간을 제외한 1월~12월 연평균 수온은 15.7℃를 나타내었다. 클로로필-*a* 농도는 연평균 14.6mg/m<sup>3</sup>으로 지난 3년 평균 20.2mg/m<sup>3</sup>보다 약 25% 이상 감소하였다. 총 질소 농도는 2.596mg/L로 2013년~2015년 2.624mg/L보다 0.028mg/L 낮았다. 총인 농도의 경우, 2016년 평균 0.040mg/L로 지난 3년간 평균 0.050mg/L보다 약 20% 감소하였고, 월별로는 강우가 집중된 7월에 높았고, 6월에 연중 가장 낮은 농도를 보였다.

그림 2-2-10 낙동강 강정고령보 지점 수온 및 수질 농도 변화

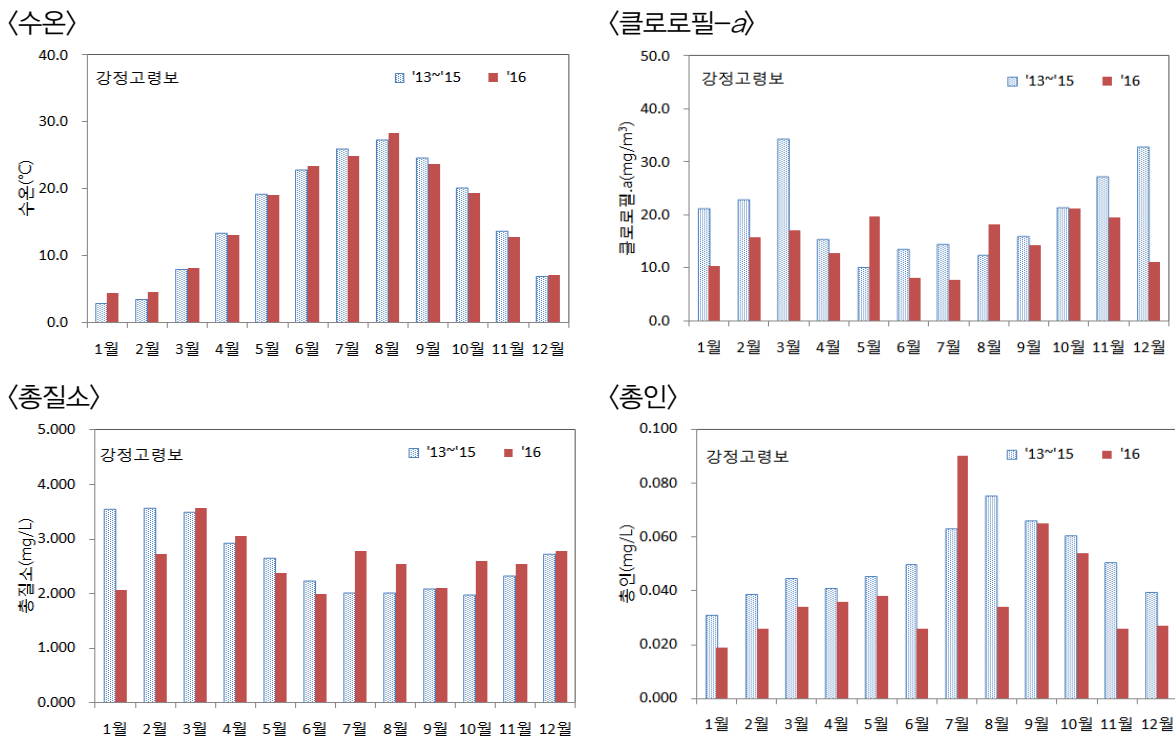


표 2-2-23 강정고령보 수질인자 변화 비교

| 기간        | 수온(℃) | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|-------|-------------------------------------|-----------|----------|
| 2013~2015 | 15.7  | 20.2                                | 2.624     | 0.050    |
| 2016      | 15.7  | 14.6                                | 2.596     | 0.040    |
| 증감        | —     | 5.6(↓)                              | 0.028(↓)  | 0.010(↓) |

※ 2013~2015년, 2016년 동절기(1~2월) 결측기간 발생으로 인해 연평균 수온 비교 제외

달성보 : 클로로필-*a*, 총질소, 총인 농도 감소

2016년 결빙기간을 제외한 1월~12월 달성보의 평균 수온은 16.4℃를 나타내었다. 클로로필-*a* 농도는 2016년 평균 20.6mg/m<sup>3</sup>로 지난 3년 평균 27.6mg/m<sup>3</sup>보다 감소하였으며, 총질소 농도는 2016년 평균 3.692mg/L로 2013년~2015년 3.746mg/L보다 0.054mg/L 감소하였다. 총인 농도는 2016년 평균 0.052mg/L로 지난 3년 평균 0.065mg/L 대비 20% 이상 감소한 것으로 나타났다. 월별로는 5~6월, 11~12월에 감소폭이 큰 것으로 나타났다.

그림 2-2-11 낙동강 달성보 지점 수온 및 수질 농도 변화

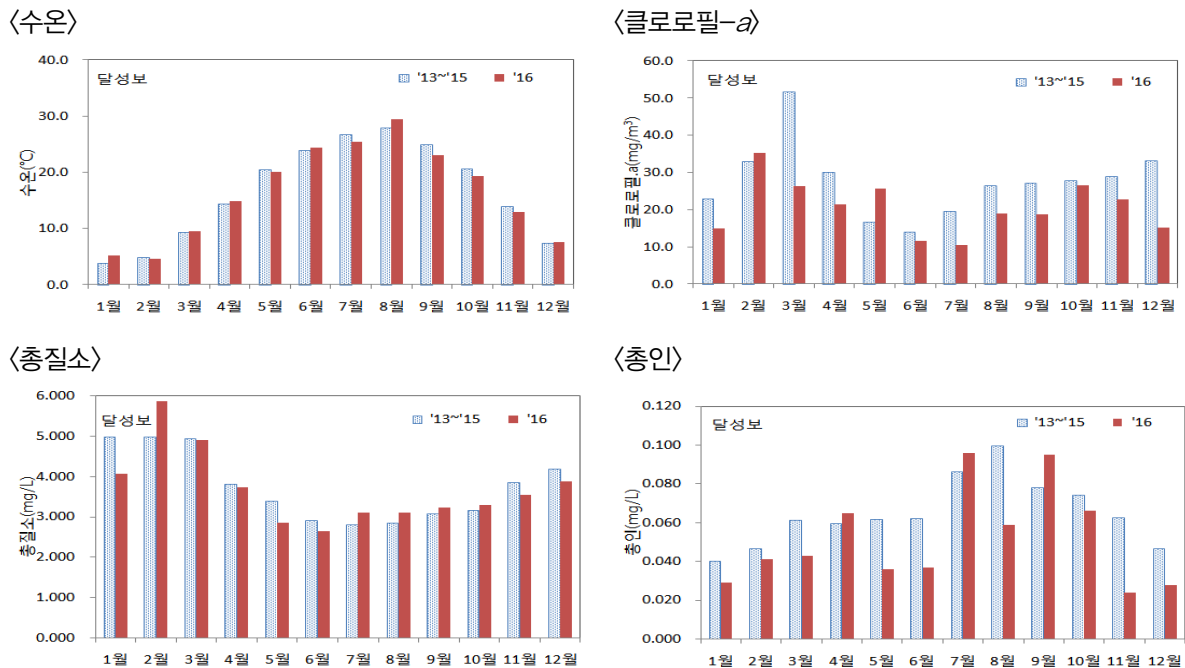


표 2-2-24 달성보 수질인자 변화 비교

| 기간        | 수온(℃) | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|-------|-------------------------------------|-----------|----------|
| 2013~2015 | 16.5  | 27.6                                | 3.746     | 0.065    |
| 2016      | 16.4  | 20.6                                | 3.692     | 0.052    |
| 증감        | -     | 7.0(↓)                              | 0.054(↓)  | 0.013(↓) |

※ 2013~2015년, 2016년 동절기(1~2월) 결빙기간 발생으로 인해 연평균 수온 비교 제외

## 합천창녕보 : 클로로필-*a*·총질소·총인 농도 감소

합천창녕보 평균수온은 2016년 결빙기간을 제외한 1월~12월 기간동안 16.3℃를 나타내었다. 2016년 연평균 클로로필-*a* 농도는 18.6mg/m<sup>3</sup>로 지난 3년 평균 24.5mg/m<sup>3</sup>보다 5.9mg/m<sup>3</sup> 감소하였으며, 월별로는 규조류가 주로 증식하는 1~4월, 남조류가 주로 우점하는 6~7월, 9월에 감소폭이 큰 것으로 나타났다. 총질소의 경우, 2016년에 평균 3.398mg/L로서 지난 3년 평균 3.457mg/L 보다 감소하였으며, 월별 변동은 큰 차이를 보이지 않았다. 총인 농도의 경우, 2016년 연평균 0.048mg/L로 지난 3년 평균 0.061mg/L 대비 약 20% 정도 감소하였으며, 월별로는 8월과 11~12월에 감소폭이 큰 것으로 나타났다.

그림 2-2-12 낙동강 합천창녕보 지점 수온 및 수질 농도 변화

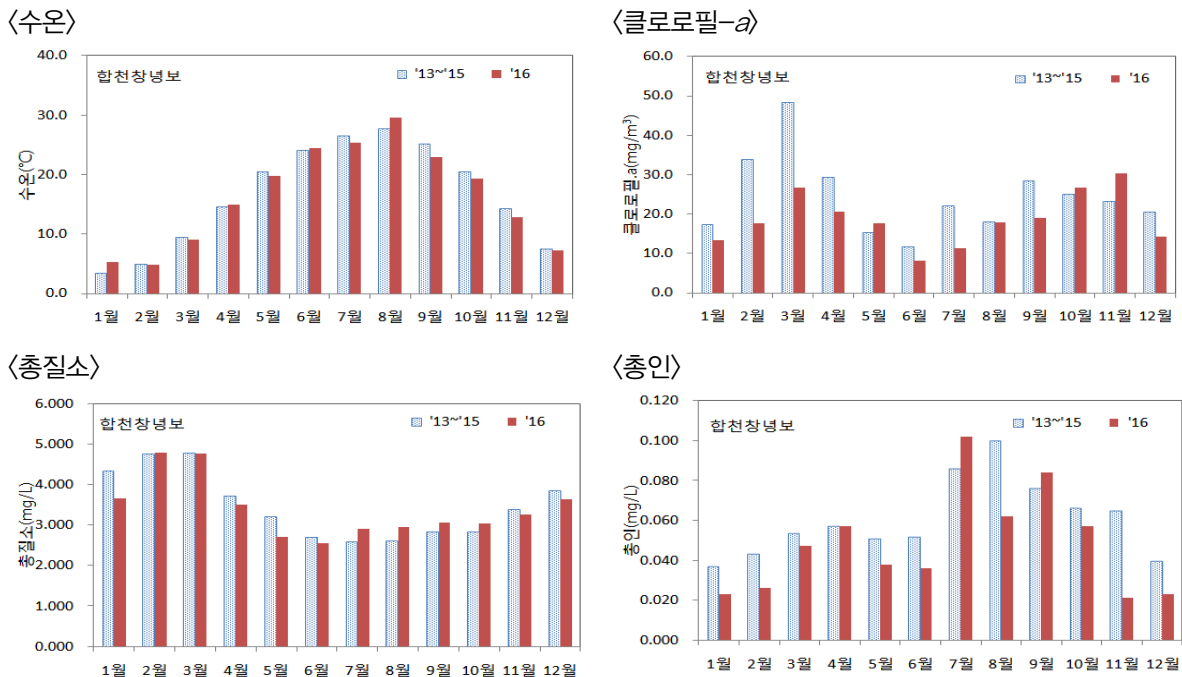


표 2-2-25 합천창녕보 수질인자 변화 비교

| 기간        | 수온(℃) | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|-------|-------------------------------------|-----------|----------|
| 2013~2015 | 16.6  | 24.5                                | 3.457     | 0.061    |
| 2016      | 16.3  | 18.6                                | 3.398     | 0.048    |
| 증감        | —     | 5.9(↓)                              | 0.059(↓)  | 0.013(↓) |

※ 2013~2015년, 2016년 동절기(1~2월) 결빙기간 발생으로 인해 연평균 수온 비교 제외

## 창녕함안보 : 클로로필-*a*·총질소·총인 농도 모두 감소

창녕함안보의 평균수온은 2016년 결빙기간을 제외한 1월~12월 기간동안 16.4℃를 나타내었다. 클로로필-*a*의 연평균 농도는 20.3mg/m<sup>3</sup>로 지난 3년 평균 26.5mg/m<sup>3</sup> 대비 약 20% 감소하였으며, 월별로는 규조류가 주로 우점하는 2~3월, 강우량이 많았던 7월과 9월에 감소폭이 큰 것으로 나타났다. 총질소 농도는 2016년 평균 2.669mg/L로 지난 3년 평균 2.826mg/L 보다 감소하였으며, 월별로는 1~3월에 연중 높은 농도를 보인 후 감소하는 양상을 나타내었다. 총인 농도는 0.047mg/L로 지난 3년 평균 0.057mg/L 대비 약 17% 정도 감소하였으며, 월별로는 7월에 총인 농도가 가장 높았고, 11월 이후 급격하게 감소하는 경향을 보였다.

그림 2-2-13 낙동강 창녕함안보 지점 수온 및 수질 농도 변화

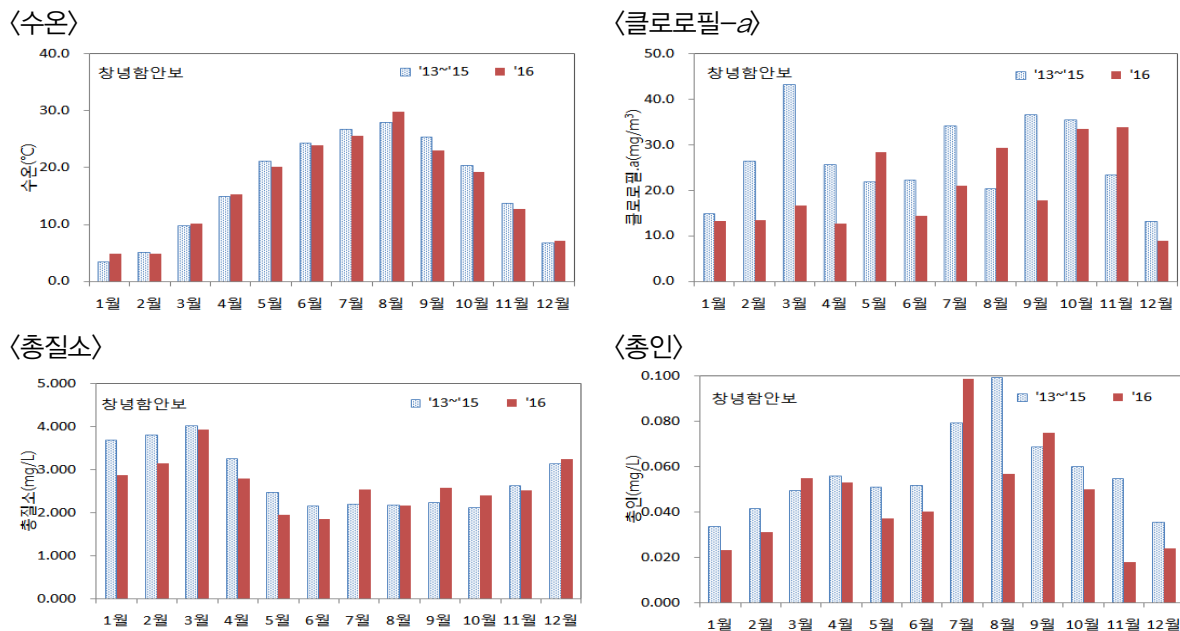


표 2-2-26 창녕함안보 수질인자 변화 비교

| 기간        | 수온(°C) | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|--------|-------------------------------------|-----------|----------|
| 2013~2015 | 16.7   | 26.5                                | 2.826     | 0.057    |
| 2016      | 16.4   | 20.3                                | 2.669     | 0.047    |
| 증감        | —      | 6.2(↓)                              | 0.157(↓)  | 0.010(↓) |

※ 2013~2015년, 2016년 동절기(1~2월) 결빙기간 발생으로 인해 연평균 수온 비교 제외

#### 4. 주요 이슈

##### 다시 발생한 겨울 녹조

2015년 12월 8일, 낙동강 강정고령지점에서는 조류경보제 ‘출현알림’ 단계가 발령된 후 같은 달 21일까지 14일간 지속되었다. 창녕·함안지점은 2015년 11월24일부터 12월 14일까지 21일간 조류경보제 ‘출현알림’ 단계(현 ‘관심’단계)가 발령되었다. 겨울철인 12월에 조류경보가 발령된 것은 2015년이 최초였다.

낙동강 창녕·함안지점에서는 2015년에 이어 2016년에도 조류경보 ‘관심’단계가 발령되었다. 11월 말부터 발생한 남조류는 2016년 12월 6일 조류경보 ‘관심’단계가 발령된 후 2주간 지속되었다.

강정고령보와 창녕함안보에서 겨울철인 12월에 유해남조류가 증가한 원인으로는 가을철 높은 기온의 영향으로 수온이 평년보다 높게 유지되고 넓은 범위의 수온조건에서 증식하는 광온성 사상형 남조류인 아파니조메논(*Aphanizomenon*)이 늦은 시기까지 출현하게 되었고, 보 수위와 저수량 및 방류량 감소로 수체 혼합 등이 약화되어 증식한 것으로 추정되었으나 정확한 원인은 규명되지 않았다. 이에 따라 환경부에서는 대구지방환경청(주관), 낙동강유역환경청, 국립환경과학원 등으로 구성된 T/F팀을 구성하여 낙동강유역의 유해남조류 발생 특성과 원인에 대한 연구를 2017년부터 3년간 실시할 계획이다.

표 2-2-27 낙동강 창녕함안지점의 체류시간 및 수온 현황

| 연도    | 체류시간(일) |       |       |       | 수온(℃) |       |       |       |
|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|       | 12월1주   | 12월2주 | 12월3주 | 12월4주 | 12월1주 | 12월2주 | 12월3주 | 12월4주 |
| 2014년 | 2.2     | 3.2   | 4.3   | 7.4   | 10.2  | 7.0   | 6.6   | 3.9   |
| 2015년 | 8.9     | 10.3  | 7.0   | 6.4   | 12.5  | 10.4  | 9.8   | 9.1   |
| 2016년 | 9.0     | 10.9  | 10.1  | 9.9   | 9.8   | 9.1   | 7.0   | 5.7   |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

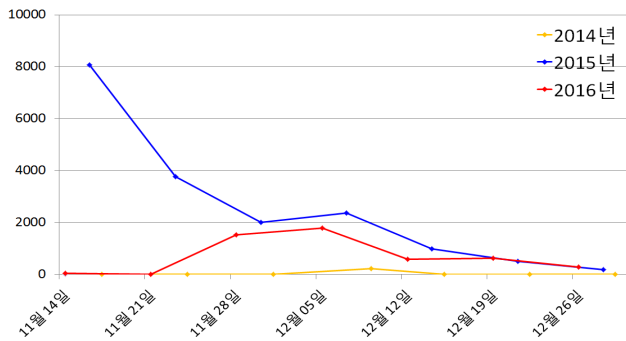


그림 2-2-14 낙동강 창녕함안지점 남조류 세포수



그림 2-2-15 아파니조메논 군집

표 2-2-28 2014~2016 겨울 창녕·함안보 유해남조류 발생량

단위 : (cells/mL)

| 연도    | 전체 유해남조류 세포수<br>(아파니조메논) |                 |                 |                |                |                |                  |                  |                  |              |              |
|-------|--------------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|--------------|--------------|
|       | 10월2주                    | 10월3주           | 10월4주           | 11월1주          | 11월2주          | 11월3주          | 11월4주            | 12월1주            | 12월2주            | 12월3주        | 12월4주        |
| 2014  | 2,265<br>(115)           | 9,050<br>(0)    | 620<br>(280)    | 315<br>(275)   | 0<br>(0)       | 0<br>(0)       | 0<br>(0)         | 0<br>(0)         | 225<br>(225)     | 0<br>(0)     | 0<br>(0)     |
| 2015* | 22,177<br>(0)            | 39,976<br>(364) | 39,934<br>(124) | 56,814<br>(38) | 11,162<br>(72) | 8,069<br>(296) | 3,358<br>(2,140) | 1,995<br>(1,140) | 2,360<br>(1,940) | 984<br>(984) | 492<br>(468) |
| 2016  | 521<br>(336)             | 154<br>(21)     | 115<br>(64)     | 9<br>(0)       | 88<br>(79)     | 40<br>(40)     | 0<br>(0)         | 1,532<br>(1,532) | 1,778<br>(1,751) | 589<br>(589) | 623<br>(523) |

\* 2015년 10월 1주~11월 3주까지는 여름부터 지속되어온 마이크로시스티스가 대부분 차지



## 참 고

## 일정별 주요사항

| 일 자  | 주요사항                           | 세부내용                                                                                  |
|------|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.24 | 낙동강 수질관리협의회(13차) 회의            | - 낙동강수계 조류발생 억제 등 수질개선을 위한 대응방안 논의를 위해 협의회 회의 개최                                      |
| 2.29 | 2016년 조류경보제 시행                 | - 상수원 등으로 이용되는 전국 28개 호소 및 하천을 대상으로 2016년 조류경보제 시행계획 시달(환경부)                          |
| 3.10 | 환경분야 부패척결을 위한 부단체장 간담회 실시      | - 환경분야 부패방지 계획 및 녹조우심지역 지자체 책임관리제 시행계획 공유                                             |
| 3.22 | 조류 대응 상황실 운영                   | - 조류 발생에 따른 단계별 대응 체제 구축, 조류 모니터링 체계 확립 등 조류 발생에 선제적으로 대응하여 피해를 최소화하기 위한 조류 대응 상황실 운영 |
| 3.23 | 정수장 운영관리협의회(1차) 개최             | - 2015년 수질 및 조류발생 현황을 공유하고 조류경보제 개정 내용, 녹조우심지역 지자체 책임관리제 등 논의                         |
| 3.24 | 제26회 댐·보 연계운영협의회 개최 (국토청 주관)   | - '16년 2/4분기 낙동강수계 댐과 보 등의 연계운영계획(안)에 대한 서면심의                                         |
| 3.30 | 녹조우심지역 지자체 책임관리제 실무협의회 개최      | - 낙동강유역 녹조우심지역 중점관리를 위한 지자체 책임관리제 도입 및 녹조사전예방협의회 운영 계획 공유                             |
| 3.30 | 1분기 낙동강 중상류 조류대응 실무위원회 개최      | - 낙동강 중상류 조류현황 및 전망, 향후대응 대책 등 논의                                                     |
| 3.31 | 만·관·군 합동 상수원 수중수변 정화활동 실시      | - 조류발생 저감을 위한 만·관·군 합동 상수원 수중수변 정화활동 실시(금호강 일대, 총 600명)                               |
| 4.15 | 낙동강 조류 저감을 위한 시·군 환경부서 실무회의 개최 | - 낙동강 중상류 조류현황 및 전망, 조류 저감을 위한 영양염류 배출시설 점검방안 등 논의                                    |
| 4.28 | 낙동강유역환경청 출입 기자단 대상 현장설명회 개최    | - 국민의 알권리 충족과 녹조 등 수질관리에 대한 올바른 이해를 도모하기 위하여 청 출입 기자단 대상 현장설명회 추진                     |
| 5.16 | 낙동강 「조류관리 상황실」 운영              | - 조류 발생 초기단계부터 신속하게 상황을 전파하고 적시에 조류저감 대응방안을 마련하기 위하여 상황실 운영 ('16.5.16~10.31)          |
| 5.24 | 녹조사전예방협의회(1차) 개최               | - 낙동강수계 2016년 조류전망 및 조류관리대책 추진현황 공유를 위해 협의회 회의 개최                                     |
| 5.31 | 창녕함안지점 조류경보(관심) 발령             | - 창녕함안지점 조류경보 '관심' 단계 (5.31~6.21, 22일)                                                |
| 6. 1 | 녹조사전예방협의회(2차) 개최               | - 창녕함안지점 조류경보 발령에 따른 기관별 대응현황 점검                                                      |
| 6. 2 | 수질예보제에 의한 '관심' 단계 최초 발령        | - 달성보 수질예보제 '관심' 단계 (6.2~6.28, 27일)<br>- 합천창녕보 수질예보제 '관심' 단계 (6.2~7.7, 36일)           |
| 6. 8 | 강정고령보 조류경보제 '관심' 단계 발령         | - 강정고령보 조류경보제 '관심' 단계 (6.8~7.11, 35일)                                                 |
| 6. 8 | 정수장 운영관리협의회(2차) 개최             | - 낙동강 조류발생 현황, 기상상황 및 조류발생전망, 수질정보 공유체계 유지방안 설명 및 기관별 선제적인 녹조대응 당부                    |
| 6. 9 | 2분기 낙동강 중상류 조류대응 실무 위원회 개최     | - 낙동강 중상류 조류현황 및 전망, 향후대응 대책 등 논의                                                     |



| 일 자  | 주요사항                            | 세부내용                                                                                                       |
|------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6.13 | 환경기초시설 운영협의회(1차) 개최             | - 시설별 방류수질 현황 및 관리실태, 시설별 오염물질 배출저감 활동 실적, 녹조발생 저감을 위한 방류수질 관리강화 방안 등 논의                                   |
| 6.14 | 구미보 수질예보제 '관심' 단계 발령            | - 구미보 수질예보제 '관심' 단계 (6.14~6.20, 7일)                                                                        |
| 6.17 | 녹조우심지역 지자체 책임관리제 실무협의회(2차)회의 개최 | - 지자체별 녹조우심지역 수질관리계획서 및 실적보고서 작성 요청                                                                        |
| 6.22 | 창녕함안지점 조류경보(경계) 발령              | - 창녕함안지점 조류경보 '경계' 단계 발령 (6.22~7.5, 14일)                                                                   |
| 6.22 | 제27회 댐·보 연계운영협의회 개최 (국토청 주관)    | - '16년 3/4분기 낙동강수계 댐과 보 등의 연계운영계획(안)<br>- 낙동강수계 댐-보-저수지 최적연계운영 시범 적용(안)<br>- 낙동강수계 펄스형 보 운영 시범적용(안)에 대한 심의 |
| 6.23 | 유관기관 자문회의 개최                    | - 2016년 하절기 기상전망 및 기상상황에 따른 남조류 거동 특성에 관한 유관기관(기상청, 물환경연구소) 회의 개최                                          |
| 6.24 | 조류대책위원회 구성·운영 규정 변경             | - 호소를 대상으로 하는 조류대책위원회를 하천구간 조류경보제 시행에 따라 낙동강 구간도 포함토록 예규 개정<br>※ 대구지방환경청 예규 제77호(2016.6.24)                |
| 6.29 | 조류 발생 저감을 위한 펄스형 보 운영 (1차)      | - 보 유입량을 활용하여 일정 간격으로 일시 방류 반복함으로써 녹조 등 수질환경 개선(칠곡보~창녕함안보)<br>* 사용수량 : 19백만㎥, 최대방류량 : 900㎥/초               |
| 6.29 | '16년 상반기 낙동강 중상류 조류대책위원회 개최     | - 교수, 물관리 관계기관으로 구성된 '낙동강 중상류 조류대책 위원회'구성하여 조류 추진정책 자문, 댐·보·저수지 최적연계 운영 및 펄스형 보 운영 방안 논의                   |
| 7. 5 | 창녕함안지점 조류경보 하향                  | - 창녕함안지점 조류경보 '경계'→'관심' 단계 하향 (7.6~7.11, 6일)                                                               |
| 7. 6 | 제28회 댐·보 연계운영협의회 개최 (국토청 주관)    | - 낙동강수계 댐-보-저수지 최적연계 현장 시범적용(안)에 대한 심의                                                                     |
| 7.27 | 환경기초시설 운영협의회(2차) 개최             | - 조류발생 현황 및 방류수질 관리를 위한 기관별 추진실적 점검                                                                        |
| 7.28 | 이상돈 의원 낙동강유역 현장방문               | - 창녕함안보, 칠서정수장, 합천창녕보 상류 연리들 등 방문 지역 주민 간담회 등 실시                                                           |
| 8. 2 | 창녕함안지점 조류경보(관심) 발령              | - 창녕함안지점 조류경보 '관심' 단계 발령 (8. 2~8.22, 21일)                                                                  |
| 8.4  | 상주보 수질예보제 '관심' 단계 발령            | - 상주보 수질예보제 '관심' 단계 (8.4~8.18, 15일)                                                                        |
| 8. 9 | 낙동강 수질관리협의회(14차) 개최             | - 창녕·함안 지점 조류경보 '관심'단계 발령 및 하절기 녹조대응을 위한 기관 간 협조사항 및 대응방안 등                                                |
| 8. 9 | 강정고령보 조류경보제 '관심' 단계 발령          | - 강정고령보 조류경보제 '관심' 단계 (8.9~9.12, 34일)                                                                      |
| 8. 9 | 낙동강수계 녹조대응을 위한 댐, 보 방류량 조정 요청   | - 녹조 개선을 위한 댐-보 연계 방류량 조정 요청<br>5개보(칠곡→창녕함안)34백만㎥+합천댐 9백만㎥                                                 |
| 8.10 | 합천창녕보 수질예보제 '관심' 단계 발령          | - 합천창녕보 수질예보제 '관심' 단계 발령(8.10~9.6, 18일)                                                                    |

| 일 자  | 주요사항                            | 세부내용                                                                                                          |
|------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8.10 | 사연호 조류경보(관심) 발령                 | - 사연호 조류경보 '관심' 단계 발령<br>(취수탑)8.10~30(21일), (반연리)8.10~9.8(30일)                                                |
| 8.10 | 조류 발생 저감을 위한 펄스형 보 운영<br>(2차)   | - 보 유입량을 활용하여 일정 간격으로 일시 방류 반복함으로써<br>녹조 등 수질환경 개선(칠곡보~창녕함안보)<br>* 사용수량 : 10백만 $m^3$ , 최대방류량 : 1,000 $m^3$ /초 |
| 8.10 | 낙단보 수질예보제 '관심' 단계 발령            | - 낙단보 수질예보제 '관심' 단계 (8.10~8.18, 9일)                                                                           |
| 8.11 | 제29회 댐·보 연계운영협의회 개최<br>(국토청 주관) | - 방류량 조정 요청에 따른 녹조대응 댐·보 운영계획(안)에 대한<br>심의                                                                    |
| 8.16 | 조류 발생 저감을 위한 낙동강수계<br>댐·보 연계운영  | - 5개보(칠곡~함안, 34백만 $m^3$ ) 및 합천댐(9백만 $m^3$ ) 연계운영<br>시행<br>- 방류 대상 5개보 구간 19개 지점에서 4일간(8.15~18) 모니터링<br>실시     |
| 8.18 | 남강호 조류경보(관심) 발령                 | - 남강호 조류경보 '관심' 단계 발령<br>(판문, 내동)8.18~9.12(26일)                                                               |
| 8.19 | 달성보 수질예보제 '관심' 단계 발령            | - 달성보 수질예보제 '관심' (8.19~9.6, 19일)                                                                              |
| 8.23 | 창녕함안지점 조류경보(경계) 발령              | - 창녕함안지점 조류경보 '경계' 단계 발령<br>(8.23~9.8, 17일)                                                                   |
| 8.25 | 정수장 운영관리협의회(3차) 개최              | - 낙동강 조류발생 현황 및 녹조우심시기 기관별 대응상황 점검                                                                            |
| 8.26 | 노회찬 의원 창녕함안보 현장방문               | - 창녕함안보, 칠서정수장 방문 어민 간담회 등 실시                                                                                 |
| 8.26 | 이원욱의원실 낙동강 현장방문                 | - 이원욱의원실 관계자, 박창근 교수 창녕함안보, 합천창녕보<br>현장수질 조사 실시                                                               |
| 8.28 | 조류 발생 저감을 위한 펄스형 보 운영<br>(3차)   | - 보 유입량을 활용하여 일정 간격으로 일시 방류 반복함으로써<br>녹조 등 수질환경 개선(창녕함안보 단독)<br>* 사용수량 : 4백만 $m^3$ , 최대방류량 : 900 $m^3$ /초     |
| 8.29 | 경상남도지사 낙동강 현장방문                 | - 창녕함안보, 칠서정수장 방문 녹조대응 상황 점검                                                                                  |
| 8.29 | 환경기초시설 운영협의회(3차) 개최             | - 조류발생 현황 및 대책, 안정적인 최종 방류수 총인 관리 방안<br>등 논의                                                                  |
| 8.30 | 더민주당 부산·경남지역 의원 낙동강<br>현장방문     | - 김영춘, 민홍철, 최인호, 서형수, 전재수, 박재호, 김해영,<br>문재인(전 위원) 등 하굿둑 개방 관련 간담회 참석                                          |
| 8.30 | 조류 발생 저감을 위한 펄스형 보 운영<br>(4차)   | - 보 유입량을 활용하여 일정 간격으로 일시 방류 반복함으로써<br>녹조 등 수질환경 개선(칠곡보~창녕함안보)<br>* 사용수량 : 7백만 $m^3$ , 최대방류량 : 1,000 $m^3$ /초  |
| 9. 1 | 조류 발생 저감을 위한 펄스형 보 운영<br>(5차)   | - 보 유입량을 활용하여 일정 간격으로 일시 방류 반복함으로써<br>녹조 등 수질환경 개선(칠곡보~창녕함안보)<br>* 사용수량 : 7백만 $m^3$ , 최대방류량 : 1,000 $m^3$ /초  |
| 9. 7 | 더민주당 의원 낙동강 현장방문                | - 이원욱, 최인호, 안호영, 송옥주 의원 영주댐, 창녕함안보 등<br>녹조 현장 방문(9.7~8)                                                       |
| 9. 9 | 조원진 의원 낙동강 현장방문                 | - 강정고령보, 매곡정수장 방문, 녹조대응 상황 점검                                                                                 |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 일 자   | 주요사항                         | 세부내용                                                               |
|-------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 9. 8  | 창녕함안지점 조류경보 하향               | - 창녕함안지점 조류경보 '경계'→'관심' 단계 하향 (9.9~26, 18일)                        |
| 9.19  | 합천창녕보 수질예보제 '관심' 단계 발령       | - 합천창녕보 수질예보제 '관심' 단계 발령(9.19~22, 4일)                              |
| 9.23  | 환경기초시설 운영협의회(4차) 개최          | - 조류발생 현황 및 방류수질 관리를 위한 기관별 추진실적 점검                                |
| 9.27  | 제30회 댐·보 연계운영협의회 개최 (국토청 주관) | - '17년 연간 댐과 보 등의 연계운영계획(안)에 대한 심의                                 |
| 9.29  | 3분기 낙동강 중상류 조류대책실무위원회 개최     | - 낙동강 중상류 조류현황 및 전망, 향후대응 대책 등 논의                                  |
| 9.30  | 조류바로알기 체험프로그램 실시(1차)         | - 녹조발생 현장, 정수장 견학 등을 통해 녹조 현상의 발생 특성·영향 등 정보 전달(지역소재 시민단체 회원 44명)  |
| 10.7  | 조류바로알기 체험프로그램 실시(2차)         | - 녹조발생 현장, 정수장 견학 등을 통해 녹조 현상의 발생 특성·영향 등 정보 전달(지역소재 시민단체 회원 41명)  |
| 10.14 | 조류바로알기 체험프로그램 실시(3차)         | - 녹조발생 현장, 정수장 견학 등을 통해 녹조 현상의 발생 특성·영향 등 정보 전달(지역소재 시민단체 주부 43명)  |
| 10.26 | 녹조사전예방협의회(3차) 개최             | - 2016년 기관별 녹조대응 사례 및 녹조우심지역 지자체 책임 관리제 추진현황 공유                    |
| 10.28 | 조류바로알기 체험프로그램 실시(4~5차)       | - 녹조발생 현장, 정수장 견학 등을 통해 녹조 현상의 발생 특성·영향 등 정보 전달(지역소재 대학생 67명)      |
| 10.29 | 조류바로알기 체험프로그램 실시(6차)         | - 녹조발생 현장, 정수장 견학 등을 통해 녹조 현상의 발생 특성·영향 등 정보 전달(지역소재 환경단체 대학생 24명) |
| 11.23 | 조류바로알기 체험프로그램 실시(7차)         | - 녹조발생 현장, 정수장 견학 등을 통해 녹조 현상의 발생 특성·영향 등 정보 전달(지역소재 대학생 31명)      |
| 11.29 | 녹조사전예방협의회(4차) 개최             | - 2016년 녹조발생현황 및 2017년 주요 업무계획 공유<br>- 방치준설선 관리 문제 논의              |
| 12. 6 | 창녕함안지점 조류경보(관심) 발령           | - 창녕함안지점 조류경보 '관심' 단계 발령 (12. 6~19, 14일)                           |
| 12. 7 | 녹조사전예방협의회(5차) 개최             | - 창녕함안지점 '관심'단계 발령에 따른 기관별 대응상황 점검                                 |
| 12.9  | 4분기 낙동강 중상류 조류대책실무위원회 개최     | - 낙동강 중상류 조류현황 및 전망, 향후대응 대책 등 논의                                  |
| 12.20 | 제31회 댐·보 연계운영협의회 개최 (국토청 주관) | - '17년 1/4분기 댐과 보 등의 연계운영계획(안)에 대한 심의                              |
| 12.21 | '16년 하반기 낙동강 중상류 조류대책위원회 개최  | - 교수, 물관리 관계기관으로 구성된 '낙동강 중상류 조류대책 위원회'구성하여 '17년도 조류 추진정책 자문 등     |

## 참 고

## 주요언론보도

| 보도일자 | 보도매체명     | 면  | 보도제목                                       |
|------|-----------|----|--------------------------------------------|
| 6.13 | 한국경제      | 31 | 이달에도 폭염 맹위... 하천엔 '녹조 비상'                  |
| 6.13 | 매일경제      | 27 | 불볕더위 이달에도 '맹위' 때이른 녹조.적조 가능성               |
| 6.13 | 세계일보      | 13 | 때 이른 폭염에 녹조 비상...                          |
| 6.14 | 뉴시스       |    | 환경연합 4대강 조사위, "낙동강 일부 지역에 녹조 가득"... 물관리 비상 |
| 6.16 | TV 조선     |    | 뒤덮은 녹조...장마 와도 불안                          |
| 6.23 | SBS[8시뉴스] |    | 아직 초여름인데... 벌써 녹조로 뒤덮인 낙동강                 |
|      | 한겨레       | 14 | 낙동강 조류 울들어 첫 '경계단계'                        |
|      | 한국일보      | 16 | 낙동강 창녕.함안보 조류경보 '경계'                       |
|      | 연합뉴스      |    | 낙동강 함안창녕보 녹조 경계 발령... 고온현상이 원인             |
| 8.8  | 문화일보      | 10 | 전국 녹조 확산... 먹는 물 관리 '비상'                   |
| 8.10 | 건설경제      | 3  | 울산 상수원 사연호에 녹조 확산                          |
| 8.11 | SBS[8시뉴스] |    | 물 표면에서 '빠꼼'... 녹조에 물고기도 '헉헉'               |
| 8.12 | 동아일보      | 15 | 식수원 녹조 확산... 팔당호도 비상                       |
|      | 중앙일보      | 22 | 폭염 때문에... 물은 썩고 과채류는 타고 '올빼미족' 피서도         |
|      | 서울신문      | 16 | 낙동강 녹조, 창원 본포 취수장까지                        |
|      | 아주경제      | 18 | 낙동강 '녹조라떼' 또 발생                            |
|      | 연합뉴스      |    | 주요 식수원 하천.호수 '녹조' 비상... 수질관리 강화            |
|      | MBN 뉴스    |    | 취수원 녹조 비상... 높은 수온에 '부패'                   |
| 8.13 | 세계뉴스      | 23 | 해마다 반복되는 녹조현상 막을 근본 대책 없는 건가               |
|      | KBS[9시뉴스] |    | 폭염에 '녹조 경보' 확산... 식수원도 '비상'                |
| 8.15 | 연합뉴스      |    | 낙동강 일부지역 산소 '제로'... '로봇 물고기'만 살 수 있다       |
|      | 뉴스1       |    | 4대강 사업이후 '녹조' 중상류로 확대... "재자연화" 촉구         |
| 8.16 | 서울신문      | 15 | "낙동강, 어류 죽고 로봇 물고기만 남을 것"                  |
|      | 경향신문      | 13 | '녹색물감 푼 듯' 낙동강 녹조 확산... 오늘 5개 보방류          |

| 보도일자 | 보도매체명     | 면  | 보도제목                                      |
|------|-----------|----|-------------------------------------------|
| 8.17 | 경향신문      | 12 | “낙동강 보 모두 개방해야 녹조 줄어” 국토보, 수공 내부부고서 통해 확인 |
|      | 한겨레       | 1  | 녹조 라떼 대방출                                 |
|      | MBC[5시뉴스] |    | 폭염에 낙동강 녹조 심각, 부산 지역 식수 ‘비상’              |
| 8.18 | 경향신문      | 27 | 이번엔 폭염 녹조, 사철 녹조 낙동강 이대로 안된다.             |
| 8.19 | 연합뉴스      |    | 4대강 녹조확산... 정수하면 사람이 먹어도 될까               |
|      | 연합뉴스      |    | 같은 낙동강인데... 수질예보.조류경보 나눠 적용 “헛갈려”         |
| 8.21 | SBS[8시뉴스] |    | 녹조 뒤덮인 낙동강 ‘참혹’... 씨 마른 물고기               |
|      | YTN       |    | 폭염에 녹조 확산... 수돗물 관리 비상                    |
|      | YTN       |    | 4대강 녹조 빠르게 확산... 폭염 피해 심각                 |
|      | 연합뉴스      |    | ‘녹조라떼’ 낙동강서 빈 그물 들고 막연자살한 늙은 어부           |
|      | 뉴스1       |    | 낙동강, 금강 등 조류 ‘초비상’... 남.북한강, 녹조 ‘미검출’     |
|      | 뉴스1       |    | 한노위 더민주 의원, 오늘 낙동강 녹조현장 점검                |
| 8.23 | 한겨레       | 11 | 낙동강 녹조라떼 최악 ‘식수 비상’                       |
|      | 서울신문      | 10 | 태풍만 기다리는 ‘낙동강 녹색지옥’                       |
|      | KBS[9시뉴스] |    | 낙동강 녹조 확산... 수질 ‘관심단계’ 발령                 |
|      | SBS[8시뉴스] |    | 녹색 없애려 ‘찜뭍 방류’... 여전한 녹색 강물               |
| 8.27 | KBS[7시뉴스] |    | ‘녹조 비상’ 낙동강서 물놀이 권하는 지자체                  |
| 8.29 | 세계일보      | 8  | 낙동강 녹조 해소 위해 함안보 수문 개방                    |
|      | 서울신문      | 8  | 녹조 없애라... 낙동강 창녕함안보 수문 방류                 |
|      | KBS[6시뉴스] |    | 녹조 확산, 수돗물 발암 물질 ‘급증’                     |
| 8.30 | 아시아경제     | 6  | 녹조비상, 9월까지 간다                             |
|      | 헤럴드경제     | 6  | 계절은 폭염을 밀어냈는데... 강.호수 ‘녹조 몸살’은 9월에도 지속    |
|      | 연합뉴스      |    | 9월에도 주요 식수원 하천 ‘녹조’ 비상... 물 관리 강화         |
| 9.4  | 연합뉴스      |    | ‘폐수 탓이나, 보 설치 탓이나’ 낙동강 녹조 원인공방 진실은        |

### 제3절 금강 수계

#### 1. 금강 수계 일반현황

##### 가. 수계 조류 발생 특성

금강은 전라북도 장수군 신무산에서 발원하여 군산에서 서해로 흘러드는 우리나라에서 3번째로 큰 강으로 길이는 401km, 유역면적은 9,885km<sup>2</sup>이다.

금강 상류에는 용담호와 대청호가 있으며, 중하류 구간에 세종보, 공주보 백제보 총 3개의 보가 설치되어 있으며 대청호 및 보 구간에서 매년 조류발생으로 녹조현상이 빈번하게 관측되고 있다.

##### 나. 조류관리제(조류경보제, 수질예보제) 적용 구간

##### 조류경보제 운영 지점

금강수계에서 조류경보제를 운영하고 있는 호소는 대청호, 용담호, 보령호 등 3개 호소이며 운영현황은 아래와 같다.

표 2-3-1 금강수계 조류경보제 운영호소

| 호소명 | 대표 채수 위치   | 운영기관     |
|-----|------------|----------|
| 대청호 | 추동, 문의, 회남 | 금강유역환경청  |
| 용담호 | 댐앞, 취수탑    | 새만금지방환경청 |
| 보령호 | 취수탑        | 금강유역환경청  |

 수질예보제 운영 지점

수질예보제는 4대강 보 설치로 인한 조류 발생을 사전에 예측하기 위하여 2012년부터 4대강 보 구간에 대하여 운영해 오고 있다. 금강수계에서는 세종보, 공주보, 백제보 등 3개 보에서 운영하고 있다.

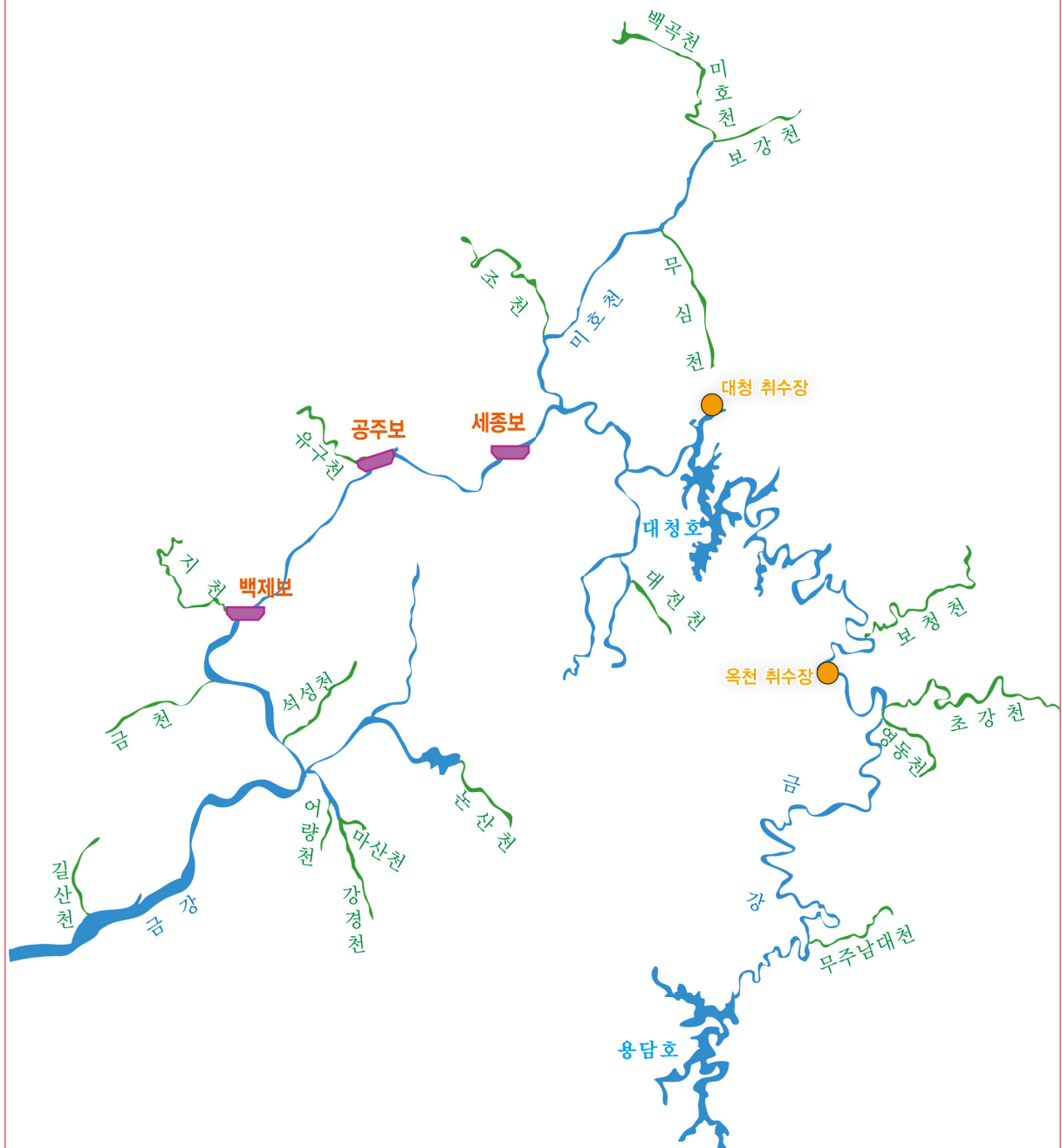
표 2-3-2 강수계 수질예보제 운영지점

| 지 점 | 대표 채수 위치       | 운영기관    |
|-----|----------------|---------|
| 세종보 | 세종보 상류 500m 지점 | 국립환경과학원 |
| 공주보 | 공주보 상류 500m 지점 | 국립환경과학원 |
| 백제보 | 백제보 상류 500m 지점 | 국립환경과학원 |



〈 금강수계 조류경보제, 수질예보제(보구간) 지점 현황도 〉

금강 유역 현황도





## 2. 2016년 조류발생 현황

### 가. 총평

2016년 금강수계의 조류발생 현황을 전체적으로 살펴보면, 대표적인 상수원인 대청호에서 조류경보가 비교적 장기간(‘관심’단계 91일) 유지되었다. 이는 7월 초 집중강우 이후 9월까지 비가 적게 오면서 집중강우시 유입된 오염물질이 호내 장기간 체류한 것이 원인이라고 할 수 있다. 이 밖의 상수원 호소(보령호, 용담호)에서는 경보가 발령되지 않았다. 또한, 하류 구간에 위치한 3개 보의 경우 수질예보 발령과 해제가 반복되었다.

표 2-3-3 2016년 금강수계 조류경보 및 수질예보 발령 현황

| 지점          | 조류경보제 |    |     | 수질관리단계 발령<br>(관심-주의-경계-심각)                          |
|-------------|-------|----|-----|-----------------------------------------------------|
|             | 관심    | 경계 | 대발생 |                                                     |
| 대청호<br>(91) | 91일   | -  | -   | 대상아님                                                |
| 보령호<br>(-)  | -     | -  | -   |                                                     |
| 용담호<br>(-)  | -     | -  | -   |                                                     |
| 세종보<br>(33) | 대상아님  |    |     | 관심 : 33일(8.17~9.18)                                 |
| 공주보<br>(77) |       |    |     | 관심 : 77일<br>(3.24~4.4, 5.25~6.16, 8.8~9.18)         |
| 백제보<br>(46) |       |    |     | 관심 : 38일(8.4~8.16, 8.25~9.18)<br>주의 : 8일(8.17~8.24) |

### 나. 주요 상수원 호소

#### 대청호 91일간 조류경보(관심) 발령

대청호는 1998년 조류경보제를 시행한 이후 1999년과 2014년을 제외하고 매년 조류경보가 발령되었다. 2016년의 경우에도 7월 초(7.1~6) 집중강우(321.4mm, 대전)의 영향으로 영양염류가 유입·확산되어 7월 말부터 유해 남조류 세포 수가 크게 증가하여 8월 3일 조류경보 ‘관심’ 단계가 발령되었다.

대청호 유역의 8월 강수량은 57.4mm(대전)로 평년 329.5mm의 17.4%에 불과하였고, 폭염이 지속되어 평균 기온의 경우에도 27.9℃로 평년 25.6℃보다 2.3℃가 높았다. 이로 인해 일사량과 체류시간이 증가하는 등 조류 발생에 유리한 환경이 조성되었다. 이후 대청호의 유해 남조류 세포 수는 9월까지 지속적으로 ‘관심’ 단계 발령 기준인 1,000cells/mL를 초과하였다.

9월 중순(9.16~18) 집중강우(117.2mm, 대전) 이후 대청호의 유해 남조류 세포 수는 감소추세를 보였는데, 9월 말부터 상류에 위치한 회남 수역에서 유해 남조류 세포 수가 ‘관심’ 단계 기준 미만으로 출현하여 10월 6일 조류경보 ‘관심’ 단계가 해제되었고, 10월 26일 추동 수역, 11월 2일 문의 수역 순으로 조류경보 ‘관심’ 단계가 해제되었다.

2016년 대청호는 총 91일간 조류경보가 발령되었는데, 이는 2015년의 54일보다 크게 늘어난 것으로 2016년 대청호 조류발생 원인은 7월 초 집중강우 이후 폭염에 따른 수온상승, 8월 이후 가뭄에 의한 체류시간 증가 등의 요인이 영향을 미친 것으로 보인다. 다만, 2016년부터 조류경보 발령 기준이 클로로필-*a* 농도와 유해남조류 세포수 기준에서 유해남조류 세포수 단일기준으로 변경되었으며, 채수방식이 표층 채수에서 상·중·하 혼합채수로 변경되었는데, 이로 인해 조류경보일수가 증가한 것으로 분석되나 정확한 비교는 어렵다.(2015년 기준을 2016년 측정값에 적용시 조류경보 ‘관심’단계 14일 발령되나, 채수방식의 변경으로 정확한 비교가 어려움)

표 2-3-4 연도별 대청호 조류발생 현황

| 연도   | 전체<br>발령기간<br>(중복제외) | 회남          |            | 추동          | 문의<br>(청주취수장) |
|------|----------------------|-------------|------------|-------------|---------------|
|      |                      | 관심<br>(주의보) | 경계<br>(경보) | 관심<br>(주의보) | 관심<br>(주의보)   |
|      | 307                  | 203         | 43         | 221         | 139           |
| 2010 | 59                   | 59          | —          | 43          | 29            |
| 2011 | 57                   | 57          | —          | 29          | 48            |
| 2012 | 90                   | 40          | 43         | 62          | 48            |
| 2013 | 47                   | 33          | —          | 47          | —             |
| 2014 | —                    | —           | —          | —           | —             |
| 2015 | 54                   | 14          | —          | 40          | 14            |
| 2016 | 91                   | 64          | —          | 84          | 91            |

표 2-3-5 2016년도 대청호 월별(최대치) 조류발생 현황

| 구 분               | 5월 | 6월  | 7월    | 8월    | 9월    | 10월   | 11월 |
|-------------------|----|-----|-------|-------|-------|-------|-----|
| 남조류 세포수(cells/mL) | 38 | 442 | 8,170 | 8,630 | 8,540 | 3,898 | 80  |

|                                                                                   |                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |
| 회남 수역(2016.8.11)                                                                  | 문의 수역(2016.8.16.)                                                                  |

#### 용담호 및 보령호는 조류경보 미발령

용담호는 6월말까지는 유해 남조류가 전혀 검출되지 않다가, 7월에 들어와서 남조류가 나타나기 시작하여 수온이 점차 상승하면서 남조류가 일부 수역에 번식하였는데, 그 수치는 최고 383cells/mL로 조류주의보 수준에는 크게 미달하여 2016년도 용담호의 조류발생은 미미한 것으로 확인되었다.

표 2-3-6 2016년도 용담호 월별(최대치) 조류발생 현황

| 구 분               | 5월 | 6월 | 7월  | 8월  | 9월  | 10월 | 11월 |
|-------------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 남조류 세포수(cells/mL) | -  | -  | 311 | 383 | 132 | 29  | -   |

보령호는 7월초 집중강우의 영향으로 유해 남조류 세포 수가 일시적으로 2,042cells/mL에 이른 것을 제외하면 연중 조류경보 발령 기준(1,000cells/mL) 미만으로 양호한 수준을 유지하였다.

표 2-3-7 2016년도 보령호 월별(최대치) 조류발생 현황

| 구 분               | 5월  | 6월  | 7월    | 8월  | 9월  | 10월 | 11월 |
|-------------------|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|
| 남조류 세포수(cells/mL) | 414 | 886 | 2,042 | 860 | 240 | 430 | 232 |

#### 다. 본류 3개 보 구간(수질예보제 적용 구간)

##### 전년 대비 수질관리단계 발령기간 감소

금강수계 3개 보는 7월 초(7.1~6) 집중 강우(265.5mm, 부여) 이후 영양염류 유입으로 8월 4일 백제보 수질관리 ‘관심’ 단계 발령을 시작으로, 공주보 8월 8일, 세종보 8월 17일 수질 관리 ‘관심’ 단계가 발령되었다. 이후 폭염에 따른 수온상승, 일조량 증가, 가뭄 대비를 위한 대청조정지댐의 방류량 감소 등 조류발생에 유리한 환경이 조성되어 백제보에서는 고농도 조류(최대 145,198cells/mL)가 발생하였고, 수질관리 ‘주의’ 단계(8.17~24)까지 이르기도 하였다. 그러나 9월 중순(9.16~18) 집중 강우(116.5mm, 부여)의 영향으로 9월 18일 3개 보 모두 수질관리단계가 해제되어, 전년에 비해 수질관리단계 발령 기간이 감소(203→156일)하였다. 특히 3개 보 중 가장 하류에 위치한 백제보는 8월 조류발생 강도는 높았으나, 발령 기간이 전년에 비해 절반 가까이 감소(91→46일)하였다.

표 2-3-8 금강 최근 5년간 수질관리단계 발령일수

(단위 : 일)

|     | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|-----|------|------|------|------|------|
| 세종보 | 13   | 8    | 36   | 61   | 33   |
| 공주보 | 44   | 31   | 51   | 51   | 77   |
| 백제보 | 4    | 44   | 21   | 91   | 46   |
| 합계  | 61   | 83   | 108  | 203  | 156  |

표 2-3-9 2015~2016년 대청조정지 방류량, 보 수역 수온 및 대전지역 강수량(7~9월)

| 구 분                       | 7월        |           | 8월        |           | 9월        |           |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                           | 2015      | 2016      | 2015      | 2016      | 2015      | 2016      |
| 대청조정지 방류량<br>(평균, m³/sec) | 29.1      | 120.7     | 21.9      | 29.1      | 12.1      | 21.6      |
| 보 수역 수온(°C)               | 23.8~27.5 | 18.7~27.5 | 23.7~29.9 | 22.6~31.3 | 21.7~27.1 | 21.2~26.0 |
| 강수량(mm)<br>(대전지역)         | 145.6     | 367.9     | 51.6      | 57.4      | 18.5      | 196.0     |

\* 대청조정지 방류량 = 발전방류량 + 여수로방류량

### 3월 24일 공주보 수질관리 ‘관심’ 단계 최초 발령

이른 기온 상승과 무강우 지속, 대청조정지댐 방류량 감소 등의 영향으로 3월 말부터 공주보에서 클로로필-*a* 농도가 증가하여 예년보다 이르고, 전년 대비해서는 1개월 여 이른 3월 24일 수질관리 ‘관심’ 단계가 최초로 발령되었다. 전체적으로는 규조류(*Stephanodiscus* sp. 등)가 우점하였으나, 백제보 등 금강 일부 수역에서 유해남조류(*Anabaena*)가 120~140cells/mL가 관측되었다.

표 2-3-10 최근 3년간 대청조정지댐 방류량, 3월 말 수온, 수질관리단계 최초 발령일자(2014~2016년)

| 구 분                                    | 2014년         | 2015년          | 2016년          |
|----------------------------------------|---------------|----------------|----------------|
| 대청조정지 방류량<br>(평균, m <sup>3</sup> /sec) | 19.8          | 37.9           | 10.6           |
| 보 수역<br>3월 말 수온(°C)                    | 11.7~15.0     | 10.5~12.8      | 10.3~12.6      |
| 수질관리단계 발령<br>(연도별 최초 발령일자)             | 4.1일<br>(공주보) | 4.21일<br>(백제보) | 3.24일<br>(공주보) |

표 2-3-11 금강수계 보의 3월 조류발생 현황

| 구간명 | 측정항목                                | 채수일자 |      |      |      |      |
|-----|-------------------------------------|------|------|------|------|------|
|     |                                     | 3.7  | 3.14 | 3.21 | 3.28 | 3.30 |
| 세종보 | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 27.2 | 17.4 | 47.9 | 81.8 | 89.8 |
|     | 남조류 세포수(cells/mL)                   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 공주보 | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 33.5 | 47.7 | 75.3 | 72.5 | 77.9 |
|     | 남조류 세포수(cells/mL)                   | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 백제보 | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 57.2 | 53.3 | 54.2 | 44.3 | 35.1 |
|     | 남조류 세포수(cells/mL)                   | 0    | 0    | 0    | 140  | 120  |

## 세종보 수역 부착조류 발생

4월 초 금강수계 3개 보 수역에 강우 예보로 조류농도 감소가 예상됨에 따라 공주보에 발령되었던 수질관리 ‘관심’ 단계는 4월 5일 해제되었다. 4월 금강 3개 보(세종보·공주보·백제보) 수역은 규조류(*Stephanodiscus* sp.), 기타조류(*Chroomonas* sp.) 등이 우점하였고, 3개 보 모두 유해남조류가 관측되었다.

세종보에서는 봄철 수온 상승, 얕은 수심 등의 영향으로 하상의 부착조류가 수면에 부상하여 스컴을 형성하였고, 녹조제거선을 이용하여 만곡부 등 정체수역에 머물러있는 부착조류 수거 작업을 실시하였다.

표 2-3-12 금강수계 보의 4월 조류발생 현황

| 구간명 | 측정항목                   | 채수일자 |       |      |      |
|-----|------------------------|------|-------|------|------|
|     |                        | 4.4  | 4.11  | 4.18 | 4.25 |
| 세종보 | 클로로필- <i>a</i> (mg/m³) | 81.1 | 127.5 | 34.5 | 29.8 |
|     | 남조류 세포수(cells/mL)      | 0    | 0     | 125  | 0    |
| 공주보 | 클로로필- <i>a</i> (mg/m³) | 63.1 | 49.0  | 39.4 | 31.0 |
|     | 남조류 세포수(cells/mL)      | 0    | 0     | 50   | 60   |
| 백제보 | 클로로필- <i>a</i> (mg/m³) | 16.4 | 66.5  | 53.9 | 48.1 |
|     | 남조류 세포수(cells/mL)      | 100  | 625   | 250  | 50   |





### 5월 25일 공주보 수질관리 ‘관심’ 단계 다시 발령

5월 초 세종보의 클로로필-*a* 농도가 134.9mg/m<sup>3</sup>에 이르는 등 금강수계 3개 보의 클로로필-*a* 농도가 높게 유지되었으나, 이후 대청조정지댐 방류량 증가(10.3→48.6m<sup>3</sup>/sec) 등의 영향으로 클로로필-*a* 농도가 다소 감소하였다. 5월 금강수계 3개 보는 전반적으로 규조류(*Stephanodiscus* sp.)가 우점하였는데, 백제보에서 일시적으로 기타조류(*Chroomonas* sp.)가 우점하였다. 5월 말부터 평년보다 높은 기온이 유지되어 클로로필-*a* 농도가 증가추세를 보이면서, 5월 25일 공주보 수역에 수질관리 ‘관심’ 단계가 발령되었다.

표 2-3-13 금강수계 보의 5월 조류발생 현황

| 구간명 | 측정항목                                | 채수일자  |      |      |      |      |
|-----|-------------------------------------|-------|------|------|------|------|
|     |                                     | 5.2   | 5.9  | 5.16 | 5.23 | 5.30 |
| 세종보 | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 134.9 | 45.5 | 46.0 | 22.9 | 17.6 |
|     | 남조류 세포수(cells/mL)                   | 0     | 0    | 0    | 0    | 0    |
| 공주보 | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 100.9 | 95.5 | 72.4 | 80.0 | 53.1 |
|     | 남조류 세포수(cells/mL)                   | 0     | 245  | 380  | 0    | 0    |
| 백제보 | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 77.2  | 93.7 | 76.1 | 62.3 | 65.2 |
|     | 남조류 세포수(cells/mL)                   | 0     | 0    | 0    | 50   | 0    |

## 6월 공주보 클로로필-*a* 고농도 지속

6월 들어서도 공주보 수역의 클로로필-*a* 농도가 높게 유지되어 수질관리 ‘관심’ 단계가 지속되다가, 6월 말 집중강우가 예보되어 클로로필-*a* 농도가 낮아질 것으로 예측되어 6월 17일 수질관리 ‘관심’ 단계가 해제되었다. 6월 세종보, 공주보 수역에서는 규조류(*Stephanodiscus* sp., *Cyclotella* sp.)가 우점하였고, 백제보 수역은 6월 초 규조류가 우점하다가 중순부터 녹조류(*Pandorina* sp.) 및 남조류(*Merismopedia* sp.)가 우점하였다. 금강수계 3개 보 수역은 5월 유해 남조류가 거의 출현하지 않았는데, 공주보 수역에는 6월 초, 백제보 수역에서는 6월 중순 이후 유해 남조류가 출현하였다.

표 2-3-14 금강수계 보의 6월 조류발생 현황

| 구간명 | 측정항목                                | 채수일자 |       |      |       |
|-----|-------------------------------------|------|-------|------|-------|
|     |                                     | 6.7  | 6.13  | 6.20 | 6.27  |
| 세종보 | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 42.6 | 58.5  | 75.8 | 101.2 |
|     | 남조류 세포수(cells/mL)                   | 0    | 0     | 0    | 0     |
| 공주보 | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 98.0 | 105.1 | 96.6 | 166.3 |
|     | 남조류 세포수(cells/mL)                   | 125  | 0     | 0    | 0     |
| 백제보 | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 50.4 | 54.6  | 29.3 | 67.3  |
|     | 남조류 세포수(cells/mL)                   | 0    | 110   | 180  | 184   |





## 7월 집중강우 영향으로 3년 만에 수질관리단계 미발령

금강수계 3개 보는 유해 남조류 세포 수가 23,840cells/mL(백제보)까지 이르렀던 2015년과는 다르게 7월 들어 7월 초(7.1~6) 장마전선의 영향으로 265.5mm(부여) 이상의 집중강우로 인해 흙탕물이 발생하고, 대청조정지댐 방류량 증가(7.7~21 평균 214.1 m<sup>3</sup>/sec) 등의 영향으로 전반적으로 클로로필-*a* 농도가 낮게 유지되어 수질관리단계가 발령되지 않았다. 7월 중순까지는 3개 보 모두 규조류(*Fragilaria* sp., *Cyclotella* sp.)가 우점하다가 7월 말 들어 세종보·공주보에서 남조류가, 백제보에서는 기타조류(*Chroomonas* sp.)가 우점하였다.

표 2-3-15 금강수계 보의 7월 조류발생 현황

| 구간명 | 측정항목                                | 채수일자 |      |      |
|-----|-------------------------------------|------|------|------|
|     |                                     | 7.11 | 7.18 | 7.25 |
| 세종보 | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 11.2 | 8.5  | 58.0 |
|     | 남조류 세포수(cells/mL)                   | 0    | 50   | 250  |
| 공주보 | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 9.9  | 15.8 | 47.3 |
|     | 남조류 세포수(cells/mL)                   | 0    | 0    | 80   |
| 백제보 | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 8.1  | 37.2 | 41.5 |
|     | 남조류 세포수(cells/mL)                   | 0    | 0    | 0    |



공주보 흙탕물 발생(2016.7.10)



백제보 흙탕물 발생(2016.7.10)

## 8월 금강 백제보 수역 녹조 대량 발생

수질관리단계가 발령되지 않은 7월과 달리, 8월 들어 금강수계 3개 보 수역에서는 7월 집중 강우에 따른 영양염류의 유입, 폭염에 따른 수온상승, 대청조정지댐 방류량 감소(7월 129.1m<sup>3</sup>/sec → 8월 37.8m<sup>3</sup>/sec) 등의 영향으로 클로로필-*a* 농도가 증가하고, 유해 남조류 세포 수가 증가하였다. 이에 따라 유해 남조류 세포 수 증가로 8월 4일 백제보에 수질관리 ‘관심’ 단계가 발령되고, 이후 8월 8일 공주보, 8월 17일에는 세종보에서 수질관리 ‘관심’ 단계가 발령되었다. 특히, 백제보 수역에서는 폭염 지속에 따른 수온 상승으로 8월 중순 이후 수온이 30℃를 넘어서면서 유해 남조류 세포 수도 지속적으로 상승하여 8월 16일 100,000cells/mL을 초과하면서 수질관리 ‘주의’ 단계가 발령되었고, 8월 18일 유해 남조류 세포 수는 145,198cells/mL로 2016년 들어 가장 높게 측정되었는데, 이후 8월 말 강우 및 수온하락의 영향으로 유해 남조류 세포 수가 감소하여 수질관리 ‘주의’ 단계가 8월 25일 ‘관심’ 단계로 완화 발령되었다.

표 2-3-16 금강수계 보의 8월 조류발생 현황

| 구간명 | 측정항목                                | 채수일자   |        |         |         |        |        |
|-----|-------------------------------------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|
|     |                                     | 8.1    | 8.8    | 8.16    | 8.18    | 8.24   | 8.29   |
| 세종보 | 수온(℃)                               | 27.0   | 29.4   | 29.4    | 29.5    | 27.6   | 22.6   |
|     | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 37.1   | 113.6  | 126.6   | 125.3   | 96.4   | 102.1  |
|     | 남조류 세포수(cells/mL)                   | 180    | 738    | 2,560   | 2,200   | 2,240  | 2,210  |
| 공주보 | 수온(℃)                               | 27.1   | 29.1   | 30.9    | 30.3    | 29.7   | 23.2   |
|     | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 88.3   | 46.6   | 67.2    | 65.1    | 76.9   | 94.8   |
|     | 남조류 세포수(cells/mL)                   | 3,190  | 5,426  | 23,350  | 7,470   | 7,040  | 1860   |
| 백제보 | 수온(℃)                               | 28.4   | 29.5   | 31.3    | 31.0    | 30.0   | 25.5   |
|     | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 78.2   | 43.2   | 40.0    | 51.3    | 45.6   | 44.5   |
|     | 남조류 세포수(cells/mL)                   | 12,884 | 22,530 | 108,170 | 145,198 | 39,780 | 18,880 |



백제보 상류 녹조현상 발생(2016.8.17)



녹조제거선 활용 녹조 수거(백제보)

## 9월 유해 남조류 세포 수 감소, 수질관리단계 발령 해제

9월에 들어 금강수계 3개 보의 유해 남조류 세포 수는 수온 하락 및 일사량 감소 등의 영향으로 10,000cells/mL 미만으로 관측되었고, 이후에도 감소추세가 이어졌다. 유해 남조류 세포 수 감소에도 불구하고 금강수계 3개 보는 클로로필-*a* 농도가 높게 유지되어 수질관리단계 ‘관심’ 단계 발령이 유지되었는데, 9월 중순(9.16~9.18) 집중 강우(116.5mm, 부여)의 영향으로 클로로필-*a* 농도가 감소하면서 9월 19일 수질관리단계 ‘관심’ 단계 발령이 해제되었다. 9월 중순까지는 규조류와 남조류가 번갈아 우점하다가, 9월 말부터는 3개 보 모두 규조류(*Cyclotella* sp.)가 우점하였다.

표 2-3-17 금강수계 보의 9월 조류발생 현황

| 구간명 | 측정항목                   | 채수일자  |       |       |       |      |       |
|-----|------------------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
|     |                        | 9.1   | 9.5   | 9.8   | 9.12  | 9.19 | 9.26  |
| 세종보 | 클로로필- <i>a</i> (mg/m³) | 67.0  | 84.7  | 67.8  | 104.3 | 38.3 | 88.9  |
|     | 남조류 세포수(cells/mL)      | 230   | 644   | 1,330 | 40    | 0    | 130   |
| 공주보 | 클로로필- <i>a</i> (mg/m³) | 151.1 | 121.3 | 109.0 | 90.7  | 38.0 | 113.2 |
|     | 남조류 세포수(cells/mL)      | 3,280 | 2,318 | 1,510 | 3,740 | 0    | 100   |
| 백제보 | 클로로필- <i>a</i> (mg/m³) | 95.1  | 119.6 | 116.2 | 98.2  | 90.9 | 71.2  |
|     | 남조류 세포수(cells/mL)      | 9,760 | 5,746 | 9,090 | 9,490 | 402  | 490   |

10월 4일 백제보에서 유해 남조류가 마지막으로 검출되고 10월 7~8일 50mm 이상(53.5mm, 부여)의 강우가 내리면서 이후 금강수계 3개 보에서는 더이상 유해 남조류가 검출되지 않았다. 11월 초 백제보의 클로로필-*a* 농도가 일시적으로 크게 상승한 것을 제외하면 금강수계 3개 보의 클로로필-*a* 농도는 전반적으로 낮게 유지되었다. 11월 21일 공주보에서 녹조류(*Cateria* sp.)가 우점한 것을 제외하면 10~11월 3개 보 모두 규조류가 우점하였다.

표 2-3-18 금강수계 보의 10월 조류발생 현황

| 구간명 | 측정항목                   | 채수일자 |       |       |       |       |
|-----|------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
|     |                        | 10.4 | 10.10 | 10.17 | 10.24 | 10.31 |
| 세종보 | 클로로필- <i>a</i> (mg/m³) | 25.2 | 8.7   | 23.6  | 30.9  | 10.6  |
|     | 남조류 세포수(cells/mL)      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 공주보 | 클로로필- <i>a</i> (mg/m³) | 70.2 | 14.5  | 47.7  | 77.4  | 85.8  |
|     | 남조류 세포수(cells/mL)      | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 백제보 | 클로로필- <i>a</i> (mg/m³) | 44.9 | 80.1  | 95.3  | 29.9  | 54.8  |
|     | 남조류 세포수(cells/mL)      | 540  | 0     | 0     | 0     | 0     |

표 2-3-19 금강수계 보의 11월 조류발생 현황

| 구간명 | 측정항목                   | 채수일자  |       |       |       |
|-----|------------------------|-------|-------|-------|-------|
|     |                        | 11.7  | 11.14 | 11.21 | 11.28 |
| 세종보 | 클로로필- <i>a</i> (mg/m³) | 7.8   | 7.5   | 12.6  | 7.2   |
|     | 남조류 세포수(cells/mL)      | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 공주보 | 클로로필- <i>a</i> (mg/m³) | 34.5  | 20.1  | 16.3  | 10.0  |
|     | 남조류 세포수(cells/mL)      | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 백제보 | 클로로필- <i>a</i> (mg/m³) | 128.4 | 61.1  | 50.9  | 42.9  |
|     | 남조류 세포수(cells/mL)      | 0     | 0     | 0     | 0     |

### 3. 조류발생 영향인자 분석

#### 가. 대청호

##### 하절기 집중강우 이후 남조류 증가

대청호는 금강의 중간에 형성된 인공호수로 유역 면적이 넓고 사행천 형태의 길고 복잡한 구조를 가지고 있어 강우 시 넓은 집수구역으로부터 유입된 오염물질들이 하절기 호내에 장기체류하면서 조류발생에 유리한 조건을 형성한다. 대청호에는 회남, 추동, 문의 총 3개의 조류경보제 채수위치가 있다.

대청호의 2016년 유역 평균 총강수량은 1129mm로 2006~2015년 평균인 1117mm의 101%에 해당하여 최근 10년 평균 강수량과 거의 같았다. 2016년 대청호의 연간 수리수문 변화(한국수자원공사 자료)를 보면 2016년 6월 30일까지 누적강수량은 348mm로 매우 적은 강수량을 보였으며, 이후 7월 초에 집중강우가 발생하였고(7월 총 358mm), 7월 중순~9월 중순까지는 강수량이 비교적 적었고, 9월 중순부터 10월 초 사이에 강수량이 다소 증가하는 경향을 보였으며, 이후 연말까지 대체로 적은 강수량을 유지하였다. 대청호의 저수율은 집중강우가 발생한 7월 9일 연중 최대치(75.5%)를 기록하였다.

그림 2-3-1 2016년 대청호의 강우 및 저수율 변화

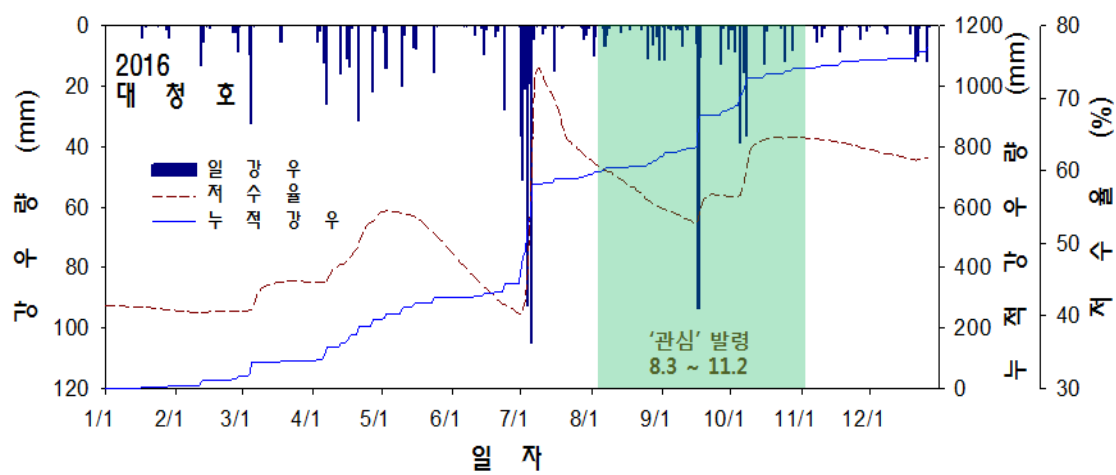
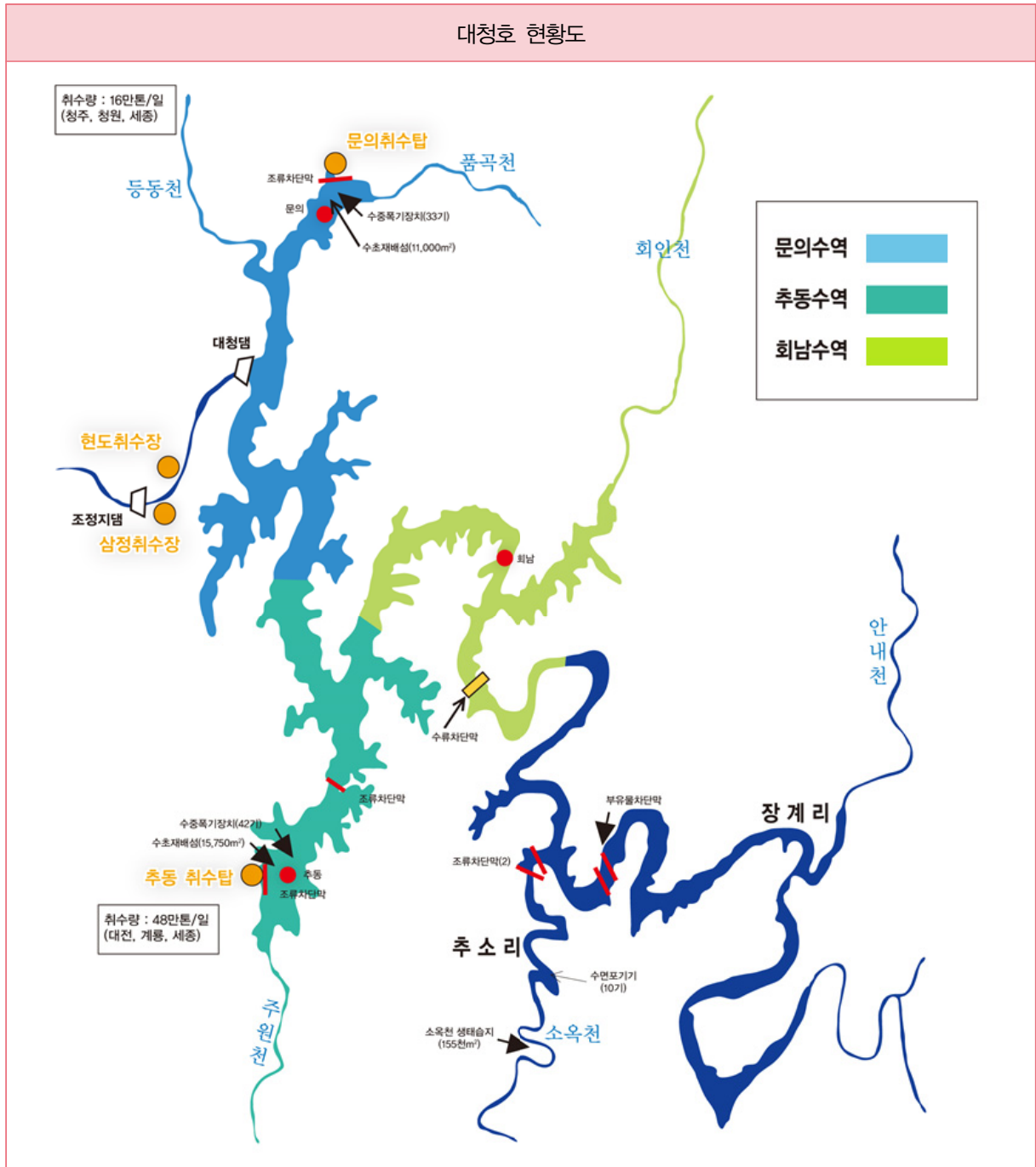


표 2-3-20 대청댐 유역 평균 강수량

|         | 2006~2015(A) | 2016(B) | 비율(B/A) |
|---------|--------------|---------|---------|
| 강수량(mm) | 1117         | 1129    | 1.01    |

※ 출처 : 국가수자원관리종합정보시스템

## 대청호 현황도





## 클로로필-*a*·총질소·총인 농도 변화

기상 및 수리·수문조건에 따른 수온 및 수질의 변화 경향을 분석하고자 대청호 조류경보제 3개 채수위치의 2014~2015년 평균과 2016년을 비교하였다.

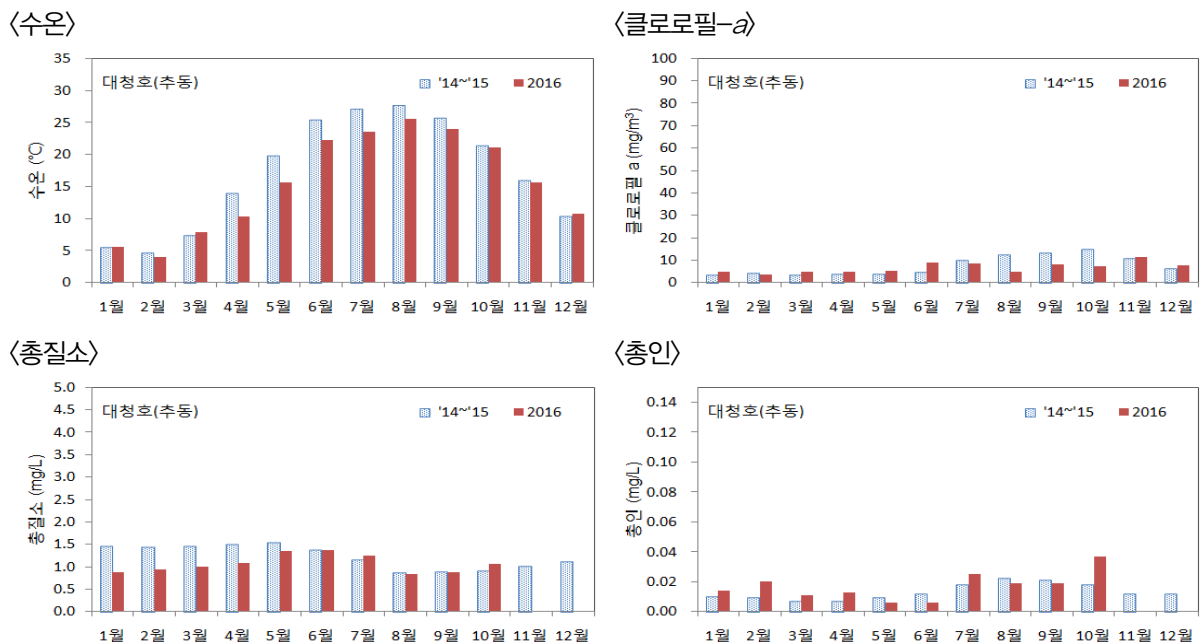
대청호 추동의 2015년 평균수온은 2014~2015년 보다 1.6℃ 감소하였고, 클로로필-*a* 농도는 2016년에 0.8mg/m<sup>3</sup> 감소한 것으로 나타났는데, 2016년부터 조류경보제 채수방법이 변경되면서 상·중·하층수를 동량으로 섞어 조사함에 따라 중·하층의 수질이 반영되어 수온이 감소한 것으로 보여진다. 2016년 추동의 연평균 총질소 농도는 2014~2015년 평균보다 0.107mg/L 감소, 총인 농도는 0.004mg/L 증가하였다.

표 2-3-21 추동 수질 변화 비교

| 기간        | 수온(℃)  | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|--------|-------------------------------------|-----------|----------|
| 2014~2015 | 17.1   | 7.5                                 | 1,224     | 0.013    |
| 2016      | 15.5   | 6.6                                 | 1,117     | 0.017    |
| 증감        | 1.6(↓) | 0.8(↓)                              | 0.107(↓)  | 0.004(↑) |

※ 수온·클로로필-*a* : 조류경보제('14.1~'16.12), 총질소·총인 : 수질측정망 자료

그림 2-3-2 대청호 추동 수온 및 수질 농도 변화





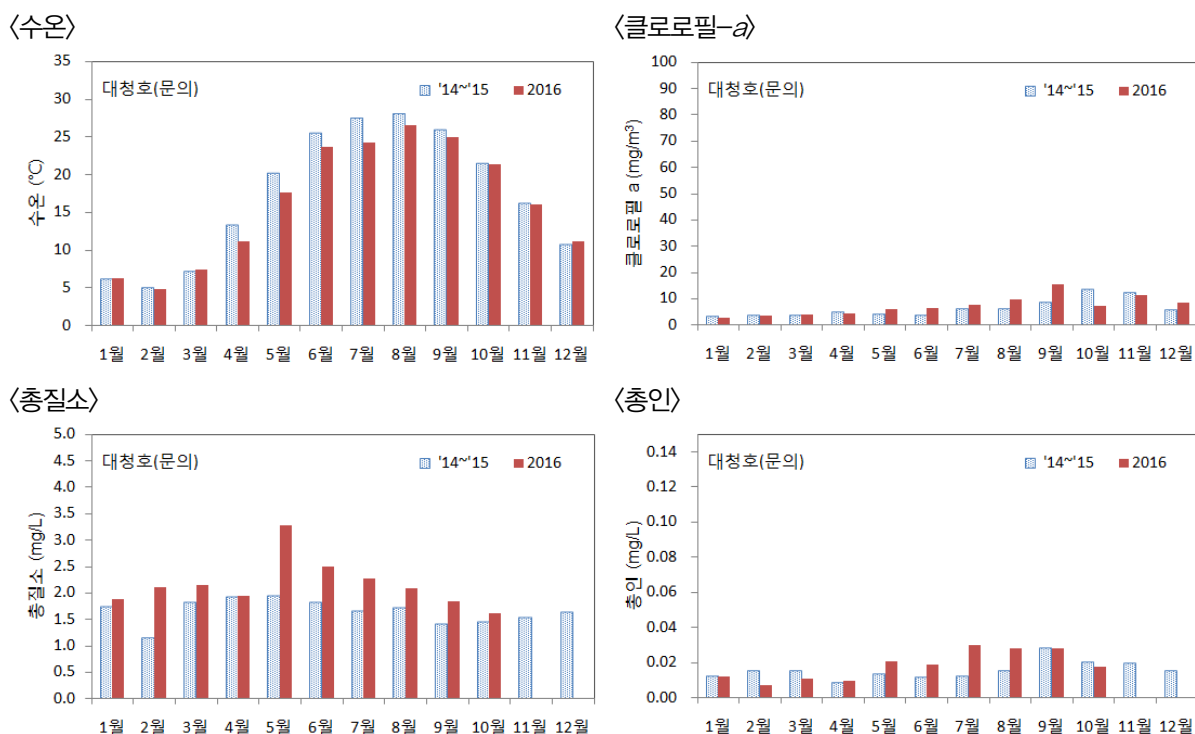
대청호 문의의 2016년 평균 수온은 2014~2015년 보다 0.9℃ 감소하였고, 클로로필-*a* 농도는 1.3mg/m<sup>3</sup> 증가하였는데, 2016년부터 조류경보제 채수방법이 변경되면서 상·중·하층수를 동량으로 섞어 조사함에 따라 중·하층의 수질이 반영되어 수온이 감소한 것으로 보여진다. 2016년 문의의 연평균 총질소 농도는 2014~2015년 평균보다 0.489mg/L 증가, 총인 농도는 0.003mg/L 증가하였다.

표 2-3-22 대청호 문의 수질 변화 비교

| 기간        | 수온(℃)  | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|--------|-------------------------------------|-----------|----------|
| 2014~2015 | 17.2   | 6.0                                 | 1.637     | 0.015    |
| 2016      | 16.3   | 7.3                                 | 2.126     | 0.018    |
| 증감        | 0.9(↓) | 1.3(↑)                              | 0.489(↑)  | 0.003(↑) |

※ 수온·클로로필-*a* : 조류경보제 자료('14.1~'16.12), 총질소·총인 : 수질측정망 자료

그림 2-3-3 대청호 문의 수온 및 수질 농도 변화



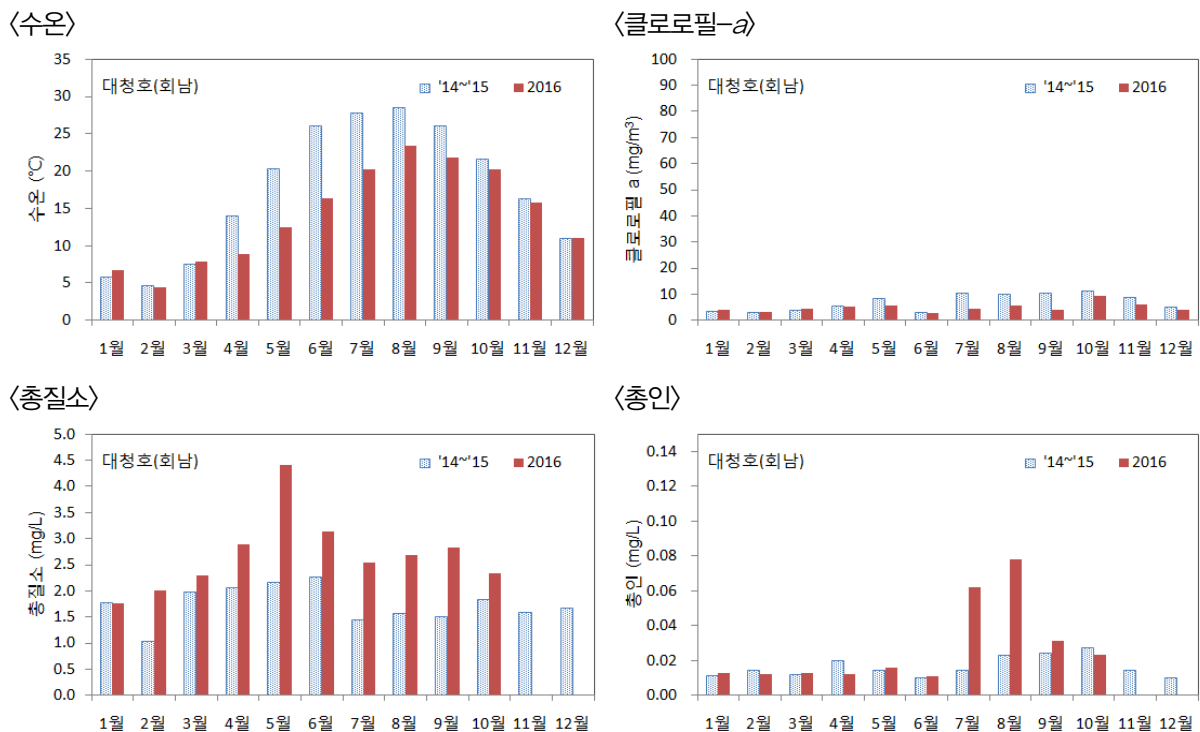
대청호 회남의 2016년 평균 수온은 2014~2015년 평균보다 3.3℃ 감소하였고, 클로로필-*a* 농도는 1.9mg/m<sup>3</sup> 감소하였는데, 2016년부터 조류경보제 채수방법이 변경되면서 상·중·하층수를 동량으로 섞어 조사함에 따라 중·하층의 수질이 반영되어 수온이 감소한 것으로 보이고, 특히 대청호 채수위치 중 수심이 가장 깊은(약 30m) 회남의 경우 중하층의 수온이 수심이 낮은 다른 지점에 비해 낮게 형성되어 채수방법 변경 전후의 수온 격차도 크게 나타났다. 2016년 회남의 연평균 총질소 농도는 2014~2015년 평균보다 0.864mg/L 증가, 총인 농도는 0.009mg/L 증가하였다.

표 2-3-23 대청호 회남 지점 수질 변화 비교

| 기간        | 수온(℃)  | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|--------|-------------------------------------|-----------|----------|
| 2014~2015 | 17.4   | 6.8                                 | 1.735     | 0.016    |
| 2016      | 14.1   | 4.9                                 | 2.599     | 0.025    |
| 증감        | 3.3(↓) | 1.9(↓)                              | 0.864(↑)  | 0.009(↑) |

※ 수온·클로로필-*a* : 조류경보제 자료('14.1~'16.12), 총질소·총인 : 수질측정망 자료

그림 2-3-4 대청호 회남 지점 수온 및 수질 농도 변화



2016년에는 대청호 3개 채수위치에서 유해남조류 세포수가 1,000cells/mL 이상 나타난 경우가 위치별로 9~13회 있었으며, 클로로필-*a* 농도가 15mg/m<sup>3</sup>를 초과하는 경우는 0~6회로 나타났으며 지점별로 1회씩 조류경보제 ‘관심’ 단계가 발령되었다.

대청호의 조류발생은 일반적으로 하절기에 집중강우가 발생할 경우 강우와 동시에 조류성장에 필요한 영양염류(질소, 인 성분)가 유입되고 이후 대청호 내에 정체되면서 이동하는 시기에 따라 조류가 발생하는 수역이 결정되고, 영양염 성분의 유입량에 따라 조류 발생 강도가 조절되는 특징을 가진다. 2016년 대청호 유역에서는 6월 이전에는 강우가 매우 적게 형성되다가 7월 초 집중강우가 발생하여 조류성장에 필요한 영양염류가 공급되었는데, 이후 강우 유입수가 대청호 중하류에 위치한 채수위치로 이동하면서 채수위치 별로 조류발생 시기와 발생정도에 영향을 준 것으로 보인다. 집중강우가 발생한 7월 초 이후 대청호 전역에서 남조류가 급증하였고 이에 따라 7월 25일과 8월 1일 조사 결과 2주 연속으로 대청호 3개 채수위치에서 모두 남조류 개체수가 1000cells/ml을 초과하여 8월3일 조류경보제 대상 3지점에서 동시에 ‘관심’ 단계가 발령되었으며 각 채수위치 별로 10~11월까지 지속되었다. 조류경보제 지점 중 가장 상류에 위치한 회남지점의 경우 10월 5일까지 총 64일간, 대청호 중간 만입부에 위치한 추동지점의 경우 10월 25일까지 총 84일간, 가장 하류에 위치한 문의지점의 경우 11월 1일까지 총 91일간 ‘관심’ 단계가 지속되었다. 조류경보제 발령 기간 중 지점별로 최대 남조류 수는 회남 8,598cells/ml(8.8), 추동 8,258cells/ml(9.12), 문의 8,630cells/ml(8.16)로 지점별로 격차가 크지 않았으며 발령일수는 하류 쪽으로 갈수록 길어지는 특징을 나타내었다. 발령 지속기간이 지점별로 차이가 나는 이유는 강우유입수에 포함된 조류성장 원인으로 작용하는 영양염류가 호내에 체류하는 기간이 채수위치별로 상이하고 하류로 갈수록 오래 지속되었기 때문으로 풀이된다.

표 2-3-24 대청호 유해남조류 출현 시기 및 최대 세포수

(단위 : cells/mL)

| 채수위치 |    | 최초 500cells/mL 초과 세포수 |               | 최대 세포수          |               |
|------|----|-----------------------|---------------|-----------------|---------------|
|      |    | 2015년                 | 2016년         | 2015년           | 2016년         |
| 대청호  | 추동 | 540 (6월 15일)          | 596 (7월 4일)   | 2,232 (6월 29일)  | 8258 (9월 12일) |
|      | 문의 | 548 (7월 6일)           | 8170 (7월 25일) | 2,294 (9월 21일)  | 8630 (8월 16일) |
|      | 회남 | 540 (5월 18일)          | 582 (7월 4일)   | 2,456 (10월 26일) | 8598 (8월 8일)  |

## 나. 본류 3개 보 구간

### 평균 기온·일사량·일조시간·보 체류시간 증가, 강수량은 감소

금강수계 본류 구간 3개 보 지점의 조류 발생 경향은 대청댐 방류량과 본류로 유입되는 주요 지천인 갑천과 미호천의 수질 변화에 큰 영향을 받는다. 3개 보 지점 중 가장 상류에 위치한 세종보의 클로로필-*a* 농도는 갑천과 미호천의 수질과 큰 상관관계를 보이며, 대청조정지댐 방류량(발전방류량과 여수로방류량의 합)은 보 수역의 클로로필-*a* 농도 분포에 영향을 미친다. 또한 봄철부터 규조류 증가로 클로로필-*a* 농도가 증가하여 높게 유지되다가, 여름철(7~8월)에는 남조류가 증가하고, 가을철에 접어들면서 규조류가 다시 증가하는 특징을 나타내고 있다.

조류 발생에 영향을 미치는 기상, 수리·수문, 수질 등에 관하여 조사하였다. 금강수계의 전체적인 기상 특성을 반영하는 대전지방기상청의 자료를 이용하였으며, 기상 요소는 기온, 강수량, 일사량 및 일조시간에 대하여 2006~2015년의 과거 10년 평균과 2016년의 값을 비교하여 <표 2-3-25> 및 <그림 2-3-5>에 제시하였다.

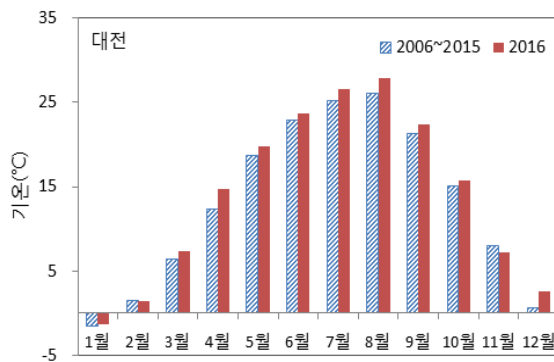
각 기상 요소별 분석 결과, 과거 10년 대비 평균 기온은 1.0℃ 증가하였으며 봄부터 늦가을까지 연중 전체적으로 높게 유지되어 수온 상승에 영향을 미쳐 조류 발생에 영향을 미친 것으로 판단된다. 4월(81.7mm)과 7월(367.9mm)에 비교적 큰 강도의 집중강우가 있어, 기록적인 가뭄이 기록되었던 2015년(822.7mm) 대비 큰 폭으로 증가하였으나, 8월 이후 큰 강우가 기록되지 못하여 과거 10년 평균대비 강수량은 소폭 감소하였다. 특히 7월에 367.9mm의 강한 강도의 집중호우가 발생한 후, 8월에는 57.4mm로 8월의 과거 10년 평균 264.0mm의 약 22% 정도에 지나지 않았다. 이러한 요인들이 여름철과 늦가을까지 보 수역의 물리·화학적 수질인자에 영향을 미친 것으로 판단된다. 일사량과 일조시간의 경우도 작년에 이어 올해도 과거 대비 증가한 경향을 보였다. 일사량의 연간 합계는 428.0MJ/m<sup>2</sup>, 일조시간은 연간 248.7시간 증가하였다. 특히, 1~8월까지 과거 10년 평균보다 높게 유지되었고, 9~10월은 다소 낮게 유지되다가 11~12월에 소폭 증가하였다. 또한 조류 발생이 증가하는 5~8월까지의 과거 10년 평균대비 큰 폭으로 증가하여 높게 유지되었다.

표 2-3-25 대전지방기상청 기상 요소별 현황

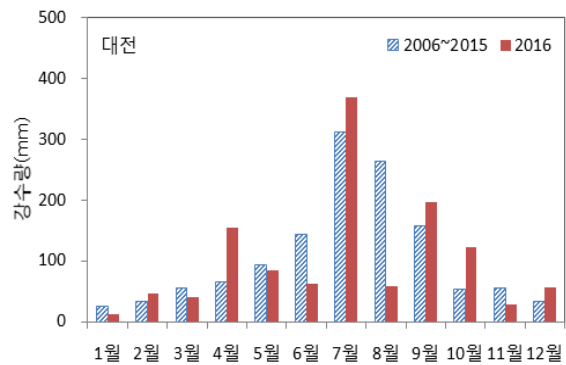
| 기간        | 평균기온(°C) | 강수량(mm) | 일사합(MJ/m²) | 일조시간(hr) |
|-----------|----------|---------|------------|----------|
| 2006~2015 | 13.1     | 1,290.7 | 5,269.2    | 2,191.5  |
| 2016      | 14.1     | 1,228.4 | 5,697.1    | 2,440.1  |
| 증감        | 1.0(↑)   | 62.3(↓) | 428.0(↑)   | 248.7(↑) |

그림 2-3-5 대전지방기상청 기상 요소별 월평균 값

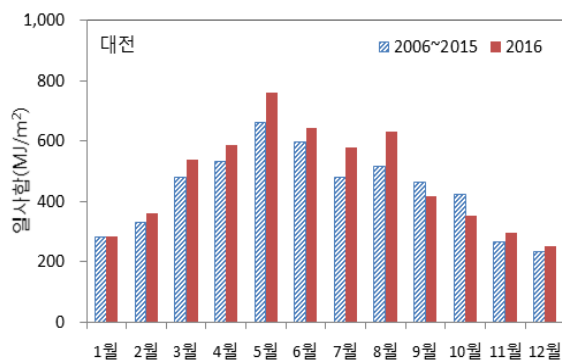
〈기온〉



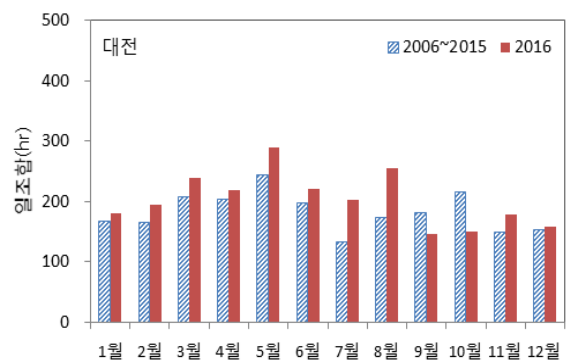
〈강수량〉



〈일사합〉



〈일조시간〉

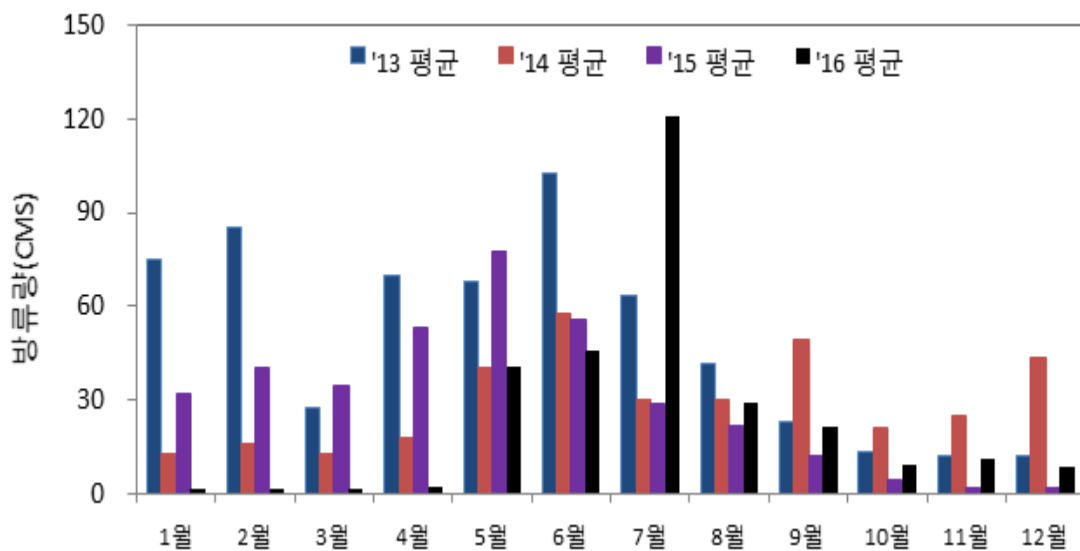


### 시기별 강수량과 방류량 변동에 따른 체류시간 변화

2016년에는 봄철(4월)과 여름철(7월)에 비교적 큰 강우로 2015년 대비 큰 폭으로 증가하였으나, 과거 10년 평균 대비 소폭 감소하였다. 2015년 가을철부터 2016년 3월까지 지속된 가뭄의 영향으로 대청조정지댐 월평균 방류량(발전방류량과 여수로방류량의 합)은 크게 감소하여 2015년 10월부터 2016년 4월까지 1.8~4.7 CMS 수준으로 상당히 낮게 유지되었다.

이 시기에는 예년(2013~2015년 평균) 보다 체류시간은 높게 나타났고, 7월에 집중강우로 체류시간은 일시적으로 감소하였다가 8월이후 예년 대비 비슷하거나 높은 수준으로 유지되었다.  
<그림 2-3-6>.

그림 2-3-6 대청조정지댐 월평균 방류량(2013년~2016년)



2016년 1월부터 6월까지 월평균체류시간은 세종보가 1.8일(0.8~2.9일), 공주보가 3.8일(1.9~5.9일), 백제보가 5.6일(2.5~9.4일)로 조사되었다. 이는 2014년과 2015년의 동일한 시기 세종보, 공주보, 백제보 각각의 평균 1.1, 2.9, 4.2일 보다 0.7~1.4 일 증가한 것이다. 7월에는 집중강우로 0.2~0.7일로 짧게 유지되다가 8월 이후에는 평균 1.1~4.1일로 2014년과 2015년 평균(1.2~4.0일)과 비슷한 수준이었다.<표 2-3-26>.

대청조정지댐 연평균 방류량은 2013년 이후 지속적으로 감소하는 경향을 나타내었는데 (2013~2016년 : 49.6→29.8→30.5→24.6 CMS), 각 보의 체류시간도 유사한 반대 경향을 나타내었다. 이와 같이 상류댐 방류량 변동에 따라 보 수역의 체류시간이 영향을 받는 것을 확인하였으며, 이러한 현상은 보 수역 상류부에 위치한 댐의 방류량 변동은 보 수역에서 조류 발생 정도에 영향을 미치는 물리적 수환경 변화의 주요한 원인인 것으로 판단된다.

표 2-3-26 금강수계 보 구간 월평균 체류시간 비교(2014~2016년)

(단위 : 일)

| 월  | 세종보   |       |       | 공주보   |       |       | 백제보   |       |       |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|    | 2014년 | 2015년 | 2016년 | 2014년 | 2015년 | 2016년 | 2014년 | 2015년 | 2016년 |
| 1  | 1.9   | 1.1   | 2.9   | 4.8   | 2.9   | 5.9   | 6.2   | 3.8   | 9.4   |
| 2  | 1.5   | 1.0   | 2.5   | 3.9   | 2.6   | 5.2   | 5.5   | 3.4   | 7.9   |
| 3  | 1.6   | 1.0   | 2.2   | 4.3   | 2.7   | 4.8   | 6.4   | 3.8   | 7.6   |
| 4  | 1.7   | 0.7   | 1.3   | 4.2   | 1.8   | 2.6   | 6.1   | 2.3   | 3.3   |
| 5  | 1.0   | 0.7   | 0.8   | 2.7   | 1.7   | 1.9   | 4.3   | 2.4   | 2.5   |
| 6  | 0.7   | 0.7   | 0.8   | 1.9   | 1.8   | 2.1   | 3.0   | 2.6   | 2.9   |
| 7  | 0.9   | 0.7   | 0.2   | 2.3   | 1.7   | 0.5   | 3.5   | 2.3   | 0.7   |
| 8  | 0.6   | 1.1   | 1.0   | 1.4   | 2.7   | 0.2   | 1.8   | 4.1   | 3.4   |
| 9  | 0.6   | 1.8   | 1.0   | 1.6   | 4.4   | 2.5   | 2.1   | 6.9   | 3.2   |
| 10 | 0.8   | 2.1   | 1.2   | 2.1   | 4.8   | 2.8   | 2.6   | 6.9   | 3.8   |
| 11 | 0.9   | 1.5   | 1.1   | 2.2   | 3.2   | 3.8   | 2.9   | 4.4   | 5.5   |
| 12 | 0.9   | 1.8   | 1.4   | 2.4   | 3.9   | 3.6   | 3.0   | 5.5   | 4.5   |

 세종보 : 평균 수온·클로로필-a·총질소 농도 증가, 총인 농도는 다소 감소

기상 및 수리·수문조건에 따른 수온 및 수질 인자의 변화 경향을 분석하고자 보 설치 이후인 2012~2015년과 2016년의 값을 비교하여 <표 2-3-27>과 <그림 2-3-7>에 제시하였다. 3개의 보가 설치된 금강 대청댐 하류에서 과거 10년 평균보다 2016년의 강수량은 감소하고, 기온, 일사합 및 일조시간 등은 증가함에 따라 본류 구간의 유량은 감소하고 수온은 증가하였다. 수온은 보 설치 이후 4년 동안의 연평균보다 0.4~0.8℃ 상승하였다.

세종보의 수온은 보 설치 이후 4년 동안의 연평균보다 0.8℃ 상승하여, 3개 보 중 가장 큰 상승폭을 보였다. 집중호우가 있었던 7월을 제외하고, 3월부터 10월까지 지속적으로 예년(2012~2015년) 보다 높게 유지되었다. 세종보의 클로로필-a 평균 농도는 예년 대비 큰 폭으로 증가하였는데, 봄철과 가을철의 구조류 증가의 영향을 받은 것으로 보인다. 특히, 2016년 3월 28일에는 81.8mg/m³로 급증하여 5월 2일에는 134.9mg/m³로 연중 최대치를 나타냈다. 2016년 세종보의 총질소는 전형적인 계절변화 경향을 나타내며, 예년 대비(2012~2015년) 1월부터 4월까지 높게 유지되어 예년 대비 증가하였다. 총인의 경우는 예년 대비 봄철과 가을철에 증가하였고 여름철에 감소하여 연평균 총인 농도는 다소 감소하였다.

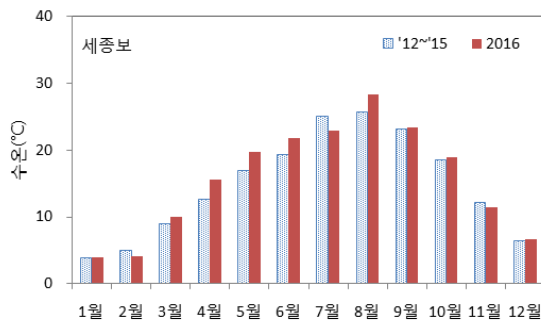


표 2-3-27 세종보 수질인자 변화 비교

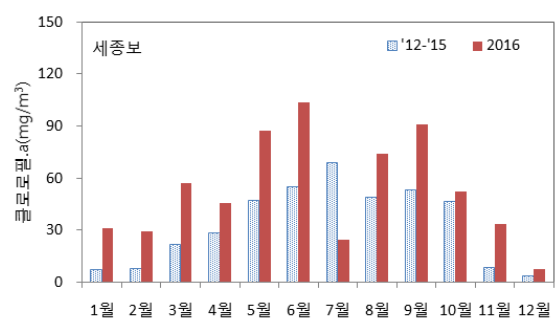
| 기간        | 수온(°C) | 클로로필- <i>a</i> (mg/m³) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|--------|------------------------|-----------|----------|
| 2012~2015 | 14.8   | 33.2                   | 3.678     | 0.082    |
| 2016      | 15.6   | 53.1                   | 3.954     | 0.078    |
| 증감        | 0.8(↑) | 19.9(↑)                | 0.276(↑)  | 0.004(↓) |

그림 2-3-7 금강 세종보 지점 수온 및 수질 농도 변화

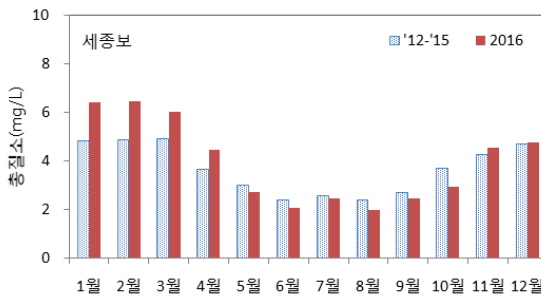
〈수온〉



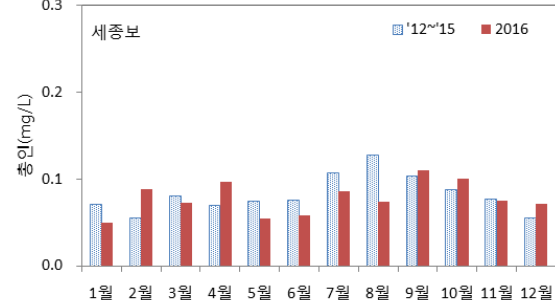
〈클로로필-*a*〉



〈총질소〉



〈총인〉



## 공주보 : 평균 수온·클로로필-*a*·총질소·총인 농도 모두 증가

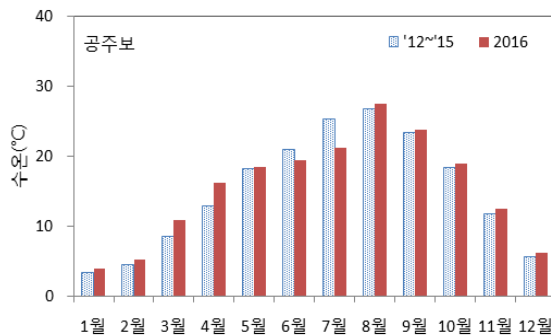
공주보의 연평균 수온도 예년(2012~2015년) 대비 0.4℃ 상승하였다. 클로로필-*a* 농도는 세종보와 유사하게 봄철과 가을철에 높아 예년 대비 연평균값은 4.7mg/m<sup>3</sup> 증가하였다. 6월 27일에 166.3mg/m<sup>3</sup>로 연중최대치를 나타냈다. 2016년도의 총질소는 예년 대비 1월부터 4월까지 큰 폭으로 증가하여 연평균 농도는 0.752mg/L 증가하였다. 총인의 경우도 봄철과 가을철 증가로 연평균 농도는 예년 대비 0.012mg/L 증가하였다.

표 2-3-28 공주보 수질인자 변화 비교

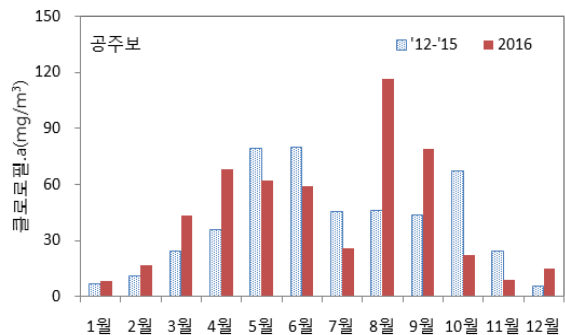
| 기간        | 수온(℃)  | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|--------|-------------------------------------|-----------|----------|
| 2012~2015 | 15.0   | 39.1                                | 3.463     | 0.075    |
| 2016      | 15.4   | 43.8                                | 4.215     | 0.087    |
| 증감        | 0.4(↑) | 4.7(↑)                              | 0.752(↑)  | 0.012(↑) |

그림 2-3-8 금강 공주보 지점 수온 및 수질 농도 변화

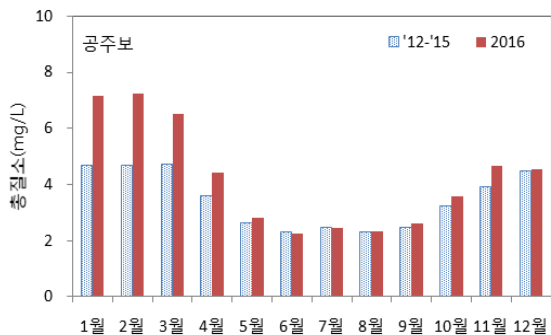
〈수온〉



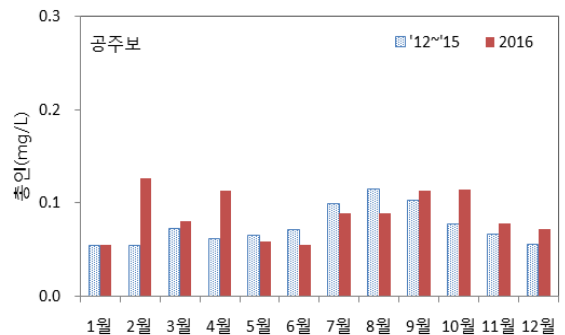
〈클로로필-*a*〉



〈총질소〉



〈총인〉



**백제보 : 평균 수온·클로로필-*a*·총질소·총인 농도 모두 증가**

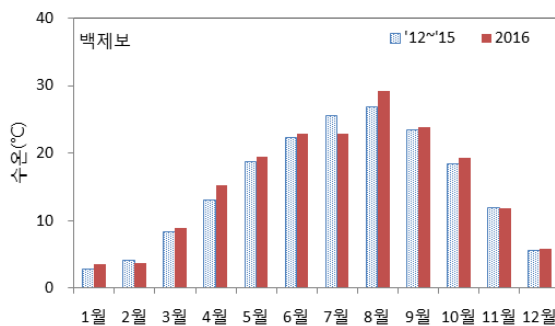
백제보의 연평균 수온도 예년 대비 0.5℃ 상승하였다. 클로로필-*a* 농도는 7월을 제외하고 연중 예년 대비 증가하여 연평균값은 20.3mg/m<sup>3</sup> 증가하였다. 3월 3일에는 73.5mg/m<sup>3</sup>로 큰폭으로 증가하기 시작하였으며, 11월 7일에는 128.4mg/m<sup>3</sup>로 연중최고치를 나타내기도 하였다. 2016년도의 총질소는 1~5월에 증가하여 예년 대비 연평균값은 0.426mg/L 증가하였다. 총인은 연평균 농도가 예년과 유사한 수준으로 나타났다.

표 2-3-29 백제보 수질인자 변화 비교

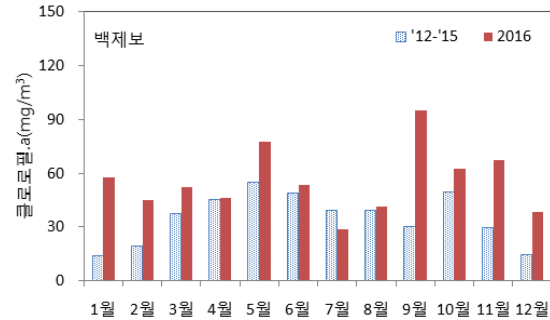
| 기간        | 수온(℃)  | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|--------|-------------------------------------|-----------|----------|
| 2012~2015 | 15.1   | 35.2                                | 3.257     | 0.069    |
| 2016      | 15.6   | 55.5                                | 3.683     | 0.071    |
| 증감        | 0.5(↑) | 20.3(↑)                             | 0.426(↑)  | 0.002(↑) |

그림 2-3-9 금강 백제보 지점 수온 및 수질 농도 변화

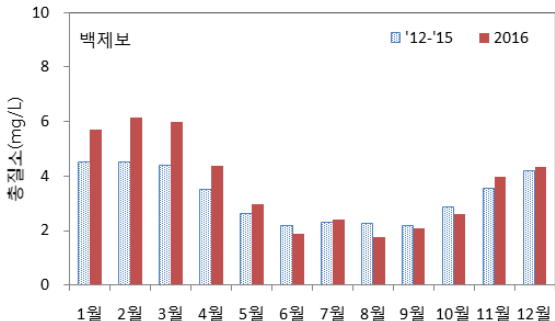
〈수온〉



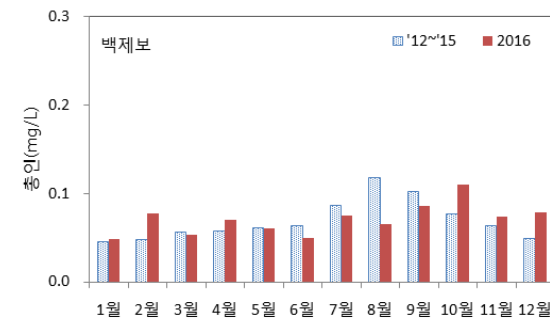
〈클로로필-*a*〉



〈총질소〉



〈총인〉



## 봄철 갈수기·가을철 클로로필-*a* 농도 증가 및 여름철 남조류 증가

예년과 유사하게 봄철 보 수역의 클로로필-*a*의 농도는 규조류 번무로 증가하여 세종보에서 47.9mg/m<sup>3</sup>(3.21), 공주보에서 75.3mg/m<sup>3</sup>(3.21)로 나타나면서 2016년도 수질예보 첫 번째 ‘관심’ 단계가 예년 대비 한달 가량 빠르게 발령되었다(3.24). 이는 올해 이 시기에 예년 대비 기온이 높았고, 대청조정지댐 방류량도 상당히 낮은 수준으로 유지되어 본류의 수온상승, 일조량 증가 및 체류시간 증가 등이 원인인 것으로 보인다. 또한 7월 집중강우로 조류 발생이 감소하였고, 이후 8월에는 기록적인 폭염과 강수량이 적었고, 이후 늦가을까지도 수온이 높게 유지되어 클로로필-*a* 농도는 비교적 높게 유지되었다. 여름철 유해남조류는 8월에 접어들면서 증가하기 시작하여 세종보는 8월 22일에 3,540cells/mL, 공주보는 8월 16일에 23,350cells/mL, 백제보는 8월 18일에 145,198cells/mL로 연중 최대치를 기록하였다. 세종보는 여름철에도 대청호 중층 방류의 영향으로 공주보와 백제보에 비해 상대적으로 수온이 낮아 유해남조류 발생강도는 약하지만 규조류의 발생 정도가 강해 클로로필-*a* 농도가 높게 유지되었다.

**표 2-3-30** 금강수계 3개 보 유해남조류 출현 시기 및 최대 세포수

(단위 : cells/mL)

| 지점  | 최초 초과 세포수※     |               |               | 최대 세포수         |               |                |
|-----|----------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
|     | 2014년          | 2015년         | 2016년         | 2014년          | 2015년         | 2016년          |
| 세종보 | —              | —             | —             | 900(8.18일)     | 6,508(8.19일)  | 3,540(8.22일)   |
| 공주보 | 111,010(7.16일) | 15,058(8.19일) | 10,574(8.11일) | 111,010(7.16일) | 15,058(8.19일) | 23,350(8.16일)  |
| 백제보 | 95,500(7.14일)  | 20,376(7.20일) | 12,884(8.1일)  | 147,500(7.17일) | 95,355(9.21일) | 145,198(8.18일) |

※ 수질예보 수질관리단계 발령 기준인 10,000 cells/mL 이상 대상

참 고 일정별 주요사항

| 일 자  | 주요사항                      | 세부내용                                                                                    |
|------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.23 | 가뭄갈수기 금강수질관리 종합대책 수립      | - 가뭄갈수기 대비 종합대응시스템 구축, 조류대응 및 오염원 관리 강화, 상수원 공급체계 강화 등 대책 마련 추진                         |
| 3.19 | 2016년 조류경보제 시행            | - 금강수계 주요 상수원 호소(대청호·보령호) 대상으로 2016년 조류경보제 시행계획 수립·통보                                   |
| 3.24 | 금강 맑은 물 포럼 구성             | - 금강수계 수질관리·조류억제 방안 및 지역현안 문제 개선방안 도출을 목적으로 관계기관·전문가 등 29명으로 「제3기 금강 맑은 물 포럼」 구성        |
| 3.24 | 금강 공주보 수질관리 ‘관심’ 단계 최초 발령 | - 기온 상승과 대청조정지댐 방류량 감소 등의 영향으로 예년 보다 이른 시기에 수질관리 ‘관심’ 단계 발령(4.5 해제)                     |
| 4.19 | 제1차 금강수계 수질관리협의회 개최       | - 관계기관별 대응조치 협조 요청<br>- 특히 효과적인 수질개선을 위해 수량분야 시설관리자(댐·보)의 적극적인 협조 당부                    |
| 4.28 | 제1차 금강 맑은 물 포럼            | - 조류경보제 개정 관련 논의<br>- 녹조 위해성 저감을 위한 관리방안 논의                                             |
| 4.29 | 대청호·보령호 조류대책위원회 개최        | - 선제적 조류대응을 위한 관계기관 공동 대응방안 논의                                                          |
| 5.25 | 금강 공주보 수질관리 ‘관심’ 단계 발령    | - 평년보다 높은 기온을 보이며 수온이 상승하고, 미호천 클로로필- <i>a</i> 농도 상승의 영향으로 공주보 수질관리 ‘관심’ 단계 발령(6.17 해제) |
| 7.14 | 제2차 금강 맑은 물 포럼            | - 금강 수환경 변화 및 대청호 상류지역 발전방향 논의                                                          |
| 7.21 | 제1차 녹조바로알기 소통교실 운영        | - 녹조에 대한 불안감 해소를 위해 시민을 대상으로 녹조발생 현장, 하수처리장, 조류저감시설, 정수장 등 현장방문 실시 (주부 36명)             |
| 7.28 | 수질오염사고 방제교육 실시            | - 유류 등 오염물질 유출사고, 어류 폐사사고 등의 사전 예방 및 사고 대응능력 향상, 사고피해 최소화를 위한 교육 실시 (금강유역환경청)           |
| 8.3  | 대청호 조류경보(관심) 발령           | - 대청호 전 운영수역(회남, 추동, 문의)에 조류경보 “관심” 단계 발령                                               |

| 일 자   | 주요사항                                    | 세부내용                                                                                |
|-------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 8.4   | 금강 백제보 수질관리 '관심' 단계 발령                  | - 집중강우에 따른 영양염류 유입, 폭염지속에 따른 수온 증가 등으로 백제보에서 남조류 세포 수가 증가하여 수질관리 '관심' 단계 발령         |
| 8.8   | 금강 공주보 수질관리 '관심' 단계 발령                  | - 폭염으로 클로로필-a 증가가 예상되어 수질관리 '관심' 단계 발령                                              |
| 8.12  | 대청호 조류현장대응반 구성                          | - 금강유역환경청, 금강물환경연구소, K-water, 한국환경공단, 대청호 상류 지자체 등의 실무자들로 구성, 현장상황 실시간 공유 및 현장대응 강화 |
| 8.17  | 금강 백제보 수질관리 '주의' 단계 발령 및 세종보 '관심' 단계 발령 | - 백제보 유해 남조류 세포 수 급증으로 수질관리단계 상향 발령<br>- 대청조정지댐 방류량 감소 등의 영향으로 수질관리 '관심' 단계 발령      |
| 8.25  | 금강 백제보 수질관리 '관심' 단계로 완화 발령              | - 백제보 유해 남조류 세포 수가 5만cells/mL 미만으로 관측되어 수질관리단계 '주의'에서 '관심'으로 완화 발령                  |
| 8.25  | 금강수계 댐보 연계 방류 실시                        | - 금강 녹조 저감을 위한 대청댐(320만톤)과 금강수계 3개 보 (359만톤) 연계 방류 실시                               |
| 9.8   | 제2차 녹조바로알기 소통교실 운영                      | - 녹조에 대한 불안감 해소를 위해 시민을 대상으로 녹조발생 현장, 하수처리장, 조류저감시설, 정수장 등 현장방문 실시 (주부 36명)         |
| 9.19  | 금강수계 보 수질관리단계 해제                        | - 9월 중순 집중강우 등의 영향으로 유해 남조류 소멸 및 클로로필-a 농도 감소로 금강수계 3개 보 전역 수질관리 '관심' 단계 해제         |
| 10.6  | 대청호 회남 수역 조류경보 '관심' 단계 해제               | - 대청호 회남 수역 유해 남조류 세포 수가 발령 기준 치 미만으로 관측되어 조류경보 '관심' 단계 해제                          |
| 10.25 | 제3차 금강 맑은 물 포럼                          | - 2016년 금강수계 보 조류발생 현황과 대응 등 논의                                                     |
| 10.26 | 대청호 추동 수역 조류경보 '관심' 단계 해제               | - 대청호 추동 수역 유해 남조류 세포 수가 발령 기준 치 미만으로 관측되어 조류경보 '관심' 단계 해제                          |
| 11.2  | 대청호 문의 수역 조류경보 '관심' 단계 해제               | - 대청호 문의 수역 유해 남조류 세포 수가 발령 기준 치 미만으로 관측되어 조류경보 '관심' 단계 해제                          |
| 12.13 | 제4차 금강 맑은 물 포럼                          | - 대청호 조류발생 원인 논의<br>- 유역변경 물공급 사업(금강-보령댐, 금강-예당지 도수로 건설사업)에 따른 환경영향 저감방안 등 논의       |

참 고 주요언론보도

| 보도일자 | 보도매체명  | 면 | 보도제목                               |
|------|--------|---|------------------------------------|
| 6.30 | 세계일보   |   | 충청 식수원 대청호 녹조 '비상'                 |
| 7.1  | 연합뉴스TV |   | 장맛비가 도움 되려나...대청호 녹조 '비상'          |
| 7.14 | 연합뉴스   |   | 장마 영향 대청호 녹조 주춤...부유 쓰레기 60% 수거    |
| 7.17 | 연합뉴스   |   | 환경부 장관, 대청호 녹조대응 현장 점검             |
| 7.17 | 뉴스1    |   | 윤성규 장관 '휴일 대청호 수질 점검'              |
| 7.17 | 뉴스스    |   | 대청호 수질상태 점검하는 윤성규 장관               |
| 7.29 | 뉴스스    |   | 수도권·충청권 식수원 비상... 충주·대청호 녹조 발생 초읽기 |
| 7.29 | 연합뉴스   |   | 장마때 '산더미 쓰레기' 유입되더니 결국 녹조...대청호 수난 |
| 7.29 | TV조선   |   | '녹차라떼' 된 대청호...쓰레기 이어 녹조 비상        |
| 7.29 | 채널A    |   | 호수에 '둥둥'...장마 끝나가니 녹조 비상           |
| 8.1  | 뉴스1    |   | 충북, 12일째 폭염 '몸살'...가축폐사, 대청호 녹조    |
| 8.1  | 대전일보   |   | 장마철 쓰레기로 대청호 녹조 발생해 상수원 관리 비상      |
| 8.3  | 경향신문   |   | 대청호 회남·추동·문의 수역에 조류경보 '관심' 단계      |
| 8.4  | 대전MBC  |   | 대청호 조류경보...대전 취·정수장 모니터링 강화        |
| 8.4  | KBS뉴스  |   | '충청권 주요 식수원' 대청호 전역 녹조 비상          |
| 8.4  | MBN    |   | 충청권 식수원 '대청호' 녹조 확산...수질 관리 비상     |
| 8.4  | 아시아투데이 |   | 금강환경청, 대청호 등 일부 수역 조류경보 '관심' 발령    |
| 8.4  | MBN    |   | 충청권 식수원 '대청호' 녹조 확산...수질 관리 비상     |
| 8.8  | YTN    |   | 대청호 곳곳 '녹조' 비상...청주시 "식수 문제 없어"    |
| 8.8  | TV조선   |   | '충청권의 젖줄이 위험하다' 대청호 녹조 비상          |



| 보도일자  | 보도매체명 | 면  | 보도제목                                        |
|-------|-------|----|---------------------------------------------|
| 8.8   | YTN   |    | 대청호 녹조에 '조류경보'...식수원 문제 없나                  |
| 8.8   | 대전MBC |    | [리포트]대청호 조류 비상..수돗물을 지켜라!                   |
| 8.11  | SBS   |    | 물 표면에서 '빠꼼'...녹조에 물고기도 '헉헉'                 |
| 8.14  | 연합뉴스  |    | 폭염 속 녹조 '부글부글'...초록 물감 뒤집어쓴 대청호             |
| 8.14  | 연합뉴스  |    | 대청호 뒤덮은 녹조 찌꺼기                              |
| 8.15  | 중도일보  |    | 악취 진동하는 대청호 녹조                              |
| 8.16  | 경향신문  | 13 | '녹색물감 푼 듯' 낙동강 녹조 확산... 오늘 5개 보방류           |
| 8.17  | 뉴스1   |    | 찜통 더위에 대청호 녹조 개선안돼 식수원 비상                   |
| 8.17  | 중앙일보  | 21 | 폭염에 백제보·공주보 녹조 확산, 물고기 떼죽음 위기               |
| 8.18  | 경향신문  |    | 낙동강 이어 금강도 녹조 악화...백제보 '주의' 격상, 세종공주보는 '관심' |
| 8.19  | 노컷뉴스  |    | "녹조 어쩌냐"...금강·대청호 녹조 심각                     |
| 8.19  | 한겨레   |    | 4대강 사업으로 호수된 금강, 녹조 날로 악화...백제보 '주의'        |
| 8.19  | YTN   |    | 금강 녹조 악화...백제보 '주의' 격상                      |
| 8.19  | SBS   |    | [취재파일] 녹조에 두 손 든 금강 수중보...초당 6백톤 방류         |
| 8.19  | 연합뉴스  |    | 4대강 녹조 확산...정수하면 사람이 먹어도 될까?                |
| 8.31  | 연합뉴스  |    | 초가을 날씨에 금강 백제보 녹조 개선..."관심단계 유지"            |
| 9.12  | 대전MBC |    | 대청호 녹조 진정기미 없어..늦더위 영향                      |
| 9.12  | 대전일보  |    | 늦더위에 대청호 녹조 장기화                             |
| 9.19  | 금강일보  | 5  | 대청호에 내린 단비, 녹조·가뭄 걱정 씻었다                    |
| 10.6  | 연합뉴스  |    | 대청호 회남수역 조류경보 '관심' 64일 만에 해제                |
| 10.26 | 연합뉴스  |    | 대청호 추동수역 조류경보 '관심' 84일 만에 해제                |
| 11.2  | 연합뉴스  |    | 대청호 조류경보 91일만에 모두 해제                        |
| 11.3  | 대전일보  |    | 대청호 조류 경보 해제                                |

## 제4절 영산강 수계

### 1. 영산강 수계 일반현황

#### 가. 수계 조류 발생 특성

영산강은 1996년도 몽탄취수장 폐쇄 이후 먹는물 상수원으로서 기능을 상실한 후 주로 농업용수로 활용되고 있다. 영산강은 농경지 등에서 발생하는 비점오염원(BOD기준 79.4%, 52톤/일)이 높아 부영양화 인한 조류 생장조건이 이미 충족된 상태라 볼 수 있고, 이로 인해 매년 여름철은 녹조현상이 주기적으로 반복되고 있는 실정이다.

#### 나. 조류관리제(조류경보제, 수질예보제) 적용 구간

##### 조류경보제 운영 지점

섬진강·탐진강 수계에서 조류경보제를 운영하고 있는 호소는 주암호, 동북호, 옥정호, 탐진호(장흥댐) 등 4개 호소이며 운영현황은 아래와 같다.

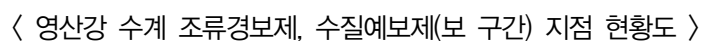
표 2-4-1 영산강수계 조류경보제 운영호소

| 호소명 | 대표 측정 지점                   | 운영기관     |
|-----|----------------------------|----------|
| 주암호 | 주암호1(댐앞), 2(신평교)           | 영산강유역환경청 |
| 동북호 | 동북호1(댐앞), 2(중류지점)          | 영산강유역환경청 |
| 옥정호 | 칠보취수구                      | 새만금지방환경청 |
| 탐진호 | 탐진호1(댐앞), 2(탐진강과 유치천 합류지점) | 영산강유역환경청 |

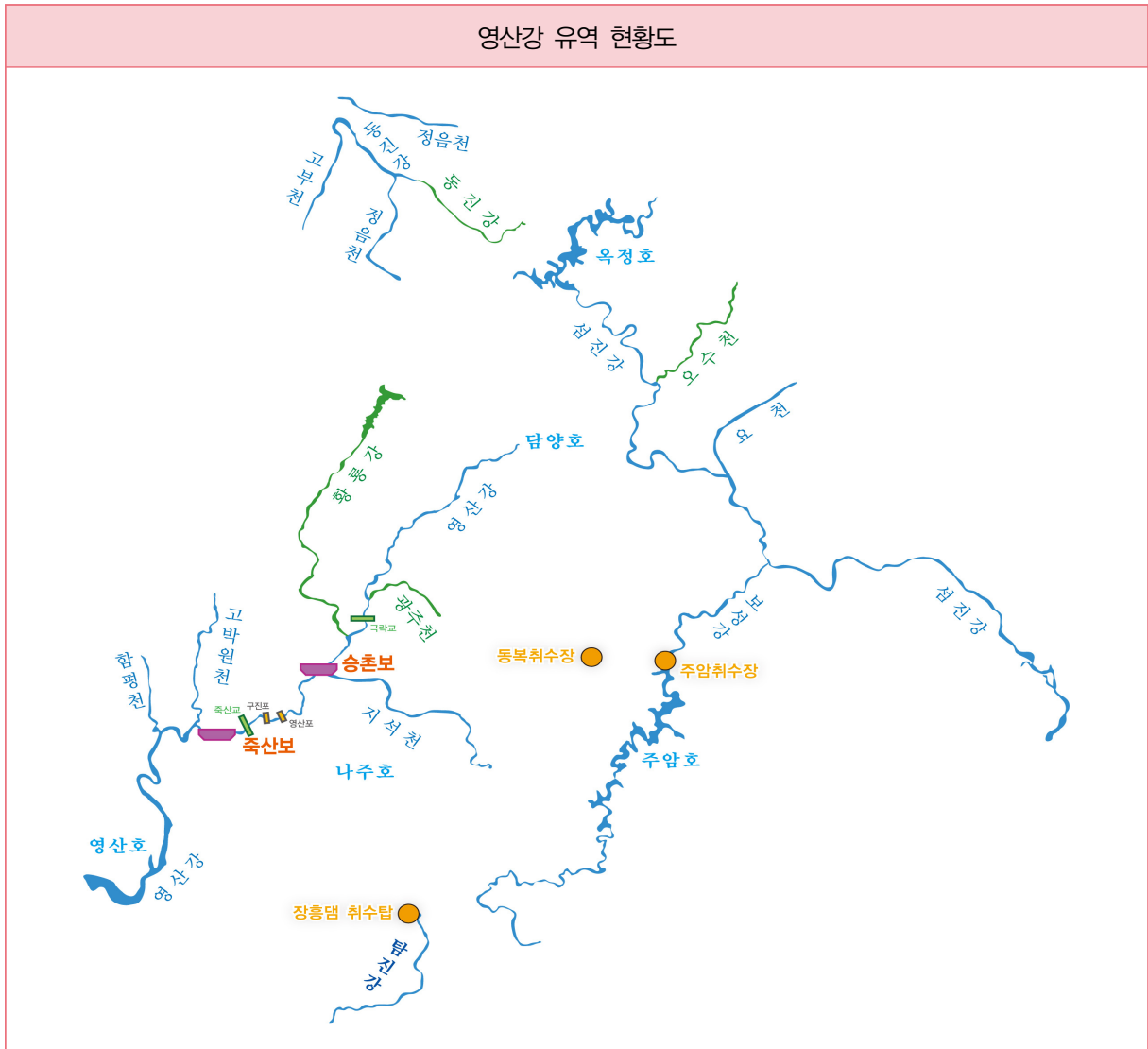
##### 수질예보제 운영 지점

수질예보제는 4대강 보 설치로 인한 조류 발생을 사전에 예측하기 위하여 2012년부터 4대강 보 구간에 대하여 운영해 오고 있다. 영산강수계에서는 2개 보에서 운영하고 있다.(승촌보, 죽산보)

| 지 점 | 대표 채수 위치  | 운영기관    |
|-----|-----------|---------|
| 승촌보 | 보 상류 500m | 국립환경과학원 |
| 죽산보 | 보 상류 500m | 국립환경과학원 |



영산강 유역 현황도



## 2. 조류발생 현황

### 가. 총평

2016 영산강 수계 조류발생 전반에 대해 살펴보면, 본류 2개 보 구간은 예년대비 높은 기온, 수온과 적은 강수량의 영향을 받아 수질관리단계가 많이 발령된 것으로 분석되며, 주요 상수원 호소에서 조류경보는 발생하지 않았다.

표 2-4-3 영산강수계 2016년 조류경보 및 수질예보 발령 현황

| 지점          | 조류경보 발령 |    |     | 수질관리단계 발령<br>(관심-주의-경계-심각)                 |
|-------------|---------|----|-----|--------------------------------------------|
|             | 관심      | 경계 | 대발생 |                                            |
| 승촌보<br>(32) | 대상 아님   |    |     | 관심<br>(32일: 8.11~9.11)                     |
| 죽산보<br>(67) | 대상 아님   |    |     | 관심<br>(67일: 1.7~1.31, 6.16~6.30, 8.11~9.6) |
| 주암호<br>(0)  | -       | -  | -   | 대상 아님                                      |
| 옥정호<br>(0)  | -       | -  | -   | 대상 아님                                      |
| 동북호<br>(0)  | -       | -  | -   | 대상 아님                                      |
| 탐진호<br>(0)  | -       | -  | -   | 대상 아님                                      |

### 나. 본류 2개 보 구간

#### 저수온기 규조류 발생

영산강의 조류는 지난해 보다 이른 1월 경에 죽산보에서 클로로필-*a* 농도가 최대 123.2mg/m<sup>3</sup> 까지 치솟아 수질관리 ‘관심’ 단계가 25일 동안 발령되기도 하였다. 당시 지류영향이나 기타 특이한 외부요인은 없었으며, 매년 겨울철~봄철 사이에 저온성 규조류(*Stephanodiscus*)가 증식·우점하는 계절적 현상으로 보여진다.

표 2-4-4 영산강수계 보의 1월 조류발생 현황

| 구간명 | 측정항목                                | 채수일자  |       |       |       |       |
|-----|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|     |                                     | 1.8   | 1.11  | 1.13  | 1.18  | 1.20  |
| 죽산보 | 수온(°C)                              | 5.8   | 5.6   | 5.3   | 4.2   | 3.2   |
|     | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 120.5 | 114.7 | 121.7 | 112.9 | 123.2 |
|     | 남조류 세포수(cells/mL)                   | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |

## 여름철 남조류 발생

여름철 기온상승으로 수온이 최고 30℃까지 상승하면서 남조류인 *Microcystis*가 주요 종으로 출현하였으며 6~9월경 승촌보는 남조류가 최대 27,380cells/mL(8.16)까지 발생하였고, 죽산보는 최고 71,840cells/mL(8.18)까지 발생하여 수질예보 관심단계가 발령되기도 하였다.

표 2-4-5 영산강수계 보의 8~9월 조류발생 현황

| 구간명 | 측정항목                   | 채수일자   |        |        |        |       |
|-----|------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|
|     |                        | 8.8    | 8.11   | 8.18   | 8.25   | 9.1   |
| 승촌보 | 클로로필- <i>a</i> (mg/m³) | 11.0   | 82.3   | 62.9   | 42.7   | 97    |
|     | 남조류 세포수(cells/mL)      | 17,280 | 1,875  | 18,060 | 18,960 | 0     |
| 죽산보 | 클로로필- <i>a</i> (mg/m³) | 39     | 8.16   | 13.8   | 11.5   | 17.4  |
|     | 남조류 세포수(cells/mL)      | 8,600  | 17,440 | 71,840 | 23,500 | 4,040 |

## 조류발생 평가

2016년도 영산강 본류 2개보수질관리 ‘관심’단계가 4회(99일) 발령되는 등 2012년도(24회, 119일)에 비해 감소하였으나, 2013년도(6회, 49일), 2014년도(3회, 19일), 2015년도(4회, 52일)보다 증가하였다.

표 2-4-6 영산강수계 수질예보 발령일수

| 구분  | 2012년 |    |    |    | 2013년 |    |     | 2014년 |    |     | 2015년 |    |     | 2016년 |    |     |
|-----|-------|----|----|----|-------|----|-----|-------|----|-----|-------|----|-----|-------|----|-----|
|     | 계     | 관심 | 주의 | 경계 | 계     | 관심 | 주의~ | 계     | 관심 | 주의~ | 계     | 관심 | 주의~ | 계     | 관심 | 주의~ |
| 승촌보 | 87    | 48 | 39 | —  | 42    | 42 | —   | 6     | 6  | —   | 14    | 14 | —   | 32    | 32 | —   |
| 죽산보 | 84    | 72 | 5  | 7  | 23    | 23 | —   | 13    | 13 | —   | 38    | 38 | —   | 67    | 67 | —   |

## 나. 주요 상수원 호소

### 4개 상수원 호소, 조류경보 미발령

2016년도 광역상수원 4개 호소(주암호, 동북호, 탐진호, 옥정호)의 조류경보제 운영결과, 4개 호소 모두 조류경보 발령이 없었다. 주암호는 6월 중순부터 유해남조류가 800cells/mL가량 출현하였으나 이후에도 조류경보 발령기준 이하로 유지되다가 소멸되었다.

표 2-4-7 2016년도 주암호 월별(최대치) 조류발생 현황

| 구 분               | 5월 | 6월  | 7월  | 8월  | 9월  | 10월 |
|-------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 남조류 세포수(cells/mL) | 0  | 800 | 800 | 350 | 425 | 275 |

동북호는 조류경보가 2009년 발령(당시 조류주의보 41일)된 것을 마지막으로 이후 조류경보가 발령되지 않고 안정적 수질을 유지하고 있다. 특히, 2016년에는 5월 중순부터 7월 말까지 유해남조류가 100~1100cells/mL 출현하였으나, 8월 초 이후에는 유해남조류가 발생되지 않아 소강상태를 보였다.(1차례만 1000cells/mL 초과하여 조류경보 미발령)

표 2-4-8 2016년도 동북호 월별(최대치) 조류발생 현황

| 구 분               | 3월 | 4월 | 5월  | 6월   | 7월  | 8월 |
|-------------------|----|----|-----|------|-----|----|
| 남조류 세포수(cells/mL) | 0  | 0  | 900 | 1100 | 600 | 50 |

탐진호는 2008년부터 조류경보제 대상호소로 지정된 이후 조류경보제가 발령되지 않는 등 안정적인 수질을 유지하고 있다. 2016년에는 지점에 따라 유해남조류가 출현하였는데, 8월 16일 탐진호2(탐진강과 유치천 합류지점) 채수위치에서 150cells/mL의 남조류가 처음 출현하였으며, 9월 12일 탐진호1(댐앞)에서 425cells/mL이 나타났다.

표 2-4-9 2016년도 탐진호 월별(최대치) 조류발생 현황

| 구 분              | 5월 | 6월 | 7월 | 8월  | 9월  | 10월 |
|------------------|----|----|----|-----|-----|-----|
| 남조류세포수(cells/mL) | 0  | 0  | 0  | 150 | 425 | 0   |

옥정호 또한 2006년 시행 이래로 조류경보가 발령된 적이 없으며, 2016년에는 8월에서 9월 사이에 200~300cells/mL의 남조류가 출현후 소멸하였다.



### 3. 조류발생 영향인자 분석

#### 가. 본류 2개 보 구간

##### 겨울철 규조류 여름철 남조류 대발생

영산강수계 본류 구간 2개 보 지점의 조류는 1월부터 4월까지 규조류가 대부분 우점하였으며 6월 이후 남조류와 녹조류가 우점 발생하며 겨울철 다시 규조류가 우점하는 계절에 따른 패턴을 지닌다. 2016년 1월 규조류 *Stephanodiscus* sp.의 대량 발생으로 죽산보의 클로로필-*a* 농도가 100이상으로 나타났으나 8월에는 남조류 *Microcystis* sp.가 대량 발생하여 한 달 가량 지속되었다.

2016년은 그 이전과 달리 영산강 수계 두 개의 지점이 다른 양상으로 나타났다. 죽산보는 겨울철 규조류가 높은 개체수로 우점하였고 이후 봄철 서서히 낮아졌으며, 승촌보는 죽산보와 다르게 겨울과 봄철 규조류가 우점하였으나 겨울철이후 봄철에 증가하는 양상이었다. 두 개의 보 지점에서 1월부터 3월까지 우점조류는 *Stephanodiscus* sp.로 나타났다. 보 구간에서 규조류 *Stephanodiscus* sp.가 사라지고 녹조류나 다른 규조류로 천이되면 반대로 승촌보에서 조류 농도가 죽산보에 비해 높고, 이후 홍수기를 지나 고수온기에는 남조류가 죽산보를 중심으로 높게 나타났다.

##### 평균 기온·일조시간·일사량·강수량 상승

조류 발생에 영향을 미치는 기상, 수리·수문, 수질 등에 관하여 조사하였다. 영산강수계의 전체적인 기상 특성을 반영하는 광주지방기상청의 자료를 이용하였으며, 기상 요소는 기온, 강수량, 일사량 및 일사시간에 대하여 2006~2015년의 과거 10년 평균과 2016년의 값을 비교하여 <표 2-4-10> 및 <그림 2-4-1>에 제시하였다.

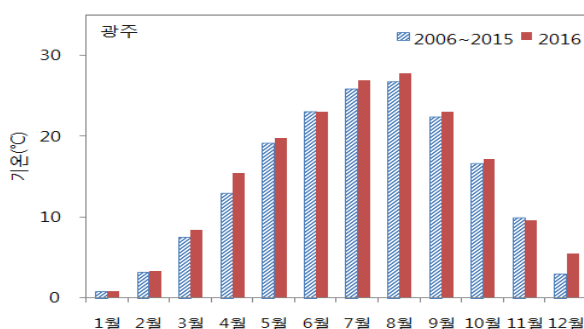
표 2-4-10 광주지방기상청 기상 요소별 현황(2016년 말 기준)

| 기간        | 평균기온(℃) | 강수량(mm)  | 일사합(MJ/m <sup>2</sup> ) | 일조시간(hr) |
|-----------|---------|----------|-------------------------|----------|
| 2006~2015 | 14.3    | 1377.0   | 5032.7                  | 2134.1   |
| 2016      | 15.0    | 1482.3   | 5270.6                  | 2144.2   |
| 증감        | 0.7(↑)  | 105.3(↑) | 237.9(↑)                | 10.1(↑)  |

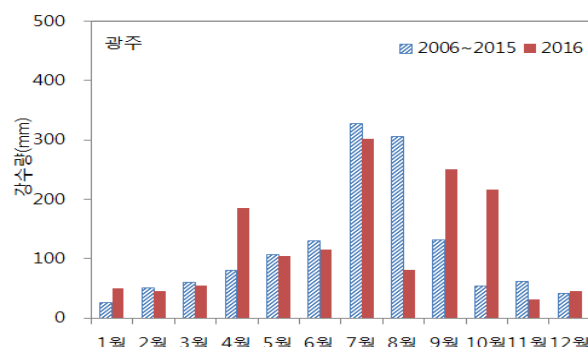
각 기상 요소별 분석 결과, 평균 기온은  $0.7^{\circ}\text{C}$  증가하였으며 동절기에 기온 상승이 두드러져 수온 상승에 영향을 미친 것으로 판단되며, 하절기인 7~8월 중에는 예년보다 높은 기온으로 수온이 상승한 것으로 판단된다. 반면 전국적으로 태풍의 영향권에 직접적으로 들지 않았고 마른 장마의 영향으로 2016년도 강수량은  $1,482.1\text{mm}$ 로 과거 10년 평균보다 약  $105.1\text{mm}$  증가한 것으로 분석되었다. 일사량의 연간 합계는  $237.9\text{MJ}/\text{m}^2$  상승하였으며, 봄철부터 여름철까지 꾸준히 증가하였으며 가을철부터 예전에 비해 감소하였다. 일조시간은 일사합과 같이 연간 약 10시간 증가하였으며, 특히 7월과 8월은 예년에 비해 각각 68시간, 76시간으로 크게 증가하였다.

그림 2-4-1 광주지방기상청 기상 요소별 월평균 값

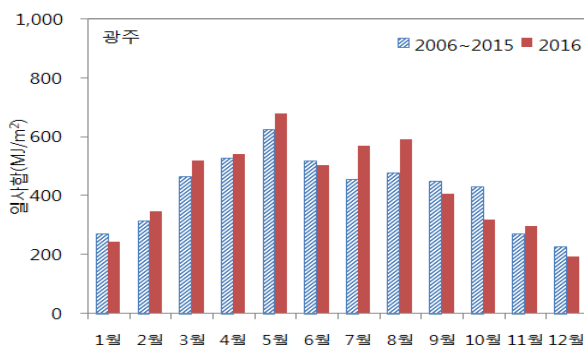
#### 〈기온〉



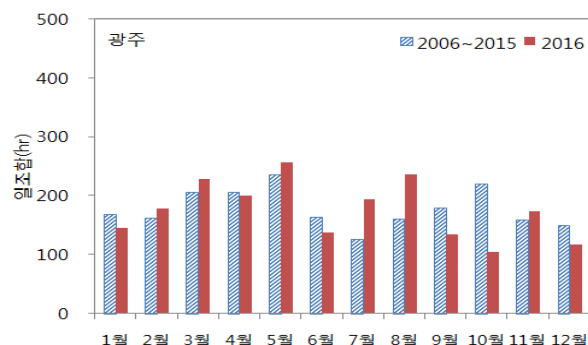
#### 〈강수량〉



#### 〈일사합〉



#### 〈일조시간〉



2016년 기온이 전체적으로 과거 10년 평균보다 높게 나타났다. 여름철에 일사합과 일조합이 높게 증가하였으며, 8월의 강수량은 과거 10년에 비해  $225\text{mm}$  낮게 나타났으며 이는 남조류의 번성에 영향을 미쳤을 수 있다.

## ☞ 체류시간은 상반기에 감소, 하반기 다소 증가

승촌보와 죽산보의 월평균 체류시간을 비교한 결과, <표 2-4-11>에서 보는 바와 같이 상반기 평균 체류시간은 5.4일로 2015년 7.6일 대비 0.71배 짧은 체류시간을 보였으며, 11~12월에 평균 8.6일로 가장 긴 체류시간으로 나타났으며 전년 대비 1.3배였다. 7월에는 강수량의 감소로 인해 2015년에 비해 각각 2.1배 높은 체류시간을 나타냈으며, 가을철 감소하다가 겨울철 체류시간이 증가하여 나타났다.

표 2-4-11 영산강수계 보 구간 월평균 체류시간 비교(2015년 vs. 2016년)

(단위 : 일)

| 월  | 승촌보     |         |         | 죽산보     |         |         |
|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|    | 2015(A) | 2016(B) | 비율(B/A) | 2015(A) | 2016(B) | 비율(B/A) |
| 1  | 4.8     | 6.0     | 1.3     | 10.2    | 10.6    | 1.0     |
| 2  | 6.1     | 4.5     | 0.7     | 13.1    | 8.2     | 0.6     |
| 3  | 7.0     | 4.2     | 0.6     | 14.3    | 7.1     | 0.5     |
| 4  | 4.2     | 2.6     | 0.6     | 7.2     | 4.2     | 0.6     |
| 5  | 5.0     | 3.1     | 0.6     | 8.4     | 5.2     | 0.6     |
| 6  | 3.7     | 3.6     | 1.0     | 7.1     | 5.9     | 0.8     |
| 7  | 2.7     | 1.3     | 0.5     | 4.4     | 2.1     | 0.5     |
| 8  | 4.0     | 4.4     | 1.1     | 7.2     | 7.1     | 1.0     |
| 9  | 4.5     | 2.0     | 0.4     | 8.8     | 3.6     | 0.4     |
| 10 | 5.1     | 1.9     | 0.4     | 9.7     | 2.6     | 0.3     |
| 11 | 4.4     | 6.6     | 1.5     | 8.4     | 10.5    | 1.2     |
| 12 | 4.4     | 6.8     | 1.5     | 8.4     | 10.3    | 1.2     |

## ☞ 승촌보 : 평균수온 증가, 클로로필-*a*·총질소·총인 감소

기상 및 수리·수문조건에 따른 수온 및 수질 인자의 변화 경향을 분석하고자 승촌보에서 보 설치 이후인 2012~2015년과 2016년 값을 비교하여 <표 2-4-12>과 <그림 2-4-2>에 제시하였다. 과거 10년 평균보다 2015년의 강수량이 감소함에 따라 유량은 감소하였다. 수온은 보 설치 이후 4년동안의 연평균보다 0.4℃ 증가하였다.

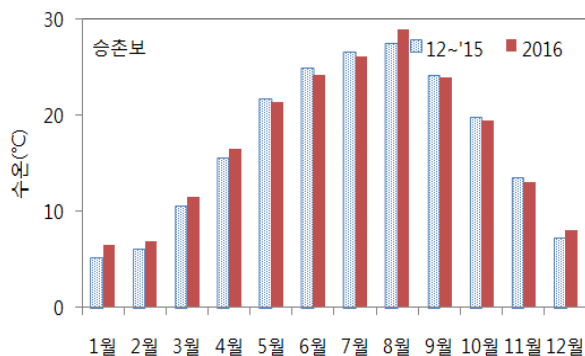
표 2-4-12 승촌보 수질인자 변화 비교

| 기간        | 수온(°C) | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|--------|-------------------------------------|-----------|----------|
| 2012~2015 | 16.9   | 44.4                                | 5.597     | 0.184    |
| 2016      | 17.3   | 43.2                                | 4.603     | 0.155    |
| 증감        | 0.4(↑) | 1.2(↓)                              | 0.994(↓)  | 0.029(↓) |

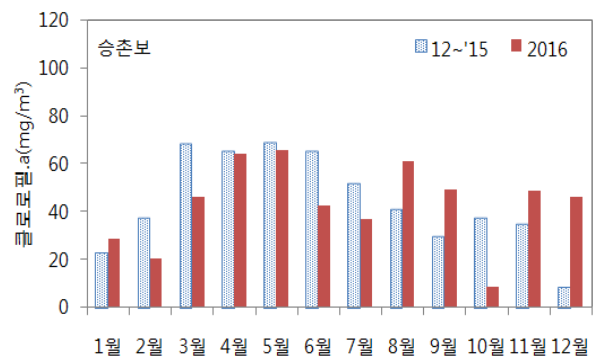
영양염류인 총질소 농도는 과거 4년에 비해 0.994mg/L만큼 감소하였으며, 총인은 0.029mg/L 감소했다. 비교적 유량이 적은 1~6월까지의 큰폭으로 감소하여 광주하수처리장의 총인 처리 시설의 고도화(2012년 10월 준공)와 관련이 있는 것으로 판단되며, 강우가 증가하는 7월이후의 증가는 강우에 의한 비점오염원의 유입 때문인 것으로 판단된다.

그림 2-4-2 영산강 승촌보 지점 수온 및 수질 농도 변화

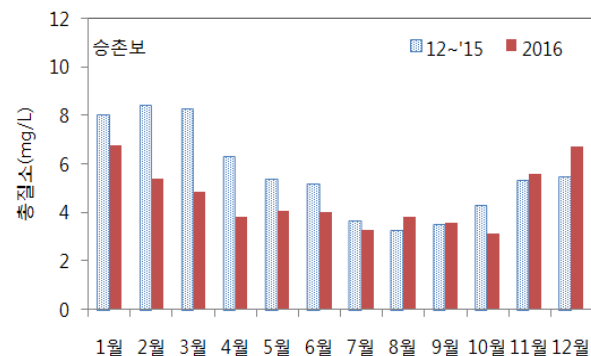
〈수온〉



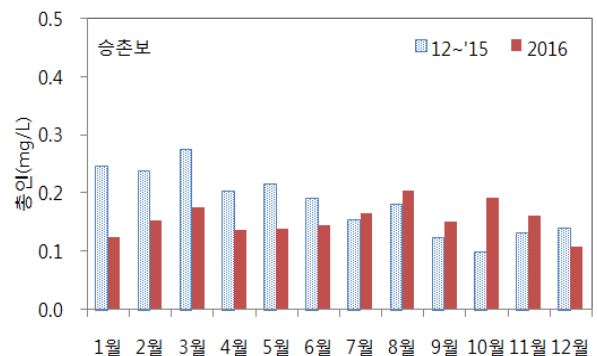
〈클로로필-*a*〉



〈총질소〉



〈총인〉



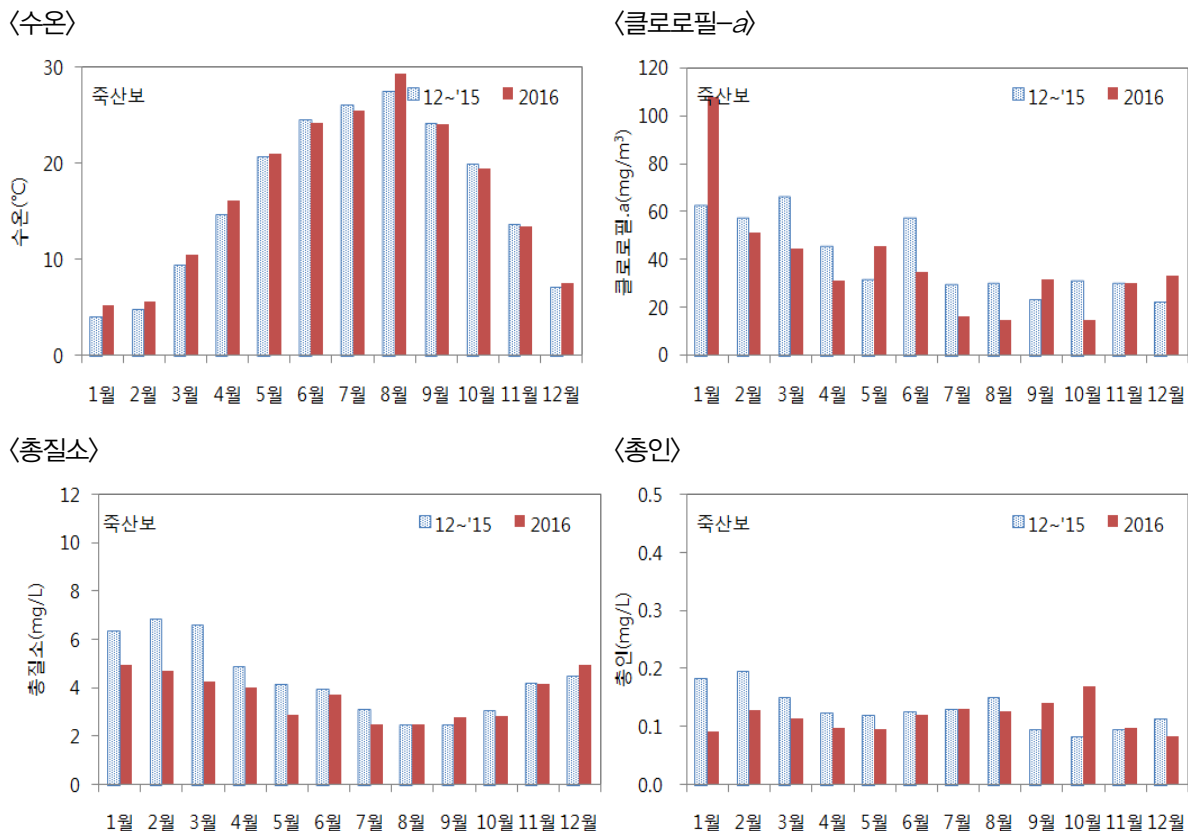
**죽산보 : 평균수온 증가, 클로로필-*a*·총인·총질소 농도는 감소**

기상 및 수리·수문조건에 따른 수온 및 수질 인자의 변화 경향을 분석하고자 죽산보에서 보 설치 이후인 2012~2015년과 2016년 값을 비교하여 <표 2-4-13>과 <그림 2-4-3>에 제시하였다. 과거 10년 평균보다 2016년의 강수량은 증가하였으나 8월의 강수량은 크게 감소함에 따라 유량은 감소하였다. 평균기온은 예년에 비해 높게 나타났으며 기온상승과 일조량 및 일조시간의 증가로 평균수온도 증가한 것으로 판단된다.

**표 2-4-13** 죽산보 수질인자 변화 비교

| 기간        | 수온(°C) | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|--------|-------------------------------------|-----------|----------|
| 2012~2015 | 16.4   | 40.8                                | 4.387     | 0.131    |
| 2016      | 16.9   | 38.1                                | 3.705     | 0.117    |
| 증감        | 0.5(↑) | 2.7(↓)                              | 0.682(↓)  | 0.014(↓) |

**그림 2-4-3** 영산강 죽산보 지점 수온 및 수질 농도 변화



영양염류인 총질소와 총인의 농도는 전년 대비 큰 차이가 없었으나 소폭 감소하였다. 총인의 경우 비교적 유량이 적은 1~5월 사이 큰폭으로 감소하였고 7월까지 이어져 승촌보와 마찬가지로 광주하수처리장의 총인처리시설 고도화와 관련이 있는 것으로 판단되며 강우가 증가한 9월의 증가는 강우에 의한 비점오염원의 유입 때문인 것으로 보인다.

이와 같은 분류 구간의 전년과 다른 수리·수문 조건 영향으로 <표 2-4-14>에서 나타낸 바와 같이 영산강 수계 유해남조류 세포수 최대치는 2013년은 20,400cells/mL(죽산보, 2013.8.22) 이었고 2014년에는 크게 감소한 2,600cells/mL(죽산보, 2014.6.23)를 나타냈으나, 2015년에는 45,900cells/mL(죽산보, 2015.8.19.)로 증가하였고, 2016년에는 71,840cells/mL(죽산보, 2016.8.18.)로 증가하였다.

표 2-4-14 영산강수계 유해남조류 출현 시기 및 최대 세포수

(단위 : cells/mL)

| 지점  | 최초 초과 세포수*       |       |                 |                  | 최대 세포수           |                 |                  |                  |
|-----|------------------|-------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|
|     | 2013년            | 2014년 | 2015년           | 2016년            | 2013년            | 2014년           | 2015년            | 2016년            |
| 승촌보 | -                | -     | -               | 1,875<br>(8.11)  | 3,400<br>(8.22)  | 1,050<br>(7.1)  | -                | 27,380<br>(8.16) |
| 죽산보 | 20,400<br>(8.22) | -     | 17,225<br>(8.3) | 16,460<br>(6.16) | 20,400<br>(8.22) | 2,600<br>(6.23) | 45,900<br>(8.19) | 71,840<br>(8.18) |

※ 수질예보 수질관리단계 발령 기준인 10,000cells/mL 이상 대상

## 나. 주암호

### 강수량은 예년과 유사

주암호 조류정보제 채수위치는 2개로, 댐앞과 신평교가 있다. 주암댐의 2016년 댐유역 평균 강수량은 1,592.4mm로 2006~2015년 10년간 댐유역 평균 강수량인 1,688.0mm의 약 94%에 해당하는 강수량을 보인 것으로 나타났다.

표 2-4-15 암댐 유역 평균 강수량

|         | 2006~2015(A) | 2016(B) | 비율(B/A) |
|---------|--------------|---------|---------|
| 강수량(mm) | 1,688.0      | 1,592.4 | 0.94    |

※출처: 국가수자원관리종합정보시스템

☞ 평균수온은 감소, 클로로필-*a*는 유사, 총인·총질소 농도는 증가

기상 및 수리·수문조건에 따른 수온 및 수질의 변화 경향을 분석하고자 주암호 조류경보제 2개 채수위치(담앞, 신평교)의 2013~2015년 평균과 2016년을 비교하였다.

담앞의 2016년 평균수온은 2013~2015년 평균수온 보다 2.9℃감소하고, 클로로필-*a* 농도는 0.3mg/m<sup>3</sup> 감소 한 것으로 나타났다. 2016년부터 조류경보제 채수방법이 변경되면서 상·중·하 층수를 동량으로 섞어 조사함에 따라 중·하층의 수질이 반영되어 수온이 감소한 것으로 보여진다. 총질소는 0.034mg/L 증가하였으며 총인은 0.006mg/L 증가하였다.

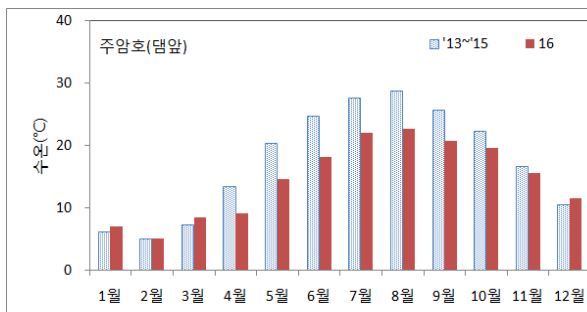
표 2-4-16 주암호 담앞 수질 변화 비교

| 기간        | 수온(℃)  | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|--------|-------------------------------------|-----------|----------|
| 2013~2015 | 17.4   | 3.7                                 | 0.697     | 0.014    |
| 2016      | 14.5   | 3.4                                 | 0.731     | 0.020    |
| 증감        | 2.9(↓) | 0.3(↓)                              | 0.034(↑)  | 0.006(↑) |

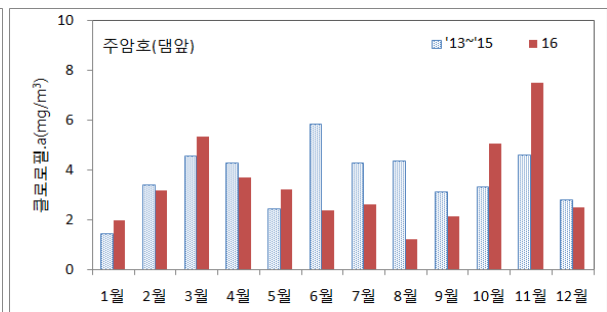
※ 수온·클로로필-*a* : 조류경보제 자료('13.1~'16.12), 총질소·총인 : 수질측정망 자료(표층)

그림 2-4-4 주암호 담앞 지점 수온 및 수질 농도 변화

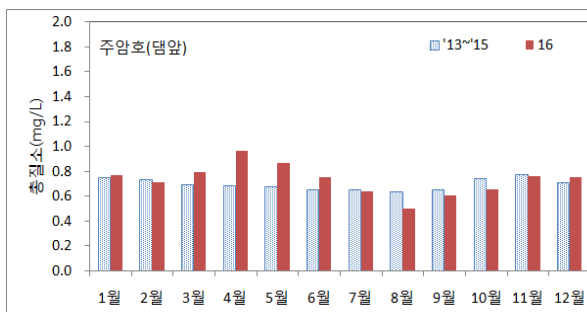
〈수온〉



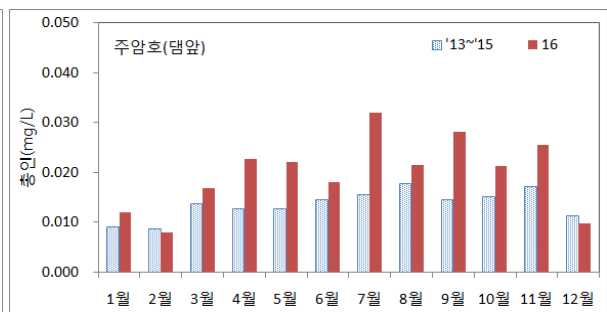
〈클로로필-*a*〉



〈총질소〉



〈총인〉



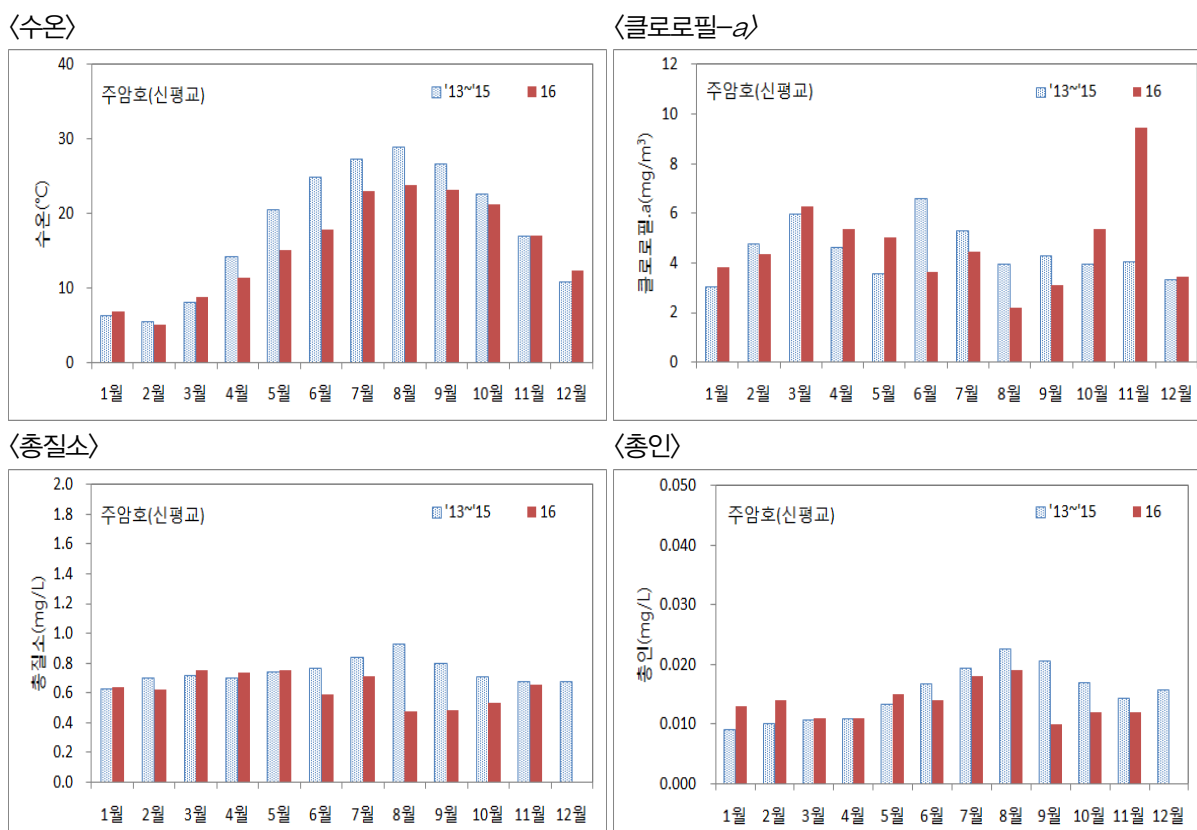
주암호 신평교 인근의 2016년 평균수온은 2013~2015년 평균수온보다 2.3℃ 감소하였으며, 2016년 클로로필-*a* 농도는 2013~2015년 평균 보다 0.2mg/m<sup>3</sup> 증가하였다. 2016년부터 조류경보제 채수방법이 변경되면서 상·중·하층수를 동량으로 섞어 조사함에 따라 중·하층의 수질이 반영되어 수온이 감소한 것으로 보여진다. 총질소는 2013~2015년 평균 보다 0.110mg/L 감소하였으며, 총인은 0.001mg/L 감소하였다.

표 2-4-17 주암호 신평교 수질 변화 비교

| 기간        | 수온(℃)  | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|--------|-------------------------------------|-----------|----------|
| 2013~2015 | 17.7   | 4.5                                 | 0.742     | 0.015    |
| 2016      | 15.4   | 4.7                                 | 0.632     | 0.014    |
| 증감        | 2.3(↓) | 0.2(↑)                              | 0.110(↓)  | 0.001(↓) |

※ 수온·클로로필-*a* : 조류경보제 자료('13.1~'16.12), 총질소·총인 : 수질측정망 자료(신평교 인근)

그림 2-4-5 주암호 신평교 지점 수온 및 수질 농도 변화





2016년에는 주암호(댐앞, 신평교)에서 유해남조류 세포수가 관심 기준(남조류 1000cells/mL)을 넘는 경우가 없었다.

표 2-4-18 주암호 유해남조류 출현 시기 및 최대 세포수

(단위 : cells/mL)

| 지점        | 최초 500cells/mL 초과 세포수 |             | 최대 세포수       |             |
|-----------|-----------------------|-------------|--------------|-------------|
|           | 2015년                 | 2016년       | 2015년        | 2016년       |
| 주암호1(댐앞)  | 550(11월 17일)          | 725(7월 4일)  | 550(11월 17일) | 725(7월 4일)  |
| 주암호2(신평교) | 550(6월 9일)            | 800(6월 20일) | 750(9월 30일)  | 800(6월 20일) |

#### 다. 탐진호

##### 강수량은 예년과 유사

탐진호 조류정보제 채수위치는 2개로, 댐앞과 탐진강과 유치천 합류지점이 있다. 탐진호의 2016년 댐유역 평균 강수량은 1513.2mm로 2006~2015년 10년간 댐유역 평균 강수량인 1507.0mm의 약 100%에 해당하는 강수량을 보인 것으로 나타났다.

표 2-4-19 탐진호 유역 평균 강수량

|         | 2006~2015(A) | 2016(B) | 비율(B/A) |
|---------|--------------|---------|---------|
| 강수량(mm) | 1507.0       | 1,513.2 | 1.00    |

※출처: 국가수자원관리종합정보시스템

##### 평균수온·클로로필-*a*·총질소 농도는 감소, 총인 농도는 증가

기상 및 수리·수문조건에 따른 수온 및 수질의 변화 경향을 분석하고자 탐진호 조류정보제 2개 채수위치(댐앞, 유치천 합류부)의 2013~2015년 평균과 2016년을 비교하였다.

댐앞의 2016년 평균수온은 2013~2015년 평균수온 보다 3.2℃감소하고, 클로로필-*a* 농도는 0.3mg/m<sup>3</sup> 감소 한 것으로 나타났다. 2016년부터 조류정보제 채수방법이 변경되면서 상·중·하 층수를 동량으로 섞어 조사함에 따라 중하층의 수질이 반영되어 수온이 감소한 것으로 보여진다. 총질소는 0.135mg/L 감소하였으나 총인은 0.002mg/L 증가 하였다.

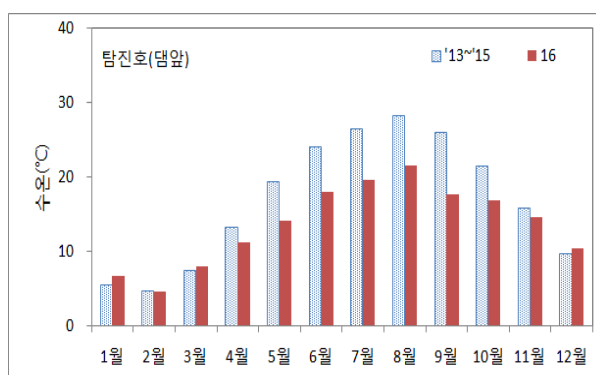
표 2-4-20 탐진호 댐앞 수질 변화 비교

| 기간        | 수온(°C) | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|--------|-------------------------------------|-----------|----------|
| 2013~2015 | 16.8   | 5.0                                 | 0.832     | 0.020    |
| 2016      | 13.6   | 4.7                                 | 0.697     | 0.022    |
| 증감        | 3.2(↓) | 0.3(↓)                              | 0.135(↓)  | 0.002(↑) |

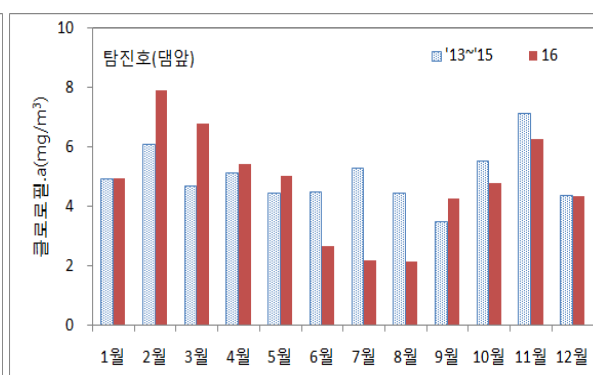
※ 수온·클로로필-*a* : 조류경보제 자료('13.1~'16.12), 총질소·총인 : 수질측정망 자료(표층)

그림 2-4-6 탐진호 댐앞 수온 및 수질 농도 변화

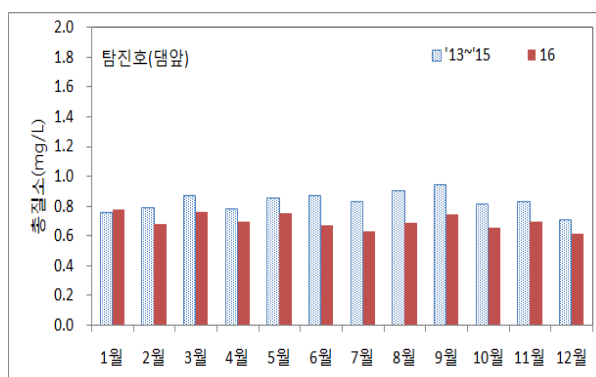
〈수온〉



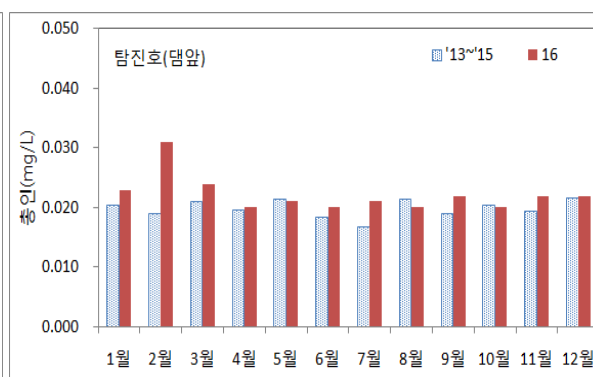
〈클로로필-*a*〉



〈총질소〉



〈총인〉



탐진호의 유치천 합류부는 2016년 평균수온은 2013~2015년 평균수온보다 3.1℃ 감소하였으며, 2016년 클로로필-*a* 농도는 2013~2015년 평균과 같았다. 2016년부터 조류경보제 채수방법이 변경되면서 상·중·하층수를 동량으로 섞어 조사함에 따라 중·하층의 수질이 반영되어 수온이 감소한 것으로 보여진다.

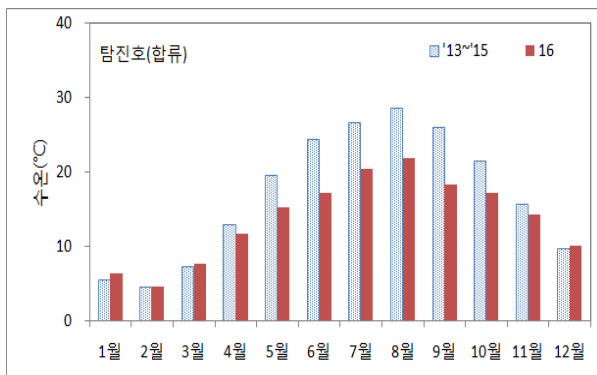
표 2-4-21 탐진호 유치천 합류부 수질 변화 비교

| 기간        | 수온(°C) | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) |
|-----------|--------|-------------------------------------|
| 2013~2015 | 16.8   | 5.0                                 |
| 2016      | 13.7   | 5.0                                 |
| 증감        | 3.1(↓) | 0                                   |

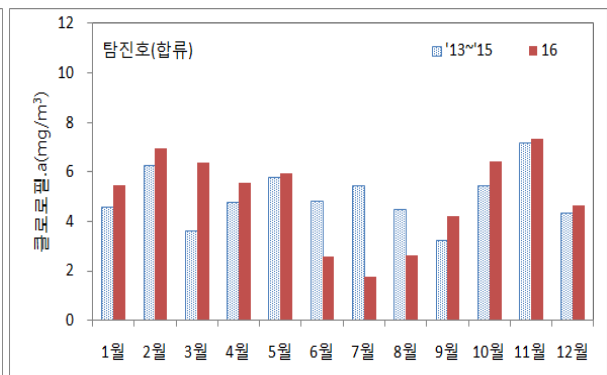
※ 수온·클로로필-*a* : 조류경보제 자료('13.1~'16.12)

그림 2-4-7 탐진호 유치천 합류부 수온 및 클로로필-*a* 농도 변화

〈수온〉



〈클로로필-*a*〉



2016년에는 탐진호(댐앞, 탐진강과 유치천 합류지점)에서 유해남조류 세포수가 관심 기준 (남조류 1000cells/mL)을 넘는 경우가 없었다.

표 2-4-22 탐진호 유해남조류 출현 시기 및 최대 세포수

(단위 : cells/mL)

| 지점       | 최초 500cells/mL 초과 세포수 |       | 최대 세포수      |             |
|----------|-----------------------|-------|-------------|-------------|
|          | 2015년                 | 2016년 | 2015년       | 2016년       |
| 탐진호1(댐앞) | 825(8월 17일)           | —     | 950(11월 2일) | 425(9월 12일) |
| 탐진호2(합류) | 525(7월 27일)           | —     | 900(8월 17일) | 150(8월 16일) |

## 라. 동복호

### 강수량은 예년과 유사

동복호 조류경보제 채수위치는 2개로, 댐앞과 중류가 있다.

동복댐의 2016년 댐유역 평균 강수량은 1,382.0mm로 2006~2015년 10년간 댐유역 평균 강수량인 1,464.7mm의 약 94%에 해당하는 강수량을 보인 것으로 나타났다.

표 2-4-23 동복댐 유역 평균 강수량

|         | 2006~2015(A) | 2016(B) | 비율(B/A) |
|---------|--------------|---------|---------|
| 강수량(mm) | 1464.7       | 1382    | 0.94    |

※출처: 국가수자원관리종합정보시스템

### 평균수온·클로로필-*a*·총질소 농도는 감소, 총인 농도는 변화없음

기상 및 수리·수문조건에 따른 수온 및 수질의 변화 경향을 분석하고자 동복호 조류경보제 2개 채수위치(댐앞, 중류)의 2013~2015년 평균과 2016년을 비교하였다.

댐앞의 2016년 평균수온은 2013~2015년 평균수온 보다 1.9℃감소하고, 클로로필-*a* 농도는 1.8mg/m<sup>3</sup> 감소 한 것으로 나타났다. 2016년부터 조류경보제 채수방법이 변경되면서 상·중·하 층수를 동량으로 섞어 조사함에 따라 중·하층의 수질이 반영되어 수온이 감소한 것으로 보여 진다. 총질소는 0.119mg/L 감소하였고 총인은 변화가 없었다.

표 2-4-24 동복호 댐앞 수질 변화 비교

| 기간        | 수온(℃)  | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|--------|-------------------------------------|-----------|----------|
| 2013~2015 | 16.6   | 6.2                                 | 0.883     | 0.011    |
| 2016      | 14.7   | 4.4                                 | 0.764     | 0.011    |
| 증감        | 1.9(↓) | 1.8(↓)                              | 0.119(↓)  | 0.000(-) |

※ 수온·클로로필-*a* : 조류경보제 자료('13.1~'16.12), 총질소·총인 : 수질측정망 자료(전층평균)

동북호 중류지점의 2016년 평균수온은 2013~2015년 평균수온보다 1.8℃ 감소하였으며, 2016년 클로로필-*a* 농도는 2013~2015년 평균 보다 2.3mg/m<sup>3</sup> 감소하였다. 2016년부터 조류 경보제 채수방법이 변경되면서 상·중·하층수를 동량으로 섞어 조사함에 따라 중·하층의 수질이 반영되어 수온이 감소한 것으로 보여진다. 총질소는 2013~2015년 평균 보다 0.129mg/L 감소하였으며, 총인은 0.002mg/L 감소하였다.

표 2-4-25 동북호 댐앞 수질 변화 비교

| 기간        | 수온(℃)  | 클로로필- <i>a</i> (mg/m <sup>3</sup> ) | 총질소(mg/L) | 총인(mg/L) |
|-----------|--------|-------------------------------------|-----------|----------|
| 2013~2015 | 17.0   | 6.8                                 | 0.898     | 0.012    |
| 2016      | 15.2   | 4.5                                 | 0.769     | 0.010    |
| 증감        | 1.8(↓) | 2.3(↓)                              | 0.129(↓)  | 0.002(↓) |

※ 수온·클로로필-*a* : 조류경보제 자료('13.1~'16.12), 총질소·총인 : 수질측정망 자료(전층평균)

2016년에는 동북호 댐앞에서는 유해남조류 세포수가 관심 기준(남조류 1,000cells/mL)을 넘는 경우가 없었고, 중류에서는 6월 21일 1,100cells/mL로 관심기준을 1회 넘었다.

표 2-4-26 동북호 유해남조류 출현 시기 및 최대 세포수

(단위 : cells/mL)

| 채수위치     | 최초 500cells/mL 초과 세포수 |             | 최대 세포수      |               |
|----------|-----------------------|-------------|-------------|---------------|
|          | 2015년                 | 2016년       | 2015년       | 2016년         |
| 동북호1(댐앞) | —                     | 900(5월 24일) | 480(4월 14일) | 950(6월 1일)    |
| 동북호2(중류) | 790(4월 21일)           | 600(5월 17일) | 790(4월 21일) | 1,100(6월 21일) |

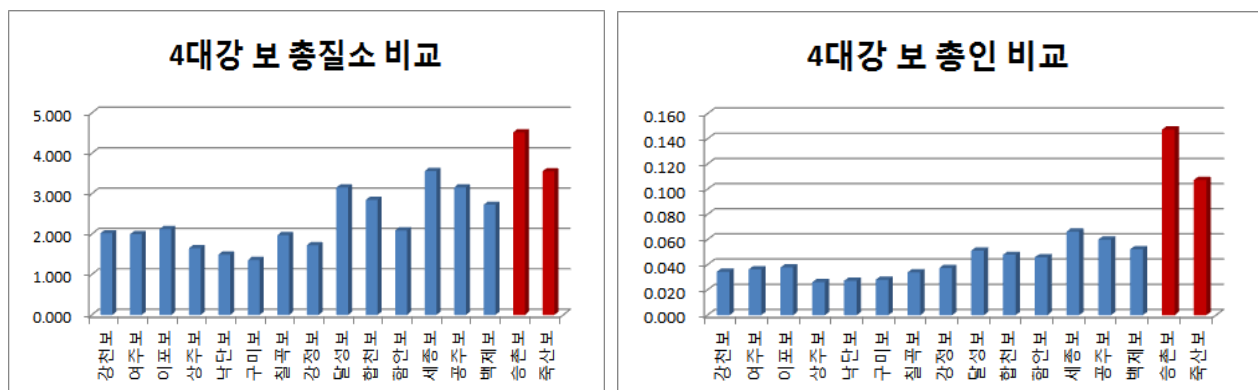
#### 4. 주요 이슈

##### 보 구간 저온성 규조류(*Stephanodiscus*) 대량증식

2016년도 영산강 죽산보 구간은 봄철 조류증식으로 수질관리 ‘관심’단계가 발령되었다. 2014년, 2015년도에 이어 재차 겨울철 저수온성 규조류(*Stephanodiscus*)의 대량증식현상( $123.2\text{mg}/\text{m}^3(1.20)$ )이 발생하였다.

이는 매년 겨울철~봄철 사이에 저온성 규조류인 *Stephanodiscus*가 증식, 우점하는 계절적 현상으로 볼 수 있다. 특히 영산강 수계는 갈수기(12월~4월)의 경우 영산강수계 상류에 위치한 대형 농업용저수지(4개소)로 인해 전체 하천유지수량( $107\text{만m}^3/\text{일}$ )이 감소한 반면, 광주하수처리수 유입량이 약 67%( $72\text{만m}^3/\text{일}$ )를 차지하고 있어 영양염류 농도가 타수계 비해 높은 수준으로 잠재적 조류발생 환경이 충분히 조성된 상태이기 때문인 것으로 추측된다.

《2016년 전국 16개 보 수질비교(단위 :  $\text{mg}/\text{L}$ )》



겨울철 규조류의 대량증식에 대한 원인조사를 위하여 본류로 유입되는 지류의 클로로필-*a* 농도를 조사하는 등 특이사항에 대한 조사를 착수하고, 환경기초조사사업 연구과제인 “영산강수계 소지류 중심 조류발생 특성 조사 및 저감대책방안(2016~2017)” 연구내용에 보구간의 지류와 본류 간의 조류발생 상관관계 검토를 포함하여 추진토록 하였다.

참 고 일정별 주요사항

| 일자    | 주요사항                             | 세부내용                                                                                 |
|-------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.3   | 2014년 조류경보제 시행                   | - 섬진강 수계 광역상수원 3개(주암·동북·탐진호) 대상 조류경보제 시행계획 수립·통보                                     |
| 3.2   | 죽산보 수질관리 “관심단계” 발령·해제            | - 죽산보 클로로필- <i>a</i> 농도 예측값 7일간 기준 초과[3.2~18(16일)]                                   |
| 3.9   | 승촌보 수질관리 “관심단계” 발령·해제            | - 승촌보 클로로필- <i>a</i> 농도 예측값 7일간 기준 초과[3.9~15(7일)]                                    |
| 3.19  | 제1차 영산강 수질관리 실무협의회 개최            | - 영산강 조류저감을 위한 물 관련기관 실무자 대책 논의                                                      |
| 3.24  | 승촌보 수질관리 “관심단계” 발령·해제            | - 승촌보 클로로필- <i>a</i> 농도 예측값 7일간 기준 초과[3.24~30(7일)]                                   |
| 4.9   | 녹조발생 사전예방을 위한 지류·지천 조류중점 관리대책 수립 | - 녹조발생 취약구간 조류발생 인자(因子) 조사 추진<br>- 조류 집중 발생시기 오염원 관리 강화(6~9월)<br>- 조류발생 예찰 및 대응체계 강화 |
| 5.14  | 조류예방대책회의 개최                      | - 광역상수원(주암·동북·탐진호) 및 영산강수계 조류예방을 위하여 유관 기관 간 대응체계 구축 등 조류저감 대책을 추진 협의                |
| 5.21  | 동북호 조류경보 토의 훈련                   | - 조류 대발생 시 신속하고 효율적인 수습으로 피해를 최소화하기 위하여 영산강유역환경청 및 관련기관 조치사항 검토 및 개선점 도출             |
| 5월~8월 | 영산강 조류저감사업 추진                    | ① 조류제거차량 운영 ②태양광·지하수 물순환장치 운영<br>③ 선박 유류비 ④녹조취약구간 수질정화식물 식재<br>⑤ 기타(수질분석, 예방활동 추진 등) |
| 7.15  | 제1차 영산강 수질관리협의회 개최               | - 광역상수원 및 영산강수계 구간 등에서의 조류 발생 확산에 대비하기 위한 관계기관 회의 개최                                 |
| 8.6   | 죽산보 수질관리 “관심단계” 발령·해제            | - 죽산보 클로로필- <i>a</i> 농도 예측값 7일간 기준 초과[8.6~27(22일)]                                   |
| 8.11  | 제2차 영산강 수질관리협의회 개최               | - “죽산보 구간”에 수질관리 “관심” 단계를 발령에 따라, 관계기관 협력 대응을 위한 관계기관 회의 개최                          |

## 참 고 주요언론보도

| 보도일자 | 보도매체명 | 면        | 보도제목                         |
|------|-------|----------|------------------------------|
| 6.14 | 전남매일  | 9        | 영산강 녹조 올해도 되풀이되나             |
| 6.17 | 호남일보  | 10       | 영산강 지류서 '녹조제거' 합동작전          |
| 7.28 | 전남일보  | 8        | 불볕더위...영산강 녹조 현상 악화...       |
| 8.1  | 무등일보  | 6        | 폭염에 신음하는 영산강 '녹조 비상'         |
| 6.13 | 뉴시스   | 종합       | 악취에 탁한 물빛...또 시작된 '영산강녹조' 현상 |
| 6.13 | 연합뉴스  | 지역       | 연일 무더위에 영산강 녹조 시작            |
| 6.13 | 뉴스원   | 지역       | 때 이른 더위 영산강 '녹조' 발생          |
| 6.16 | 동아일보  | 호남/제주 20 | 영산강에 녹조 확산                   |
| 6.17 | 국민일보  | 사회13면    | 영산강 지류서 녹조 제거 '합동작전'         |
| 8.19 | 중앙일보  | 2면       | 영산강 녹조 심각                    |







## 제 3 부

### 녹조발생 예방 및 대응정책

제1절 조류발생 모니터링 정책

제2절 녹조대응 정책

제3절 오염물질 감시·관리 강화

제4절 기타 녹조대응 정책

## 제1절 조류발생 모니터링 정책

## 1. 조류경보제

## □ 안전한 수돗물 공급목적으로 시행

조류경보제는 상수원 호소 등 주요 호소의 조류 대량 발생시 정수처리 여과장치의 기능저하, 일부 유해남조류에 의한 냄새물질 및 독소 발생 가능성으로 인해 조류발생 상황을 주기적으로 모니터링하여 사전에 필요한 조치를 취하도록 하는 목적으로 시행하였다. 2016년에는 상수원으로 사용되는 하천구간과 친수활동 구간을 추가하여 그 목적과 범위를 확대해 가고 있다.

## &lt;법적 근거&gt;

- 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 제21조(수질오염 경보제)
  - ① 환경부장관 또는 시·도지사는 수질오염으로 하천·호소의 물의 이용에 중대한 피해를 가져올 우려가 있거나 주민의 건강·재산이나 동식물의 생육에 중대한 위해를 가져올 우려가 있다고 인정될 때에는 해당 하천·호소에 대하여 수질오염 경보를 발령할 수 있다.
- 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 시행령 제28조(수질오염경보)
  - ① 법 제21조제5항에 따른 수질오염경보의 종류는 다음 각 호와 같다.
    - 1. 조류경보
    - 2. 수질오염감시정보

운영지점을 살펴보면 1998년 팔당·대청·충주·주암호를 대상으로 최초로 조류경보제를 시행한 이후 2003년 6개 호소로, 2006년에는 16개 호소로, 2008년에는 20개 호소로 점진적으로 확대해 왔으며, 2016년에는 4개 하천과 친수활동 1구간 등을 추가하여 현재 28개 하천·호소(친수활동 구간 포함, 2016년말 기준)를 대상으로 운영하고 있다.

표 3-1-1 조류경보제 적용대상 하천·호소

| 시행<br>년도 | 하천·호소명      | 대표 채수 위치                               | 관리기관  |
|----------|-------------|----------------------------------------|-------|
| '98      | 팔 당 호       | 댐앞, 부용사앞, 삼봉                           | 한 강 청 |
|          | 대 청 호       | 추동, 문의, 회남                             | 금 강 청 |
|          | 충 주 호       | 댐앞, 청풍교                                | 원 주 청 |
|          | 주 압 호       | 댐앞, 신평교                                | 영산강청  |
| '99      | 운 문 호       | 댐앞, 취수탑2                               | 대 구 청 |
| '03      | 용 담 호       | 댐앞, 취수탑                                | 새만금청  |
| '04      | 동 복 호       | 취수탑, 중류                                | 영산강청  |
|          | 영 천 호       | 취수탑                                    | 대 구 청 |
| '05      | 남강호(진양호)    | 판문, 내동                                 | 낙동강청  |
|          | 안 계 호       | 취수탑                                    | 대 구 청 |
| '06      | 공 산 지       | 중앙부, 취수탑                               | 대구광역시 |
|          | 광 교 지       | 취수탑                                    | 경기도청  |
|          | 춘 천 호       | 춘천댐 상류, 용산취수장                          | 강원도청  |
|          | 옥 정 호       | 칠보취수구                                  | 새만금청  |
|          | 진 전 지       | 상류, 하류                                 | 경상북도청 |
|          | 한 강         | 강동대교~잠실대교(5개 채수위치), 잠실대교~행주대교(5개 채수위치) | 서울시청  |
| '07      | 사 연 호       | 취수탑, 반연리                               | 낙동강청  |
| '08      | 회 야 호       | 취수탑, 방류구                               | 낙동강청  |
|          | 덕 동 호       | 댐앞                                     | 대 구 청 |
|          | 탐 진 호       | 댐앞, 유치천 합류                             | 영산강청  |
| '09      | 보 령 호       | 취수탑                                    | 금 강 청 |
|          | 횡 성 호       | 취수탑                                    | 원 주 청 |
| '13      | 한 강         | 강동대교~잠실대교(5개 채수위치)중 구의취수장 지점 폐쇄        | 서울시청  |
| '16      | 의 압 호       | 신연교                                    | 원 주 청 |
|          | 한강(강천)      | 강천보 상류                                 | 한 강 청 |
|          | 낙동강(칠곡)     | 칠곡보 상류                                 | 대 구 청 |
|          | 낙동강(강정·고령)  | 강정고령보 상류                               | 대 구 청 |
|          | 낙동강(창녕·함안)  | 창녕함안보 상류                               | 낙동강청  |
|          | 한강(친수활동 구간) | 잠실대교~행주대교(5개 채수위치)를 친수활동 구간으로 신설       | 서 울 시 |

## 조류발생 정도에 따라 단계적으로 대응

조류발생 상황은 상수원구간과 친수활동 구간으로 나누어 단계별 조류경보를 발령하고 있다. 발령기준으로는 녹조현상을 유발하는 유해남조류 세포수<sup>6)</sup>로 모니터링 하고 있다. 조류발생 모니터링 결과에 따라 상수원구간은 ‘관심→경계→대발생’, 친수활동구간은 ‘관심→경계’ 단계로 조류경보를 발령하며, 2회 연속으로 유해남조류 세포수가 아래 기준을 초과할 때 발령한다.

표 3-1-2 발령단계별 발령기준

| 발령단계           |           | 발령·해제기준                                                    |
|----------------|-----------|------------------------------------------------------------|
| 상수원<br>구간      | 관심        | 2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 1,000 세포/mL 이상 10,000 세포/mL 미만인 경우     |
|                | 경계        | 2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 10,000 세포/mL 이상 1,000,000 세포/mL 미만인 경우 |
|                | 조류<br>대발생 | 2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 1,000,000 세포/mL 이상인 경우                 |
|                | 해제        | 2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 1,000 세포/mL 미만인 경우                     |
| 친수<br>활동<br>구간 | 관심        | 2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 20,000 세포/mL 이상 100,000 세포/mL 미만인 경우   |
|                | 경계        | 2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 100,000 세포/mL 이상인 경우                   |
|                | 해제        | 2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 20,000 세포/mL 미만인 경                     |

조류경보 발령권자는 상기 단계별 기준에 해당하는 조류가 발생하였을 때는 즉시 해당 경보 단계를 발령하고, ‘조류경보’ 이상의 발령단계에서는 대중매체 등을 통해 관련사항을 신속히 홍보하여야 한다. 아울러 관계기관은 아래의 정보단계별 조치사항에 따라 신속하게 대응하여야 한다.

6) 남조류는 주로 부영양화된 수역에서 많이 발생되며, 독성물질(마이크로시스틴, 아나톡신 등) 및 냄새물질(지오스민, 2-MIB)을 생산하기도 함

표 3-1-3 상수원구간 발령단계별 조치사항

| 단계        | 관계기관                                      | 조치사항                                                                                                                        |
|-----------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 관심        | 4대강 물환경연구소장<br>(시·도 보건환경연구원장<br>또는 수면관리자) | 1) 주 1회 이상 시료 채취 및 분석(남조류 세포수, 클로로필- <i>a</i> )<br>2) 시험분석 결과를 발령기관으로 신속하게 통보                                               |
|           | 수면관리자                                     | 취수구와 조류가 심한 지역에 대한 차단막 설치 등 조류 제거 조치 실시                                                                                     |
|           | 취수장·정수장 관리자                               | 정수 처리 강화(활성탄 처리, 오존 처리)                                                                                                     |
|           | 유역·지방 환경청장<br>(시·도지사)                     | 1) 관심경보 발령<br>2) 주변오염원에 대한 지도·단속                                                                                            |
|           | 홍수통제소장,<br>한국수자원공사사장                      | 댐, 보 여유량 확인·통보                                                                                                              |
|           | 한국환경공단이사장                                 | 1) 환경기초시설 수질자동측정자료 모니터링 실시<br>2) 하천구간 조류 예방·제거에 관한 사항 지원                                                                    |
| 경계        | 4대강 물환경연구소장<br>(시·도 보건환경연구원장<br>또는 수면관리자) | 1) 주 2회 이상 시료 채취 및 분석(남조류 세포수, 클로로필- <i>a</i> , 냄새물질, 독소)<br>2) 시험분석 결과를 발령기관으로 신속하게 통보                                     |
|           | 수면관리자<br>(수면관리자)                          | 취수구와 조류가 심한 지역에 대한 차단막 설치 등 조류 제거 조치 실시                                                                                     |
|           | 취수장·정수장 관리자<br>(취수장·정수장 관리자)              | 1) 조류증식 수심 이하로 취수구 이동<br>2) 정수처리 강화(활성탄처리, 오존처리)<br>3) 정수의 독소분석 실시                                                          |
|           | 유역·지방 환경청장<br>(시·도지사)                     | 1) 경계경보 발령 및 대중매체를 통한 홍보<br>2) 주변오염원에 대한 단속 강화<br>3) 낚시·수상스키·수영 등 친수활동, 어패류 어획·식용, 가축 방목 등의 자제 권고 및 이에 대한 공지(현수막 설치 등)      |
|           | 홍수통제소장,<br>한국수자원공사사장                      | 기상상황, 하천수문 등을 고려한 방류량 산정                                                                                                    |
|           | 한국환경공단이사장                                 | 1) 환경기초시설 및 폐수배출사업장 관계기관 합동점검 시 지원<br>2) 하천구간 조류 제거에 관한 사항 지원<br>3) 환경기초시설 수질자동측정자료 모니터링 강화                                 |
| 조류<br>대발생 | 4대강 물환경연구소장<br>(시·도 보건환경연구원장<br>또는 수면관리자) | 1) 주 2회 이상 시료 채취 및 분석(남조류 세포수, 클로로필- <i>a</i> , 냄새물질, 독소)<br>2) 시험분석 결과를 발령기관으로 신속하게 통보                                     |
|           | 수면관리자                                     | 1) 취수구와 조류가 심한 지역에 대한 차단막 설치 등 조류 제거 조치 실시<br>2) 황토 등 조류제거물질 살포, 조류 제거선 등을 이용한 조류 제거 조치 실시                                  |
|           | 취수장·정수장 관리자                               | 1) 조류증식 수심 이하로 취수구 이동<br>2) 정수 처리 강화(활성탄 처리, 오존 처리)<br>3) 정수의 독소분석 실시                                                       |
|           | 유역·지방 환경청장<br>(시·도지사)                     | 1) 조류대발생경보 발령 및 대중매체를 통한 홍보<br>2) 주변오염원에 대한 지속적인 단속 강화<br>3) 낚시·수상스키·수영 등 친수활동, 어패류 어획·식용, 가축 방목 등의 금지 및 이에 대한 공지(현수막 설치 등) |
|           | 홍수통제소장,<br>한국수자원공사사장                      | 댐, 보 방류량 조정                                                                                                                 |
|           | 한국환경공단이사장                                 | 1) 환경기초시설 및 폐수배출사업장 관계기관 합동점검 시 지원<br>2) 하천구간 조류 제거에 관한 사항 지원<br>3) 환경기초시설 수질자동측정자료 모니터링 강화                                 |

| 단계  | 관계기관                                      | 조치사항                     |
|-----|-------------------------------------------|--------------------------|
| 해 제 | 4대강 물환경연구소장<br>(시·도 보건환경연구원장<br>또는 수면관리자) | 시험분석 결과를 발령기관으로 신속하게 통보  |
|     | 유역·지방 환경청장<br>(시·도지사)                     | 각종 경보 해제 및 대중매체 등을 통한 홍보 |

표 3-1-4 친수활동 구간 발령단계별 조치사항

| 단계  | 관계기관                                      | 조치사항                                                                                                          |
|-----|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 관심  | 4대강 물환경연구소장<br>(시·도 보건환경연구원장<br>또는 수면관리자) | 1) 주 1회 이상 시료 채취 및 분석(남조류 세포수, 클로로필- <i>a</i> , 냄새물질, 독소)<br>2) 시험분석 결과를 발령기관으로 신속하게 통보                       |
|     | 유역·지방 환경청장<br>(시·도지사)                     | 1) 관심경보 발령<br>2) 낚시·수상스키·수영 등 친수활동, 어패류 어획·식용 등의 자제 권고 및 이에 대한 공지(현수막 설치 등)<br>3) 필요한 경우 조류제거물질 살포 등 조류 제거 조치 |
| 경계  | 4대강 물환경연구소장<br>(시·도 보건환경연구원장<br>또는 수면관리자) | 1) 주 2회 이상 시료 채취 및 분석(남조류 세포수, 클로로필- <i>a</i> , 냄새물질, 독소)<br>2) 시험분석 결과를 발령기관으로 신속하게 통보                       |
|     | 유역·지방 환경청장<br>(시·도지사)                     | 1) 경계경보 발령<br>2) 낚시·수상스키·수영 등 친수활동, 어패류 어획·식용 등의 금지 및 이에 대한 공지(현수막 설치 등)<br>3) 필요한 경우 조류제거물질 살포 등 조류 제거 조치    |
| 해 제 | 4대강 물환경연구소장<br>(시·도 보건환경연구원장<br>또는 수면관리자) | 시험분석 결과를 발령기관으로 신속하게 통보                                                                                       |
|     | 유역·지방 환경청장<br>(시·도지사)                     | 각종 경보 해제 및 대중매체 등을 통한 홍보                                                                                      |



## 조류경보제 기준 변경 사항

2015년 말에는 조류경보제 운영 기준 등을 변경하였으며, 2016년부터 새로운 기준을 적용하여 제도를 운영하고 있다. 그 내용은 다음과 같다.

| 항 목             |     | '15년 이전                                          | '16년 이후                                                   |
|-----------------|-----|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 대상 지역           | 상수  | - 22개 주요 호소<br>(팔당호, 대청호, 주암호, 충주호 등)            | - 좌 동                                                     |
|                 |     | 〈추 가〉                                            | - 1개 호소(의암호 추가)<br>- 4개 보(강천보, 칠곡보, 강정고령보, 창녕함안보)         |
|                 | 친수  | 〈신 설〉                                            | - 환경부장관이 정하여 고시하는 하천·호소                                   |
| 경보지표            |     | - 클로로필-a 농도 + 남조류세포수                             | - 남조류세포수                                                  |
| 단계별<br>발령<br>기준 | 관심  | - Chl.a 15mg/m <sup>3</sup> + 남조류 500 cells/mL   | - 남조류 1,000 cells/mL                                      |
|                 | 경계  | - Chl.a 25mg/m <sup>3</sup> + 남조류 5,000 cells/mL | - 남조류 10,000 cells/mL                                     |
|                 | 대발생 | - Chl.a 100mg/m <sup>3</sup> + 남조류 100만 cells/mL | - 남조류 100만 cells/mL                                       |
| 친수용<br>발령<br>기준 | 관심  | 〈신 설〉                                            | - 남조류 20,000 cells/mL                                     |
|                 | 경계  |                                                  | - 남조류 100,000 cells/mL                                    |
| 발령용어            |     | - 조류주의보 → 조류경보 → 조류대발생                           | - 관심단계 → 경계단계 → 조류대발생                                     |
| 친수 조치사항<br>보완   |     | 〈신 설〉                                            | - (관심) 친수활동, 어패류 어획·식용 자제 권고<br>- (경계) 친수활동, 어패류 어획·식용 금지 |

## 최근 10년간 조류경보제 운영 결과

최근 10년간 조류경보제 운영에 따른 경보 발령 현황을 살펴보면 다음과 같다.

표 3-1-5 조류경보제 운영결과

| 지점  | 구분<br>(운영지점수)              | '07<br>(17)                   | '08<br>(20)                            | '09<br>(22)                   | '10<br>(22)                   | '11<br>(22) | '12<br>(22)                     | '13<br>(25)                   | '14<br>(25)                                              | '15<br>(25)                                                                                                                              | '16<br>(28) |
|-----|----------------------------|-------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 합계  | 계                          | 198                           | 114                                    | 244                           | 177                           | 131         | 167                             | 266                           | 372                                                      | 608                                                                                                                                      | 404         |
|     | 주요보/관심                     | 101                           | 95                                     | 201                           | 163                           | 131         | 124                             | 195                           | 300                                                      | 485                                                                                                                                      | 373         |
|     | 경보/경계                      | 97                            | 19                                     | 43                            | 14                            | -           | 43                              | 71                            | 72                                                       | 123                                                                                                                                      | 31          |
|     | 대발생                        | -                             | -                                      | -                             | -                             | -           | -                               | -                             | -                                                        | -                                                                                                                                        | -           |
| 충주호 | 주요보/관심                     | -                             | -                                      | -                             | -                             | -           | -                               | -                             | -                                                        | -                                                                                                                                        | -           |
| 강천  | 주요보/관심                     | X                             | X                                      | X                             | X                             | X           | X                               | X                             | X                                                        | X                                                                                                                                        | -           |
| 황성호 | 주요보/관심                     | X                             | X                                      | -                             | -                             | -           | -                               | 〈총 35일〉<br>8.13~9.16<br>(35일) | -                                                        | -                                                                                                                                        | -           |
| 춘천호 | 주요보/관심                     | -                             | -                                      | -                             | -                             | -           | -                               | -                             | -                                                        | -                                                                                                                                        | -           |
| 의암호 | 주요보/관심                     | X                             | X                                      | X                             | X                             | X           | X                               | X                             | X                                                        | X                                                                                                                                        | -           |
| 팔당호 | 주요보/관심                     | -                             | 〈총 36일〉<br>6.10~27<br>7.11~28<br>(36일) | 〈총 23일〉<br>6.25~7.17<br>(23일) | 〈총 42일〉<br>7.16~8.26<br>(42일) | -           | 〈총 28일〉<br>7.27~8.23<br>(28일)   | -                             | 〈총 23일〉<br>8.5~27 (23일)                                  | 〈총 49일〉<br>○ 담양: 8.19~9.30 (49일)<br>○ 부영: 8.28~9.5 (2일)<br>○ 삼봉: 8.19~9.8 (2일)                                                           | -           |
| 한강  | 주요보/관심                     | -                             | 〈총 11일〉<br>○ 강동~잠실: 7.15~28(11일)       | -                             | -                             | -           | 〈총 14일〉<br>○ 강동~잠실: 8.9~22(14일) | -                             | 〈총 24일〉<br>○ 강동~잠실: 8.5~28(24일)<br>○ 잠실~행주: 8.12~28(17일) | 〈총 98일〉<br>○ 강동~잠실: 8.5~28(24일)<br>○ 강동~잠실: 7.7~30 8.18~27 9.5~10.9(69일)<br>○ 잠실~동작: 6.30~7.6(7일)<br>○ 잠실~행주: 8.18~9.1 10.4~11.3(39일)    | -           |
|     | 한강<br>(강동~잠실<br>잠실~행주)     | -                             | -                                      | -                             | -                             | -           | -                               | -                             | -                                                        | -                                                                                                                                        | -           |
|     | 잠실~행주<br>2016년부터<br>친수활동구간 | -                             | -                                      | -                             | -                             | -           | -                               | -                             | -                                                        | 〈총 78일〉<br>○ 잠실~동작: 7.7~30(24일)<br>○ 동작~양화: 7.3~30(28일)<br>○ 양화~행주: 6.30~7.30(31일)<br>○ 잠실~행주: 9.2~10.13(42일)<br>○ 강동~잠실: 8.28~9.14(18일) | -           |
|     | 경보/경계                      | -                             | -                                      | -                             | -                             | -           | -                               | -                             | -                                                        | -                                                                                                                                        | -           |
| 광고지 | 주요보/관심                     | 〈총 12일〉<br>9.20~10.1<br>(12일) | -                                      | -                             | -                             | -           | 〈총 35일〉<br>8.8~9.11<br>(35일)    | -                             | -                                                        | 〈총 28일〉<br>8.26~9.22<br>(28일)                                                                                                            | -           |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 지점   | 구분<br>(운영지점수) | '07<br>(17) | '08<br>(20)                                                     | '09<br>(22)                              | '10<br>(22)                              | '11<br>(22)                                                                                                  | '12<br>(22)                                                                                      | '13<br>(25)                                                                                                                            | '14<br>(25)                                         | '15<br>(25)                                                                                      | '16<br>(28)                                                                                     |
|------|---------------|-------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 기암   | 웅담호           | 주요보/관심      | -                                                               | -                                        | -                                        | <총 20일><br>9.24~10.13<br>(20일)                                                                               | -                                                                                                | -                                                                                                                                      | -                                                   | -                                                                                                | -                                                                                               |
|      | 대청호           | 주요보/관심      | <총 14일><br>○ 회남<br>10.6~19<br>(14일)<br>○ 추동<br>10.6~19<br>(14일) | <총 15일><br>○ 회남<br>7.25~8.8<br>(15일)     | <총 29일><br>○ 회남<br>8.6~20<br>9.8~21(29일) | <총 59일><br>○ 회남<br>7.7~22<br>9.2~10.14<br>(59일)<br>○ 추동<br>9.2~10.14<br>(43일)<br>○ 문악<br>9.16~10.14<br>(29일) | <총 57일><br>○ 회남<br>8.12~10.7<br>(57일)<br>○ 추동<br>8.12~9.9<br>(29일)<br>○ 문악<br>8.12~9.28<br>(48일) | <총 84일><br>(37일 경보와<br>중복)<br>○ 회남<br>8.9~22<br>10.5~30<br>(40일)<br>○ 추동<br>9.6~11.6<br>(62일)<br>○ 문악<br>8.29~9.19<br>10.5~30<br>(48일) | -                                                   | <총 54일><br>○ 회남<br>7.29~8.11(14일)<br>○ 추동<br>10.2~11.10<br>(40일)<br>○ 문악<br>10.28~11.10<br>(14일) | <총 91일><br>○ 회남<br>8.3~10.5<br>(64일)<br>○ 추동<br>8.3~10.25<br>(84일)<br>○ 문악<br>8.3~11.1<br>(91일) |
|      |               | 경보/경계       | -                                                               | -                                        | <총 18일><br>○ 회남<br>8.21~9.7<br>(18일)     | -                                                                                                            | -                                                                                                | <총 43일><br>○ 회남<br>8.23~10.4<br>(43일)                                                                                                  | -                                                   | -                                                                                                | -                                                                                               |
|      | 보령호           | 주요보/관심      | X                                                               | X                                        | -                                        | <총 5일><br>7.2~6 (5일)                                                                                         | -                                                                                                | -                                                                                                                                      | -                                                   | -                                                                                                | -                                                                                               |
|      |               | 경보/경계       | X                                                               | X                                        | -                                        | <총 14일><br>6.18~7.1<br>(14일)                                                                                 | -                                                                                                | -                                                                                                                                      | -                                                   | -                                                                                                | -                                                                                               |
|      | 칠곡            | 주요보/관심      | X                                                               | X                                        | X                                        | X                                                                                                            | X                                                                                                | <총 13일><br>8.28~9.9 (13일)                                                                                                              | <총 28일><br>7.29~8.11<br>10.21~11.3<br>(28일)         | <총 35일><br>9.22~10.26<br>(35일)                                                                   | -                                                                                               |
| 오강에나 | 강정고령          | 주요보/관심      | X                                                               | X                                        | X                                        | X                                                                                                            | X                                                                                                | <총 62일><br>7.30~9.9<br>9.21~10.10<br>(62일)                                                                                             | <총 36일><br>8.5~19<br>9.16~10.6(36일)                 | <총 77일><br>6.30~7.13<br>9.1~10.19<br>12.8~21 (77일)                                               | <총 69일><br>6.8~7.11<br>8.9~9.12<br>(69일)                                                        |
|      |               | 경보/경계       | X                                                               | X                                        | X                                        | X                                                                                                            | X                                                                                                | <총 11일><br>9.10~20(11일)                                                                                                                | -                                                   | -                                                                                                | -                                                                                               |
|      | 창녕함안          | 주요보/관심      | X                                                               | X                                        | X                                        | X                                                                                                            | X                                                                                                | <총 38일><br>8.23~9.4<br>10.11~11.4(38일)                                                                                                 | <총 78일><br>6.3~17<br>8.22~19<br>9.16~11.10<br>(78일) | <총 161일><br>6.2~7.6<br>7.28~11.9<br>11.24~12.14<br>(161일)                                        | <총 81일><br>5.31~6.21<br>7.6~11<br>8.2~22<br>9.9~26<br>12.6~19<br>(81일)                          |
|      |               | 경보/경계       | X                                                               | X                                        | X                                        | X                                                                                                            | X                                                                                                | <총 60일><br>7.30~8.22<br>9.5~10.10<br>(60일)                                                                                             | <총 65일><br>6.18~8.21(65일)                           | <총 10일><br>7.7~16(10일)                                                                           | <총 31일><br>6.22~7.5<br>8.23~9.8<br>(31일)                                                        |
|      | 영전호           | 주요보/관심      | <총 42일><br>6.27~7.11<br>10.12~11.7<br>(42일)                     | <총 18일><br>9.4~10<br>9.30~10.10<br>(18일) | -                                        | -                                                                                                            | <총 36일><br>6.23~7.28<br>(36일)                                                                    | -                                                                                                                                      | -                                                   | -                                                                                                | -                                                                                               |
|      |               | 경보/경계       | <총 97일><br>6.22~26<br>7.12~10.11<br>(97일)                       | <총 19일><br>9.11~29<br>(19일)              | -                                        | -                                                                                                            | -                                                                                                | -                                                                                                                                      | -                                                   | -                                                                                                | -                                                                                               |
|      | 공산지           | 주요보/관심      | -                                                               | -                                        | -                                        | -                                                                                                            | -                                                                                                | -                                                                                                                                      | <총 111일><br>6.12~26<br>8.7~11.10<br>(111일)          | <총 56일><br>7.14~27<br>9.1~10.12<br>(56일)                                                         | <총 62일><br>6.14~7.18<br>8.17~9.12<br>(62일)                                                      |
|      |               | 경보/경계       | -                                                               | -                                        | -                                        | -                                                                                                            | -                                                                                                | -                                                                                                                                      | <총 7일><br>6.5~11 (7일)                               | <총 35일><br>7.28~8.31<br>(35일)                                                                    | -                                                                                               |
|      | 안계호           | 주요보/관심      | -                                                               | -                                        | -                                        | -                                                                                                            | -                                                                                                | -                                                                                                                                      | -                                                   | -                                                                                                | <총 15일><br>9.13~27<br>(15일)                                                                     |

| 지점           | 구분<br>(운영지점수) | '07<br>(17)                  | '08<br>(20)                | '09<br>(22)                                                                      | '10<br>(22)                         | '11<br>(22)                   | '12<br>(22) | '13<br>(25) | '14<br>(25) | '15<br>(25) | '16<br>(28)                   |
|--------------|---------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------------|
| 진전지          | 주요보/관심        | -                            | -                          | -                                                                                | -                                   | -                             | -           | -           | -           | -           | -                             |
| 운문호          | 주요보/관심        | -                            | -                          | -                                                                                | -                                   | 〈총 16일〉<br>7.28~8.12<br>(16일) | -           | -           | -           | -           | -                             |
| 덕동호          | 주요보/관심        | X                            | -                          | -                                                                                | -                                   | 〈총 22일〉<br>7.28~8.18<br>(22일) | -           | -           | -           | -           | -                             |
| 사연호          | 주요보/관심        | -                            | -                          | -                                                                                | -                                   | -                             | -           | -           | -           | -           | 〈총 29일〉<br>8.10~9.7<br>(29일)  |
| 화야호          | 주요보/관심        | X                            | -                          | 〈총 41일〉<br>5.20~6.29<br>(41일)                                                    | -                                   | -                             | -           | -           | -           | -           | -                             |
| 남강호<br>(진양호) | 주요보/관심        | -                            | 〈총 15일〉<br>7.9~23<br>(15일) | 〈총 51일〉<br>8.12~10.1<br>(51일)                                                    | -                                   | -                             | -           | -           | -           | -           | 〈총 26일〉<br>8.18~9.12<br>(26일) |
| 옥정호          | 주요보/관심        | -                            | -                          | -                                                                                | -                                   | -                             | -           | -           | -           | -           | -                             |
| 동북호          | 주요보/관심        | 〈총 14일〉<br>7.20~8.3<br>(14일) | -                          | 〈총 41일〉<br>8.21~9.30<br>(41일)                                                    | -                                   | -                             | -           | -           | -           | -           | -                             |
| 주암호          | 주요보/관심        | 〈총 19일〉<br>10.1~19<br>(19일)  | -                          | 〈총 41일〉<br>(25일 경보와<br>중복)<br>○담양: 8.21~9.3<br>(14일)<br>○신평교: 8.27~9.30<br>(35일) | 〈총 37일〉<br>○신평교: 9.9~10.15<br>(37일) | -                             | -           | -           | -           | -           | -                             |
|              | 경보/경계         | -                            | -                          | 〈총 25일〉<br>○담양: 9.4<br>~28 (25일)                                                 | -                                   | -                             | -           | -           | -           | -           | -                             |
| 탐진호          | 주요보/관심        | X                            | -                          | -                                                                                | -                                   | -                             | -           | -           | -           | -           | -                             |

- ※ 지점별·경보별 중복일수는 제외, ( )는 주의보와 경보의 중복일수는 경보에 산정함  
 ※ 2016년 조류경보 발령용어 변경(조류주의보/조류경보/조류대발생 → 관심/경계/조류대발생)  
 ※ 해당년도의 시행지점이 아니었던 경우 X 표시

## 2. 수질예보제

### 조류발생 상황을 미리 예측하는 수질예보제 시행

4대강 사업으로 인한 하천환경변화 및 기후변화에 따른 기온상승 등 하천에서의 조류발생 가능성이 증대됨에 따라 장래의 조류발생 상황을 미리 예측하고 발표하는 수질예보제를 2012.1월부터 4대강 16개보를 대상으로 시행하였다. 2013년도 조류경보제 시범지역으로 낙동강 3개보(칠곡보, 강청고령보, 창녕함안보), 2016년도 강천보가 제외되어 현재 12개 지점에 대하여 운영중이다.

수질예보는 국립환경과학원장이 발표하며, 주간단위의 클로로필-*a* 농도 예측결과와 남조류 세포수 실측결과를 토대로 관심 → 주의 → 경계 → 심각단계로 구분하여 발표한다.(표 3-1-6)

표 3-1-6 수질예보제의 관리단계 발령기준

| 남조류 세포수(cells/mL)<br>클로로필- <i>a</i> 예측 농도(mg/m³) | 10,000<br>미만 <sup>1)</sup> | 10,000<br>이상       | 50,000<br>이상 | 2×10 <sup>5</sup><br>이상 |
|--------------------------------------------------|----------------------------|--------------------|--------------|-------------------------|
| 35mg/m³을 초과하고<br>7일 중 4일 이상 유지                   | —                          | 관심단계 <sup>2)</sup> | 주의단계         | 경계단계                    |
| 70mg/m³을 초과하고<br>7일 중 4일 이상 유지                   | 관심단계                       | 주의단계               | 경계단계         | 심각단계                    |
| 105mg/m³을 초과하고<br>7일 중 4일 이상 유지                  | 주의단계                       | 경계단계               | 심각단계         | 심각단계                    |
| 140mg/m³을 초과하고<br>7일 중 4일 이상 유지                  | 경계단계                       | 심각단계               | 심각단계         | 심각단계                    |
| 175mg/m³을 초과하고<br>7일 중 4일 이상 유지                  | 심각단계                       | 심각단계               | 심각단계         | 심각단계                    |

비고)

- 남조류 세포수는 유해남조류인 *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Microcystis*, *Oscillatoria* 속에 해당하는 종의 세포수의 합으로 한다.
- 클로로필-*a* 농도가 70mg/m³ 을 초과하여 수질관리 단계 최초 발령 시에는 초과한 날 이후 전반적으로 농도 상승이 예상될 경우 발령한다.
- 1)남조류 세포수가 10,000 미만일 경우, 수질관리 단계 발령을 위한 클로로필-*a* 농도 기준은 각각 70mg/m³, 120mg/m³, 160mg/m³, 200mg/m³ 초과 시로 완화한다.
- 2)남조류 세포수가 10,000 초과 시에는 클로로필-*a* 예측 농도 값과 관계없이 “관심” 단계를 발령한다.

## 장래 조류발생에 선제적으로 대응

수질예보제는 수질관리단계에 따라 각 기관에서는 필요한 조치를 취하도록 되어 있다. 국립환경과학원장은 수질예측결과를 관계기관에 즉시 알려야 하며, 경계·심각단계의 경우에는 단계별 수질개선방안과 수질개선효과를 분석하여 수계별로 설치되어 있는 수질관리협의회에 제출하여야 한다.

유역환경청장은 수질관리단계가 발령되면 관계기관에 필요한 조치를 취하도록 요청하여야 하며, 경계단계 이상일 경우에는 수계별 수질관리협의회를 개최하여 단계별 대응조치에 관한 사항 및 관계기관 협의·조정사항을 검토하고 의결한다. 수질관리협의회 의결사항은 즉시 관계기관에 통보하여야 하며, 관계기관은 특별한 사유가 없는 경우 이를 이행하여야 한다.

표 3-1-7 수질관리단계별 조치사항

| 구 분      | 관심단계                                                                                                                     | 주의단계                                                                                                  | 경계심각단계                                                                                        |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 국립환경과학원장 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수질관리 강화 통보</li> <li>- 하천수질 변화 모니터링 강화</li> <li>- 수질관리 강화기준 원인 및 실태조사</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 관심단계 조치사항 이행</li> </ul>                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수질개선방안 및 수질개선효과 분석</li> </ul>                        |
| 유역지방환경청장 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수질관리협의회 운영</li> <li>- 수질오염물질 배출원 점검</li> <li>- 관계기관 대응조치 점검 및 총괄</li> </ul>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 관계기관 유량조절 사전 협의</li> <li>- 수질오염물질 점검강화 및 합동 점검 실시</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 관계기관에 유량조절 요청 및 협의</li> </ul>                        |
| 지방자치 단체  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수질오염물질 관리강화</li> <li>- 취·정수장 수질 모니터링 강화</li> </ul>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 취·정수장 시설·장비 점검</li> <li>- 취·정수장 운영강화</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 상수도시스템 위기상황 대응 시행</li> </ul>                         |
| 관계기관     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 댐·보·저수지 감시활동 강화</li> <li>- 취·정수장 관리 강화</li> </ul>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 적정 방류량 산정</li> <li>- 상수도 위기평가 및 예방조치 시행</li> </ul>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 댐·보·저수지 방류량 조정</li> <li>- 댐·보·저수지 조류제거 실시</li> </ul> |

표 3-1-8 수계별 수질관리협의회 구성현황

| 구 분     | 위 원                                                                                                                                      |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 관 계 공무원 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 각 수계의 유역(지방)환경청, 환경연구소, 지방국토관리청, 홍수통제소 관계공무원 각 1인</li> <li>- 각 수계의 광역자치단체 관계공무원 각 1인</li> </ul> |
| 전문가     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수계별로 환경부가 추천하는 수질관리 전문가 2인, 국토교통부가 추천하는 수량관리 전문가 각 2인</li> </ul>                                |
| 유 관 기 관 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 한국환경공단, 한국수자원공사, 한국농어촌공사, (주)한국수력원자력(한강수계에 한함) 임직원 각 1인</li> </ul>                              |

표 3-1-9 최근 5년간 수질관리단계 발령 현황

| 대상 지점 | 구분    | '12년 | '13년                                       | '14년                                                                | '15년                                           | '16년                                                                      |
|-------|-------|------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 합계    | 계     | 341  | 330                                        | 271                                                                 | 637                                            | 400                                                                       |
|       | 관심    | 282  | 317                                        | 238                                                                 | 572                                            | 392                                                                       |
|       | 주의    | 52   | 13                                         | 26                                                                  | 65                                             | 8                                                                         |
|       | 경계    | 7    | —                                          | 4                                                                   | —                                              | —                                                                         |
|       | 심각    | —    | —                                          | —                                                                   | —                                              | —                                                                         |
| 한강    | 강천보   | 관심   | —                                          | —                                                                   | —                                              | —                                                                         |
|       | 여주보   | 관심   | —                                          | —                                                                   | —                                              | —                                                                         |
|       | 이포보   | 관심   | —                                          | —                                                                   | —                                              | —                                                                         |
|       | 삼봉리   | 관심   | —                                          | —                                                                   | —                                              | —                                                                         |
| 낙동강   | 상주보   | 관심   | —                                          | —                                                                   | 〈15일〉<br>6.4-6.11<br>11.17-11.23               | 〈15일〉<br>8.4-8.18                                                         |
|       | 낙단보   | 관심   | —                                          | 〈19일〉<br>8.22-9.9                                                   | 〈53일〉<br>6.4-6.11<br>9.15-10.29                | 〈9일〉<br>8.10-8.18                                                         |
|       | 구미보   | 관심   | —                                          | 〈27일〉<br>8.19-9.2<br>9.5-9.16                                       | 〈54일〉<br>9.8-9.30<br>10.6-10.29<br>11.10-11.16 | 〈7일〉<br>6.14-6.20                                                         |
|       | 달성보   | 관심   | 〈44일〉<br>2.10-2.20<br>2.29-3.28<br>5.4-5.7 | 〈60일〉<br>3.12-3.14<br>7.30-9.2<br>9.5-9.9<br>9.13-9.22<br>9.24-9.30 | 〈56일〉<br>6.12-6.24<br>7.1-7.2<br>7.11-8.20     | 〈106일〉<br>6.26-7.9<br>7.30-10.29                                          |
|       |       | 주의   | 〈8일〉<br>2.21-2.28                          | 〈6일〉<br>9.3-9.4<br>9.10-9.12<br>9.23                                | 〈4일〉<br>6.27-6.30                              | 〈8일〉<br>6.18-6.25                                                         |
|       |       | 경계   | —                                          | —                                                                   | 〈2일〉<br>6.25-6.26                              | —                                                                         |
|       | 합천창녕보 | 관심   | 〈57일〉<br>2.1-3.26<br>8.9-8.10              | 〈63일〉<br>7.30-8.28<br>9.2-9.12<br>9.16-10.7                         | 〈76일〉<br>6.12-6.24<br>7.1-8.20<br>9.18-9.29    | 〈127일〉<br>6.18-6.25<br>7.8-7.14<br>7.30-8.17<br>8.25-11.20<br>12.24-12.28 |
|       |       | 주의   | —                                          | 〈7일〉<br>8.29-9.1<br>9.13-9.15                                       | 〈4일〉<br>6.27-6.30                              | 〈19일〉<br>6.26-7.7<br>8.18-8.24                                            |
|       |       | 경계   | —                                          | —                                                                   | 〈2일〉<br>6.25-6.26                              | —                                                                         |
| 금강    | 세종보   | 관심   | 〈13일〉<br>5.10-5.17<br>6.14-6.17            | 〈8일〉<br>8.22-8.29                                                   | 〈27일〉<br>4.10<br>6.23-7.7                      | 〈35일〉<br>7.14-7.19<br>8.27-9.7                                            |

| 대상 지점 |     | 구분  | ‘12년                                                                                               | ‘13년                                                                                                   | ‘14년                                                    | ‘15년                                                       | ‘16년                                       |                                            |
|-------|-----|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 포항110 |     |     | 8.10                                                                                               |                                                                                                        | 7.14(1)<br>7.18-7.20(3)<br>7.25-7.31(7)                 | 9.30<br>10.13-10.18<br>10.23-11.1                          |                                            |                                            |
|       |     | 주의  | -                                                                                                  | -                                                                                                      | 〈9일〉<br>7.8-7.13<br>7.15-7.17                           | 〈26일〉<br>9.8-9.29<br>10.19-10.22                           | -                                          |                                            |
|       | 공주보 | 관심  | 〈44일〉<br>5.10-5.28<br>6.7-6.11<br>6.14-6.29<br>8.9-8.10<br>10.8-10.9                               | 〈31일〉<br>5.13-5.26<br>8.16-8.29<br>10.14-10.16                                                         | 〈45일〉<br>4.1-4.7<br>5.19-5.25<br>6.17-7.14<br>7.21-7.23 | 〈51일〉<br>6.9-6.17<br>7.16-7.19<br>8.20-9.16<br>10.13-10.22 | 〈77일〉<br>3.24-4.4<br>5.25-6.16<br>8.8-9.18 |                                            |
|       |     | 주의  | -                                                                                                  | -                                                                                                      | 〈6일〉<br>7.15-7.20                                       | -                                                          | -                                          |                                            |
|       | 백제보 | 관심  | 〈4일〉<br>5.10-5.13                                                                                  | 〈44일〉<br>5.7-5.27<br>6.3-6.6<br>8.20-8.29<br>10.14-10.16<br>10.30-11.4                                 | 〈15일〉<br>7.21-8.4                                       | 〈79일〉<br>4.21-5.3<br>5.18-6.1<br>7.21-7.29<br>8.25-10.5    | 〈38일〉<br>8.4-8.16<br>8.25-9.18             |                                            |
|       |     | 주의  | -                                                                                                  | -                                                                                                      | 〈6일〉<br>7.15-7.20                                       | 〈12일〉<br>8.13-8.24                                         | 〈8일〉<br>8.17-8.24(8)                       |                                            |
|       | 승춘보 | 관심  | 〈48일〉<br>1.25-1.30<br>4.10-4.11<br>4.16<br>5.4-5.23<br>5.31-6.11<br>6.15-6.17<br>6.26-6.28<br>7.26 | 〈42일〉<br>4.11-4.17<br>5.20-5.26<br>6.3-6.11<br>6.24-6.26<br>8.6-8.21                                   | 〈6일〉<br>5.27-6.1                                        | 〈14일〉<br>3.9-3.15<br>3.24-3.30                             | 〈32일〉<br>8.11-9.11                         |                                            |
|       |     |     | 주의                                                                                                 | 〈39일〉<br>4.12-4.15<br>5.24-5.30<br>6.12-6.14<br>6.19-6.25<br>7.27-8.13                                 | -                                                       | -                                                          | -                                          | -                                          |
|       |     | 죽산보 | 관심                                                                                                 | 〈72일〉<br>1.16<br>1.25-2.16<br>3.15-3.19<br>4.10-4.16<br>5.11-5.14<br>5.29-6.17<br>6.21-6.29<br>8.7-8.9 | 〈23일〉<br>8.6-8.28                                       | 〈13일〉<br>1.23-1.27<br>2.17-2.24                            | 〈38일〉<br>3.2-3.17<br>8.6-8.27              | 〈67일〉<br>1.7-1.31<br>6.16-6.30<br>8.11-9.6 |
|       |     |     | 주의                                                                                                 | 〈5일〉<br>1.17<br>8.10-8.13                                                                              | -                                                       | -                                                          | -                                          | -                                          |
| 경계    |     |     | 〈7일〉<br>1.18-1.24                                                                                  | -                                                                                                      | -                                                       | -                                                          | -                                          |                                            |
|       |     |     |                                                                                                    |                                                                                                        |                                                         |                                                            |                                            |                                            |



### 3. 기타 모니터링 정책

#### 보 구간 조류발생 상황 입체모니터링 시범운영

4대강 사업 이후 보 구간의 조류발생 상황을 주기적으로 모니터링하고 있으나, 보 구간의 전체 조류발생 상황을 시간적, 공간적으로 파악하는 데는 부족하다는 지적이 제기되었다. 이에 보 구간 내에서 조류의 입체적 변동과 조류 발생에 유리한 환경조건의 정확한 분석을 통하여 녹조발생에 효과적으로 대응하기 위하여 2014년부터 3년간 낙동강수계 강정고령보를 대상으로 조류발생 상황 입체 모니터링 시범사업을 수행하였다. 자동입체측정시스템은 2014년도의 수분석 시범운영 결과를 토대로 2015년 8월부터 2016년 11월까지 강정고령보 2개 지점에서 설치·운영되었다.

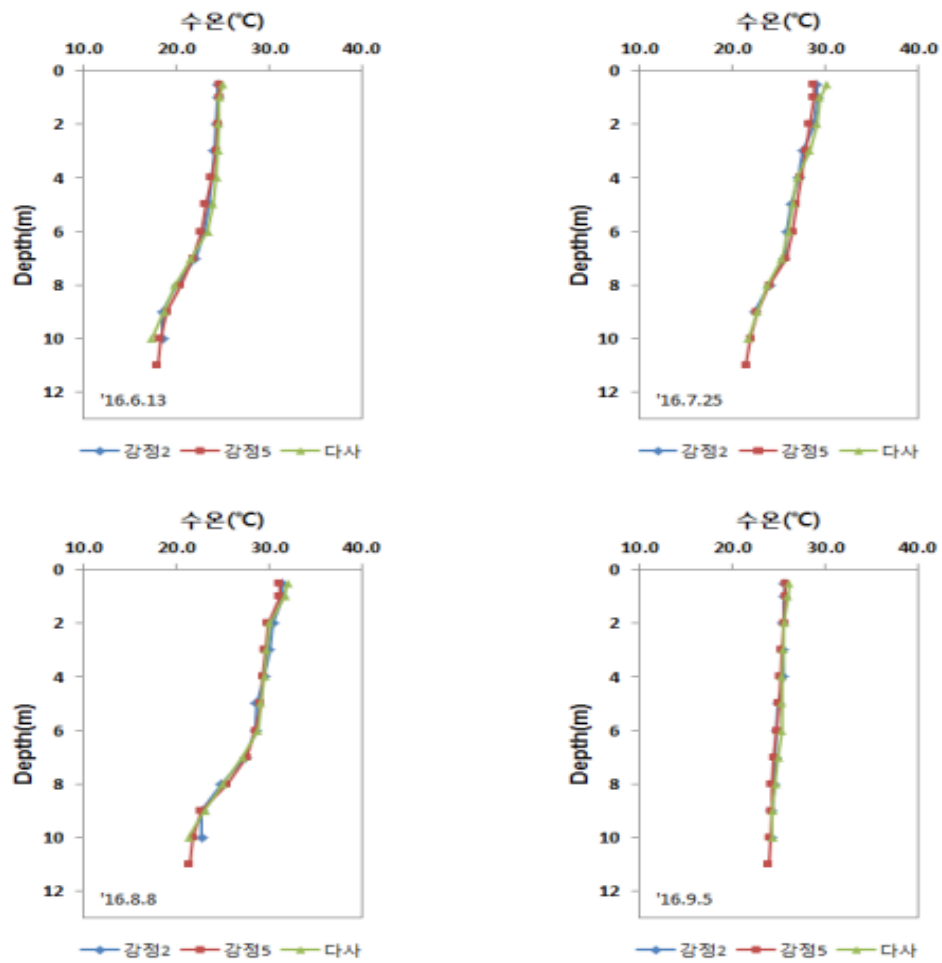
그림 3-1-1 강정고령보의 자동입체측정시스템 및 모니터링 지점



2016년에는 자동입체측정시스템의 측정 정확도를 확보하기 위하여 현장수질측정항목에 대한 정도관리를 수행하였는데, 정확도와 정밀도가 5% 이내로 적합하게 나타났으며, 일사량, 기온 측정값도 대구기상청 측정값과 유사하였다. 따라서 자동입체측정시스템을 이용하면 시간적, 공간적 연속적인 측정자료 분석을 통해 조류발생에 유리한 환경조건과 입체적 변동 파악이 가능한 것으로 나타났다.

조류 발생에 중요한 인자인 수온은 5월 중순부터 25℃ 이상을 유지하여 남조류 발생에 유리한 수온 조건이 형성되었으며 8월 8일에 강정2 지점의 표층에서 최고 수온(34.9℃)이 관측된 후 10월 중순에 25℃ 이하로 낮아지는 것으로 나타났으며, 이러한 변동은 강정 5에서도 유사하였다. 수온의 성층현상은 5월말부터 시작되어 6월말까지 유지되다가 7월초 집중강우로 일시 소멸되고 이후부터 8월 중순까지 강하게 발달하는 것으로 나타났다.

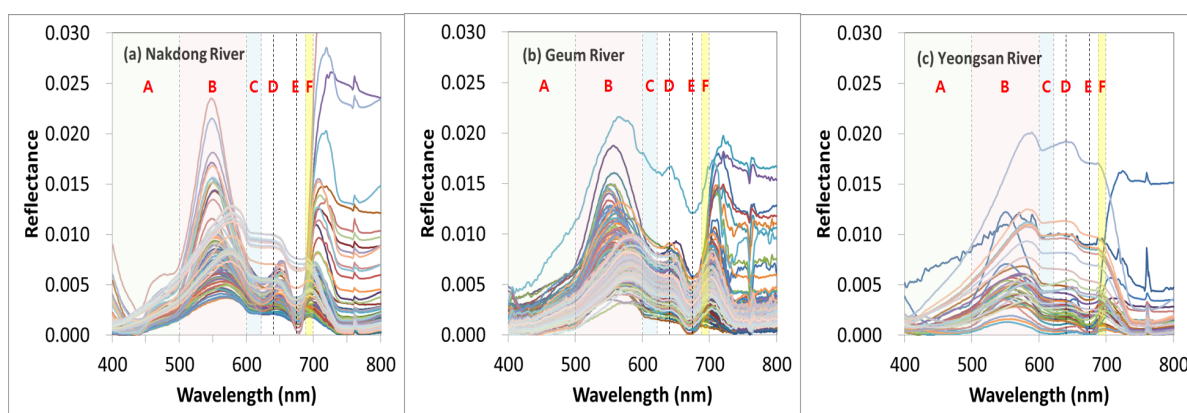
그림 3-1-2 강정고령보에 설치된 자동입체측정시스템의 수온 측정 결과



## 분광 특성을 이용한 조류 원격모니터링

4대강 등 광역수체의 신속한 녹조관리 지원을 위해 물의 흐름폭 방향의 조류분포 및 거동 변화 파악을 위하여 국립환경과학원에서는 2014년부터 면(面) 단위 원격 모니터링 체계를 구축운영하고 있다. 기존의 주요 지점에서 측정한 녹조 정보는 수계 전반적인 조류 발생현황을 파악하기 어려운 반면 항공기에서 촬영한 영상 정보를 이용하면 하천 전체 구간에 대한 조류의 분포 상황과 농도를 한 눈에 알 수 있다. 수계별 항공촬영은 초분광센서가 탑재된 항공용 비행기를 이용해 눈으로 볼 수 있는 가시광선 영역(400~700nm)과 볼 수 없는 근적외선 영역(700~1,000nm)까지의 파장대를 수백 개의 범위(밴드)로 세세하게 나누어 데이터를 저장하는 방식으로 수행된다.

그림 3-1-3 수계별 하천 표면에 측정된 원격반사도 스펙트럼



초분광 항공촬영은 낙동강수계(구미보~창녕함안보), 금강수계(대청호~백제보), 북한강수계(의암호~팔당호), 영산강수계(승촌보~죽산보)를 대상으로 녹조가 많이 발생하는 6월과 10월 사이에 총 20회를 수행하였다. 항공촬영과 병행하여 현장에서 센서 방향으로 복사되는 수표면 반사율을 측정하였으며, 동일한 지점에서 채취된 시료를 대상으로 조류와 유색 용존물질, 입자성물질 등의 흡수특성을 실험을 통해 분석하였다.

녹조 원격 모니터링은 초분광영상 데이터와 조류가 빛에 반응하는 고유의 분광특성을 이용해 조류의 분포 상황을 파악하는 첨단 기술이다. 2016년에는 하천 표층에서 반사되는 복사에너지 파장과 수체 내에서 일어나는 빛의 복사·전달 현상의 비교·분석을 통해 남조류 함유 색소인 피코시아닌 농도를 신속정확하게 추정할 수 있는 새로운 모형들을 개발했다. 개발된 모형은 현장 측정된 원격반사도와 물질별 흡수 스펙트럼 자료를 이용하여 반경험적 방법을 통해 물질별 흡수특성을 추정하는 고유분광특성 역변환 모형(Inherent Optical

Properties Inversion Model), 남조류 함유색소인 피코시아닌 분석의 최적 파장대를 찾기 위한 유전자 알고리즘-부분 최소제곱회귀모형(Ganetic Algorithm-Partial Least Square Model), 배양된 남조류(*Microcystis*)와 녹조류(*Scenedesmus*) 개체수 혼합비에 따른 흡수특성을 분석하여 피코시아닌 농도를 추정하는 반사피크 비율지수(Peak Ratio Index)이다. 모형을 이용해 추정한 남조류(피코시아닌) 농도와 실측한 결과값을 비교한 결과, 평균 결정계수는 0.85, 평균 제곱근오차는 32.0ppb로 높은 정확도를 보였다.

그림 3-1-4 모형별 남조류 피코시아닌 농도 추정 정확도 비교

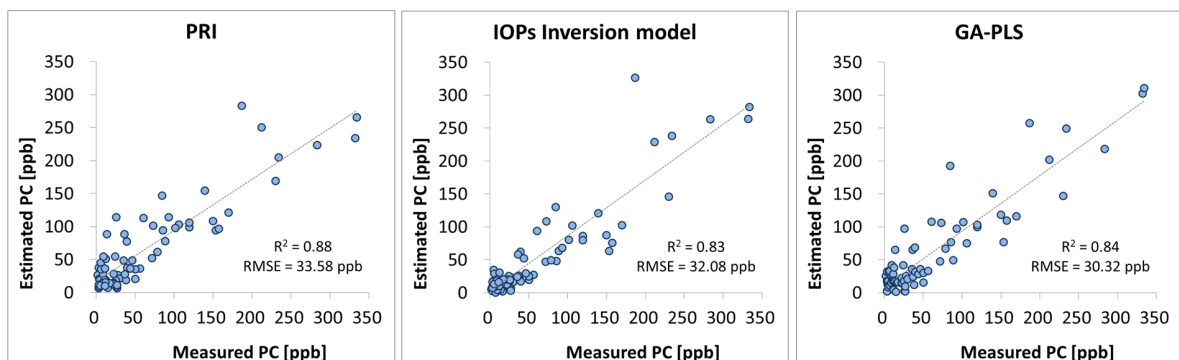
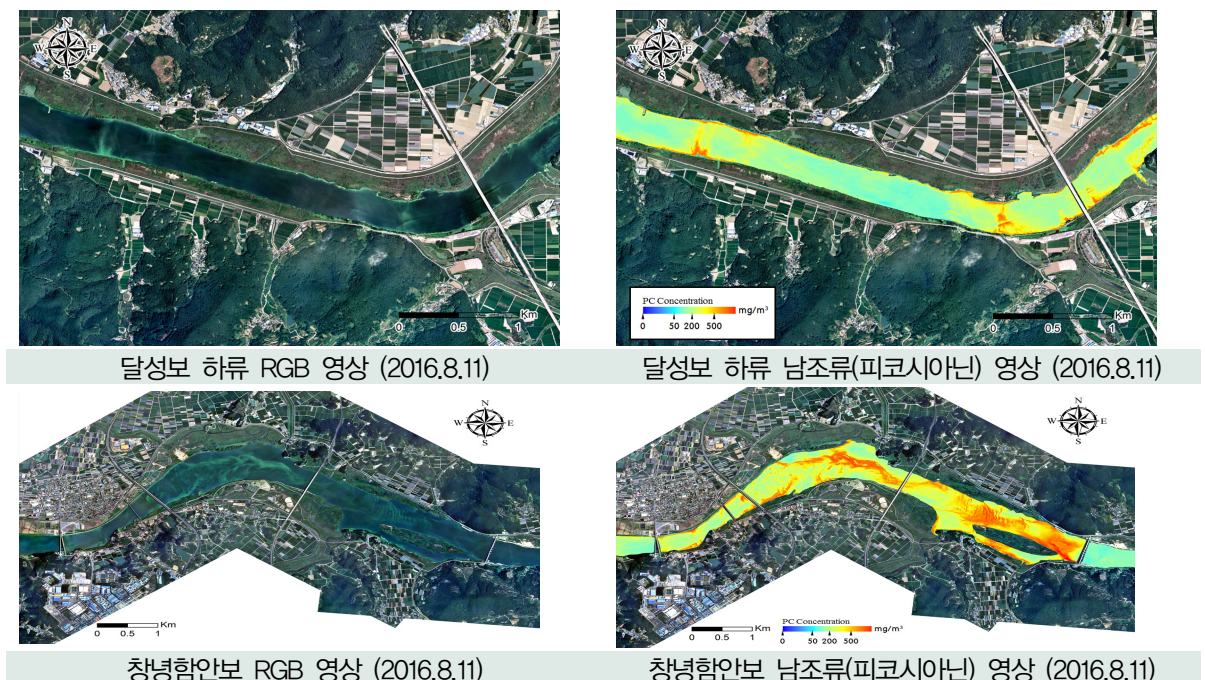


그림 3-1-5 낙동강수계 초분광영상 및 남조류(피코시아닌) 분포 영상





## 제2절 녹조대응 정책

### 녹조대응 관계기관 협업체계 구축·운영

녹조대응을 위해 중앙정부 차원에서는 국무조정실 주관으로 관계부처 녹조대응 대책회의를 정례적으로 개최한다. 대책회의에는 녹조관리 주관부처인 환경부와 댐·보·저수지 관리부처인 국토교통부, 농림축산식품부 등이 참여하며, 부처별 녹조대응 추진상황 점검, 녹조저감 협업체계 강화 및 녹조발생 시 공동대응방안 등을 논의한다.

수계별로는 ①수질관리협의회 ②녹조대응 현장 TF ③정수장운영관리협의회 등 녹조대응을 위한 다양한 관계기관 협의체를 구성·운영한다.

“수질관리협의회”는 「수질예보 및 대응조치에 관한 규정」(2015.12.28)에 따라 공공수역의 수질예보와 공동대응 방안 등을 협의·조정·의결하기 위해 수계별로 설치·운영된다. 수질관리협의회는 유역환경청장이 의장으로 국토관리청, 홍수통제소, 시·도, 수자원공사, 농어촌공사, 전문가 등이 참여하여 수질·녹조관리 단계별 대응조치 사항 및 보별 수질관리계획 논의, 관계기관 의견조정 등 수질·녹조대응을 위한 사항들을 협의·의결한다.

2012년부터는 녹조발생 시 현장에서 신속하고 체계적으로 대응할 수 있도록 수계별로 “녹조대응 현장 TF”를 구성·운영하고 있다. TF팀은 관계기관 실무 팀장급으로 구성하며, 관계기관 사전 협조체계 구축으로 신속한 의사결정을 도울 뿐 아니라 유역환경청 중심으로 신속한 수질·조류 관련 정보 공유 및 현장대응을 하고 있다.

이와 관련하여 낙동강유역환경청에서는 낙동강유역 유관기관이 참여하는 녹조 및 수질관리 협의체인 ‘수질관리협의회’(2.24., 8.9)와 ‘녹조사전예방협의회’(5.24, 6.1, 10.26, 11.29, 12.7)를 운영하는 한편, 낙동강 유역 10개 지자체가 참여하는 ‘녹조우심지역 지자체 책임관리제’를 시행하여 합천의 덕곡천 등 10개 지류지천에 대한 체계적인 관리를 시행한 바 있다.

아울러 녹조발생 시 정수처리 장애 등에 효과적으로 대응하기 위하여 수계별로 취·정수장 운영자, 지자체 및 전문기관 등이 참여하는 “정수장운영관리협의회”를 운영하고 있다. 협의회에서는 녹조발생 시 추가적인 모니터링이 필요할 경우 측정지점·주기·항목·분석주체 등을 결정하고, 조류관련 데이터를 공유하며, 수처리 기술 자문단을 구성하여 정수장에서 요청이 있을 경우 한국환경공단, 한국수자원공사 등 전문기관에서 자문역할을 수행하고 있다.

## 취·정수장 녹조 대비

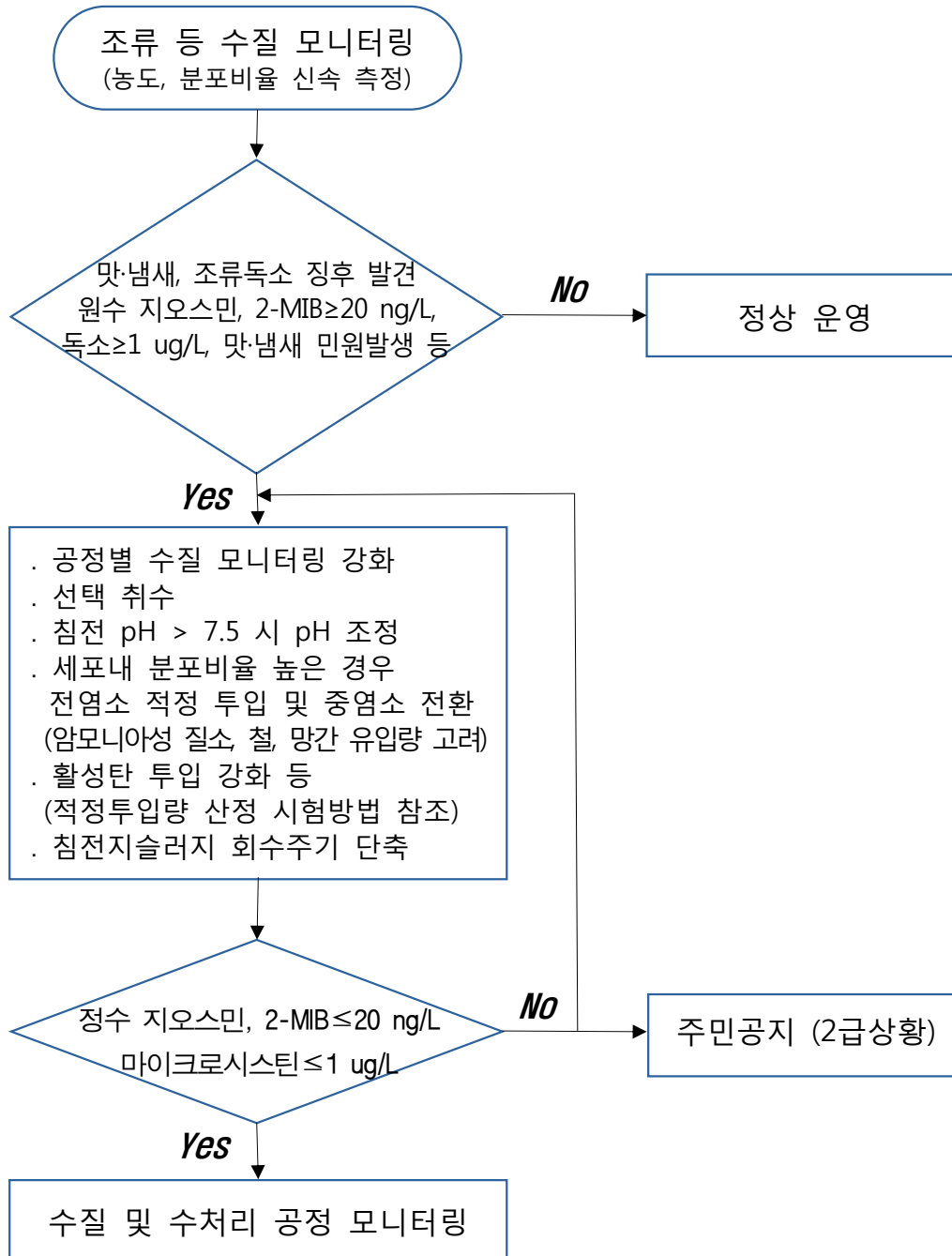
녹조상황에도 안전한 수돗물 공급을 위해 주요 정수장에 고도정수처리시설이 도입되어 운영되고 있다. 고도정수처리시설은 조류가 발생시키는 맛·냄새 원인물질의 제거효율을 높이기 위해 오존, 입상활성탄 등을 활용하는 시설이다. 2016년까지 한강 수계에는 15개 정수장에, 낙동강 수계에는 상류를 제외한 18개 모든 정수장에 고도정수처리시설이 도입·운영되고 있다. 대청호를 이용하는 금강 수계 정수장은 심층 취수방식을 이용하고 있어 녹조에도 상대적으로 안정적인 급수가 가능하며, 1개 정수장에 고도정수처리시설이 도입되어 있고 앞으로 더욱 확대 도입될 예정이다.

안전한 수돗물 공급을 위해 환경부는 2016년 4월 “정수장 조류대응 가이드라인” 개정판을 마련·배포하여 취·정수장의 녹조대응을 강화하고 있다. 가이드라인에 의하면 평상시에는 정수약품(분말활성탄, 응집제 등)을 적정량 보유토록 하고, 원수에 대한 주기적인 수질모니터링(pH, 조류, 맛·냄새물질 등), 간헐운전 설비(분말활성탄, 중염소, 오존 등)의 정기점검 및 상시 가동준비를 유지토록 하고 있다.

또한, 조류발생시 취수시설 주변에 조류방지막 및 살수장치를 설치하여 조류 유입을 차단하는 조치를 취하도록 하고 선택취수가 가능한 취수장은 조류영향이 없는 수심이하로 취수 지점을 변경하도록 하고 있다. 아울러 남조류에 의한 맛·냄새물질의 효과적인 제거 방법, 규조류에 의한 여과장애 저감 방법 등 정수처리 과정별 조류대응 방법을 자세히 제시하고 있어 녹조발생 시에도 수돗물을 안정적으로 공급할 수 있는 취·정수 체계가 구축되어 있다.

환경부는 조류독소로부터 수돗물의 안전을 확인하기 위하여 마이크로시스틴-LR을 먹는물 수질감시항목으로 지정하고 조류경보가 발령하는 때에 수돗물의 농도를 측정하고 있다. 2016년에는 전국의 정수장에서 총 443회에 걸쳐 마이크로시스틴-LR을 측정하였으며, 모든 측정 자료에서 마이크로시스틴-LR이 불검출되었다.

그림 3-2-1 녹조발생 시 취·정수처리 흐름도



### 제3절 오염물질 감시·관리 강화

#### 1. 하천으로 유입되는 오염물질 관리강화

##### 갈수기 수질관리대책 추진

매년 12월부터 익년 4월말까지를 갈수기 기간으로 정하고 수질오염사고유발시설 관리, 방제교육·훈련, 상수원 감시활동 강화 등 갈수기 예방·감시·대응에 만전을 기하였으며, 갈수기 기간중 발생할 수 있는 수질오염사고에 신속하게 대응하기 위해 환경부, 유역(지방)환경청 및 시·도에 ‘수질관리 종합상황실’을 설치·운영하였다.

특히, 환경기초시설, 지정폐기물 배출·처리업소의 단속을 강화하고, 유류보관시설, 축산시설, 공사장 등 수질오염사고 유발시설에 대한 일제 점검 등 집중 관리하였으며, 2016년 갈수기 기간 중에 총 1만 6천명의 단속인력을 투입하여 전국 폐수배출업소, 폐기물처리업소 등 14,817개소에 대한 일제점검을 실시하였으며, 관련 법령을 위반한 1,174개 업소를 적발·조치 하였다.

표 3-3-1 갈수기 기간 중 지도점검 실적

| 분야별      | 단속 인원  | 단속 건수  | 위반 건수 | 조치내역  |       |       |       |    |     |       |
|----------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|----|-----|-------|
|          |        |        |       | 계     | 개선 명령 | 조업 정지 | 사용 정지 | 폐쇄 | 경고  | 단독 고발 |
| 합계       | 16,343 | 14,817 | 1,174 | 1,174 | 537   | 117   | 68    | 24 | 348 | 80    |
| 폐수 배출업소  | 10,691 | 9,656  | 818   | 818   | 382   | 74    | 62    | 23 | 255 | 22    |
| 폐수 처리업소  | 125    | 83     | 5     | 5     | 1     | 1     | 0     | 1  | 2   | 0     |
| 유독물 취급업소 | 481    | 388    | 60    | 60    | 43    | 0     | 1     | 0  | 4   | 12    |
| 폐기물 처리업소 | 1,492  | 1,444  | 130   | 130   | 25    | 33    | 2     | 0  | 48  | 22    |
| 환경 기초시설  | 1,098  | 1,061  | 62    | 62    | 39    | 8     | 0     | 0  | 15  | 0     |
| 기타       | 2,456  | 2,185  | 99    | 99    | 47    | 1     | 3     | 0  | 24  | 24    |



## 하·폐수 처리시설 총인 처리 강화

주요 수계에서 조류 발생이 확산됨에 따라 환경부는 “수질 및 수생태계 보전에 관한 법률” 제29조(조류에 의한 피해 예방)에 따라 수질오염을 발생시키는 하수처리장, 폐수처리장을 대상으로 녹조발생원인 총인(T-P) 처리를 강화하고 있다.

이는 조류가 성장하기 위해 필요한 영양물질(총인, 총질소 등) 중 비교적 관리가 용이한 총인이 수계로 배출되는 것을 줄이기 위함이며, 2016년에는 한강과 낙동강 수계에 위치한 공공하수처리시설, 공공폐수처리시설 중 총인을 많이 배출하는 시설이 집중된 구간을(녹조 우심지역, Hot-Spot) 대상으로 운영하였다.

우심지역 내 이행 대상시설은 한강·낙동강 수계의 총인기여율이 높은 44개 하·폐수처리시설\*이었으며, 44개 시설에서 2016년 5월~2016년 9월까지 5개월간 전년도 동기간 부하량(600톤) 대비 282톤(약 47%)을 저감하는 것으로 목표를 설정하였다.

표 3-3-2 2016년 총인처리 강화 대상시설

| 구 분  | 한강권역                                  | 낙동강권역                                                                |
|------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 대상시설 | 잠실수중보~신곡수중보 구간 : 17개소<br>(하수처리장 17개소) | 구미보~칠곡보 구간 : 10개소,<br>강정고령보~달성보 구간 : 17개소<br>(하수처리장 21개소, 폐수처리장 6개소) |
| 대상물질 | 총인(T-P)                               |                                                                      |

2016년 5월부터 9월까지 5개월간 녹조 우심지역(Hot-Spot)의 환경기초시설 방류수질을 강화하여 운영한 결과, 전년도 동기간 총인부하량 600톤에서 423톤을 삭감하여 전년대비 약 70%를 저감하였다.

## 가축분뇨 합동점검 실시

2016년 봄철 갈수기간 및 가축분뇨 관리의 취약시기인 하절기·장마철을 대비하여 가축분뇨의 불법 투기·방치 등으로 인한 하천오염 및 녹조 예방을 위해 환경부·농림축산식품부·지자체 등 관계기관 합동으로 총 1,526여명의 단속인력을 투입하여 2회에 걸쳐 전국 가축분뇨배출·처리시설, 재활용업체, 수집·운반업체, 액비유통센터 등 1,892개소에 대한 일제점검을 실시하였으며, 관련 법령을 위반한 201개 업소를 적발·조치하였다.

표 3-3-3 가축분뇨 지도점검 실적

| 일 자       | 점검 인원 | 점검 시설 | 위반 시설수 | 조치내역 |        |    |         |
|-----------|-------|-------|--------|------|--------|----|---------|
|           |       |       |        | 개선명령 | 과태료 부과 | 경고 | 고발 등 기타 |
| 4.18~5.06 | 774   | 1,080 | 108    | 43   | 75     | 11 | 28      |
| 8.08~8.31 | 752   | 812   | 93     | 26   | 66     | 10 | 25      |
| 합계        | 1,526 | 1,892 | 201    | 69   | 141    | 21 | 53      |

#### 지류총량제 시범사업 시행

또한, 오염지류별로 시급하게 개선이 필요한 수질오염물질(유기물, 영양물질, 유해물질 등)을 선정하여 해당물질별 맞춤형 관리를 위해 지자체들이 자발적으로 참여하는 지류총량제 시범 운영을 한강 대기천, 낙동강 단장천·계성천 등 3개소에서 시행하고 있다.

표 3-3-4 2016년 수질오염총량제와 지류총량제 비교

| 구 분  | 수질오염 총량제(4대강법)         | 지류총량제(시범)               |
|------|------------------------|-------------------------|
| 공간범위 | o 수계 내 모든 지역           | o 특정 지류 지역              |
| 대상물질 | o 단일 공통 오염물질(BOD, T-P) | o 지류의 주요오염물질(T-N, SS 등) |
| 목표수질 | o 주요 상수원(분류)의 목표달성     | o 지류 수질개선               |
| 지역참여 | o 의무적                  | o 자발적                   |

## 2. 입체적 하천감시

### 하천순찰 등 감시·정화활동

5대강 환경지킴이(전국 167명)를 활용하여 4대강 구간 본류·지류 등 총 7,202km에서 하천순찰을 실시하고 있다.

하천순찰은 환경지킴이가 도보로 하천변을 따라 이동하면서 상수원 감시, 수질오염 사고, 오염물질 배출, 쓰레기 방치 여부 등을 확인·감시하고 있으며 하천오염행위 사전예방 및 제도, 하천정화활동 등을 실시하고 있다.

또한, 남조류 발생 시기에는 4대강 본류중 녹조발생 우심지역 중심으로 일 1회 이상 하천순찰을 실시하고 있다.

2016년 기간동안 환경지킴이의 하천감시 활동을 총 366,783회 실시하였으며, 순찰결과 녹조현상 발견 2,071회, 수질오염사고 조기발견 2회, 현지계도 42,787건, 하천변 쓰레기 24톤을 수거하였다.

표 3-3-5 2016년 환경지킴이 하천순찰활동 실적(건수)

| 구 분  | 하천감시<br>활동(회) | 운 영 실 적 |               |        |              |
|------|---------------|---------|---------------|--------|--------------|
|      |               | 녹조현상 발견 | 수질오염<br>사고 발견 | 현지계도   | 쓰레기<br>수거(톤) |
| 계    | 366,783       | 2,071   | 2             | 42,787 | 23.97        |
| 한강청  | 157,977       | 5       | —             | 15,757 | 16           |
| 낙동강청 | 34,084        | —       | —             | 5,113  | —            |
| 금강청  | 77,112        |         |               | 10,499 | —            |
| 영산강청 | 61,006        | 626     |               | 2,934  | 1.5          |
| 대구청  | 36,604        | 1,440   | 2             | 8,484  | 6.47         |

### 경비행기를 활용한 하천수질 항공감시

하천 수질을 상류에서 하류까지 동시에 감시하기 위하여 한강·낙동강·금강·영산강 4대강 수계에 경비행기를 활용한 항공 하천감시를 실시하고 있다.

항공감시는 각 수계별로 경비행기 1대를 배치(한강수계는 2대)하여 운행하면서 물색깔 변화, 수질오염사고 등을 감시하고 있다. 2016년도에는 4대강 수계에서 전체 892회 비행을 실시하여 물색깔 변화 144회, 수질오염사고 17회 등 총 162회의 이상 징후를 조기에 발견하여 조치하는 성과를 거두고 있다.

표 3-3-6 2016년 항공환경감시 실적

| 수계명        | 운행횟수 | 운행실적   |        |     |
|------------|------|--------|--------|-----|
|            |      | 물색깔 변화 | 수질오염사고 | 기 타 |
| 계          | 892  | 144    | 17     | 1   |
| 한강 상류(원주청) | 220  | 43     | 4      | 0   |
| 한강 하류(한강청) | 148  | 10     | 9      | —   |
| 낙동강수계      | 156  | 22     | —      | —   |
| 금강수계       | 192  | 34     | 2      | —   |
| 영산강수계      | 176  | 35     | 2      | 1   |

## 제4절 기타 녹조대응 정책

### 1. 조류 R&D 추진

#### 범부처 녹조 R&D 추진

최근 하천에서의 녹조현상 발생이 사회적으로 이슈화되고 이러한 녹조문제의 근본적인 해결을 위해서 연구기관 간 협업을 통한 중장기적 연구개발의 필요성이 제기되었다. 이에 따라 중장기 로드맵에 의한 체계적인 녹조 연구를 위하여 2013년 12월 20일 국내 6개 연구기관<sup>7)</sup>이 참여하는 “범부처 녹조 R&D 협의체”를 구성하였고, 이후 2015년도에 한국건설기술연구원이 협의체에 참여함에 따라 현재 7개 기관이 협업을 통해 공동으로 연구할 수 있는 시스템을 갖추어 운영하고 있다.

“범부처 녹조 R&D 협의체”에서는 녹조예측 및 모니터링 기술, 녹조 사전·사후관리 기술, 정수장 녹조관리 기술 등 3개 연구 분야로 나누어서 추진하고 있으며, 성과보고회 등을 통해 기관별로 추진한 연구성과를 공유하고 향후 추진방향을 논의하는 등 장기적인 관점에서 연구사업을 추진하고 있다.

표 3-4-1 “범부처 녹조 R&D 협의체” 2016년 연구과제

| 기관명       | 연구분야          | 연구과제명                                                                                                                                                                       |
|-----------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 한국과학기술연구원 | 녹조제거 기술 실용화   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 통합형 녹조방제 기술개발 실증화</li> <li>- 녹조로부터 안전한 먹거리 공급체계 구축</li> </ul>                                                                      |
| 한국생명공학연구원 | 녹조관련 기초연구     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 광합성 생물 상호작용에 의한 생태학적 녹조제거 기술</li> <li>- 유해 미세조류-미생물, 바이러스 분리, 배양 및 상호작용 연구</li> </ul>                                              |
| 한국농어촌공사   | 저수지 녹조제거 연구   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 미세조류를 이용한 고농도 오염하천 수처리기술 및 조류수거, 자원화 연구</li> <li>- 양질의 농업용수 확보를 위한 융복합 수처리기술 개발 및 적용</li> <li>- 유해남조류가 포함된 농업용수의 유해성 평가</li> </ul> |
| 한국수자원공사   | 녹조제거기술 현장적용   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 댐·보·저수지 최적 연계운영방안 수립</li> <li>- 수계별 보 녹조저감 및 대응방안 수립</li> </ul>                                                                    |
| 한국건설기술연구원 | 하천녹조제거기술 현장적용 | 하천구조체를 활용한 하천 내 녹조관리 기술 개발                                                                                                                                                  |

7) 한국과학기술연구원, 한국생명공학연구원, 한국농어촌공사, 한국수자원공사, 한국환경산업기술원, 국립환경과학원

| 기관명           | 연구분야                                | 연구과제명                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 한국환경산업<br>기술원 | 녹조관리(예방) 및 정수장<br>녹조대응 기술 개발<br>실증화 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 정수장 유입조류 측정에 따른 의사결정시스템 개발</li> <li>- 정수장 유입조류 제어 및 전처리공정기술 개발</li> <li>- 중소규모 정수장 유입조류 처리를 위한 물리적 개선 실증기술 개발</li> <li>- 중소규모 정수장 조류기인 유해물지 최적제어를 위한 산화처리 실증기술 개발</li> <li>- 강우유출수 중 TP, SS 제거를 위한 EADS 개발 및 실증화</li> <li>- 침지형 피코시아닌 센서 및 통합 모니터링 시스템 개발</li> </ul> |
| 국립환경과학원       | 녹조발생 원인규명 및<br>첨단감시시스템 구축           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 환경변화에 따른 조류 발생기작 및 거동특성 연구</li> <li>- 고유분광특성을 이용한 조류 원격모니터링 연구</li> <li>- 한국형 조류예측모델 개발</li> <li>- 남조류 독소발생 특성 및 관리방안 연구</li> </ul>                                                                                                                                  |

### 수계별 녹조 기초연구

녹조제어기술 개발 R&D 연구와 별도로 조류정책 수립에 필요한 기초자료 확보 및 관련 데이터 구축을 위해 수계별로 녹조 기초연구를 실시하고 있다. 녹조 기초연구는 물환경관리 기본계획(2016~2025)과 수질오염총량관리제 등 정부의 중장기적 정책방향과 유역특성을 고려하여 수계별로 차별화하여 총 7개 과제를 추진하고 있다.

표 3-4-2 녹조 기초연구 추진현황

| 수계  | 연구과제                                | 연구기간     | 주요내용                                                                    |
|-----|-------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------|
| 한 강 | 유해조류에 의한 이취미물질 발생원인 조사 및 관리방안 마련    | '13~'16년 | - 수도권 상수원인 팔당호를 포함한 주요 지점에서 유해남조류에 의한 이취미 발생 원인조사 및 상수원수의 조류 관리방안 마련    |
|     | 팔당호 조류 생리생태 연구                      | '14~'16년 | - 팔당호에 출현하는 조류 우점종에 대하여 환경요인별 성장양상, 이취미물질 발생 조건 등 생리생태적 특성 파악           |
|     | 의암호 내 휴먼포자 제거를 통한 사전예방적 녹조 관리방안 연구  | '15~'16년 | - 휴먼포자를 함유한 퇴적층을 제거하여 남조류 발생 측면에서 억제효과를 평가 사전예방적인 녹조관리 정책을 제안           |
| 낙동강 | 창녕함안보 구간 수질통합모형 구축 및 조류예측           | '14~'16년 | - 단기예측 모형 구축을 통한 조류발생 예측 및 수질 예측 모형의 보정 방법 개선                           |
|     | 낙동강수계 유해 조류 분포 및 생태적 발생특성 연구        | '14~'16년 | - 달성보, 칠곡보의 유해조류 발생 현황·분포와 강수량과의 상관관계를 분석하여 유해조류 발생 변동 현황 파악            |
| 금 강 | 유해조류에 의한 이취미·독소물질 발생원인 조사 및 관리방안 연구 | '13~'15년 | - 대청호 조류경보제 운영·관찰지점을 중심으로 남조류 이상증식과 독소·이취미물질 발생원인 규명 및 조류독소 관리 가이드라인 제시 |
| 영산강 | 영산강·섬진강수계 소지류 중심 조류발생 특성조사 및 저감대책   | '16~'17년 | - 영산강·섬진강수계 본류보다 지류 지천에 녹조발생이 선행됨에 따라 소지류 중심 조류발생 원인 조사 및 대응전략 수립       |

## 2. 낙동강 · 금강 댐 · 보 연계운영 현황

### ☞ 운영개요

녹조대응을 위해 환경부·국토부 등 관계기관과 함께 댐·보 연계운영협의회 등을 통해 2016년에는 낙동강(8.16), 금강(8.25)에서 댐·보 연계운영을 시범 실시하였다.

※ 4대강 조사평가위원회(국무총리 소속)가 정책 권고한 사항('14.12)을 반영하여 관계부처 합동 '댐·보·저수지 최적 연계운영방안 용역'의 일환으로 실시

표 3-4-3 2016년 댐·보 연계운영 현황

| 구 분     | 금강                         | 낙동강                                      |
|---------|----------------------------|------------------------------------------|
| 대상구간    | 대청댐(8.25)<br>세종보~백제보(8.25) | 합천댐(8.14~8.18)<br>칠곡보~창녕함안보(8.16)        |
| 방류현황    | 6.8백만㎥(대청댐 3.2, 3개보 3.6)   | 40백만㎥(합천댐 9, 5개보 31)                     |
| 비 고(수위) | 어도제약수위까지 수위하강              | 합천창녕보는 양수제약수위, 나머지 4개보는<br>어도제약수위까지 수위하강 |

금년도에 실시한 댐·보 연계운영은 녹조 발생에 보다 효과적으로 대응하기 위하여 보 수위의 탄력적 운영과 함께 상류 댐으로부터 가용한 '환경대응용수'를 추가적으로 공급함으로써 수체의 물리적 교란을 유도하고 체류시간 감소를 통한 남조류 저감 효과를 평가하기 위하여 시행되었다.

그림 3-4-1 댐·보 연계운영 방류현황도

#### - 낙동강



## - 금강



### ☑ 운영결과

일부 구간에서 방류 후 일시적인 유량 증가에 따른 수체의 물리적 교란으로 수심별 수온, DO 등의 차이가 감소하는 수직적 혼합 효과가 관측되었고 그 지속 시간은 지점마다 차이가 있었다. 조류의 경우, 방류 당일 표층에서 일시적으로 감소하는 경향을 보이기도 하였으나, 기상 효과·지류 유입 등의 영향이 중복되면서 공간적으로 일정한 증감의 패턴이 나타나지 않았다. 상류의 댐운영과 연계하거나 보 수위를 탄력적으로 가변 운영하는 경우 연계방류의 효과를 거둘 것으로 예상된다.

### ☑ 향후계획

‘댐·보·저수지 최적 연계운영방안 용역’의 결과를 참고로 2017년에는 어도, 양수장 문제를 감안하여 녹조가 심한 일부 보를 대상으로 댐·보·저수지 연계운영을 시범시행 하고, 앞으로 용역결과에 대한 충분한 검증, 수생태계 영향에 대한 분석, 사회적인 합의를 거쳐 확대시행 등 최종 방향을 결정할 예정이다.







## 제 4 부

### 참 고 자 료

1. 수질·조류 모니터링 자료
  - 가. 4대강 본류 측정자료(수질예보제)
  - 나. 주요 상수원 하천·호소 측정자료(조류경보제)
    - 다. 친수활동 구간 조류경보제 측정자료
  - 라. 2016년 녹조 입체 모니터링(강정고령보)
  - 마. 주요 수질항목 측정자료
2. 초분광 녹조 원격 모니터링 사진자료
3. 해외 녹조현상 사진자료
4. 주요정책자료
  - 가. 2016년 조류경보제 시행계획
  - 나. 수질·녹조 대비 댐·보·저수지 운영기준
  - 다. 조류경보제 개선 내용



## 제 4 부 참 고 자 료

### 1. 수질·조류 모니터링 자료

- 가. 4대강 본류 측정자료(수질예보제)
- 나. 주요 상수원 하천·호소 측정자료(조류경보제)
- 다. 친수활동 구간 조류경보제 측정자료
- 라. 2016년 녹조 입체 모니터링(강정고령보)
- 마. 주요 수질항목 측정자료

## 제 4 부

## 1. 수질·조류 모니터링 자료

## 가. 4대강 본류 측정자료(수질예보제)

강천보

| 조사<br>일시 | 수온<br>(℃) | pH  | DO<br>(mg/ℓ ) | chl-a<br>(mg/m³) | 표층 조류            |                          |             |       |     | 우점조류 종류               |  |
|----------|-----------|-----|---------------|------------------|------------------|--------------------------|-------------|-------|-----|-----------------------|--|
|          |           |     |               |                  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>개체수<br>(cells/mL) | 냄새물질(μg/m³) |       |     |                       |  |
|          |           |     |               |                  |                  |                          | 지오스민        | 2-MIB |     |                       |  |
| 16/01/05 | 4.3       | 8.4 | 12.7          | 7.6              | 6.9              | 0                        | 2           | 3     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/01/11 | 결빙        |     |               |                  |                  |                          |             |       |     |                       |  |
| 16/01/18 | 2.2       | 8.3 | 14.7          | 7.5              | 7.8              | 0                        | ND          | 2     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/01/25 | 결빙        |     |               |                  |                  |                          |             |       |     |                       |  |
| 16/02/01 | 결빙        |     |               |                  |                  |                          |             |       |     |                       |  |
| 16/02/11 | 결빙        |     |               |                  |                  |                          |             |       |     |                       |  |
| 16/02/15 | 4.7       | 7.9 | 12.4          | 17.9             | 17.2             | 0                        | 2           | 3     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/02/22 | 4.0       | 8.5 | 13.2          | 14.1             | 15.1             | 0                        | 7           | 4     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/02/29 | 결빙        |     |               |                  |                  |                          |             |       |     |                       |  |
| 16/03/07 | 8.4       | 7.9 | 10.8          | 18.1             | 18.2             | 0                        | 18          | 3     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/14 | 6.2       | 8.0 | 13.8          | 9.6              | 8.6              | 0                        | 10          | 3     | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/03/21 | 10.1      | 8.3 | 13.9          | 9.4              | 7.6              | 0                        | 8           | 3     | 규조류 |                       |  |
| 16/03/28 | 9.4       | 7.9 | 12.9          | 9.5              | 7.4              | 0                        | 11          | 4     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/04/04 | 10.3      | 7.0 | 13.5          | 8.3              | 6.9              | 0                        | 8           | 1     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/04/11 | 10.3      | 7.7 | 12.3          | 14.8             | 13.5             | 0                        | 9           | 1     | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/04/18 | 12.6      | 7.7 | 12.4          | 5.4              | 2.6              | 0                        | 14          | 2     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/04/25 | 14.0      | 7.6 | 11.5          | 6.9              | 6.7              | 0                        | 11          | 2     | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/05/02 | 12.1      | 8.0 | 11.6          | 7.2              | 6.8              | 0                        | 3           | 1     | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/05/09 | 15.1      | 8.0 | 10.3          | 4.3              | 4.1              | 0                        | 5           | 2     | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/05/16 | 17.9      | 8.2 | 10.6          | 8.7              | 7.5              | 0                        | 7           | 3     | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/05/23 | 19.3      | 8.3 | 11.3          | 11.0             | 8.2              | 0                        | 5           | 4     | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/05/30 | 21.4      | 7.5 | 10.2          | 7.9              | 11.0             | 0                        | 5           | 4     | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/06/07 | 22.9      | 8.2 | 12.9          | 13.6             | 12.7             | 0                        | 2           | ND    | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/06/13 | 23.2      | 8.0 | 10.6          | 25.8             | 18.3             | 0                        | 1           | 1     | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/06/20 | 24.0      | 8.3 | 10.5          | 23.9             | 22.0             | 0                        | ND          | 1     | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 조사<br>일시 | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/ℓ) | chl-a<br>(mg/m³) | 표층 조류            |                          |             |       |         |                       |
|----------|------------|-----|--------------|------------------|------------------|--------------------------|-------------|-------|---------|-----------------------|
|          |            |     |              |                  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>개체수<br>(cells/mL) | 냄새물질(μg/m³) |       | 우점조류 종류 |                       |
|          |            |     |              |                  |                  |                          | 지오스민        | 2-MIB |         |                       |
| 16/06/27 | 23.7       | 8.7 | 10.8         | 39.6             | 45.0             | 0                        | 2           | ND    | 녹조류     | <i>Sphaerocystis</i>  |
| 16/07/04 | 22.1       | 7.8 | 9.4          | 11.2             | 12.0             | 0                        | 3           | 3     | 녹조류     | <i>Eudorina</i>       |
| 16/07/11 | 미채수        |     |              |                  |                  |                          |             |       |         |                       |
| 16/07/21 | 21.2       | 7.5 | 8.7          | 3.6              | 3.3              | 0                        | 1           | 1     | 규조류     | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/07/25 | 23.5       | 8.3 | 12.1         | 19.3             | 27.4             | 0                        | 1           | 1     | 규조류     | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/08/01 | 22.5       | 7.6 | 9.8          | 9.7              | 11.0             | 0                        | 1           | 1     | 녹조류     | <i>Micractinium</i>   |
| 16/08/08 | 26.4       | 8.7 | 13.0         | 15.3             | 13.6             | 0                        | 5           | 6     | 남조류     | <i>Merismopedia</i>   |
| 16/08/16 | 25.8       | 8.3 | 11.3         | 11.6             | 6.7              | 0                        | 1           | 3     | 남조류     | <i>Merismopedia</i>   |
| 16/08/22 | 25.0       | 8.2 | 10.7         | 10.3             | 10.3             | 0                        | 2           | 1     | 녹조류     | <i>Scenedesmus</i>    |
| 16/08/29 | 21.1       | 7.5 | 8.9          | 13.8             | 15.1             | 0                        | 4           | 8     | 규조류     | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/09/05 | 22.8       | 7.9 | 7.9          | 9.7              | 7.1              | 0                        | 2           | 3     | 남조류     | <i>Merismopedia</i>   |
| 16/09/12 | 24.5       | 7.9 | 10.2         | 10.4             | 10.4             | 0                        | 1           | 4     | 남조류     | <i>Merismopedia</i>   |
| 16/09/19 | 22.2       | 7.7 | 8.3          | 11.0             | 8.4              | 0                        | 1           | 3     | 남조류     | <i>Merismopedia</i>   |
| 16/09/26 | 22.5       | 8.4 | 10.9         | 30.7             | 25.3             | 0                        | 2           | 6     | 규조류     | <i>Aulacoseira</i>    |
| 16/10/04 | 20.9       | 7.7 | 8.9          | 4.6              | 3.4              | 0                        | 5           | 6     | 규조류     | <i>Aulacoseira</i>    |
| 16/10/10 | 18.8       | 8.0 | 10.1         | 5.7              | 4.9              | 0                        | 15          | 6     | 규조류     | <i>Aulacoseira</i>    |
| 16/10/17 | 18.5       | 7.9 | 10.8         | 2.5              | 2.4              | 0                        | 2           | 6     | 규조류     | <i>Aulacoseira</i>    |
| 16/10/24 | 17.4       | 7.8 | 8.3          | 1.7              | 1.3              | 0                        | 2           | 6     | 규조류     | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/10/31 | 14.0       | 8.1 | 9.6          | 1.3              | 1.2              | 0                        | 2           | 5     | 규조류     | <i>Aulacoseira</i>    |
| 16/11/07 | 13.7       | 7.9 | 10.9         | 0.8              | 0.8              | 0                        | ND          | 1     | 규조류     | <i>Aulacoseira</i>    |
| 16/11/14 | 11.6       | 8.2 | 12.2         | 1.0              | 0.9              | 0                        | ND          | 4     | 규조류     | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/11/21 | 11.6       | 8.0 | 11.2         | 2.3              | 2.5              | 0                        | 2           | 7     | 규조류     | <i>Aulacoseira</i>    |
| 16/11/28 | 6.4        | 8.2 | 13.3         | 1.9              | 1.7              | 0                        | 1           | 7     | 규조류     | <i>Fragilaria</i>     |
| 16/12/05 | 6.2        | 8.2 | 13.4         | 3.1              | 2.6              | 0                        | ND          | 6     | 기타조류    | <i>Rhodomonas</i>     |
| 16/12/12 | 4.8        | 8.2 | 14.2         | 2.1              | 2.0              | 0                        | 1           | 7     | 기타조류    | <i>Rhodomonas</i>     |
| 16/12/19 | 3.8        | 8.6 | 12.8         | 2.7              | 2.1              | 0                        | 1           | 11    | 규조류     | <i>Stephanodiscus</i> |
| 16/12/26 | 4.6        | 8.5 | 12.5         | 3.4              | 3.9              | 0                        | 2           | 9     | 기타조류    | <i>Rhodomonas</i>     |

여주보

| 조사<br>일시 | 수온<br>(℃) | pH  | DO<br>(mg/ℓ ) | chl-a<br>(mg/m³) | 표층 조류            |                          |             |       |     | 우점조류 종류               |  |
|----------|-----------|-----|---------------|------------------|------------------|--------------------------|-------------|-------|-----|-----------------------|--|
|          |           |     |               |                  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>개체수<br>(cells/mL) | 냄새물질(μg/m³) |       |     |                       |  |
|          |           |     |               |                  |                  |                          | 지오스민        | 2-MIB |     |                       |  |
| 16/01/05 | 3.0       | 8.4 | 13.8          | 5.9              | 5.3              | 0                        | 2           | 2     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/01/11 | 결빙        |     |               |                  |                  |                          |             |       |     |                       |  |
| 16/01/18 | 결빙        |     |               |                  |                  |                          |             |       |     |                       |  |
| 16/01/25 | 결빙        |     |               |                  |                  |                          |             |       |     |                       |  |
| 16/02/01 | 결빙        |     |               |                  |                  |                          |             |       |     |                       |  |
| 16/02/11 | 3.4       | 6.9 | 14.6          | 7.6              | 6.4              | 0                        | 1           | 2     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/02/15 | 4.1       | 8.0 | 14.0          | 20.2             | 18.8             | 0                        | 2           | 2     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/02/22 | 3.7       | 8.3 | 13.2          | 19.0             | 17.4             | 0                        | 7           | 3     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/02/29 | 3.9       | 7.2 | 15.2          | 17.6             | 17.9             | 0                        | 5           | 4     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/07 | 8.9       | 7.7 | 10.9          | 25.0             | 20.3             | 0                        | 12          | 2     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/14 | 7.4       | 8.1 | 14.6          | 11.5             | 9.7              | 0                        | 7           | 2     | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/03/21 | 10.8      | 8.3 | 14.1          | 8.9              | 7.5              | 0                        | 8           | 2     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/28 | 10.1      | 6.9 | 14.5          | 11.0             | 7.7              | 0                        | 9           | 3     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/04/04 | 11.8      | 7.2 | 12.9          | 12.3             | 5.9              | 0                        | 9           | 2     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/04/11 | 11.1      | 7.8 | 12.4          | 18.0             | 14.0             | 0                        | 9           | 1     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/04/18 | 12.8      | 8.2 | 12.8          | 9.7              | 8.7              | 0                        | 8           | 1     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/04/25 | 14.5      | 7.6 | 11.6          | 9.3              | 6.5              | 0                        | 9           | 1     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/05/02 | 13.0      | 8.0 | 11.7          | 7.0              | 7.1              | 0                        | 5           | 1     | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/05/09 | 15.3      | 7.9 | 10.6          | 5.2              | 3.6              | 0                        | 5           | 2     | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/05/16 | 18.3      | 7.9 | 10.4          | 8.7              | 8.6              | 0                        | 4           | 1     | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/05/23 | 21.0      | 8.5 | 12.6          | 23.9             | 18.6             | 0                        | 4           | 3     | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/05/30 | 22.4      | 7.4 | 12.2          | 18.5             | 16.9             | 0                        | 4           | 3     | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/06/07 | 23.5      | 8.5 | 13.7          | 25.6             | 29.6             | 0                        | 1           | 1     | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/06/13 | 24.6      | 8.4 | 11.8          | 39.5             | 42.7             | 0                        | 1           | ND    | 녹조류 | <i>Eudorina</i>       |  |
| 16/06/20 | 24.9      | 8.2 | 12.1          | 42.0             | 25.5             | 0                        | ND          | 1     | 녹조류 | <i>Pandorina</i>      |  |



2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 조사<br>일시 | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/ℓ) | chl-a<br>(mg/m³) | 표층 조류            |                          |             |       |         |                       |
|----------|------------|-----|--------------|------------------|------------------|--------------------------|-------------|-------|---------|-----------------------|
|          |            |     |              |                  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>개체수<br>(cells/mL) | 냄새물질(μg/m³) |       | 우점조류 종류 |                       |
|          |            |     |              |                  |                  |                          | 지오스민        | 2-MIB |         |                       |
| 16/06/27 | 25.1       | 8.3 | 9.8          | 30.4             | 35.6             | 0                        | 2           | 1     | 녹조류     | <i>Eudorina</i>       |
| 16/07/04 | 23.0       | 7.6 | 7.6          | 9.4              | 13.2             | 0                        | 3           | 3     | 녹조류     | <i>Eudorina</i>       |
| 16/07/11 | 미채수        |     |              |                  |                  |                          |             |       |         |                       |
| 16/07/21 | 22.4       | 7.7 | 8.9          | 5.2              | 5.7              | 0                        | 1           | 1     | 규조류     | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/07/25 | 24.7       | 8.2 | 11.6         | 29.3             | 41.9             | 0                        | 1           | 1     | 규조류     | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/08/01 | 21.4       | 7.5 | 9.6          | 16.8             | 11.9             | 0                        | 1           | 1     | 남조류     | <i>Merismopedia</i>   |
| 16/08/08 | 28.3       | 8.4 | 12.1         | 30.7             | 18.9             | 0                        | 4           | 6     | 남조류     | <i>Merismopedia</i>   |
| 16/08/16 | 26.6       | 7.9 | 10.4         | 14.4             | 10.8             | 0                        | 1           | 5     | 남조류     | <i>Merismopedia</i>   |
| 16/08/22 | 27.0       | 8.1 | 10.6         | 12.1             | 9.4              | 0                        | ND          | 1     | 녹조류     | <i>Scenedesmus</i>    |
| 16/08/29 | 22.2       | 7.5 | 8.6          | 12.1             | 11.6             | 0                        | 4           | 6     | 규조류     | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/09/05 | 23.4       | 7.5 | 7.9          | 6.6              | 5.5              | 0                        | 1           | 2     | 남조류     | <i>Merismopedia</i>   |
| 16/09/12 | 25.4       | 7.7 | 10.3         | 5.1              | 4.7              | 0                        | 1           | 3     | 남조류     | <i>Merismopedia</i>   |
| 16/09/19 | 23.4       | 7.6 | 8.1          | 4.1              | 3.9              | 0                        | 1           | 3     | 남조류     | <i>Merismopedia</i>   |
| 16/09/26 | 22.2       | 8.0 | 10.6         | 6.1              | 8.7              | 0                        | 2           | 4     | 녹조류     | <i>Micractinium</i>   |
| 16/10/04 | 21.1       | 7.3 | 8.6          | 2.7              | 2.9              | 0                        | 2           | 5     | 기타조류    | <i>Rhodomonas</i>     |
| 16/10/10 | 19.6       | 7.6 | 9.9          | 2.3              | 1.5              | 0                        | 4           | 4     | 규조류     | <i>Aulacoseira</i>    |
| 16/10/17 | 18.2       | 7.7 | 11.1         | 1.8              | 1.5              | 0                        | 2           | 5     | 규조류     | <i>Aulacoseira</i>    |
| 16/10/24 | 17.6       | 7.9 | 8.8          | 1.2              | 1.0              | 0                        | 1           | 6     | 규조류     | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/10/31 | 14.5       | 8.0 | 9.2          | 1.1              | 1.1              | 0                        | 2           | 5     | 규조류     | <i>Aulacoseira</i>    |
| 16/11/07 | 12.8       | 7.9 | 11.3         | 0.7              | 1.6              | 0                        | 1           | 4     | 기타조류    | <i>Rhodomonas</i>     |
| 16/11/14 | 11.2       | 7.9 | 12.0         | 1.0              | 1.0              | 0                        | ND          | 4     | 기타조류    | <i>Rhodomonas</i>     |
| 16/11/21 | 10.8       | 8.1 | 11.9         | 0.9              | 1.0              | 0                        | 2           | 6     | 규조류     | <i>Aulacoseira</i>    |
| 16/11/28 | 6.5        | 8.3 | 13.3         | 1.4              | 1.2              | 0                        | 1           | 6     | 기타조류    | <i>Rhodomonas</i>     |
| 16/12/05 | 6.8        | 8.5 | 13.3         | 2.7              | 2.6              | 0                        | ND          | 4     | 기타조류    | <i>Rhodomonas</i>     |
| 16/12/12 | 4.2        | 8.2 | 14.9         | 2.8              | 2.4              | 0                        | 1           | 6     | 기타조류    | <i>Rhodomonas</i>     |
| 16/12/19 | 4.4        | 8.6 | 14.1         | 2.9              | 1.3              | 0                        | 1           | 9     | 규조류     | <i>Stephanodiscus</i> |
| 16/12/26 | 5.5        | 8.5 | 12.8         | 5.0              | 5.1              | 0                        | 2           | 8     | 기타조류    | <i>Rhodomonas</i>     |

이포보

| 조사<br>일시 | 수온<br>(℃) | pH  | DO<br>(mg/ℓ ) | chl-a<br>(mg/m³) | 표층 조류            |                          |             |       |     | 우점조류 종류               |  |
|----------|-----------|-----|---------------|------------------|------------------|--------------------------|-------------|-------|-----|-----------------------|--|
|          |           |     |               |                  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>개체수<br>(cells/mL) | 냄새물질(μg/m³) |       |     |                       |  |
|          |           |     |               |                  |                  |                          | 지오스민        | 2-MIB |     |                       |  |
| 16/01/05 | 3.2       | 8.5 | 13.9          | 5.9              | 6.0              | 0                        | 2           | 2     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/01/11 | 3.4       | 8.4 | 14.5          | 7.8              | 7.7              | 0                        | 2           | 3     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/01/18 | 2.0       | 8.2 | 14.5          | 5.2              | 5.1              | 0                        | ND          | 2     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/01/25 | 결빙        |     |               |                  |                  |                          |             |       |     |                       |  |
| 16/02/01 | 결빙        |     |               |                  |                  |                          |             |       |     |                       |  |
| 16/02/11 | 4.2       | 7.6 | 15.4          | 7.9              | 7.5              | 0                        | 1           | 2     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/02/15 | 3.2       | 8.1 | 13.2          | 14.1             | 13.4             | 0                        | 2           | 2     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/02/22 | 4.1       | 8.3 | 14.3          | 27.8             | 26.0             | 0                        | 7           | 3     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/02/29 | 4.4       | 7.5 | 14.9          | 16.4             | 15.7             | 0                        | 5           | 4     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/07 | 8.5       | 8.1 | 11.2          | 16.5             | 17.4             | 0                        | 6           | 3     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/14 | 7.0       | 8.0 | 13.5          | 14.1             | 13.3             | 0                        | 7           | 2     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/21 | 10.6      | 8.3 | 13.9          | 13.4             | 13.5             | 0                        | 8           | 2     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/28 | 11.7      | 7.9 | 12.7          | 11.3             | 11.9             | 0                        | 9           | 2     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/04/04 | 12.6      | 6.7 | 13.0          | 12.6             | 12.2             | 0                        | 9           | 2     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/04/11 | 10.9      | 7.9 | 12.5          | 18.6             | 18.9             | 0                        | 9           | 1     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/04/18 | 12.6      | 8.2 | 12.8          | 7.0              | 8.8              | 0                        | 8           | 1     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/04/25 | 14.8      | 7.9 | 11.7          | 13.9             | 13.9             | 0                        | 11          | 2     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/05/02 | 13.2      | 8.0 | 11.4          | 8.9              | 8.5              | 0                        | 4           | 1     | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/05/09 | 15.0      | 8.1 | 10.9          | 6.4              | 7.0              | 0                        | 4           | 2     | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/05/16 | 18.3      | 7.9 | 10.7          | 14.9             | 13.9             | 0                        | 4           | 1     | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/05/23 | 21.3      | 8.3 | 13.7          | 24.5             | 39.5             | 0                        | 3           | 2     | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/05/30 | 23.3      | 7.5 | 12.7          | 24.2             | 24.1             | 0                        | 3           | 2     | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/06/07 | 24.1      | 8.7 | 13.5          | 25.7             | 23.1             | 0                        | 1           | 1     | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/06/13 | 26.4      | 8.6 | 10.6          | 41.1             | 37.4             | 0                        | ND          | ND    | 녹조류 | <i>Eudorina</i>       |  |
| 16/06/20 | 25.7      | 8.5 | 12.5          | 42.0             | 29.4             | 0                        | ND          | ND    | 남조류 | <i>Merismopedia</i>   |  |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 조사<br>일시 | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/ℓ) | chl-a<br>(mg/m³) | 표층 조류            |                          |             |       |         |                          |
|----------|------------|-----|--------------|------------------|------------------|--------------------------|-------------|-------|---------|--------------------------|
|          |            |     |              |                  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>개체수<br>(cells/mL) | 냄새물질(μg/m³) |       | 우점조류 종류 |                          |
|          |            |     |              |                  |                  |                          | 지오스민        | 2-MIB |         |                          |
| 16/06/27 | 26.3       | 8.7 | 10.5         | 32.3             | 28.8             | 0                        | 2           | ND    | 녹조류     | <i>Eudorina unicocca</i> |
| 16/07/04 | 23.0       | 7.7 | 7.2          | 16.5             | 16.8             | 0                        | 3           | 2     | 규조류     | <i>Aulacoseira</i>       |
| 16/07/11 | 미채수        |     |              |                  |                  |                          |             |       |         |                          |
| 16/07/21 | 23.4       | 7.7 | 8.9          | 8.1              | 7.3              | 0                        | 1           | 1     | 규조류     | <i>Cyclotella</i>        |
| 16/07/25 | 26.1       | 8.7 | 13.0         | 55.5             | 45.7             | 0                        | 1           | 2     | 규조류     | <i>Cyclotella</i>        |
| 16/08/01 | 22.3       | 7.4 | 9.4          | 19.7             | 18.3             | 0                        | 1           | 1     | 남조류     | <i>Merismopedia</i>      |
| 16/08/08 | 29.1       | 8.7 | 13.3         | 44.8             | 42.4             | 0                        | 5           | 5     | 남조류     | <i>Merismopedia</i>      |
| 16/08/16 | 28.1       | 8.1 | 10.6         | 23.6             | 17.9             | 0                        | 1           | 3     | 남조류     | <i>Merismopedia</i>      |
| 16/08/22 | 27.7       | 8.1 | 10.4         | 18.8             | 20.2             | 0                        | 2           | 3     | 남조류     | <i>Merismopedia</i>      |
| 16/08/29 | 21.5       | 7.5 | 8.6          | 14.8             | 15.8             | 0                        | 4           | 6     | 남조류     | <i>Merismopedia</i>      |
| 16/09/05 | 23.4       | 7.4 | 8.0          | 14.1             | 13.6             | 0                        | 1           | 2     | 남조류     | <i>Merismopedia</i>      |
| 16/09/12 | 25.7       | 8.4 | 12.3         | 18.3             | 20.7             | 0                        | 1           | 4     | 남조류     | <i>Merismopedia</i>      |
| 16/09/19 | 23.2       | 7.9 | 9.3          | 15.1             | 17.4             | 0                        | 1           | 4     | 남조류     | <i>Merismopedia</i>      |
| 16/09/26 | 22.7       | 8.1 | 10.9         | 20.2             | 16.8             | 0                        | 2           | 5     | 남조류     | <i>Merismopedia</i>      |
| 16/10/04 | 22.0       | 7.7 | 10.3         | 15.0             | 10.6             | 0                        | 2           | 5     | 남조류     | <i>Merismopedia</i>      |
| 16/10/10 | 19.4       | 8.2 | 11.9         | 4.6              | 4.8              | 0                        | 2           | 5     | 규조류     | <i>Aulacoseira</i>       |
| 16/10/17 | 18.3       | 7.9 | 11.6         | 3.0              | 2.9              | 0                        | 2           | 5     | 규조류     | <i>Aulacoseira</i>       |
| 16/10/24 | 17.6       | 8.0 | 8.7          | 1.9              | 1.9              | 0                        | 1           | 4     | 규조류     | <i>Aulacoseira</i>       |
| 16/10/31 | 14.2       | 8.0 | 9.4          | 1.6              | 1.9              | 0                        | 2           | 5     | 규조류     | <i>Aulacoseira</i>       |
| 16/11/07 | 13.0       | 7.9 | 11.7         | 1.3              | 1.4              | 0                        | ND          | 1     | 기타조류    | <i>Rhodomonas</i>        |
| 16/11/14 | 11.9       | 8.1 | 11.7         | 1.6              | 2.8              | 0                        | ND          | 5     | 기타조류    | <i>Rhodomonas</i>        |
| 16/11/21 | 11.9       | 8.0 | 11.3         | 2.6              | 3.8              | 0                        | 1           | 5     | 규조류     | <i>Aulacoseira</i>       |
| 16/11/28 | 7.0        | 8.2 | 13.2         | 1.6              | 2.3              | 0                        | 1           | 6     | 기타조류    | <i>Rhodomonas</i>        |
| 16/12/05 | 6.1        | 8.5 | 12.4         | 5.2              | 6.2              | 0                        | ND          | 3     | 기타조류    | <i>Rhodomonas</i>        |
| 16/12/12 | 4.1        | 8.2 | 15.1         | 3.7              | 3.3              | 0                        | 1           | 5     | 기타조류    | <i>Rhodomonas</i>        |
| 16/12/19 | 3.9        | 8.7 | 14.0         | 2.0              | 3.2              | 0                        | 1           | 8     | 규조류     | <i>Stephanodiscus</i>    |
| 16/12/26 | 5.1        | 8.5 | 12.9         | 3.7              | 3.6              | 0                        | 2           | 9     | 기타조류    | <i>Rhodomonas</i>        |

상주보

| 조사<br>일시 | 수온<br>(℃) | pH  | DO<br>(mg/ℓ ) | chl-a<br>(mg/m³) | 표층 조류            |                          |             |       |      | 우점조류 종류               |  |
|----------|-----------|-----|---------------|------------------|------------------|--------------------------|-------------|-------|------|-----------------------|--|
|          |           |     |               |                  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>개체수<br>(cells/mL) | 냄새물질(μg/m³) |       |      |                       |  |
|          |           |     |               |                  |                  |                          | 지오스민        | 2-MIB |      |                       |  |
| 16/01/04 | 3.9       | 7.8 | 14.3          | 8.3              | 8.2              | 0                        | ND          | ND    | 규조류  | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/01/11 | 3.4       | 7.6 | 14.7          | 8.5              | 7.9              | 0                        | 4           | ND    | 규조류  | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/01/20 | 2.0       | 8.4 | 13.3          | 10.9             | 10.7             | 0                        | ND          | ND    | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/01/26 | 결빙        |     |               |                  |                  |                          |             |       |      |                       |  |
| 16/02/01 | 결빙        |     |               |                  |                  |                          |             |       |      |                       |  |
| 16/02/11 | 결빙        |     |               |                  |                  |                          |             |       |      |                       |  |
| 16/02/15 | 3.9       | 8.3 | 16.1          | 5.6              | 5.3              | 0                        | ND          | ND    | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/02/22 | 4.1       | 8.1 | 13.7          | 9.0              | 8.0              | 0                        | ND          | ND    | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/02/29 | 4.4       | 8.3 | 13.5          | 12.8             | 13.1             | 0                        | 4           | ND    | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/07 | 5.9       | 8.5 | 14.3          | 24.2             | 17.6             | 0                        | 5           | ND    | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/14 | 7.5       | 8.1 | 12.2          | 25.8             | 28.2             | 0                        | 5           | ND    | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/21 | 9.4       | 8.3 | 15.0          | 24.7             | 15.9             | 0                        | 4           | ND    | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/28 | 11.1      | 8.1 | 13.5          | 14.2             | 9.3              | 0                        | 5           | ND    | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/04/04 | 13.0      | 8.3 | 13.4          | 9.8              | 7.3              | 0                        | 9           | ND    | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/04/11 | 16.0      | 8.7 | 11.9          | 11.9             | 12.6             | 61                       | 9           | ND    | 규조류  | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/04/18 | 15.9      | 7.9 | 10.3          | 11.9             | 11.3             | 28                       | 7           | ND    | 기타조류 | <i>Rhodomonas</i>     |  |
| 16/04/25 | 16.3      | 8.1 | 11.6          | 17.7             | 27.4             | 73                       | ND          | ND    | 기타조류 | <i>Rhodomonas</i>     |  |
| 16/05/02 | 17.8      | 8.5 | 10.9          | 17.1             | 13.5             | 0                        | ND          | ND    | 규조류  | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/05/09 | 18.4      | 8.7 | 12.7          | 14.1             | 11.2             | 0                        | ND          | ND    | 녹조류  | <i>Monoraphidium</i>  |  |
| 16/05/16 | 20.2      | 8.6 | 9.2           | 19.8             | 21.0             | 29                       | ND          | ND    | 기타조류 | <i>Rhodomonas</i>     |  |
| 16/05/23 | 22.3      | 8.8 | 12.0          | 11.5             | 5.6              | 0                        | ND          | ND    | 규조류  | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/05/30 | 22.8      | 9.1 | 11.6          | 38.2             | 10.5             | 925                      | 4           | ND    | 남조류  | <i>Merismopedia</i>   |  |
| 16/06/07 | 22.9      | 8.2 | 8.5           | 17.5             | 9.9              | 175                      | ND          | ND    | 남조류  | <i>Merismopedia</i>   |  |
| 16/06/13 | 24.3      | 8.4 | 9.1           | 12.1             | 6.1              | 255                      | ND          | ND    | 남조류  | <i>Merismopedia</i>   |  |
| 16/06/20 | 24.3      | 8.3 | 9.1           | 11.2             | 5.0              | 100                      | ND          | ND    | 남조류  | <i>Merismopedia</i>   |  |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 조사<br>일시 | 수온<br>(℃) | pH  | DO<br>(mg/ℓ ) | chl-a<br>(mg/m³) | 표층 조류            |                          |             |       |         |                       |
|----------|-----------|-----|---------------|------------------|------------------|--------------------------|-------------|-------|---------|-----------------------|
|          |           |     |               |                  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>개체수<br>(cells/mL) | 냄새물질(μg/m³) |       | 우점조류 종류 |                       |
|          |           |     |               |                  |                  |                          | 지오스민        | 2-MIB |         |                       |
| 16/06/27 | 23.3      | 8.0 | 7.1           | 7.9              | 5.3              | 358                      | ND          | ND    | 남조류     | <i>Merismopedia</i>   |
| 16/07/04 | 23.0      | 7.4 | 8.1           | 4.1              | 4.1              | 39                       | 4           | ND    | 녹조류     | <i>Scenedesmus</i>    |
| 16/07/11 | 26.0      | 7.6 | 8.4           | 7.3              | 21.0             | 123                      | ND          | ND    | 기타조류    | <i>Rhodomonas</i>     |
| 16/07/18 | 23.2      | 7.6 | 7.8           | 14.1             | 30.1             | 449                      | ND          | ND    | 남조류     | <i>Merismopedia</i>   |
| 16/07/25 | 25.9      | 8.4 | 9.8           | 32.9             | 38.1             | 1821                     | ND          | 13    | 남조류     | <i>Merismopedia</i>   |
| 16/08/01 | 29.0      | 8.5 | 8.8           | 25.5             | 29.0             | 43680                    | ND          | ND    | 남조류     | <i>Aphanizomenon</i>  |
| 16/08/08 | 28.5      | 8.1 | 8.5           | 15.9             | 12.2             | 24947                    | ND          | 5     | 남조류     | <i>Microcystis</i>    |
| 16/08/17 | 29.2      | 7.7 | 9.0           | 9.7              | 10.8             | 1198                     | ND          | 4     | 남조류     | <i>Merismopedia</i>   |
| 16/08/22 | 28.8      | 8.0 | 6.3           | 13.2             | 16.1             | 1325                     | ND          | 3     | 남조류     | <i>Merismopedia</i>   |
| 16/08/29 | 23.4      | 7.4 | 7.1           | 5.8              | 7.4              | 150                      | ND          | ND    | 남조류     | <i>Merismopedia</i>   |
| 16/09/05 | 21.9      | 7.0 | 8.5           | 13.2             | 30.5             | 868                      | ND          | ND    | 기타조류    | <i>Rhodomonas</i>     |
| 16/09/12 | 24.2      | 7.9 | 8.5           | 25.9             | 40.6             | 696                      | ND          | ND    | 기타조류    | <i>Rhodomonas</i>     |
| 16/09/19 | 20.2      | 7.1 | 7.0           | 7.0              | 12.9             | 468                      | 7           | 5     | 남조류     | <i>Pseudanabaena</i>  |
| 16/09/26 | 21.5      | 8.2 | 10.1          | 20.8             | 65.6             | 1009                     | ND          | 3     | 기타조류    | <i>Cryptomonas</i>    |
| 16/10/04 | 20.6      | 7.9 | 8.9           | 19.2             | 24.9             | 333                      | ND          | ND    | 녹조류     | <i>Pandorina</i>      |
| 16/10/10 | 18.0      | 7.5 | 8.3           | 6.5              | 9.2              | 92                       | 5           | ND    | 남조류     | <i>Pseudanabaena</i>  |
| 16/10/17 | 17.7      | 7.9 | 10.4          | 25.8             | 27.6             | 73                       | ND          | 5     | 규조류     | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/10/24 | 17.6      | 7.9 | 9.9           | 20.2             | 15.2             | 10                       | ND          | ND    | 규조류     | <i>Stephanodiscus</i> |
| 16/10/31 | 15.2      | 7.7 | 10.5          | 14.4             | 15.9             | 0                        | ND          | ND    | 규조류     | <i>Aulacoseira</i>    |
| 16/11/07 | 11.5      | 8.0 | 12.0          | 14.8             | 11.4             | 66                       | ND          | ND    | 남조류     | <i>Aphanocapsa</i>    |
| 16/11/14 | 11.2      | 7.6 | 11.8          | 8.6              | 8.9              | 0                        | ND          | ND    | 규조류     | <i>Stephanodiscus</i> |
| 16/11/21 | 11.0      | 7.8 | 11.9          | 9.8              | 9.1              | 72                       | ND          | ND    | 규조류     | <i>Stephanodiscus</i> |
| 16/11/28 | 8.7       | 7.7 | 11.1          | 9.1              | 9.7              | 0                        | ND          | ND    | 규조류     | <i>Stephanodiscus</i> |
| 16/12/05 | 5.6       | 7.8 | 12.3          | 7.2              | 5.8              | 0                        | ND          | ND    | 규조류     | <i>Stephanodiscus</i> |
| 16/12/12 | 4.8       | 7.9 | 13.2          | 5.5              | 4.9              | 0                        | 4           | ND    | 규조류     | <i>Stephanodiscus</i> |
| 16/12/19 | 4.1       | 7.6 | 12.6          | 5.3              | 5.3              | 0                        | ND          | 8     | 규조류     | <i>Stephanodiscus</i> |
| 16/12/26 | 6.0       | 7.4 | 11.4          | 5.5              | 7.9              | 0                        | ND          | 10    | 남조류     | <i>Aphanocapsa</i>    |

낙단보

| 조사<br>일시 | 수온<br>(℃) | pH  | DO<br>(mg/ℓ ) | chl-a<br>(mg/m³) | 표층 조류            |                          |             |       |      | 우점조류 종류               |  |
|----------|-----------|-----|---------------|------------------|------------------|--------------------------|-------------|-------|------|-----------------------|--|
|          |           |     |               |                  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>개체수<br>(cells/mL) | 냄새물질(μg/m³) |       |      |                       |  |
|          |           |     |               |                  |                  |                          | 지오스민        | 2-MIB |      |                       |  |
| 16/01/04 | 4.1       | 7.8 | 13.0          | 3.5              | 3.1              | 0                        | ND          | ND    | 기타조류 | <i>Rhodomonas</i>     |  |
| 16/01/11 | 3.6       | 7.6 | 13.9          | 4.0              | 3.8              | 0                        | 4           | ND    | 기타조류 | <i>Rhodomonas</i>     |  |
| 16/01/18 | 3.0       | 7.9 | 13.2          | 6.2              | 5.4              | 0                        | ND          | ND    | 기타조류 | <i>Rhodomonas</i>     |  |
| 16/01/26 | 결빙        |     |               |                  |                  |                          |             |       |      |                       |  |
| 16/02/01 | 결빙        |     |               |                  |                  |                          |             |       |      |                       |  |
| 16/02/11 | 결빙        |     |               |                  |                  |                          |             |       |      |                       |  |
| 16/02/15 | 4.1       | 8.1 | 15.0          | 7.3              | 6.5              | 0                        | 5           | ND    | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/02/22 | 4.4       | 8.0 | 13.7          | 5.3              | 3.3              | 0                        | ND          | ND    | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/02 | 4.4       | 7.9 | 12.7          | 7.5              | 8.1              | 0                        | 10          | ND    | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/07 | 5.7       | 8.0 | 13.0          | 9.9              | 6.9              | 0                        | 11          | ND    | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/14 | 7.4       | 8.3 | 12.6          | 28.0             | 35.1             | 0                        | 8           | ND    | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/21 | 8.6       | 8.3 | 13.5          | 34.1             | 20.9             | 0                        | 9           | ND    | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/28 | 10.6      | 8.6 | 14.2          | 13.5             | 8.3              | 0                        | 9           | ND    | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/04/04 | 12.2      | 8.2 | 11.5          | 3.5              | 3.5              | 0                        | 11          | ND    | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/04/11 | 14.5      | 7.8 | 10.7          | 10.2             | 11.9             | 44                       | 15          | ND    | 규조류  | <i>Fragilaria</i>     |  |
| 16/04/18 | 15.8      | 8.0 | 10.3          | 15.3             | 15.2             | 79                       | 10          | ND    | 기타조류 | <i>Rhodomonas</i>     |  |
| 16/04/25 | 15.6      | 7.6 | 11.0          | 10.0             | 22.1             | 0                        | 6           | ND    | 기타조류 | <i>Rhodomonas</i>     |  |
| 16/05/02 | 17.5      | 7.8 | 9.9           | 14.4             | 17.1             | 0                        | 6           | ND    | 기타조류 | <i>Rhodomonas</i>     |  |
| 16/05/09 | 18.6      | 8.5 | 11.1          | 22.2             | 10.7             | 64                       | ND          | ND    | 녹조류  | <i>Monoraphidium</i>  |  |
| 16/05/16 | 19.9      | 8.5 | 9.1           | 19.1             | 17.9             | 0                        | 4           | ND    | 규조류  | <i>Asterionella</i>   |  |
| 16/05/23 | 21.0      | 8.7 | 11.1          | 23.2             | 6.9              | 1100                     | 4           | ND    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>    |  |
| 16/05/30 | 22.6      | 8.5 | 10.0          | 19.7             | 7.8              | 5680                     | 7           | 5     | 남조류  | <i>Microcystis</i>    |  |
| 16/06/07 | 22.9      | 8.4 | 8.3           | 8.6              | 9.3              | 3431                     | ND          | ND    | 남조류  | <i>Merismopedia</i>   |  |
| 16/06/13 | 24.1      | 8.1 | 7.7           | 6.8              | 4.4              | 2202                     | 4           | ND    | 남조류  | <i>Merismopedia</i>   |  |
| 16/06/20 | 25.0      | 7.9 | 6.5           | 5.9              | 9.8              | 9700                     | 4           | ND    | 남조류  | <i>Merismopedia</i>   |  |
| 16/06/27 | 25.1      | 8.1 | 6.7           | 8.0              | 8.9              | 3650                     | ND          | ND    | 남조류  | <i>Merismopedia</i>   |  |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 조사<br>일시 | 수온<br>(℃) | pH  | DO<br>(mg/ℓ ) | chl-a<br>(mg/m³) | 표층 조류            |                          |             |       |      | 우점조류 종류             |  |
|----------|-----------|-----|---------------|------------------|------------------|--------------------------|-------------|-------|------|---------------------|--|
|          |           |     |               |                  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>개체수<br>(cells/mL) | 냄새물질(μg/m³) |       |      |                     |  |
|          |           |     |               |                  |                  |                          | 지오스민        | 2-MIB |      |                     |  |
| 16/07/04 | 23.6      | 7.5 | 8.8           | 3.8              | 4.0              | 156                      | 7           | 5     | 기타조류 | <i>Rhodomonas</i>   |  |
| 16/07/11 | 25.0      | 7.3 | 8.5           | 4.8              | 45.6             | 255                      | ND          | ND    | 기타조류 | <i>Rhodomonas</i>   |  |
| 16/07/18 | 25.6      | 7.9 | 8.3           | 21.6             | 28.5             | 358                      | ND          | ND    | 남조류  | <i>Merismopedia</i> |  |
| 16/07/25 | 26.0      | 8.6 | 9.9           | 11.2             | 4.8              | 565                      | 3           | 11    | 남조류  | <i>Aphanocapsa</i>  |  |
| 16/08/01 | 27.8      | 8.2 | 6.3           | 7.8              | 9.9              | 3282                     | 4           | 10    | 남조류  | <i>Merismopedia</i> |  |
| 16/08/08 | 28.8      | 8.2 | 5.0           | 9.4              | 29.4             | 83277                    | ND          | 4     | 남조류  | <i>Microcystis</i>  |  |
| 16/08/17 | 29.1      | 7.9 | 7.5           | 9.2              | 9.2              | 582                      | ND          | 7     | 남조류  | <i>Merismopedia</i> |  |
| 16/08/22 | 30.1      | 8.4 | 8.4           | 22.8             | 24.8             | 380                      | ND          | 5     | 녹조류  | <i>Coenochloris</i> |  |
| 16/08/29 | 27.2      | 8.0 | 7.3           | 16.7             | 16.9             | 845                      | ND          | 5     | 녹조류  | <i>Coenochloris</i> |  |
| 16/09/05 | 22.6      | 7.4 | 8.1           | 6.7              | 15.4             | 830                      | 3           | 3     | 기타조류 | <i>Chroomonas</i>   |  |
| 16/09/12 | 24.4      | 8.1 | 10.1          | 15.3             | 25.0             | 2122                     | ND          | ND    | 녹조류  | <i>Pediastrum</i>   |  |
| 16/09/19 | 20.4      | 7.1 | 7.9           | 5.4              | 10.2             | 169                      | 6           | 4     | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>  |  |
| 16/09/26 | 20.9      | 8.1 | 8.7           | 12.3             | 64.5             | 630                      | ND          | ND    | 기타조류 | <i>Rhodomonas</i>   |  |
| 16/10/04 | 21.5      | 7.9 | 8.6           | 19.0             | 35.3             | 548                      | ND          | 4     | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>  |  |
| 16/10/10 | 19.0      | 7.6 | 8.9           | 17.6             | 21.2             | 170                      | 3           | ND    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>  |  |
| 16/10/17 | 17.8      | 7.9 | 9.7           | 17.7             | 28.1             | 112                      | ND          | 4     | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>  |  |
| 16/10/24 | 17.7      | 7.8 | 9.3           | 19.0             | 14.3             | 31                       | 5           | 19    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>  |  |
| 16/10/31 | 16.2      | 7.7 | 9.7           | 16.2             | 17.4             | 0                        | ND          | ND    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>  |  |
| 16/11/07 | 13.2      | 8.2 | 11.2          | 26.6             | 30.9             | 190                      | ND          | ND    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>  |  |
| 16/11/14 | 11.5      | 8.0 | 12.1          | 13.3             | 9.8              | 0                        | 3           | ND    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>  |  |
| 16/11/21 | 11.3      | 8.0 | 12.5          | 9.5              | 6.8              | 0                        | 6           | ND    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>  |  |
| 16/11/28 | 8.9       | 7.9 | 11.0          | 7.9              | 7.2              | 0                        | ND          | ND    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>  |  |
| 16/12/05 | 7.4       | 7.8 | 11.1          | 5.7              | 3.1              | 66                       | ND          | ND    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>  |  |
| 16/12/12 | 5.2       | 8.0 | 12.2          | 5.0              | 3.6              | 0                        | 5           | ND    | 기타조류 | <i>Chroomonas</i>   |  |
| 16/12/19 | 4.5       | 7.8 | 11.8          | 6.3              | 4.6              | 0                        | 3           | ND    | 남조류  | <i>Geitlerinema</i> |  |
| 16/12/26 | 4.5       | 7.7 | 12.6          | 9.8              | 9.4              | 0                        | ND          | 5     | 기타조류 | <i>Chroomonas</i>   |  |

구미보

| 조사<br>일시 | 수온<br>(℃) | pH  | DO<br>(mg/ℓ ) | chl-a<br>(mg/m³) | 표층 조류            |                          |             |       |      | 우점조류 종류               |  |
|----------|-----------|-----|---------------|------------------|------------------|--------------------------|-------------|-------|------|-----------------------|--|
|          |           |     |               |                  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>개체수<br>(cells/mL) | 냄새물질(μg/m³) |       |      |                       |  |
|          |           |     |               |                  |                  |                          | 지오스민        | 2-MIB |      |                       |  |
| 16/01/04 | 4.9       | 7.7 | 12.6          | 6.1              | 6.3              | 0                        | 5           | ND    | 기타조류 | <i>Rhodomonas</i>     |  |
| 16/01/11 | 4.0       | 7.7 | 13.4          | 6.4              | 5.8              | 0                        | 6           | ND    | 기타조류 | <i>Rhodomonas</i>     |  |
| 16/01/20 | 2.3       | 8.0 | 12.3          | 8.8              | 8.5              | 0                        | ND          | ND    | 기타조류 | <i>Rhodomonas</i>     |  |
| 16/01/26 | 결빙        |     |               |                  |                  |                          |             |       |      |                       |  |
| 16/02/01 | 결빙        |     |               |                  |                  |                          |             |       |      |                       |  |
| 16/02/11 | 결빙        |     |               |                  |                  |                          |             |       |      |                       |  |
| 16/02/15 | 3.8       | 8.0 | 14.5          | 8.3              | 8.7              | 0                        | 5           | ND    | 기타조류 | <i>Dinobryon</i>      |  |
| 16/02/22 | 4.2       | 8.0 | 13.8          | 8.0              | 5.5              | 0                        | ND          | ND    | 기타조류 | <i>Dinobryon</i>      |  |
| 16/03/02 | 4.4       | 7.8 | 12.2          | 5.6              | 4.6              | 0                        | 8           | ND    | 규조류  | <i>Asterionella</i>   |  |
| 16/03/07 | 5.9       | 7.8 | 12.5          | 7.9              | 2.7              | 0                        | 6           | ND    | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/14 | 6.9       | 8.3 | 13.2          | 24.6             | 22.8             | 0                        | 11          | ND    | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/21 | 9.0       | 8.7 | 15.1          | 27.7             | 16.7             | 0                        | 7           | ND    | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/28 | 10.8      | 8.7 | 13.5          | 8.0              | 5.0              | 0                        | 7           | ND    | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/04/04 | 12.3      | 8.4 | 12.4          | 4.3              | 4.3              | 0                        | 8           | ND    | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/04/11 | 14.3      | 8.3 | 11.6          | 13.3             | 9.3              | 0                        | 8           | ND    | 규조류  | <i>Fragilaria</i>     |  |
| 16/04/18 | 15.3      | 8.1 | 10.9          | 18.8             | 17.6             | 22                       | 10          | ND    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>    |  |
| 16/04/25 | 15.9      | 7.9 | 11.5          | 14.4             | 34.4             | 44                       | 5           | ND    | 기타조류 | <i>Rhodomonas</i>     |  |
| 16/05/02 | 17.8      | 7.9 | 10.0          | 16.1             | 15.8             | 80                       | 4           | ND    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>    |  |
| 16/05/09 | 18.7      | 8.4 | 11.6          | 20.0             | 25.4             | 300                      | 3           | ND    | 녹조류  | <i>Monoraphidium</i>  |  |
| 16/05/16 | 19.9      | 8.7 | 9.4           | 25.9             | 22.1             | 0                        | ND          | ND    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>    |  |
| 16/05/23 | 21.2      | 8.9 | 11.8          | 9.9              | 4.0              | 1250                     | ND          | ND    | 남조류  | <i>Pseudanabaena</i>  |  |
| 16/05/30 | 22.8      | 8.7 | 10.0          | 8.1              | 3.9              | 1731                     | 6           | 6     | 남조류  | <i>Microcystis</i>    |  |
| 16/06/07 | 23.4      | 8.3 | 9.6           | 4.9              | 2.6              | 7013                     | ND          | ND    | 남조류  | <i>Microcystis</i>    |  |
| 16/06/13 | 24.7      | 7.9 | 7.7           | 4.5              | 4.2              | 11045                    | 4           | ND    | 남조류  | <i>Microcystis</i>    |  |
| 16/06/20 | 25.5      | 8.1 | 8.3           | 6.0              | 6.7              | 3524                     | 8           | 4     | 남조류  | <i>Microcystis</i>    |  |
| 16/06/27 | 25.7      | 8.4 | 8.0           | 18.6             | 11.3             | 7000                     | 3           | 7     | 남조류  | <i>Microcystis</i>    |  |



2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 조사<br>일시 | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/ℓ) | chl-a<br>(mg/m³) | 표층 조류            |                          |             |       |         |                      |
|----------|------------|-----|--------------|------------------|------------------|--------------------------|-------------|-------|---------|----------------------|
|          |            |     |              |                  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>개체수<br>(cells/mL) | 냄새물질(μg/m³) |       | 우점조류 종류 |                      |
|          |            |     |              |                  |                  |                          | 지오스민        | 2-MIB |         |                      |
| 16/07/04 | 24.3       | 7.6 | 9.3          | 5.2              | 4.9              | 508                      | 5           | ND    | 규조류     | <i>Cyclotella</i>    |
| 16/07/11 | 24.0       | 7.5 | 8.9          | 2.4              | 50.1             | 187                      | ND          | ND    | 기타조류    | <i>Rhodomonas</i>    |
| 16/07/18 | 26.0       | 7.8 | 8.2          | 22.3             | 27.6             | 222                      | ND          | ND    | 규조류     | <i>Cyclotella</i>    |
| 16/07/25 | 26.0       | 8.2 | 8.6          | 4.9              | 3.9              | 115                      | 4           | ND    | 기타조류    | <i>Rhodomonas</i>    |
| 16/08/01 | 28.0       | 7.7 | 6.4          | 9.3              | 7.1              | 1105                     | ND          | 7     | 녹조류     | <i>Coelastrum</i>    |
| 16/08/08 | 29.4       | 8.1 | 6.5          | 15.2             | 11.4             | 709                      | ND          | 16    | 남조류     | <i>Merismopedia</i>  |
| 16/08/17 | 30.4       | 8.0 | 6.5          | 13.6             | 16.0             | 3375                     | ND          | 11    | 남조류     | <i>Microcystis</i>   |
| 16/08/22 | 30.6       | 8.5 | 8.7          | 27.9             | 27.0             | 162                      | ND          | 8     | 녹조류     | <i>Coenochloris</i>  |
| 16/08/29 | 27.6       | 8.0 | 7.1          | 24.5             | 26.5             | 40                       | 4           | 14    | 녹조류     | <i>Coenochloris</i>  |
| 16/09/05 | 23.9       | 7.8 | 8.1          | 16.3             | 47.7             | 6052                     | ND          | ND    | 남조류     | <i>Microcystis</i>   |
| 16/09/12 | 24.2       | 7.9 | 9.4          | 9.9              | 9.7              | 1273                     | ND          | ND    | 남조류     | <i>Merismopedia</i>  |
| 16/09/19 | 21.8       | 7.2 | 9.1          | 6.7              | 7.6              | 242                      | 4           | ND    | 남조류     | <i>Pseudanabaena</i> |
| 16/09/26 | 20.7       | 7.7 | 8.5          | 8.0              | 56.9             | 798                      | ND          | ND    | 기타조류    | <i>Rhodomonas</i>    |
| 16/10/04 | 21.5       | 7.5 | 8.1          | 13.3             | 16.2             | 739                      | ND          | ND    | 규조류     | <i>Aulacoseira</i>   |
| 16/10/10 | 20.2       | 7.7 | 9.1          | 17.5             | 24.0             | 103                      | 4           | ND    | 기타조류    | <i>Rhodomonas</i>    |
| 16/10/17 | 18.4       | 7.8 | 9.4          | 21.4             | 23.0             | 117                      | ND          | ND    | 규조류     | <i>Aulacoseira</i>   |
| 16/10/24 | 17.6       | 7.7 | 9.2          | 22.6             | 22.2             | 249                      | 5           | 10    | 규조류     | <i>Aulacoseira</i>   |
| 16/10/31 | 16.4       | 7.1 | 11.3         | 39.4             | 40.1             | 133                      | 5           | 26    | 규조류     | <i>Aulacoseira</i>   |
| 16/11/07 | 14.2       | 8.5 | 12.3         | 67.2             | 37.9             | 153                      | ND          | 10    | 규조류     | <i>Aulacoseira</i>   |
| 16/11/14 | 12.8       | 8.4 | 12.6         | 18.4             | 11.0             | 184                      | ND          | ND    | 규조류     | <i>Aulacoseira</i>   |
| 16/11/21 | 12.1       | 8.2 | 8.9          | 14.2             | 15.4             | 264                      | 5           | ND    | 기타조류    | <i>Rhodomonas</i>    |
| 16/11/28 | 9.4        | 8.0 | 11.4         | 11.1             | 9.8              | 60                       | 7           | ND    | 기타조류    | <i>Rhodomonas</i>    |
| 16/12/05 | 7.8        | 7.8 | 10.9         | 10.1             | 6.4              | 0                        | 5           | ND    | 규조류     | <i>Aulacoseira</i>   |
| 16/12/12 | 6.5        | 7.8 | 11.4         | 9.5              | 6.6              | 0                        | 5           | ND    | 규조류     | <i>Asterionella</i>  |
| 16/12/19 | 5.4        | 7.6 | 11.2         | 8.6              | 6.6              | 0                        | 4           | 7     | 기타조류    | <i>Lagynion</i>      |
| 16/12/26 | 4.8        | 7.6 | 12.4         | 6.3              | 5.1              | 0                        | ND          | ND    | 기타조류    | <i>Lagynion</i>      |

## 칠곡보

| 조사<br>일시 | 수온<br>(℃) | pH  | DO<br>(mg/ℓ ) | chl-a<br>(mg/m³) | 표층 조류            |                          |             |       |     | 우점조류 종류               |  |
|----------|-----------|-----|---------------|------------------|------------------|--------------------------|-------------|-------|-----|-----------------------|--|
|          |           |     |               |                  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>개체수<br>(cells/mL) | 냄새물질(μg/m³) |       |     |                       |  |
|          |           |     |               |                  |                  |                          | 지오스민        | 2-MIB |     |                       |  |
| 16/01/04 | 5.4       | 8.1 | 15.3          | 14.3             | 13.0             | 58                       | 8           | ND    | 규조류 | <i>Fragilaria</i>     |  |
| 16/01/11 | 4.6       | 8.1 | 12.9          | 12.0             | 11.8             | 270                      | 7           | ND    | 규조류 | <i>Fragilaria</i>     |  |
| 16/01/18 | 4.0       | 8.0 | 13.6          | 13.1             | 13.7             | 185                      | 7           | ND    | 규조류 | <i>Fragilaria</i>     |  |
| 16/01/26 | 결빙        |     |               |                  |                  |                          |             |       |     |                       |  |
| 16/02/01 | 결빙        |     |               |                  |                  |                          |             |       |     |                       |  |
| 16/02/11 | 결빙        |     |               |                  |                  |                          |             |       |     |                       |  |
| 16/02/15 | 3.6       | 7.9 | 12.9          | 14.8             | 13.3             | 0                        | 6           | ND    | 규조류 | <i>Asterionella</i>   |  |
| 16/02/22 | 4.6       | 7.9 | 13.3          | 18.1             | 11.4             | 0                        | ND          | ND    | 규조류 | <i>Asterionella</i>   |  |
| 16/03/02 | 5.3       | 8.0 | 13.2          | 29.6             | 21.8             | 0                        | 9           | ND    | 규조류 | <i>Asterionella</i>   |  |
| 16/03/07 | 6.9       | 8.0 | 14.8          | 22.4             | 15.2             | 0                        | 11          | ND    | 규조류 | <i>Asterionella</i>   |  |
| 16/03/14 | 7.2       | 7.9 | 14.0          | 13.1             | 12.7             | 0                        | 7           | ND    | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/21 | 8.4       | 7.9 | 12.4          | 17.3             | 14.9             | 0                        | 6           | ND    | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/28 | 10.7      | 8.3 | 12.9          | 14.5             | 11.0             | 0                        | 9           | ND    | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/04/04 | 12.0      | 8.4 | 12.9          | 12.8             | 13.4             | 0                        | 10          | ND    | 규조류 | <i>Fragilaria</i>     |  |
| 16/04/11 | 13.6      | 8.0 | 11.8          | 10.8             | 15.4             | 35                       | 9           | ND    | 규조류 | <i>Fragilaria</i>     |  |
| 16/04/18 | 15.2      | 8.0 | 9.8           | 23.8             | 19.7             | 0                        | 8           | ND    | 규조류 | <i>Aulacoseira</i>    |  |
| 16/04/25 | 16.2      | 8.0 | 10.4          | 17.3             | 13.8             | 97                       | 4           | ND    | 규조류 | <i>Aulacoseira</i>    |  |
| 16/05/02 | 16.9      | 8.2 | 10.1          | 19.5             | 26.1             | 42                       | 4           | ND    | 규조류 | <i>Aulacoseira</i>    |  |
| 16/05/09 | 18.3      | 8.1 | 9.6           | 32.8             | 57.1             | 164                      | ND          | ND    | 규조류 | <i>Aulacoseira</i>    |  |
| 16/05/16 | 19.5      | 8.4 | 10.1          | 42.1             | 39.4             | 29                       | 3           | ND    | 규조류 | <i>Aulacoseira</i>    |  |
| 16/05/23 | 21.2      | 8.6 | 10.6          | 8.1              | 3.3              | 192                      | ND          | ND    | 남조류 | <i>Microcystis</i>    |  |
| 16/05/30 | 22.5      | 8.3 | 10.3          | 13.9             | 9.7              | 7600                     | 6           | ND    | 남조류 | <i>Microcystis</i>    |  |
| 16/06/07 | 23.2      | 7.8 | 7.6           | 5.3              | 5.5              | 19738                    | 9           | ND    | 남조류 | <i>Microcystis</i>    |  |
| 16/06/13 | 24.3      | 7.8 | 8.0           | 5.8              | 3.7              | 7808                     | 25          | ND    | 남조류 | <i>Microcystis</i>    |  |
| 16/06/20 | 25.0      | 7.7 | 7.6           | 15.1             | 10.1             | 2591                     | 113         | 6     | 남조류 | <i>Aphanocapsa</i>    |  |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 조사<br>일시 | 수온<br>(℃) | pH  | DO<br>(mg/ℓ ) | chl-a<br>(mg/m³) | 표층 조류            |                          |             |       |      | 우점조류 종류              |  |
|----------|-----------|-----|---------------|------------------|------------------|--------------------------|-------------|-------|------|----------------------|--|
|          |           |     |               |                  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>개체수<br>(cells/mL) | 냄새물질(μg/m³) |       |      |                      |  |
|          |           |     |               |                  |                  |                          | 지오스민        | 2-MIB |      |                      |  |
| 16/06/27 | 25.8      | 7.9 | 9.5           | 17.8             | 23.7             | 15816                    | 57          | 4     | 남조류  | <i>Microcystis</i>   |  |
| 16/07/04 | 25.1      | 7.1 | 6.4           | 6.6              | 6.5              | 508                      | 4           | 7     | 규조류  | <i>Fragilaria</i>    |  |
| 16/07/11 | 미채수       |     |               |                  |                  |                          |             |       |      |                      |  |
| 16/07/18 | 26.1      | 7.5 | 8.7           | 13.3             | 40.2             | 699                      | ND          | ND    | 남조류  | <i>Merismopedia</i>  |  |
| 16/07/25 | 27.0      | 7.6 | 8.3           | 3.3              | 16.4             | 331                      | 8           | ND    | 기타조류 | <i>Rhodomonas</i>    |  |
| 16/08/01 | 28.6      | 9.0 | 4.9           | 15.5             | 21.0             | 1318                     | ND          | 4     | 기타조류 | <i>Cryptomonas</i>   |  |
| 16/08/08 | 29.7      | 8.4 | 8.6           | 27.2             | 15.3             | 5400                     | ND          | 8     | 녹조류  | <i>Volvox</i>        |  |
| 16/08/17 | 30.4      | 8.1 | 4.2           | 13.8             | 17.8             | 790                      | ND          | 14    | 녹조류  | <i>Scenedesmus</i>   |  |
| 16/08/22 | 30.6      | 8.2 | 4.5           | 13.4             | 13.7             | 1070                     | ND          | 17    | 녹조류  | <i>Scenedesmus</i>   |  |
| 16/08/29 | 27.7      | 8.0 | 5.7           | 13.1             | 14.7             | 230                      | 4           | 21    | 녹조류  | <i>Coenochloris</i>  |  |
| 16/09/05 | 24.7      | 7.7 | 6.9           | 12.3             | 43.8             | 694                      | ND          | 5     | 기타조류 | <i>Chroomonas</i>    |  |
| 16/09/12 | 24.9      | 7.4 | 6.2           | 11.1             | 24.9             | 1364                     | ND          | ND    | 녹조류  | <i>Coenochloris</i>  |  |
| 16/09/19 | 21.9      | 7.4 | 8.0           | 6.0              | 6.4              | 165                      | 6           | 3     | 녹조류  | <i>Scenedesmus</i>   |  |
| 16/09/26 | 21.4      | 7.6 | 8.4           | 8.0              | 23.7             | 691                      | 4           | ND    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>   |  |
| 16/10/04 | 21.4      | 7.2 | 6.3           | 12.0             | 27.9             | 515                      | ND          | ND    | 녹조류  | <i>Pandorina</i>     |  |
| 16/10/10 | 19.3      | 7.5 | 8.4           | 6.5              | 6.8              | 111                      | 5           | ND    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>   |  |
| 16/10/17 | 18.9      | 7.7 | 9.4           | 23.3             | 12.2             | 329                      | 4           | 3     | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>   |  |
| 16/10/24 | 18.3      | 7.8 | 9.9           | 39.0             | 33.7             | 143                      | 5           | 3     | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>   |  |
| 16/10/31 | 16.5      | 8.1 | 9.6           | 49.0             | 51.7             | 0                        | ND          | ND    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>   |  |
| 16/11/07 | 14.0      | 8.6 | 12.0          | 48.0             | 33.7             | 0                        | ND          | 16    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>   |  |
| 16/11/14 | 13.0      | 8.9 | 12.8          | 10.5             | 10.4             | 115                      | 3           | 14    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>   |  |
| 16/11/21 | 12.9      | 8.4 | 10.7          | 9.9              | 8.3              | 0                        | 4           | 9     | 남조류  | <i>Pseudanabaena</i> |  |
| 16/11/28 | 9.8       | 8.3 | 12.9          | 16.2             | 16.6             | 0                        | 4           | ND    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>   |  |
| 16/12/05 | 8.2       | 8.1 | 13.3          | 13.3             | 11.3             | 0                        | 4           | ND    | 남조류  | <i>Geitlerinema</i>  |  |
| 16/12/12 | 6.8       | 8.1 | 12.6          | 11.6             | 10.1             | 0                        | 7           | 4     | 남조류  | <i>Geitlerinema</i>  |  |
| 16/12/19 | 5.8       | 7.7 | 13.1          | 10.6             | 11.5             | 0                        | 7           | ND    | 기타조류 | <i>Chroomonas</i>    |  |
| 16/12/26 | 5.7       | 7.8 | 11.5          | 16.4             | 16.2             | 0                        | 5           | ND    | 규조류  | <i>Asterionella</i>  |  |

# 강정고령보

| 조사<br>일시 | 수온<br>(℃) | pH  | DO<br>(mg/ℓ ) | chl-a<br>(mg/m³) | 표층 조류            |                          |             |       |      | 우점조류 종류               |  |
|----------|-----------|-----|---------------|------------------|------------------|--------------------------|-------------|-------|------|-----------------------|--|
|          |           |     |               |                  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>개체수<br>(cells/mL) | 냄새물질(μg/m³) |       |      |                       |  |
|          |           |     |               |                  |                  |                          | 지오스민        | 2-MIB |      |                       |  |
| 16/01/04 | 5.5       | 7.9 | 13.5          | 8.1              | 8.3              | 1890                     | 9           | ND    | 남조류  | <i>Aphanizomenon</i>  |  |
| 16/01/11 | 4.8       | 8.1 | 13.9          | 10.7             | 8.6              | 1160                     | 9           | ND    | 남조류  | <i>Aphanizomenon</i>  |  |
| 16/01/20 | 3.0       | 8.1 | 11.8          | 12.0             | 13.5             | 48                       | 6           | ND    | 기타조류 | <i>Rhodomonas</i>     |  |
| 16/01/26 | 결빙        |     |               |                  |                  |                          |             |       |      |                       |  |
| 16/02/01 | 결빙        |     |               |                  |                  |                          |             |       |      |                       |  |
| 16/02/11 | 결빙        |     |               |                  |                  |                          |             |       |      |                       |  |
| 16/02/15 | 4.0       | 8.0 | 13.4          | 15.8             | 14.9             | 0                        | 8           | ND    | 기타조류 | <i>Rhodomonas</i>     |  |
| 16/02/22 | 4.5       | 8.0 | 13.5          | 17.4             | 14.8             | 0                        | 5           | ND    | 규조류  | <i>Asterionella</i>   |  |
| 16/02/29 | 5.0       | 8.0 | 16.5          | 14.1             | 13.2             | 0                        | 8           | 5     | 기타조류 | <i>Dinobryon</i>      |  |
| 16/03/07 | 6.0       | 7.9 | 14.0          | 13.1             | 9.2              | 0                        | 14          | ND    | 규조류  | <i>Asterionella</i>   |  |
| 16/03/14 | 7.1       | 8.2 | 16.2          | 24.4             | 19.0             | 0                        | 9           | ND    | 규조류  | <i>Fragilaria</i>     |  |
| 16/03/21 | 8.5       | 8.1 | 13.0          | 19.0             | 15.4             | 0                        | 10          | ND    | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/28 | 10.6      | 8.3 | 12.8          | 11.8             | 9.0              | 0                        | 12          | ND    | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/04/04 | 10.5      | 7.8 | 10.8          | 12.3             | 14.8             | 0                        | 12          | ND    | 기타조류 | <i>Rhodomonas</i>     |  |
| 16/04/11 | 11.5      | 7.7 | 9.8           | 13.0             | 16.8             | 0                        | 11          | ND    | 기타조류 | <i>Rhodomonas</i>     |  |
| 16/04/18 | 14.3      | 7.8 | 9.0           | 11.3             | 12.8             | 46                       | 10          | ND    | 기타조류 | <i>Rhodomonas</i>     |  |
| 16/04/25 | 15.9      | 7.9 | 10.8          | 14.7             | 18.5             | 24                       | 4           | ND    | 기타조류 | <i>Rhodomonas</i>     |  |
| 16/05/02 | 16.6      | 8.2 | 9.7           | 25.5             | 27.6             | 34                       | ND          | ND    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>    |  |
| 16/05/09 | 18.5      | 8.8 | 12.0          | 43.0             | 42.8             | 211                      | ND          | ND    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>    |  |
| 16/05/16 | 18.9      | 8.5 | 9.0           | 20.3             | 19.6             | 503                      | 4           | ND    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>    |  |
| 16/05/23 | 20.1      | 8.6 | 9.0           | 4.6              | 4.6              | 4050                     | 3           | ND    | 남조류  | <i>Microcystis</i>    |  |
| 16/05/30 | 21.2      | 8.3 | 6.6           | 4.7              | 4.3              | 6200                     | 7           | ND    | 남조류  | <i>Microcystis</i>    |  |
| 16/06/07 | 22.1      | 7.6 | 5.8           | 7.9              | 5.2              | 3951                     | 9           | ND    | 남조류  | <i>Microcystis</i>    |  |
| 16/06/13 | 22.5      | 7.9 | 5.3           | 7.5              | 9.7              | 16328                    | 94          | 4     | 남조류  | <i>Microcystis</i>    |  |
| 16/06/20 | 23.5      | 7.8 | 4.9           | 8.3              | 6.0              | 4040                     | 111         | 5     | 남조류  | <i>Aphanocapsa</i>    |  |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 조사<br>일시 | 수온<br>(℃) | pH  | DO<br>(mg/ℓ ) | chl-a<br>(mg/m³) | 표층 조류            |                          |             |       |      | 우점조류 종류             |  |
|----------|-----------|-----|---------------|------------------|------------------|--------------------------|-------------|-------|------|---------------------|--|
|          |           |     |               |                  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>개체수<br>(cells/mL) | 냄새물질(μg/m³) |       |      |                     |  |
|          |           |     |               |                  |                  |                          | 지오스민        | 2-MIB |      |                     |  |
| 16/06/27 | 25.1      | 7.7 | 7.1           | 8.4              | 7.6              | 2921                     | 38          | 9     | 남조류  | <i>Aphanocapsa</i>  |  |
| 16/07/04 | 25.4      | 7.3 | 7.5           | 7.3              | 7.1              | 3022                     | 12          | 12    | 남조류  | <i>Microcystis</i>  |  |
| 16/07/11 | 23.0      | 6.7 | 9.2           | 2.2              | 10.5             | 473                      | 4           | ND    | 기타조류 | <i>Rhodomonas</i>   |  |
| 16/07/18 | 25.0      | 7.3 | 7.6           | 9.6              | 18.6             | 554                      | 3           | ND    | 남조류  | <i>Merismopedia</i> |  |
| 16/07/25 | 26.2      | 7.5 | 6.2           | 11.3             | 21.4             | 2622                     | 14          | 4     | 남조류  | <i>Microcystis</i>  |  |
| 16/08/01 | 27.7      | 8.0 | 4.8           | 19.8             | 27.8             | 4618                     | 5           | 5     | 남조류  | <i>Microcystis</i>  |  |
| 16/08/08 | 27.8      | 7.8 | 2.9           | 48.8             | 12.4             | 5104                     | ND          | 14    | 남조류  | <i>Microcystis</i>  |  |
| 16/08/17 | 29.4      | 8.3 | 4.2           | 7.8              | 8.7              | 5987                     | ND          | 13    | 남조류  | <i>Microcystis</i>  |  |
| 16/08/22 | 29.3      | 8.0 | 3.5           | 5.7              | 5.6              | 1140                     | ND          | 16    | 녹조류  | <i>Scenedesmus</i>  |  |
| 16/08/29 | 27.5      | 7.8 | 5.0           | 9.0              | 9.0              | 1179                     | 4           | 25    | 녹조류  | <i>Pediastrum</i>   |  |
| 16/09/05 | 25.1      | 7.8 | 6.5           | 16.5             | 21.2             | 786                      | ND          | 17    | 남조류  | <i>Aphanocapsa</i>  |  |
| 16/09/12 | 25.1      | 7.8 | 6.3           | 25.3             | 48.6             | 3209                     | ND          | 9     | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>  |  |
| 16/09/19 | 22.4      | 7.4 | 7.4           | 7.1              | 6.8              | 57                       | ND          | 3     | 녹조류  | <i>Pediastrum</i>   |  |
| 16/09/26 | 21.7      | 7.5 | 8.2           | 8.2              | 57.5             | 507                      | 3           | ND    | 녹조류  | <i>Eudorina</i>     |  |
| 16/10/04 | 21.6      | 7.4 | 6.8           | 8.5              | 39.5             | 1232                     | ND          | ND    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>  |  |
| 16/10/10 | 20.0      | 7.5 | 8.4           | 7.7              | 7.2              | 231                      | 4           | ND    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>  |  |
| 16/10/17 | 19.0      | 7.5 | 8.9           | 11.4             | 13.6             | 164                      | 3           | ND    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>  |  |
| 16/10/24 | 18.5      | 7.8 | 9.7           | 37.3             | 41.1             | 40                       | 5           | 4     | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>  |  |
| 16/10/31 | 17.2      | 8.2 | 10.4          | 40.4             | 45.2             | 0                        | 6           | 6     | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>  |  |
| 16/11/07 | 14.5      | 8.3 | 10.2          | 40.1             | 29.7             | 61                       | 6           | 4     | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>  |  |
| 16/11/14 | 13.3      | 8.7 | 11.3          | 12.6             | 6.9              | 599                      | 9           | ND    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>  |  |
| 16/11/21 | 12.8      | 8.3 | 10.5          | 7.7              | 6.4              | 441                      | 7           | 5     | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>  |  |
| 16/11/28 | 10.3      | 8.4 | 12.9          | 17.2             | 14.1             | 56                       | 7           | 17    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>  |  |
| 16/12/05 | 8.8       | 8.4 | 12.4          | 13.2             | 10.6             | 0                        | 5           | 9     | 남조류  | <i>Geitlerinema</i> |  |
| 16/12/12 | 7.2       | 8.4 | 11.9          | 10.7             | 9.8              | 0                        | 7           | 7     | 남조류  | <i>Geitlerinema</i> |  |
| 16/12/19 | 6.1       | 7.7 | 12.3          | 10.7             | 11.8             | 0                        | 6           | 3     | 남조류  | <i>Geitlerinema</i> |  |
| 16/12/26 | 5.9       | 7.7 | 10.7          | 9.8              | 9.9              | 0                        | 6           | ND    | 남조류  | <i>Geitlerinema</i> |  |

## 달성보

| 조사<br>일시 | 수온<br>(℃) | pH  | DO<br>(mg/ℓ ) | chl-a<br>(mg/m³) | 표층 조류            |                          |             |       |       | 우점조류 종류              |
|----------|-----------|-----|---------------|------------------|------------------|--------------------------|-------------|-------|-------|----------------------|
|          |           |     |               |                  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>개체수<br>(cells/mL) | 냄새물질(μg/m³) |       |       |                      |
|          |           |     |               |                  |                  |                          | 지오스민        | 2-MIB |       |                      |
| 16/01/04 | 5.9       | 8.1 | 14.5          | 14.0             | 14.7             | 332                      | 8           | ND    | 332   | <i>Aphanizomenon</i> |
| 16/01/11 | 5.2       | 7.9 | 13.9          | 13.9             | 15.2             | 310                      | 6           | ND    | 310   | <i>Aphanizomenon</i> |
| 16/01/18 | 4.4       | 8.1 | 14.0          | 16.6             | 17.3             | 158                      | 7           | ND    | 158   | <i>Aphanizomenon</i> |
| 16/01/26 | 결빙        |     |               |                  |                  |                          |             |       |       |                      |
| 16/02/01 | 2.8       | 8.3 | 15.9          | 35.7             | 35.0             | 0                        | 7           | 5     | 0     | —                    |
| 16/02/11 | 3.6       | 8.5 | 17.0          | 42.5             | 42.3             | 0                        | 10          | 14    | 0     | —                    |
| 16/02/15 | 4.8       | 8.0 | 13.9          | 33.2             | 31.5             | 0                        | 8           | 9     | 0     | —                    |
| 16/02/22 | 5.8       | 8.0 | 14.5          | 32.3             | 29.7             | 0                        | 13          | ND    | 0     | —                    |
| 16/02/29 | 6.1       | 8.1 | 14.1          | 33.0             | 34.7             | 0                        | 12          | 9     | 0     | —                    |
| 16/03/07 | 9.0       | 7.8 | 13.8          | 29.3             | 22.4             | 0                        | 22          | 10    | 0     | —                    |
| 16/03/14 | 7.8       | 7.8 | 13.7          | 18.3             | 19.4             | 0                        | 21          | ND    | 0     | —                    |
| 16/03/21 | 9.9       | 8.2 | 13.5          | 36.1             | 18.2             | 0                        | 27          | ND    | 0     | —                    |
| 16/03/28 | 11.3      | 8.1 | 12.2          | 21.8             | 10.6             | 0                        | 26          | ND    | 0     | —                    |
| 16/04/04 | 13.1      | 8.4 | 13.7          | 20.2             | 13.4             | 43                       | 25          | 8     | 43    | <i>Aphanizomenon</i> |
| 16/04/11 | 14.4      | 7.6 | 9.6           | 20.8             | 13.9             | 145                      | 26          | ND    | 145   | <i>Aphanizomenon</i> |
| 16/04/18 | 15.6      | 8.0 | 9.3           | 29.8             | 25.7             | 170                      | 18          | ND    | 170   | <i>Aphanizomenon</i> |
| 16/04/25 | 16.3      | 7.8 | 10.8          | 14.3             | 21.7             | 0                        | 6           | ND    | 0     | —                    |
| 16/05/02 | 17.3      | 7.9 | 9.9           | 29.6             | 36.7             | 94                       | 7           | ND    | 94    | <i>Aphanizomenon</i> |
| 16/05/09 | 18.5      | 8.3 | 10.7          | 32.5             | 17.7             | 115                      | 5           | ND    | 115   | <i>Aphanizomenon</i> |
| 16/05/16 | 20.1      | 8.6 | 10.4          | 48.4             | 45.1             | 254                      | 5           | ND    | 254   | <i>Aphanizomenon</i> |
| 16/05/23 | 22.3      | 9.0 | 10.8          | 8.0              | 9.2              | 7607                     | 5           | ND    | 7607  | <i>Microcystis</i>   |
| 16/05/30 | 22.4      | 8.2 | 8.4           | 9.9              | 11.2             | 12370                    | 10          | 6     | 12370 | <i>Microcystis</i>   |
| 16/06/07 | 22.9      | 7.8 | 7.0           | 6.5              | 8.7              | 19175                    | 14          | ND    | 19175 | <i>Microcystis</i>   |
| 16/06/13 | 24.3      | 7.9 | 8.0           | 16.4             | 19.5             | 30886                    | 72          | 3     | 30886 | <i>Microcystis</i>   |
| 16/06/20 | 24.7      | 7.8 | 6.4           | 9.0              | 19.8             | 20683                    | 165         | 7     | 20683 | <i>Microcystis</i>   |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 조사<br>일시 | 수온<br>(℃) | pH  | DO<br>(mg/ℓ ) | chl-a<br>(mg/m³) | 표층 조류            |                          |             |       |       | 우점조류 종류              |
|----------|-----------|-----|---------------|------------------|------------------|--------------------------|-------------|-------|-------|----------------------|
|          |           |     |               |                  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>개체수<br>(cells/mL) | 냄새물질(μg/m³) |       |       |                      |
|          |           |     |               |                  |                  |                          | 지오스민        | 2-MIB |       |                      |
| 16/06/27 | 25.2      | 7.8 | 6.1           | 14.1             | 79.8             | 9571                     | 52          | 9     | 9571  | <i>Microcystis</i>   |
| 16/07/04 | 25.2      | 7.5 | 7.4           | 17.7             | 19.8             | 2217                     | 29          | 14    | 2217  | <i>Anabaena</i>      |
| 16/07/11 | 24.2      | 6.7 | 9.4           | 4.6              | 31.3             | 861                      | 4           | ND    | 861   | <i>Microcystis</i>   |
| 16/07/18 | 25.4      | 7.5 | 7.1           | 16.9             | 52.9             | 1037                     | ND          | ND    | 1037  | <i>Microcystis</i>   |
| 16/07/25 | 26.6      | 7.3 | 8.2           | 2.7              | 20.1             | 790                      | 14          | ND    | 790   | <i>Microcystis</i>   |
| 16/08/01 | 29.3      | 7.6 | 4.9           | 6.5              | 12.4             | 2490                     | 5           | 11    | 2490  | <i>Microcystis</i>   |
| 16/08/08 | 29.5      | 7.8 | 3.9           | 32.1             | 57.3             | 5109                     | 3           | 22    | 5109  | <i>Microcystis</i>   |
| 16/08/17 | 30.6      | 7.9 | 5.3           | 15.3             | 18.6             | 18530                    | 5           | 37    | 18530 | <i>Microcystis</i>   |
| 16/08/22 | 30.9      | 8.4 | 7.7           | 28.3             | 47.7             | 35363                    | 4           | 39    | 35363 | <i>Microcystis</i>   |
| 16/08/29 | 27.0      | 7.7 | 5.9           | 13.0             | 12.8             | 10976                    | 5           | 24    | 10976 | <i>Microcystis</i>   |
| 16/09/05 | 23.3      | 7.4 | 6.9           | 12.5             | 15.9             | 1653                     | 5           | 11    | 1653  | <i>Microcystis</i>   |
| 16/09/12 | 25.3      | 7.5 | 6.8           | 43.5             | 40.6             | 1619                     | 4           | 8     | 1619  | <i>Microcystis</i>   |
| 16/09/19 | 21.9      | 7.4 | 8.2           | 8.1              | 7.9              | 162                      | 3           | 5     | 162   | <i>Microcystis</i>   |
| 16/09/26 | 22.0      | 7.5 | 8.1           | 10.7             | 27.4             | 216                      | 3           | ND    | 216   | <i>Microcystis</i>   |
| 16/10/04 | 22.0      | 7.6 | 7.8           | 26.4             | 57.7             | 343                      | ND          | ND    | 343   | <i>Microcystis</i>   |
| 16/10/10 | 19.7      | 7.4 | 9.3           | 10.0             | 14.8             | 193                      | 5           | ND    | 193   | <i>Aphanizomenon</i> |
| 16/10/17 | 19.2      | 7.5 | 8.6           | 17.6             | 27.6             | 99                       | 5           | ND    | 99    | <i>Microcystis</i>   |
| 16/10/24 | 18.6      | 7.7 | 9.3           | 29.1             | 40.6             | 330                      | 5           | 4     | 330   | <i>Microcystis</i>   |
| 16/10/31 | 17.0      | 8.0 | 10.3          | 49.4             | 59.1             | 253                      | 7           | 6     | 253   | <i>Aphanizomenon</i> |
| 16/11/07 | 14.4      | 8.4 | 12.0          | 45.0             | 31.1             | 75                       | 8           | 7     | 75    | <i>Aphanizomenon</i> |
| 16/11/14 | 13.4      | 8.3 | 12.5          | 13.7             | 20.6             | 333                      | 11          | 5     | 333   | <i>Microcystis</i>   |
| 16/11/21 | 13.1      | 7.9 | 10.4          | 11.2             | 13.1             | 349                      | 10          | ND    | 349   | <i>Aphanizomenon</i> |
| 16/11/28 | 10.7      | 8.3 | 14.7          | 21.0             | 19.2             | 133                      | 9           | 5     | 133   | <i>Aphanizomenon</i> |
| 16/12/05 | 9.0       | 8.1 | 12.1          | 14.8             | 14.6             | 177                      | ND          | 5     | 177   | <i>Aphanizomenon</i> |
| 16/12/12 | 7.5       | 8.4 | 13.8          | 15.4             | 14.4             | 0                        | 10          | 13    | 0     | —                    |
| 16/12/19 | 6.3       | 7.9 | 11.8          | 14.8             | 14.1             | 164                      | 7           | 8     | 164   | <i>Oscillatoria</i>  |
| 16/12/26 | 7.0       | 7.6 | 10.9          | 15.8             | 13.6             | 0                        | 7           | ND    | 0     | —                    |

## 합천창녕보

| 조사<br>일시 | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/ℓ) | chl-a<br>(mg/m³) | 표층 조류            |                          |             |       |       |                      |
|----------|------------|-----|--------------|------------------|------------------|--------------------------|-------------|-------|-------|----------------------|
|          |            |     |              |                  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>개체수<br>(cells/mL) | 냄새물질(μg/m³) |       |       | 우점조류 종류              |
|          |            |     |              |                  |                  |                          | 지오스민        | 2-MIB |       |                      |
| 16/01/04 | 6.1        | 8.2 | 14.8         | 15.7             | 7.7              | 848                      | 13          | ND    | 848   | <i>Aphanizomenon</i> |
| 16/01/11 | 5.1        | 7.9 | 14.0         | 13.4             | 10.7             | 113                      | 9           | ND    | 113   | <i>Aphanizomenon</i> |
| 16/01/18 | 4.6        | 7.8 | 12.2         | 10.9             | 7.0              | 0                        | 10          | ND    | 0     | —                    |
| 16/01/26 | 결빙         |     |              |                  |                  |                          |             |       |       |                      |
| 16/02/01 | 결빙         |     |              |                  |                  |                          |             |       |       |                      |
| 16/02/11 | 결빙         |     |              |                  |                  |                          |             |       |       |                      |
| 16/02/15 | 4.5        | 8.4 | 13.6         | 19.5             | 18.8             | 0                        | 11          | 6     | 0     | —                    |
| 16/02/22 | 4.6        | 8.3 | 14.3         | 20.6             | 11.6             | 0                        | 8           | ND    | 0     | —                    |
| 16/02/29 | 5.4        | 8.3 | 14.1         | 12.7             | 15.1             | 0                        | 9           | 7     | 0     | —                    |
| 16/03/07 | 7.5        | 7.9 | 13.3         | 22.1             | 15.7             | 0                        | 15          | 7     | 0     | —                    |
| 16/03/14 | 8.8        | 7.7 | 12.5         | 27.7             | 28.1             | 0                        | 34          | ND    | 0     | —                    |
| 16/03/21 | 9.8        | 8.0 | 12.2         | 32.8             | 98.2             | 0                        | 22          | ND    | 0     | —                    |
| 16/03/28 | 10.1       | 7.8 | 11.3         | 24.0             | 8.6              | 12                       | 21          | ND    | 12    | <i>Aphanizomenon</i> |
| 16/04/04 | 12.3       | 8.2 | 12.7         | 14.0             | 10.3             | 0                        | 17          | 15    | 0     | —                    |
| 16/04/11 | 14.8       | 7.6 | 10.3         | 23.7             | 33.7             | 35                       | 18          | ND    | 35    | <i>Aphanizomenon</i> |
| 16/04/18 | 15.6       | 7.8 | 10.2         | 29.4             | 21.8             | 20                       | 15          | ND    | 20    | <i>Aphanizomenon</i> |
| 16/04/25 | 16.7       | 7.8 | 10.9         | 15.5             | 9.7              | 66                       | 6           | ND    | 66    | <i>Aphanizomenon</i> |
| 16/05/02 | 17.2       | 7.7 | 9.9          | 23.6             | 31.4             | 0                        | 5           | ND    | 0     | —                    |
| 16/05/09 | 18.2       | 8.1 | 10.0         | 34.2             | 14.2             | 281                      | 3           | ND    | 281   | <i>Aphanizomenon</i> |
| 16/05/16 | 19.7       | 8.3 | 9.4          | 17.2             | 21.4             | 324                      | 4           | ND    | 324   | <i>Aphanizomenon</i> |
| 16/05/23 | 21.5       | 8.3 | 8.8          | 3.1              | 3.0              | 9200                     | 6           | ND    | 9200  | <i>Microcystis</i>   |
| 16/05/30 | 21.9       | 7.9 | 6.3          | 10.0             | 6.3              | 14269                    | 8           | 5     | 14269 | <i>Microcystis</i>   |
| 16/06/07 | 23.3       | 8.5 | 8.7          | 10.3             | 13.3             | 45085                    | 12          | ND    | 45085 | <i>Microcystis</i>   |
| 16/06/13 | 23.9       | 8.0 | 6.7          | 8.0              | 16.2             | 53863                    | 57          | 4     | 53863 | <i>Microcystis</i>   |
| 16/06/20 | 24.8       | 7.9 | 6.9          | 5.9              | 13.5             | 27570                    | 40          | 7     | 27570 | <i>Microcystis</i>   |



2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 조사<br>일시 | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/ℓ ) | chl-a<br>(mg/m³) | 표층 조류            |                          |             |       |         |                      |
|----------|------------|-----|---------------|------------------|------------------|--------------------------|-------------|-------|---------|----------------------|
|          |            |     |               |                  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>개체수<br>(cells/mL) | 냄새물질(μg/m³) |       | 우점조류 종류 |                      |
|          |            |     |               |                  |                  |                          | 지오스민        | 2-MIB |         |                      |
| 16/06/27 | 25.5       | 8.2 | 7.7           | 8.6              | 29.0             | 21364                    | 56          | 7     | 21364   | <i>Microcystis</i>   |
| 16/07/04 | 24.5       | 7.5 | 7.5           | 22.3             | 21.6             | 2287                     | 16          | 20    | 2287    | <i>Microcystis</i>   |
| 16/07/11 | 24.1       | 7.2 | 9.1           | 3.5              | 13.0             | 850                      | 4           | ND    | 850     | <i>Microcystis</i>   |
| 16/07/18 | 25.8       | 7.3 | 7.1           | 11.0             | 23.9             | 1223                     | ND          | ND    | 1223    | <i>Microcystis</i>   |
| 16/07/25 | 26.6       | 7.5 | 6.1           | 8.2              | 22.8             | 645                      | 14          | ND    | 645     | <i>Microcystis</i>   |
| 16/08/01 | 28.8       | 7.7 | 5.5           | 9.1              | 20.2             | 1057                     | 4           | 6     | 1057    | <i>Microcystis</i>   |
| 16/08/08 | 29.8       | 7.7 | 4.0           | 19.5             | 36.6             | 15295                    | ND          | 21    | 15295   | <i>Microcystis</i>   |
| 16/08/17 | 30.6       | 8.5 | 7.0           | 29.1             | 64.4             | 164000                   | 5           | 35    | 164000  | <i>Microcystis</i>   |
| 16/08/22 | 30.6       | 8.4 | 6.6           | 16.9             | 71.5             | 309800                   | ND          | 26    | 309800  | <i>Microcystis</i>   |
| 16/08/29 | 27.7       | 8.0 | 5.9           | 14.6             | 15.9             | 19569                    | 6           | 118   | 19569   | <i>Microcystis</i>   |
| 16/09/05 | 23.1       | 7.3 | 7.3           | 17.1             | 13.8             | 668                      | 6           | 12    | 668     | <i>Microcystis</i>   |
| 16/09/12 | 24.9       | 7.8 | 8.4           | 39.2             | 47.5             | 16645                    | 3           | 12    | 16645   | <i>Microcystis</i>   |
| 16/09/21 | 21.3       | 7.2 | 8.6           | 6.0              | 4.8              | 1171                     | 5           | 6     | 1171    | <i>Microcystis</i>   |
| 16/09/26 | 22.1       | 7.6 | 8.7           | 13.6             | 20.9             | 1740                     | ND          | ND    | 1740    | <i>Microcystis</i>   |
| 16/10/04 | 22.2       | 7.5 | 7.8           | 24.0             | 43.1             | 833                      | ND          | ND    | 833     | <i>Microcystis</i>   |
| 16/10/10 | 20.0       | 7.4 | 10.0          | 19.1             | 22.2             | 1058                     | 6           | ND    | 1058    | <i>Aphanizomenon</i> |
| 16/10/17 | 18.9       | 7.5 | 9.9           | 21.5             | 27.6             | 614                      | 6           | ND    | 614     | <i>Microcystis</i>   |
| 16/10/24 | 18.6       | 7.6 | 9.9           | 27.8             | 29.5             | 1086                     | 6           | 3     | 1086    | <i>Aphanizomenon</i> |
| 16/10/31 | 16.8       | 7.9 | 10.5          | 40.9             | 46.9             | 202                      | 8           | 5     | 202     | <i>Aphanizomenon</i> |
| 16/11/07 | 14.8       | 8.8 | 13.5          | 100.7            | 50.7             | 272                      | 10          | 14    | 272     | <i>Aphanizomenon</i> |
| 16/11/14 | 13.7       | 8.4 | 11.7          | 6.8              | 8.3              | 1405                     | 14          | 7     | 1405    | <i>Aphanizomenon</i> |
| 16/11/21 | 13.2       | 7.9 | 10.4          | 8.2              | 10.9             | 316                      | 15          | 8     | 316     | <i>Aphanizomenon</i> |
| 16/11/28 | 10.0       | 7.7 | 10.6          | 5.8              | 4.1              | 354                      | 13          | 5     | 354     | <i>Aphanizomenon</i> |
| 16/12/05 | 8.8        | 8.0 | 11.9          | 12.4             | 7.7              | 1207                     | 7           | ND    | 1207    | <i>Aphanizomenon</i> |
| 16/12/12 | 7.3        | 8.1 | 12.7          | 16.9             | 12.9             | 687                      | 13          | ND    | 687     | <i>Aphanizomenon</i> |
| 16/12/19 | 6.1        | 7.9 | 11.5          | 10.5             | 8.0              | 2020                     | 10          | 3     | 2020    | <i>Aphanizomenon</i> |
| 16/12/26 | 6.6        | 7.9 | 12.3          | 17.1             | 16.5             | 238                      | 7           | 7     | 238     | <i>Oscillatoria</i>  |

창녕함안보

| 조사<br>일시 | 수온<br>(℃) | pH  | DO<br>(mg/ℓ ) | chl-a<br>(mg/m³) | 표층 조류            |                          |              |       |      | 우점조류 종류               |
|----------|-----------|-----|---------------|------------------|------------------|--------------------------|--------------|-------|------|-----------------------|
|          |           |     |               |                  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>개체수<br>(cells/mL) | 냄새물질(μg/ m³) |       |      |                       |
|          |           |     |               |                  |                  |                          | 지오스민         | 2-MIB |      |                       |
| 16/01/04 | 5.5       | 8.2 | 14.5          | 10.1             | 10.7             | 242                      | 16           | ND    | 기타조류 | <i>Rhodomonas</i>     |
| 16/01/11 | 4.8       | 7.8 | 13.9          | 17.5             | 15.7             | 152                      | 14           | ND    | 규조류  | <i>Fragilaria</i>     |
| 16/01/18 | 4.0       | 7.9 | 12.9          | 12.1             | 12.2             | 254                      | 16           | ND    | 규조류  | <i>Fragilaria</i>     |
| 16/01/26 | 결빙        |     |               |                  |                  |                          |              |       |      |                       |
| 16/02/01 | 2.4       | 7.5 | 13.7          | 7.0              | 7.4              | 0                        | 13           | ND    | 규조류  | <i>Fragilaria</i>     |
| 16/02/11 | 4.0       | 7.4 | 12.0          | 12.8             | 11.6             | 0                        | 12           | ND    | 기타조류 | <i>Synura</i>         |
| 16/02/15 | 5.7       | 7.9 | 12.4          | 16.3             | 15.4             | 0                        | 30           | ND    | 규조류  | <i>Fragilaria</i>     |
| 16/02/22 | 5.8       | 7.8 | 12.5          | 13.7             | 14.1             | 0                        | 23           | ND    | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |
| 16/03/02 | 6.0       | 8.1 | 13.2          | 17.6             | 14.8             | 0                        | 27           | 14    | 기타조류 | <i>Rhodomonas</i>     |
| 16/03/07 | 9.0       | 7.5 | 11.2          | 11.0             | 10.7             | 101                      | 28           | ND    | 규조류  | <i>Fragilaria</i>     |
| 16/03/14 | 8.1       | 7.7 | 12.2          | 15.9             | 15.9             | 0                        | 17           | ND    | 규조류  | <i>Fragilaria</i>     |
| 16/03/21 | 11.3      | 8.2 | 12.3          | 26.7             | 20.8             | 0                        | 23           | ND    | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |
| 16/03/28 | 12.3      | 8.1 | 11.6          | 13.3             | 11.5             | 0                        | 23           | ND    | 기타조류 | <i>Rhodomonas</i>     |
| 16/04/04 | 14.4      | 8.1 | 11.0          | 7.7              | 11.0             | 118                      | 16           | 5     | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>    |
| 16/04/11 | 14.6      | 7.5 | 9.8           | 13.8             | 12.1             | 0                        | 14           | ND    | 규조류  | <i>Fragilaria</i>     |
| 16/04/18 | 15.2      | 7.3 | 8.8           | 15.5             | 15.2             | 35                       | 12           | ND    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>    |
| 16/04/25 | 16.8      | 7.6 | 9.9           | 13.9             | 15.7             | 176                      | 7            | ND    | 규조류  | <i>Fragilaria</i>     |
| 16/05/02 | 17.6      | 7.5 | 9.7           | 21.7             | 20.9             | 0                        | 3            | ND    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>    |
| 16/05/09 | 18.7      | 8.1 | 11.1          | 36.9             | 46.5             | 162                      | ND           | ND    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>    |
| 16/05/16 | 19.7      | 8.3 | 10.5          | 39.9             | 31.9             | 120                      | 4            | ND    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>    |
| 16/05/23 | 22.3      | 8.9 | 11.5          | 20.6             | 19.0             | 9011                     | 6            | 7     | 남조류  | <i>Microcystis</i>    |
| 16/05/30 | 22.9      | 8.5 | 9.5           | 22.9             | 22.2             | 15772                    | 8            | 9     | 남조류  | <i>Microcystis</i>    |
| 16/06/07 | 23.3      | 8.3 | 7.9           | 11.9             | 10.3             | 11090                    | 5            | 17    | 남조류  | <i>Microcystis</i>    |
| 16/06/13 | 23.4      | 8.3 | 8.8           | 10.9             | 18.0             | 24229                    | 27           | 41    | 남조류  | <i>Microcystis</i>    |
| 16/06/20 | 24.6      | 8.3 | 8.7           | 15.5             | 22.0             | 23175                    | 25           | 140   | 남조류  | <i>Microcystis</i>    |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 조사<br>일시 | 수온<br>(℃) | pH  | DO<br>(mg/ℓ ) | chl-a<br>(mg/m³) | 표층 조류            |                          |             |       |      | 우점조류 종류              |  |
|----------|-----------|-----|---------------|------------------|------------------|--------------------------|-------------|-------|------|----------------------|--|
|          |           |     |               |                  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>개체수<br>(cells/mL) | 냄새물질(μg/m³) |       |      |                      |  |
|          |           |     |               |                  |                  |                          | 지오스민        | 2-MIB |      |                      |  |
| 16/06/27 | 24.3      | 8.2 | 8.6           | 19.4             | 52.2             | 11381                    | 20          | 12    | 기타조류 | <i>Rhodomonas</i>    |  |
| 16/07/04 | 23.9      | 7.4 | 6.7           | 16.5             | 11.6             | 1160                     | 8           | 8     | 남조류  | <i>Microcystis</i>   |  |
| 16/07/11 | 25.0      | 7.2 | 7.9           | 10.4             | 17.6             | 906                      | 6           | ND    | 규조류  | <i>Cyclotella</i>    |  |
| 16/07/18 | 26.1      | 7.5 | 8.6           | 26.6             | 24.3             | 1895                     | 4           | ND    | 남조류  | <i>Aphanocapsa</i>   |  |
| 16/07/25 | 27.5      | 8.2 | 8.0           | 30.9             | 32.7             | 5978                     | 39          | 4     | 남조류  | <i>Microcystis</i>   |  |
| 16/08/01 | 29.4      | 8.4 | 7.0           | 12.9             | 23.7             | 16716                    | 17          | ND    | 남조류  | <i>Microcystis</i>   |  |
| 16/08/08 | 30.3      | 8.6 | 8.9           | 27.0             | 52.9             | 12977                    | 15          | 9     | 남조류  | <i>Microcystis</i>   |  |
| 16/08/17 | 30.8      | 8.8 | 8.8           | 27.9             | 41.0             | 79467                    | 4           | 19    | 남조류  | <i>Microcystis</i>   |  |
| 16/08/22 | 30.8      | 9.5 | 13.2          | 37.7             | 61.6             | 204538                   | 3           | 12    | 남조류  | <i>Microcystis</i>   |  |
| 16/08/29 | 27.6      | 9.2 | 8.5           | 41.2             | 45.9             | 67067                    | 4           | 15    | 남조류  | <i>Microcystis</i>   |  |
| 16/09/05 | 23.9      | 7.4 | 7.5           | 18.2             | 20.4             | 1575                     | 4           | 11    | 녹조류  | <i>Pediastrum</i>    |  |
| 16/09/12 | 24.5      | 7.3 | 7.9           | 25.1             | 26.5             | 4491                     | ND          | ND    | 남조류  | <i>Microcystis</i>   |  |
| 16/09/20 | 21.4      | 7.3 | 7.3           | 7.2              | 8.5              | 437                      | ND          | 4     | 녹조류  | <i>Coenochloris</i>  |  |
| 16/09/26 | 22.3      | 7.4 | 9.5           | 20.8             | 51.6             | 1528                     | ND          | ND    | 남조류  | <i>Aphanocapsa</i>   |  |
| 16/10/04 | 21.9      | 7.6 | 9.2           | 27.7             | 31.0             | 1036                     | ND          | ND    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>   |  |
| 16/10/10 | 20.0      | 7.3 | 9.4           | 22.1             | 23.3             | 474                      | 5           | ND    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>   |  |
| 16/10/17 | 18.9      | 7.5 | 10.1          | 30.3             | 36.5             | 1111                     | 7           | ND    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>   |  |
| 16/10/24 | 18.6      | 7.8 | 10.2          | 34.9             | 29.7             | 264                      | 6           | ND    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>   |  |
| 16/10/31 | 16.8      | 8.4 | 11.5          | 52.4             | 57.4             | 502                      | 6           | ND    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>   |  |
| 16/11/07 | 14.0      | 8.8 | 13.1          | 84.1             | 68.7             | 62                       | 8           | 5     | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>   |  |
| 16/11/14 | 13.4      | 9.0 | 13.9          | 32.2             | 25.9             | 244                      | 9           | 5     | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>   |  |
| 16/11/21 | 13.2      | 8.1 | 11.1          | 10.0             | 11.0             | 1058                     | 12          | 9     | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>   |  |
| 16/11/28 | 10.3      | 7.7 | 10.5          | 9.0              | 7.6              | 1158                     | 9           | 4     | 남조류  | <i>Aphanizomenon</i> |  |
| 16/12/05 | 8.3       | 7.9 | 12.2          | 12.7             | 8.7              | 4277                     | 6           | ND    | 남조류  | <i>Aphanizomenon</i> |  |
| 16/12/12 | 7.1       | 7.8 | 12.0          | 6.8              | 6.3              | 2808                     | 9           | ND    | 남조류  | <i>Aphanizomenon</i> |  |
| 16/12/19 | 5.7       | 8.0 | 12.2          | 7.7              | 7.0              | 602                      | 9           | ND    | 남조류  | <i>Aphanizomenon</i> |  |
| 16/12/26 | 7.2       | 7.5 | 11.0          | 8.2              | 7.6              | 202                      | 10          | ND    | 남조류  | <i>Pseudanabaena</i> |  |

세종보

| 조사<br>일시 | 수온<br>(℃) | pH  | DO<br>(mg/ℓ ) | chl-a<br>(mg/m³) | 표층조류             |                          |             |        |     | 우점조류종류                |  |
|----------|-----------|-----|---------------|------------------|------------------|--------------------------|-------------|--------|-----|-----------------------|--|
|          |           |     |               |                  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>개체수<br>(cells/mL) | 냄새물질(μg/m³) |        |     |                       |  |
|          |           |     |               |                  |                  |                          | 지오스민        | 2NDMIB |     |                       |  |
| 16/01/05 | 7.0       | 7.4 | 12.9          | 12.3             | 11.2             | 0                        | ND          | ND     | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/01/11 | 4.3       | 7.6 | 12.2          | 7.4              | 6.3              | 0                        | ND          | ND     | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/01/18 | 3.9       | 7.8 | 11.4          | 9.3              | 9.4              | 0                        | ND          | ND     | 규조류 | <i>Navicula</i>       |  |
| 16/01/25 | 0.8       | 8.1 | 13.8          | 3.8              | 2.9              | 0                        | ND          | ND     | 규조류 | <i>Navicula</i>       |  |
| 16/02/01 | 4.0       | 7.5 | 13.1          | 9.0              | 7.2              | 0                        | ND          | ND     | 규조류 | <i>Navicula</i>       |  |
| 16/02/11 | 5.3       | 7.6 | 13.5          | 14.4             | 11.4             | 0                        | ND          | 5      | 규조류 | <i>Fragilaria</i>     |  |
| 16/02/15 | 6.6       | 7.5 | 10.2          | 25.9             | 24.1             | 100                      | ND          | 7      | 규조류 | <i>Navicula</i>       |  |
| 16/02/22 | 5.4       | 7.4 | 11.6          | 14.9             | 12.6             | 150                      | ND          | 20     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/03 | 9.1       | 7.4 | 11.1          | 16.5             | 12.5             | 0                        | ND          | 2      | 규조류 | <i>Navicula</i>       |  |
| 16/03/07 | 12.0      | 7.6 | 7.6           | 27.2             | 23.9             | 0                        | ND          | 25     | 규조류 | <i>Navicula</i>       |  |
| 16/03/14 | 7.9       | 7.3 | 10.6          | 17.4             | 16.3             | 0                        | ND          | 28     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/21 | 12.4      | 7.7 | 11.9          | 47.9             | 30.1             | 0                        | ND          | 35     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/28 | 11.4      | 8.3 | 14.3          | 81.8             | 60.6             | 0                        | ND          | 18     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/04/04 | 15.5      | 8.2 | 12.2          | 81.1             | 82.2             | 0                        | ND          | 46     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/04/11 | 17.3      | 8.7 | 13.2          | 127.5            | 127.9            | 0                        | ND          | 55     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/04/18 | 14.3      | 7.2 | 7.5           | 34.5             | 27.5             | 125                      | ND          | 45     | 규조류 | <i>Fragilaria</i>     |  |
| 16/04/25 | 18.0      | 7.5 | 10.0          | 29.8             | 18.3             | 0                        | ND          | ND     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/05/02 | 20.3      | 8.3 | 13.8          | 134.9            | 120.4            | 0                        | ND          | 5      | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/05/09 | 18.2      | 7.8 | 11.4          | 45.5             | 39.5             | 0                        | ND          | 5      | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/05/16 | 18.4      | 7.7 | 9.3           | 46.0             | 40.6             | 0                        | ND          | ND     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/05/23 | 16.8      | 7.3 | 9.7           | 22.9             | 14.4             | 0                        | ND          | ND     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/05/30 | 16.3      | 7.3 | 9.6           | 17.6             | 11.8             | 0                        | ND          | ND     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/06/07 | 17.8      | 7.8 | 10.2          | 42.6             | 32.2             | 0                        | ND          | ND     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/06/13 | 18.8      | 7.6 | 10.3          | 58.5             | 51.3             | 0                        | ND          | ND     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/06/20 | 22.0      | 7.9 | 10.3          | 75.8             | 70.8             | 0                        | ND          | ND     | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/06/27 | 22.2      | 7.8 | 12.1          | 101.2            | 78.2             | 0                        | ND          | ND     | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |

| 조사<br>일시 | 수온<br>(℃) | pH  | DO<br>(mg/ℓ ) | chl-a<br>(mg/m³) | 표층조류             |                          |             |        | 우점조류종류 |                     |
|----------|-----------|-----|---------------|------------------|------------------|--------------------------|-------------|--------|--------|---------------------|
|          |           |     |               |                  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>개체수<br>(cells/mL) | 냄새물질(μg/m³) |        |        |                     |
|          |           |     |               |                  |                  |                          | 지오스민        | 2NDMIB |        |                     |
| 16/07/04 | 미채수       |     |               |                  |                  |                          |             |        |        |                     |
| 16/07/11 | 18.7      | 6.7 | 11.3          | 11.2             | 8.7              | 0                        | ND          | ND     | 규조류    | <i>Fragilaria</i>   |
| 16/07/18 | 19.3      | 7.2 | 8.3           | 8.5              | 7.9              | 50                       | ND          | ND     | 규조류    | <i>Fragilaria</i>   |
| 16/07/25 | 25.9      | 7.6 | 9.0           | 58.0             | 61.8             | 250                      | ND          | ND     | 남조류    | <i>Merismopedia</i> |
| 16/08/01 | 27.0      | 7.5 | 8.2           | 37.1             | 39.1             | 180                      | ND          | ND     | 남조류    | <i>Merismopedia</i> |
| 16/08/08 | 29.4      | 8.6 | 11.6          | 113.6            | 117.5            | 738                      | 21          | ND     | 남조류    | <i>Merismopedia</i> |
| 16/08/16 | 29.4      | 8.8 | 10.9          | 126.6            | 98.2             | 2,560                    | 77          | ND     | 남조류    | <i>Merismopedia</i> |
| 16/08/22 | 28.6      | 8.5 | 11.0          | 122.5            | 138.3            | 3,540                    | 94          | 8      | 남조류    | <i>Merismopedia</i> |
| 16/08/29 | 22.6      | 7.9 | 10.4          | 102.1            | 102.9            | 2,210                    | ND          | ND     | 규조류    | <i>Cyclotella</i>   |
| 16/09/05 | 26.0      | 7.8 | 9.3           | 84.7             | 79.2             | 644                      | ND          | ND     | 남조류    | <i>Merismopedia</i> |
| 16/09/12 | 25.3      | 8.3 | 9.9           | 104.3            | 102.8            | 40                       | ND          | 6      | 규조류    | <i>Cyclotella</i>   |
| 16/09/19 | 21.2      | 7.0 | 7.6           | 38.3             | 36.5             | 0                        | ND          | 3      | 규조류    | <i>Cyclotella</i>   |
| 16/09/26 | 22.6      | 8.1 | 10.6          | 88.9             | 79.9             | 130                      | ND          | 2      | 규조류    | <i>Cyclotella</i>   |
| 16/10/04 | 22.1      | 7.2 | 6.3           | 25.2             | 22.6             | 0                        | ND          | ND     | 규조류    | <i>Cyclotella</i>   |
| 16/10/10 | 17.3      | 7.1 | 7.8           | 8.7              | 7.6              | 0                        | ND          | ND     | 규조류    | <i>Fragilaria</i>   |
| 16/10/17 | 19.3      | 7.5 | 9.0           | 23.6             | 13.5             | 0                        | ND          | ND     | 규조류    | <i>Cyclotella</i>   |
| 16/10/24 | 17.3      | 7.5 | 9.5           | 30.9             | 27.0             | 0                        | ND          | 1      | 규조류    | <i>Cyclotella</i>   |
| 16/10/31 | 14.0      | 7.2 | 8.1           | 10.6             | 10.1             | 0                        | ND          | ND     | 규조류    | <i>Cyclotella</i>   |
| 16/11/07 | 14.6      | 6.9 | 9.7           | 7.8              | 6.2              | 0                        | ND          | ND     | 규조류    | <i>Fragilaria</i>   |
| 16/11/14 | 13.1      | 7.4 | 10.6          | 7.5              | 7.9              | 0                        | ND          | ND     | 규조류    | <i>Fragilaria</i>   |
| 16/11/21 | 13.1      | 7.2 | 10.1          | 12.6             | 12.1             | 0                        | ND          | 7      | 규조류    | <i>Cyclotella</i>   |
| 16/11/28 | 7.5       | 7.3 | 9.9           | 7.2              | 7.0              | 0                        | ND          | 2      | 규조류    | <i>Fragilaria</i>   |
| 16/12/05 | 8.6       | 7.7 | 10.7          | 9.0              | 8.4              | 0                        | ND          | 9      | 규조류    | <i>Fragilaria</i>   |
| 16/12/12 | 5.7       | 7.5 | 12.2          | 6.3              | 5.5              | 0                        | ND          | 5      | 규조류    | <i>Cyclotella</i>   |
| 16/12/19 | 6.5       | 7.9 | 12.6          | 9.0              | 9.1              | 0                        | ND          | 13     | 규조류    | <i>Fragilaria</i>   |
| 16/12/26 | 5.8       | 7.4 | 12.2          | 4.9              | 4.8              | 0                        | ND          | ND     | 규조류    | <i>Navicula</i>     |

공주보

| 조사<br>일시 | 수온<br>(℃) | pH  | DO<br>(mg/ℓ ) | chl-a<br>(mg/m³) | 표층조류             |                          |             |        |      | 우점조류종류                |  |
|----------|-----------|-----|---------------|------------------|------------------|--------------------------|-------------|--------|------|-----------------------|--|
|          |           |     |               |                  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>개체수<br>(cells/mL) | 냄새물질(μg/m³) |        |      |                       |  |
|          |           |     |               |                  |                  |                          | 지오스민        | 2NDMIB |      |                       |  |
| 16/01/05 | 4.9       | 7.5 | 14.9          | 22.7             | 22.0             | 0                        | ND          | ND     | 규조류  | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/01/11 | 5.0       | 7.9 | 14.7          | 49.2             | 46.4             | 0                        | ND          | ND     | 규조류  | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/01/18 | 3.2       | 7.8 | 13.2          | 28.9             | 27.2             | 0                        | ND          | ND     | 규조류  | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/01/25 | 2.7       | 8.0 | 15.4          | 24.4             | 27.2             | 0                        | ND          | ND     | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/02/01 | 1.7       | 7.6 | 15.9          | 14.0             | 13.1             | 0                        | ND          | ND     | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/02/11 | 4.0       | 7.7 | 15.0          | 21.1             | 17.9             | 0                        | ND          | 4      | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/02/15 | 5.8       | 7.6 | 12.7          | 23.7             | 18.9             | 0                        | ND          | 6      | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/02/22 | 5.0       | 7.5 | 12.8          | 51.1             | 42.1             | 0                        | ND          | ND     | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/02 | 5.6       | 7.5 | 12.7          | 29.2             | 29.8             | 0                        | ND          | ND     | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/07 | 9.5       | 7.4 | 11.0          | 33.5             | 25.6             | 0                        | ND          | 21     | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/14 | 8.4       | 7.6 | 12.2          | 47.7             | 45.6             | 0                        | ND          | 30     | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/21 | 10.3      | 8.3 | 16.3          | 75.3             | 77.1             | 0                        | ND          | ND     | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/28 | 12.1      | 8.4 | 14.2          | 72.5             | 55.0             | 0                        | ND          | 3      | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/04/04 | 14.0      | 8.5 | 13.1          | 63.1             | 60.3             | 0                        | ND          | 25     | 기타조류 | <i>chroomonas</i>     |  |
| 16/04/11 | 16.4      | 8.4 | 11.7          | 49.0             | 48.6             | 0                        | ND          | 32     | 기타조류 | <i>chroomonas</i>     |  |
| 16/04/18 | 14.6      | 7.5 | 8.2           | 39.4             | 35.8             | 50                       | ND          | 27     | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/04/25 | 17.4      | 7.4 | 9.1           | 31.0             | 32.6             | 60                       | ND          | 7      | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/05/02 | 18.9      | 8.2 | 13.4          | 100.9            | 134.2            | 0                        | ND          | ND     | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/05/09 | 19.3      | 8.4 | 14.4          | 95.5             | 116.4            | 245                      | ND          | 8      | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/05/16 | 20.2      | 7.8 | 11.7          | 72.4             | 70.6             | 380                      | ND          | ND     | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/05/23 | 20.3      | 8.0 | 14.2          | 80.0             | 71.3             | 0                        | ND          | ND     | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/05/30 | 19.9      | 7.8 | 10.6          | 53.1             | 71.4             | 0                        | ND          | ND     | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/06/07 | 19.7      | 8.1 | 12.6          | 98.0             | 92.7             | 125                      | ND          | ND     | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/06/13 | 22.3      | 8.4 | 12.5          | 105.1            | 101.6            | 0                        | ND          | 4      | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/06/20 | 23.1      | 8.5 | 13.5          | 96.6             | 59.9             | 0                        | ND          | ND     | 규조류  | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/06/27 | 23.8      | 8.0 | 12.1          | 166.3            | 140.9            | 0                        | ND          | ND     | 규조류  | <i>Cyclotella</i>     |  |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 조사<br>일시 | 수온<br>(℃) | pH  | DO<br>(mg/ℓ ) | chl-a<br>(mg/m³) | 표층조류             |                          |              |        | 우점조류종류 |                       |
|----------|-----------|-----|---------------|------------------|------------------|--------------------------|--------------|--------|--------|-----------------------|
|          |           |     |               |                  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>개체수<br>(cells/mL) | 냄새물질(μg/ m³) |        |        |                       |
|          |           |     |               |                  |                  |                          | 지오스민         | 2NDMIB |        |                       |
| 16/07/04 | 미채수       |     |               |                  |                  |                          |              |        |        |                       |
| 16/07/11 | 20.7      | 6.6 | 12.0          | 9.9              | 7.8              | 0                        | ND           | ND     | 규조류    | <i>Fragilaria</i>     |
| 16/07/18 | 20.3      | 6.9 | 8.3           | 15.8             | 22.1             | 0                        | ND           | ND     | 규조류    | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/07/25 | 27.5      | 8.4 | 12.3          | 47.3             | 51.9             | 80                       | ND           | ND     | 남조류    | <i>Pseudanabaena</i>  |
| 16/08/01 | 27.1      | 7.8 | 10.0          | 88.3             | 107.1            | 3,190                    | 39           | 11     | 남조류    | <i>Merismopedia</i>   |
| 16/08/08 | 29.1      | 8.1 | 11.9          | 46.6             | 39.4             | 5,426                    | 13           | 5      | 남조류    | <i>Microcystis</i>    |
| 16/08/16 | 30.9      | 8.7 | 9.3           | 67.2             | 102.2            | 23,350                   | 273          | ND     | 남조류    | <i>Microcystis</i>    |
| 16/08/22 | 29.9      | 8.6 | 9.5           | 87.3             | 72.7             | 10,790                   | 473          | ND     | 남조류    | <i>Merismopedia</i>   |
| 16/08/29 | 23.2      | 8.1 | 8.6           | 94.8             | 103.0            | 1,860                    | 110          | ND     | 규조류    | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/09/05 | 24.9      | 8.7 | 13.6          | 121.3            | 135.6            | 2,318                    | ND           | ND     | 규조류    | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/09/12 | 25.4      | 8.1 | 10.8          | 90.7             | 106.8            | 3,740                    | 21           | 5      | 남조류    | <i>Merismopedia</i>   |
| 16/09/19 | 21.3      | 6.8 | 6.4           | 38.0             | 35.7             | 0                        | ND           | 4      | 규조류    | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/09/26 | 22.1      | 8.1 | 12.5          | 113.2            | 114.8            | 100                      | ND           | 3      | 규조류    | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/10/04 | 21.4      | 7.4 | 9.7           | 70.2             | 71.0             | 0                        | ND           | ND     | 규조류    | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/10/10 | 18.2      | 7.1 | 7.8           | 14.5             | 15.1             | 0                        | ND           | ND     | 규조류    | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/10/17 | 18.1      | 7.4 | 9.9           | 47.7             | 49.2             | 0                        | ND           | ND     | 규조류    | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/10/24 | 17.9      | 8.0 | 11.4          | 77.4             | 86.3             | 0                        | ND           | ND     | 규조류    | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/10/31 | 14.5      | 8.3 | 13.0          | 85.8             | 87.2             | 0                        | ND           | ND     | 규조류    | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/11/07 | 12.4      | 7.5 | 10.5          | 34.5             | 31.6             | 0                        | ND           | ND     | 규조류    | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/11/14 | 11.6      | 7.3 | 10.6          | 20.1             | 20.0             | 0                        | ND           | ND     | 규조류    | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/11/21 | 11.8      | 7.2 | 10.3          | 16.3             | 17.7             | 0                        | ND           | ND     | 녹조류    | <i>Carteria</i>       |
| 16/11/28 | 6.8       | 7.3 | 10.0          | 10.0             | 8.1              | 0                        | ND           | 2      | 규조류    | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/12/05 | 7.8       | 7.7 | 11.1          | 15.1             | 15.9             | 0                        | ND           | 7      | 규조류    | <i>Stephanodiscus</i> |
| 16/12/12 | 5.7       | 7.5 | 12.0          | 18.2             | 18.1             | 0                        | ND           | 6      | 규조류    | <i>Stephanodiscus</i> |
| 16/12/19 | 4.9       | 7.6 | 11.1          | 15.6             | 16.1             | 0                        | ND           | 9      | 규조류    | <i>Stephanodiscus</i> |
| 16/12/26 | 6.5       | 7.1 | 9.2           | 10.2             | 11.4             | 0                        | ND           | ND     | 규조류    | <i>Navicula</i>       |

백제보

| 조사<br>일시 | 수온<br>(℃) | pH  | DO<br>(mg/ℓ ) | chl-a<br>(mg/m³) | 표층조류             |                          |             |        |      | 우점조류종류                |  |
|----------|-----------|-----|---------------|------------------|------------------|--------------------------|-------------|--------|------|-----------------------|--|
|          |           |     |               |                  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>개체수<br>(cells/mL) | 냄새물질(μg/m³) |        |      |                       |  |
|          |           |     |               |                  |                  |                          | 지오스민        | 2NDMIB |      |                       |  |
| 16/01/05 | 5.1       | 8.1 | 10.4          | 65.6             | 65.3             | 0                        | ND          | ND     | 규조류  | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/01/11 | 3.8       | 8.6 | 16.3          | 74.7             | 71.6             | 0                        | ND          | ND     | 규조류  | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/01/18 | 3.6       | 8.4 | 14.9          | 55.5             | 52.6             | 0                        | ND          | ND     | 규조류  | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/01/25 | 1.9       | 8.5 | 16.1          | 35.1             | 34.3             | 0                        | ND          | ND     | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/02/01 | 2.8       | 8.2 | 17.1          | 33.3             | 30.8             | 0                        | ND          | ND     | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/02/11 | 4.4       | 7.2 | 15.2          | 17.5             | 18.2             | 0                        | ND          | ND     | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/02/15 | 3.6       | 8.0 | 14.9          | 39.8             | 38.2             | 0                        | ND          | 3      | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/02/22 | 4.5       | 8.2 | 15.2          | 61.2             | 58.7             | 0                        | ND          | 13     | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/02 | 4.7       | 8.8 | 16.3          | 73.5             | 64.9             | 0                        | ND          | ND     | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/07 | 7.2       | 8.2 | 15.7          | 57.2             | 43.2             | 0                        | ND          | 13     | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/14 | 7.8       | 7.7 | 12.9          | 53.3             | 50.9             | 0                        | ND          | 16     | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/21 | 9.1       | 8.1 | 16.4          | 54.2             | 40.7             | 0                        | ND          | 22     | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/28 | 11.4      | 8.2 | 13.7          | 44.3             | 31.5             | 140                      | ND          | ND     | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/04/04 | 13.4      | 7.9 | 11.2          | 16.4             | 17.1             | 100                      | ND          | 15     | 기타조류 | <i>chroomonas</i>     |  |
| 16/04/11 | 15.8      | 8.2 | 11.5          | 66.5             | 41.5             | 625                      | ND          | 22     | 기타조류 | <i>chroomonas</i>     |  |
| 16/04/18 | 15.7      | 7.6 | 10.2          | 53.9             | 57.0             | 250                      | ND          | 8      | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/04/25 | 16.3      | 7.6 | 10.2          | 48.1             | 34.7             | 50                       | ND          | 6      | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/05/02 | 18.5      | 8.9 | 14.5          | 77.2             | 67.0             | 0                        | ND          | ND     | 기타조류 | <i>chroomonas</i>     |  |
| 16/05/09 | 18.1      | 8.5 | 12.7          | 93.7             | 101.3            | 0                        | ND          | 5      | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/05/16 | 19.8      | 8.4 | 11.9          | 76.1             | 62.4             | 0                        | ND          | ND     | 기타조류 | <i>chroomonas</i>     |  |
| 16/05/23 | 21.7      | 8.0 | 12.1          | 62.3             | 42.3             | 50                       | ND          | ND     | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/05/30 | 20.7      | 8.4 | 11.4          | 65.2             | 28.5             | 0                        | ND          | ND     | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/06/07 | 22.0      | 8.4 | 11.0          | 50.4             | 35.5             | 0                        | ND          | ND     | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/06/13 | 23.0      | 8.4 | 11.8          | 54.6             | 55.6             | 110                      | ND          | 3      | 녹조류  | <i>Pandorina</i>      |  |
| 16/06/20 | 24.1      | 7.7 | 8.0           | 29.3             | 35.8             | 180                      | ND          | ND     | 남조류  | <i>merismopedia</i>   |  |
| 16/06/27 | 24.3      | 8.4 | 9.2           | 67.3             | 87.2             | 184                      | ND          | ND     | 녹조류  | <i>Pandorina</i>      |  |



2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 조사<br>일시 | 수온<br>(℃) | pH  | DO<br>(mg/ℓ ) | chl-a<br>(mg/m³) | 표층조류             |                          |             |        | 우점조류종류 |                       |
|----------|-----------|-----|---------------|------------------|------------------|--------------------------|-------------|--------|--------|-----------------------|
|          |           |     |               |                  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>개체수<br>(cells/mL) | 냄새물질(μg/m³) |        |        |                       |
|          |           |     |               |                  |                  |                          | 지오스민        | 2NDMIB |        |                       |
| 16/07/04 | 미채수       |     |               |                  |                  |                          |             |        |        |                       |
| 16/07/11 | 22.1      | 6.8 | 11.5          | 8.1              | 8.9              | 0                        | ND          | ND     | 규조류    | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/07/18 | 21.2      | 6.8 | 8.2           | 37.2             | 40.2             | 0                        | ND          | ND     | 규조류    | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/07/25 | 25.5      | 7.1 | 11.5          | 41.5             | 36.1             | 0                        | ND          | ND     | 기타조류   | <i>Chroomonas</i>     |
| 16/08/01 | 28.4      | 8.0 | 10.2          | 78.2             | 88.5             | 12,884                   | 218         | 11     | 남조류    | <i>Merismopedia</i>   |
| 16/08/08 | 29.5      | 8.4 | 8.3           | 43.2             | 68.4             | 22,530                   | 92          | 11     | 남조류    | <i>Microcystis</i>    |
| 16/08/16 | 31.3      | 9.0 | 12.8          | 40.0             | 66.9             | 108,170                  | 432         | 56     | 남조류    | <i>Microcystis</i>    |
| 16/08/22 | 30.6      | 8.8 | 10.8          | 38.8             | 108.0            | 56,630                   | 991         | ND     | 남조류    | <i>Microcystis</i>    |
| 16/08/29 | 25.5      | 7.8 | 7.2           | 44.5             | 44.9             | 18,880                   | 750         | ND     | 남조류    | <i>Aphanizomenon</i>  |
| 16/09/05 | 24.7      | 9.0 | 13.8          | 119.6            | 89.2             | 5,746                    | 24          | 4      | 남조류    | <i>Merismopedia</i>   |
| 16/09/12 | 25.7      | 9.0 | 13.4          | 98.2             | 75.9             | 9,490                    | 50          | 5      | 남조류    | <i>Microcystis</i>    |
| 16/09/19 | 22.9      | 7.8 | 8.9           | 90.9             | 88.6             | 402                      | 22          | 6      | 규조류    | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/09/26 | 22.2      | 8.0 | 10.5          | 71.2             | 87.8             | 490                      | 17          | 2      | 규조류    | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/10/04 | 22.2      | 7.4 | 8.1           | 44.9             | 45.4             | 540                      | ND          | ND     | 규조류    | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/10/10 | 19.8      | 7.9 | 10.5          | 80.1             | 80.5             | 0                        | ND          | ND     | 규조류    | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/10/17 | 17.4      | 7.7 | 11.2          | 95.3             | 102.9            | 0                        | ND          | ND     | 규조류    | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/10/24 | 17.8      | 7.8 | 10.1          | 29.9             | 29.5             | 0                        | 4           | ND     | 규조류    | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/10/31 | 15.6      | 7.5 | 10.3          | 54.8             | 54.9             | 0                        | ND          | ND     | 규조류    | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/11/07 | 13.0      | 8.6 | 14.8          | 128.4            | 118.9            | 0                        | ND          | 4      | 규조류    | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/11/14 | 11.0      | 8.4 | 14.5          | 61.1             | 63.2             | 0                        | ND          | ND     | 규조류    | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/11/21 | 11.0      | 7.6 | 11.1          | 50.9             | 50.4             | 0                        | ND          | ND     | 규조류    | <i>Stephanodiscus</i> |
| 16/11/28 | 8.4       | 7.6 | 10.5          | 42.9             | 37.9             | 0                        | ND          | ND     | 규조류    | <i>Stephanodiscus</i> |
| 16/12/05 | 6.2       | 7.7 | 13.1          | 41.0             | 30.5             | 0                        | ND          | ND     | 규조류    | <i>Stephanodiscus</i> |
| 16/12/12 | 6.2       | 6.9 | 14.1          | 74.3             | 74.4             | 0                        | ND          | 3      | 규조류    | <i>Stephanodiscus</i> |
| 16/12/19 | 4.7       | 8.2 | 16.6          | 64.1             | 65.0             | 0                        | ND          | 6      | 규조류    | <i>Stephanodiscus</i> |
| 16/12/26 | 6.3       | 8.1 | 12.8          | 23.5             | 22.8             | 0                        | ND          | 8      | 규조류    | <i>Stephanodiscus</i> |

승촌보

| 조사<br>일시 | 수온<br>(℃) | pH  | DO<br>(mg/ℓ ) | chl-a<br>(mg/m³) | 표층 조류            |                          |             |       |     | 우점조류 종류               |  |
|----------|-----------|-----|---------------|------------------|------------------|--------------------------|-------------|-------|-----|-----------------------|--|
|          |           |     |               |                  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>개체수<br>(cells/mL) | 냄새물질(μg/m³) |       |     |                       |  |
|          |           |     |               |                  |                  |                          | 지오스민        | 2-MIB |     |                       |  |
| 16/01/04 | 7.7       | 6.8 | 11.8          | 16.9             | 18.7             | 0                        | ND          | ND    | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/01/11 | 7.5       | 7.5 | 12.7          | 36.9             | 36.6             | 0                        | 6           | 5     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/01/18 | 7.0       | 7.4 | 13.6          | 38.9             | 37.5             | 0                        | 7           | 3     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/01/28 | 4.2       | 7.0 | 13.1          | 21.2             | 32.9             | 0                        | 6           | 4     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/02/02 | 4.2       | 6.7 | 11.3          | 13.3             | 9.2              | 0                        | 7           | ND    | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/02/11 | 6.3       | 7.1 | 13.2          | 14.7             | 15.4             | 0                        | 6           | 8     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/02/15 | 8.8       | 7.2 | 10.2          | 16.0             | 14.6             | 0                        | 8           | ND    | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/02/22 | 7.8       | 6.8 | 11.5          | 13.1             | 12.4             | 0                        | 8           | 3     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/02/29 | 7.3       | 7.5 | 13.9          | 44.5             | 44.0             | 0                        | 10          | ND    | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/07 | 12.1      | 7.0 | 8.3           | 5.7              | 6.8              | 0                        | 12          | ND    | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/14 | 8.3       | 6.7 | 12.6          | 15.6             | 12.7             | 0                        | 9           | ND    | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/21 | 12.8      | 7.1 | 8.6           | 59.8             | 64.2             | 0                        | 9           | ND    | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/28 | 13.0      | 8.0 | 12.2          | 104.5            | 194.0            | 0                        | 10          | 3     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/04/04 | 15.7      | 7.6 | 13.6          | 82.1             | 73.0             | 0                        | 7           | ND    | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/04/11 | 16.3      | 7.7 | 10.0          | 107.0            | 188.5            | 0                        | 10          | 4     | 규조류 | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/04/18 | 16.2      | 6.8 | 8.4           | 36.7             | 39.1             | 0                        | 9           | 3     | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/04/25 | 18.0      | 6.5 | 7.9           | 31.2             | 35.2             | 0                        | 5           | 3     | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/05/02 | 19.1      | 6.7 | 8.5           | 39.0             | 30.0             | 0                        | 5           | 3     | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/05/09 | 19.4      | 6.2 | 8.3           | 49.0             | 57.3             | 0                        | 4           | 3     | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/05/16 | 21.2      | 6.9 | 13.2          | 139.2            | 156.2            | 0                        | 6           | 4     | 규조류 | <i>Skeletonema</i>    |  |
| 16/05/23 | 23.8      | 7.5 | 10.9          | 51.5             | 98.2             | 0                        | 5           | 4     | 녹조류 | <i>Eudorina</i>       |  |
| 16/05/30 | 23.3      | 7.1 | 6.2           | 50.3             | 82.7             | 0                        | 5           | 3     | 녹조류 | <i>Actinastrum</i>    |  |
| 16/06/07 | 22.4      | 6.4 | 5.9           | 22.7             | 29.9             | 350                      | 4           | 3     | 녹조류 | <i>Actinastrum</i>    |  |
| 16/06/13 | 24.6      | 7.2 | 10.1          | 73.7             | 115.1            | 700                      | 3           | 4     | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/06/20 | 25.4      | 7.0 | 7.5           | 57.5             | 89.2             | 1700                     | 3           | 4     | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/06/27 | 24.6      | 6.9 | 5.1           | 15.5             | 54.4             | 0                        | 4           | 5     | 규조류 | <i>Cyclotella</i>     |  |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 조사<br>일시 | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/ℓ ) | chl-a<br>(mg/m³) | 표층 조류            |                          |             |       |         |                       |
|----------|------------|-----|---------------|------------------|------------------|--------------------------|-------------|-------|---------|-----------------------|
|          |            |     |               |                  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>개체수<br>(cells/mL) | 냄새물질(μg/m³) |       | 우점조류 종류 |                       |
|          |            |     |               |                  |                  |                          | 지오스민        | 2-MIB |         |                       |
| 16/07/05 | 23.1       | 6.6 | 6.7           | 2.3              | 2.9              | 0                        | 4           | 4     | 남조류     | <i>Phormidium</i>     |
| 16/07/11 | 27.2       | 7.3 | 5.5           | 59.5             | 159.1            | 3100                     | 17          | 60    | 남조류     | <i>Phormidium</i>     |
| 16/07/18 | 25.5       | 6.5 | 5.3           | 39.4             | 103.5            | 0                        | 5           | 8     | 녹조류     | <i>Pandorina</i>      |
| 16/07/25 | 29.0       | 7.2 | 8.5           | 45.5             | 56.9             | 6840                     | 65          | 7     | 남조류     | <i>Microcystis</i>    |
| 16/08/01 | 30.1       | 6.7 | 2.6           | 39.7             | 70.9             | 8600                     | 81          | 6     | 남조류     | <i>Microcystis</i>    |
| 16/08/08 | 29.1       | 7.1 | 3.4           | 90.1             | 122.3            | 3525                     | 5           | 10    | 남조류     | <i>Microcystis</i>    |
| 16/08/16 | 30.1       | 6.9 | 4.1           | 69.5             | 145.9            | 27380                    | 5           | 10    | 남조류     | <i>Microcystis</i>    |
| 16/08/22 | 30.2       | 6.6 | 5.8           | 53.0             | 62.8             | 18700                    | 6           | 14    | 남조류     | <i>Microcystis</i>    |
| 16/08/29 | 25.4       | 6.8 | 5.5           | 52.8             | 57.0             | 0                        | 7           | 8     | 규조류     | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/09/05 | 25.2       | 7.6 | 5.9           | 90.4             | 138.9            | 0                        | 5           | 8     | 규조류     | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/09/12 | 25.3       | 6.3 | 5.0           | 31.9             | 54.1             | 400                      | 5           | 8     | 규조류     | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/09/20 | 21.8       | 6.6 | 6.8           | 3.4              | 3.1              | 0                        | 6           | 6     | 녹조류     | <i>Scenedesmus</i>    |
| 16/09/26 | 23.5       | 7.6 | 9.4           | 72.2             | 152.3            | 0                        | 5           | 9     | 규조류     | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/10/04 | 22.9       | 6.5 | 4.0           | 10.5             | 12.5             | 0                        | 4           | 7     | 규조류     | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/10/10 | 17.9       | 6.7 | 7.2           | 6.6              | 6.1              | 0                        | 3           | 3     | 녹조류     | <i>Scenedesmus</i>    |
| 16/10/18 | 18.1       | 6.5 | 9.7           | 4.1              | 4.0              | 0                        | 3           | 3     | 남조류     | <i>Phormidium</i>     |
| 16/10/24 | 19.0       | 6.4 | 7.3           | 12.3             | 13.2             | 0                        | 4           | 4     | 규조류     | <i>Aulacoseira</i>    |
| 16/11/01 | 14.6       | 7.5 | 6.7           | 8.9              | 8.2              | 0                        | 4           | 4     | 규조류     | <i>Aulacoseira</i>    |
| 16/11/07 | 14.0       | 6.6 | 9.8           | 34.4             | 38.0             | 0                        | 7           | 5     | 규조류     | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/11/14 | 13.6       | 6.8 | 11.6          | 62.8             | 95.2             | 0                        | 9           | 5     | 규조류     | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/11/21 | 14.3       | 7.2 | 11.2          | 65.9             | 61.7             | 0                        | 5           | 5     | 규조류     | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/11/28 | 9.6        | 7.0 | 14.6          | 69.2             | 66.7             | 0                        | 5           | 3     | 규조류     | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/12/05 | 9.0        | 6.8 | 9.1           | 34.1             | 45.7             | 0                        | 6           | 4     | 규조류     | <i>Cyclotella</i>     |
| 16/12/12 | 8.0        | 6.9 | 13.2          | 63.5             | 65.9             | 0                        | 6           | 3     | 규조류     | <i>Stephanodiscus</i> |
| 16/12/19 | 7.4        | 7.1 | 11.8          | 40.3             | 58.1             | 0                        | 7           | 3     | 규조류     | <i>Stephanodiscus</i> |
| 16/12/26 | 8.8        | 7.0 | 9.6           | 48.2             | 40.3             | 0                        | 7           | 4     | 규조류     | <i>Stephanodiscus</i> |

죽산보

| 조사<br>일시 | 수온<br>(℃) | pH  | DO<br>(mg/ℓ ) | chl-a<br>(mg/m³) | 표층 조류            |                          |             |       |      | 우점조류 종류               |  |
|----------|-----------|-----|---------------|------------------|------------------|--------------------------|-------------|-------|------|-----------------------|--|
|          |           |     |               |                  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>개체수<br>(cells/mL) | 냄새물질(μg/m³) |       |      |                       |  |
|          |           |     |               |                  |                  |                          | 지오스민        | 2-MIB |      |                       |  |
| 16/01/04 | 6.8       | 7.7 | 15.6          | 86.9             | 82.3             | 0                        | 3           | ND    | 규조류  | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/01/11 | 5.8       | 8.1 | 14.2          | 114.7            | 108.8            | 0                        | 5           | 2     | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/01/18 | 5.3       | 8.0 | 17.0          | 112.9            | 111.8            | 0                        | 5           | 0     | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/01/28 | 3.2       | 8.4 | 15.8          | 116.6            | 116.7            | 0                        | 6           | 3     | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/02/02 | 3.4       | 7.1 | 14.1          | 32.6             | 32.9             | 0                        | 7           | ND    | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/02/11 | 4.9       | 7.8 | 14.4          | 66.8             | 65.4             | 0                        | 6           | ND    | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/02/15 | 6.0       | 7.3 | 14.4          | 43.1             | 42.5             | 0                        | 6           | ND    | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/02/22 | 7.3       | 7.2 | 12.9          | 38.6             | 42.5             | 0                        | 8           | 4     | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/02/29 | 6.9       | 7.4 | 13.9          | 75.1             | 77.0             | 0                        | 11          | ND    | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/07 | 10.5      | 7.1 | 11.1          | 27.4             | 37.8             | 0                        | 14          | ND    | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/14 | 9.3       | 6.9 | 11.8          | 15.7             | 14.0             | 0                        | 11          | ND    | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/21 | 10.8      | 7.0 | 10.3          | 47.4             | 74.1             | 0                        | 13          | ND    | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/03/28 | 11.3      | 7.8 | 13.3          | 87.6             | 97.8             | 0                        | 14          | ND    | 규조류  | <i>Stephanodiscus</i> |  |
| 16/04/04 | 14.7      | 8.2 | 13.4          | 28.5             | 32.4             | 0                        | 11          | ND    | 기타조류 | <i>Cryptomonas</i>    |  |
| 16/04/11 | 15.7      | 6.6 | 6.9           | 17.8             | 28.2             | 0                        | 12          | 3     | 기타조류 | <i>Cryptomonas</i>    |  |
| 16/04/18 | 16.9      | 6.6 | 6.5           | 16.6             | 18.5             | 0                        | 11          | 3     | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>    |  |
| 16/04/25 | 17.4      | 7.7 | 11.6          | 61.5             | 70.6             | 0                        | 6           | 4     | 규조류  | <i>Skeletonema</i>    |  |
| 16/05/02 | 18.0      | 7.2 | 9.5           | 32.9             | 36.5             | 0                        | 5           | 3     | 규조류  | <i>Skeletonema</i>    |  |
| 16/05/09 | 18.7      | 7.3 | 10.1          | 59.7             | 101.6            | 0                        | 7           | 3     | 규조류  | <i>Cyclotella</i>     |  |
| 16/05/16 | 21.0      | 8.4 | 13.3          | 84.7             | 102.0            | 0                        | 12          | 7     | 규조류  | <i>Skeletonema</i>    |  |
| 16/05/23 | 24.5      | 8.6 | 10.6          | 13.6             | 16.7             | 0                        | 22          | 7     | 녹조류  | <i>Eudorina</i>       |  |
| 16/05/30 | 23.2      | 7.1 | 6.8           | 38.4             | 38.3             | 375                      | 60          | 7     | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>    |  |
| 16/06/07 | 23.8      | 7.3 | 9.8           | 45.5             | 67.4             | 2525                     | 195         | 11    | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>    |  |
| 16/06/13 | 23.8      | 7.8 | 8.8           | 40.0             | 67.7             | 11280                    | 106         | 7     | 남조류  | <i>Microcystis</i>    |  |
| 16/06/20 | 24.9      | 7.8 | 6.4           | 45.5             | 74.4             | 850                      | 48          | 7     | 규조류  | <i>Aulacoseira</i>    |  |
| 16/06/27 | 24.5      | 6.8 | 6.6           | 9.5              | 12.7             | 0                        | 5           | 6     | 녹조류  | <i>Eudorina</i>       |  |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 조사<br>일시 | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/ℓ ) | chl-a<br>(mg/m³) | 표층 조류            |                          |             |       |         |                      |
|----------|------------|-----|---------------|------------------|------------------|--------------------------|-------------|-------|---------|----------------------|
|          |            |     |               |                  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>개체수<br>(cells/mL) | 냄새물질(μg/m³) |       | 우점조류 종류 |                      |
|          |            |     |               |                  |                  |                          | 지오스민        | 2-MIB |         |                      |
| 16/07/05 | 21.8       | 6.2 | 7.4           | 2.8              | 3.1              | 0                        | 4           | 6     | 규조류     | <i>Aulacoseira</i>   |
| 16/07/11 | 26.8       | 7.1 | 6.7           | 28.9             | 54.3             | 150                      | 9           | 15    | 녹조류     | <i>Eudorina</i>      |
| 16/07/18 | 26.3       | 6.8 | 5.5           | 14.9             | 22.1             | 600                      | 26          | 39    | 규조류     | <i>Aulacoseira</i>   |
| 16/07/25 | 27.3       | 7.7 | 5.4           | 19.8             | 60.1             | 0                        | 47          | 12    | 녹조류     | <i>Scenedesmus</i>   |
| 16/08/01 | 28.9       | 7.3 | 4.2           | 12.1             | 16.6             | 1200                     | 39          | 9     | 녹조류     | <i>Pediastrum</i>    |
| 16/08/08 | 29.7       | 7.8 | 4.5           | 11.0             | 110.0            | 17280                    | 45          | 12    | 남조류     | <i>Microcystis</i>   |
| 16/08/16 | 30.1       | 7.3 | 5.0           | 10.1             | 25.8             | 14450                    | 9           | 29    | 남조류     | <i>Microcystis</i>   |
| 16/08/22 | 30.4       | 7.2 | 5.6           | 16.9             | 32.8             | 17280                    | 5           | 28    | 남조류     | <i>Microcystis</i>   |
| 16/08/29 | 27.9       | 6.8 | 4.0           | 24.4             | 26.5             | 15120                    | 7           | 28    | 남조류     | <i>Microcystis</i>   |
| 16/09/05 | 25.7       | 7.2 | 6.3           | 21.1             | 30.2             | 0                        | 3           | 19    | 녹조류     | <i>Pediastrum</i>    |
| 16/09/12 | 25.9       | 6.5 | 5.4           | 14.2             | 23.2             | 0                        | 5           | 13    | 녹조류     | <i>Eudorina</i>      |
| 16/09/20 | 21.5       | 7.0 | 6.6           | 3.0              | 3.1              | 0                        | 7           | 8     | 녹조류     | <i>Scenedesmus</i>   |
| 16/09/26 | 23.1       | 7.9 | 11.1          | 89.4             | 180.6            | 0                        | 9           | 9     | 녹조류     | <i>Pandorina</i>     |
| 16/10/04 | 22.6       | 6.7 | 5.9           | 18.1             | 23.4             | 0                        | 5           | 6     | 규조류     | <i>Aulacoseira</i>   |
| 16/10/10 | 18.6       | 6.8 | 7.3           | 4.5              | 6.3              | 0                        | 3           | 3     | 녹조류     | <i>Kirchneriella</i> |
| 16/10/18 | 18.3       | 6.5 | 9.5           | 7.8              | 11.9             | 0                        | 3           | 4     | 규조류     | <i>Aulacoseira</i>   |
| 16/10/24 | 18.4       | 6.4 | 7.2           | 14.4             | 18.1             | 0                        | 3           | 3     | 기타조류    | <i>Cryptomonas</i>   |
| 16/11/01 | 15.9       | 7.1 | 8.6           | 34.7             | 29.1             | 0                        | 3           | 5     | 규조류     | <i>Aulacoseira</i>   |
| 16/11/07 | 14.6       | 6.6 | 10.8          | 40.1             | 38.1             | 850                      | 5           | 5     | 규조류     | <i>Aulacoseira</i>   |
| 16/11/14 | 13.3       | 7.3 | 13.6          | 51.1             | 55.9             | 0                        | 9           | 5     | 규조류     | <i>Aulacoseira</i>   |
| 16/11/21 | 13.0       | 7.0 | 11.0          | 21.4             | 20.9             | 0                        | 6           | 4     | 기타조류    | <i>Cryptomonas</i>   |
| 16/11/28 | 10.6       | 6.9 | 9.7           | 11.9             | 18.1             | 0                        | 6           | 3     | 규조류     | <i>Aulacoseira</i>   |
| 16/12/05 | 8.9        | 6.7 | 9.4           | 22.8             | 36.2             | 0                        | 5           | 3     | 기타조류    | <i>Cryptomonas</i>   |
| 16/12/12 | 7.3        | 6.9 | 12.5          | 35.5             | 46.7             | 0                        | 4           | 0     | 기타조류    | <i>Cryptomonas</i>   |
| 16/12/19 | 6.5        | 7.1 | 11.9          | 41.4             | 52.6             | 0                        | 5           | 2     | 기타조류    | <i>Cryptomonas</i>   |
| 16/12/26 | 7.0        | 6.9 | 11.1          | 10.3             | 20.1             | 0                        | 6           | 3     | 기타조류    | <i>Cryptomonas</i>   |

## 나. 주요 상수원 하천 · 호소 측정자료(조류경보제)

※ 1-3월: 표층채수 결과, 4월-12월: 혼합채수 결과

### 팔당호

| 조사일시     | 팔당호(담양)    |                  |                   | 팔당호(부용사앞)  |                  |                   | 팔당호(삼봉)    |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/01/05 | 결빙         | 결빙               | 결빙                | 결빙         | 결빙               | 결빙                | 결빙         | 결빙               | 결빙                |
| 16/01/11 | 결빙         | 결빙               | 결빙                | 결빙         | 결빙               | 결빙                | 결빙         | 결빙               | 결빙                |
| 16/01/18 | 결빙         | 결빙               | 결빙                | 결빙         | 결빙               | 결빙                | 결빙         | 결빙               | 결빙                |
| 16/01/25 | 결빙         | 결빙               | 결빙                | 결빙         | 결빙               | 결빙                | 결빙         | 결빙               | 결빙                |
| 16/02/01 | 결빙         | 결빙               | 결빙                | 결빙         | 결빙               | 결빙                | 결빙         | 결빙               | 결빙                |
| 16/02/11 | 결빙         | 결빙               | 결빙                | 결빙         | 결빙               | 결빙                | 결빙         | 결빙               | 결빙                |
| 16/02/15 | 결빙         | 결빙               | 결빙                | 결빙         | 결빙               | 결빙                | 결빙         | 결빙               | 결빙                |
| 16/02/22 | 결빙         | 결빙               | 결빙                | 결빙         | 결빙               | 결빙                | 결빙         | 결빙               | 결빙                |
| 16/02/29 | 결빙         | 결빙               | 결빙                | 결빙         | 결빙               | 결빙                | 결빙         | 결빙               | 결빙                |
| 16/03/07 | 결빙         | 결빙               | 결빙                | 결빙         | 결빙               | 결빙                | 결빙         | 결빙               | 결빙                |
| 16/03/14 | 6.5        | 21.4             | 0                 | 6.7        | 31.2             | 0                 | 4.6        | 6.0              | 0                 |
| 16/03/21 | 9.2        | 29.9             | 0                 | 10.1       | 30.5             | 0                 | 7.2        | 5.8              | 0                 |
| 16/03/28 | 9.9        | 12.2             | 0                 | 11.6       | 13.3             | 0                 | 8.0        | 4.9              | 0                 |
| 16/04/04 | 11.7       | 7.6              | 0                 | 13.1       | 16.9             | 0                 | 9.8        | 7.5              | 0                 |
| 16/04/11 | 13.3       | 12.8             | 0                 | 13.9       | 23.4             | 0                 | 11.8       | 13.3             | 0                 |
| 16/04/18 | 14.0       | 11.1             | 0                 | 14.2       | 13.4             | 0                 | 13.0       | 14.2             | 0                 |
| 16/04/25 | 15.1       | 23.7             | 0                 | 16.2       | 27.1             | 0                 | 14.5       | 16.2             | 0                 |
| 16/05/02 | 17.9       | 14.6             | 0                 | 16.4       | 17.8             | 0                 | 17.6       | 12.3             | 0                 |
| 16/05/09 | 17.4       | 16.9             | 0                 | 16.9       | 16.8             | 0                 | 17.0       | 9.4              | 0                 |
| 16/05/16 | 18.1       | 7.8              | 0                 | 18.0       | 10.5             | 0                 | 18.1       | 6.2              | 0                 |
| 16/05/23 | 22.6       | 7.6              | 0                 | 22.5       | 17.9             | 0                 | 19.1       | 7.2              | 0                 |
| 16/05/30 | 20.7       | 4.7              | 0                 | 23.6       | 9.8              | 0                 | 20.3       | 3.9              | 0                 |
| 16/06/07 | 22.3       | 4.7              | 183               | 24.8       | 12.3             | 0                 | 23.2       | 2.9              | 14                |
| 16/06/13 | 21.5       | 7.2              | 0                 | 26.5       | 16.5             | 0                 | 25.4       | 5.0              | 0                 |
| 16/06/20 | 22.9       | 6.7              | 0                 | 26.2       | 24.5             | 0                 | 22.4       | 5.4              | 904               |
| 16/06/27 | 23.4       | 5.9              | 293               | 26.1       | 20.6             | 0                 | 23.7       | 8.7              | 915               |

| 조사일시     | 팔당호(담양)    |                  |                   | 팔당호(부용사앞)  |                  |                   | 팔당호(삼봉)    |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/07/04 | 22.3       | 16.2             | 0                 | 23.3       | 9.1              | 0                 | 19.2       | 5.6              | 0                 |
| 16/07/11 | 21.4       | 9.9              | 0                 | 20.6       | 3.5              | 0                 | 20.6       | 4.9              | 0                 |
| 16/07/18 | 19.9       | 7.9              | 0                 | 22.1       | 7.6              | 0                 | 18.5       | 7.2              | 0                 |
| 16/07/25 | 25.3       | 27.9             | 0                 | 26.3       | 40.6             | 0                 | 20.4       | 7.0              | 0                 |
| 16/08/01 | 25.6       | 16.9             | 0                 | 27.0       | 37.1             | 0                 | 24.1       | 16.6             | 0                 |
| 16/08/08 | 29.0       | 12.7             | 64                | 31.5       | 13.2             | 0                 | 29.0       | 9.5              | 431               |
| 16/08/16 | 28.4       | 5.8              | 78                | 31.3       | 10.3             | 0                 | 30.2       | 6.7              | 0                 |
| 16/08/22 | 29.9       | 9.6              | 448               | 31.0       | 14.5             | 0                 | 28.3       | 12.4             | 51                |
| 16/08/29 | 26.8       | 8.1              | 0                 | 25.9       | 17.5             | 0                 | 25.4       | 13.1             | 299               |
| 16/09/05 | 24.9       | 14.7             | 153               | 25.8       | 30.6             | 103               | 24.6       | 10.6             | 352               |
| 16/09/12 | 24.7       | 9.0              | 96                | 26.1       | 21.9             | 0                 | 23.7       | 8.7              | 434               |
| 16/09/19 | 24.0       | 8.2              | 113               | 24.9       | 23.3             | 0                 | 22.1       | 5.9              | 196               |
| 16/09/26 | 22.9       | 7.2              | 90                | 23.5       | 18.1             | 0                 | 22.4       | 5.0              | 156               |
| 16/10/04 | 22.3       | 7.5              | 54                | 22.6       | 32.6             | 0                 | 21.7       | 7.0              | 66                |
| 16/10/10 | 20.4       | 14.2             | 0                 | 20.4       | 21.0             | 0                 | 20.0       | 7.7              | 0                 |
| 16/10/17 | 20.0       | 14.6             | 97                | 19.2       | 41.5             | 0                 | 18.8       | 7.3              | 196               |
| 16/10/24 | 18.1       | 15.3             | 0                 | 18.6       | 11.1             | 0                 | 17.6       | 8.1              | 0                 |
| 16/10/31 | 15.7       | 12.2             | 0                 | 14.9       | 5.8              | 0                 | 15.2       | 8.5              | 0                 |
| 16/11/07 | 14.1       | 18.5             | 0                 | 13.2       | 11.4             | 0                 | 14.3       | 8.5              | 0                 |
| 16/11/14 | 12.6       | 11.6             | 0                 | 11.8       | 13.6             | 0                 | 13.0       | 10.1             | 0                 |
| 16/11/21 | 11.6       | 12.2             | 0                 | 11.1       | 30.7             | 0                 | 11.5       | 6.3              | 0                 |
| 16/11/28 | 8.6        | 10.5             | 0                 | 8.1        | 11.4             | 0                 | 8.6        | 5.0              | 0                 |
| 16/12/05 | 7.7        | 9.3              | 0                 | 6.3        | 4.9              | 0                 | 7.6        | 5.4              | 0                 |
| 16/12/12 | 5.4        | 6.9              | 0                 | 4.6        | 10.5             | 0                 | 5.5        | 3.2              | 0                 |
| 16/12/19 | 4.7        | 4.7              | 0                 | 4.1        | 8.5              | 0                 | 4.8        | 3.0              | 0                 |
| 16/12/26 | 4.3        | 3.9              | 0                 | 3.9        | 5.2              | 0                 | 4.1        | 4.8              | 0                 |

의암호, 한강(강천)

| 조사일시     | 의암호(신연교)   |                  |                   | 조사일시     | 한강(강천)     |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|----------|------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/01/04 | 3.6        | 10.9             | 0                 | 16/01/05 | 4.3        | 6.9              | 0                 |
| 16/01/12 | 2.5        | 7.1              | 0                 | 16/01/11 | 결빙         | 결빙               | 결빙                |
| 16/01/18 | 2.5        | 5.6              | 0                 | 16/01/18 | 2.3        | 7.8              | 0                 |
| 16/01/25 | 결빙         | 결빙               | 결빙                | 16/01/25 | 결빙         | 결빙               | 결빙                |
| 16/02/01 | 결빙         | 결빙               | 결빙                | 16/02/01 | 결빙         | 결빙               | 결빙                |
| 16/02/11 | 결빙         | 결빙               | 결빙                | 16/02/11 | 결빙         | 결빙               | 결빙                |
| 16/02/15 | 4.0        | 7.7              | 0                 | 16/02/15 | 4.9        | 17.2             | 0                 |
| 16/02/22 | 3.6        | 7.4              | 0                 | 16/02/22 | 4.0        | 15.1             | 0                 |
| 16/02/29 | 3.6        | 9.7              | 0                 | 16/02/29 | 결빙         | 결빙               | 결빙                |
| 16/03/07 | 4.6        | 12.0             | 0                 | 16/03/07 | 8.5        | 18.2             | 0                 |
| 16/03/14 | 5.8        | 11.3             | 0                 | 16/03/14 | 6.3        | 8.6              | 0                 |
| 16/03/21 | 9.4        | 33.6             | 0                 | 16/03/21 | 11.4       | 7.6              | 0                 |
| 16/03/28 | 8.3        | 8.6              | 0                 | 16/03/28 | 10.3       | 7.4              | 0                 |
| 16/04/04 | 11.0       | 8.3              | 0                 | 16/04/04 | 10.9       | 8.5              | 0                 |
| 16/04/11 | 11.8       | 14.1             | 0                 | 16/04/11 | 10.5       | 14.3             | 0                 |
| 16/04/18 | 12.2       | 12.0             | 0                 | 16/04/18 | 12.9       | 5.8              | 0                 |
| 16/04/25 | 14.1       | 14.3             | 0                 | 16/04/25 | 14.0       | 6.7              | 0                 |
| 16/05/02 | 14.8       | 8.9              | 0                 | 16/05/02 | 11.8       | 7.3              | 0                 |
| 16/05/09 | 11.2       | 4.2              | 0                 | 16/05/09 | 14.9       | 4.0              | 0                 |
| 16/05/16 | 13.9       | 3.2              | 0                 | 16/05/16 | 18.2       | 7.7              | 0                 |
| 16/05/23 | 14.6       | 7.1              | 0                 | 16/05/23 | 19.6       | 9.5              | 0                 |
| 16/05/30 | 15.9       | 4.0              | 0                 | 16/05/30 | 21.4       | 9.8              | 0                 |
| 16/06/07 | 14.1       | 8.9              | 0                 | 16/06/07 | 22.4       | 14.5             | 0                 |
| 16/06/13 | 18.7       | 6.3              | 0                 | 16/06/13 | 22.9       | 21.9             | 0                 |
| 16/06/20 | 16.8       | 7.5              | 0                 | 16/06/20 | 23.7       | 18.9             | 0                 |
| 16/06/27 | 15.1       | 6.9              | 0                 | 16/06/27 | 23.5       | 34.5             | 0                 |



| 조사일시     | 의암호(신연교)   |                  |                   | 조사일시     | 한강(강천)     |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|----------|------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/07/04 | 16.2       | 9.5              | 0                 | 16/07/04 | 22.2       | 12.0             | 0                 |
| 16/07/11 | 18.6       | 11.1             | 0                 | 16/07/11 | 미채수        | 미채수              | 미채수               |
| 16/07/18 | 15.1       | 6.4              | 0                 | 16/07/21 | 20.7       | 3.0              | 0                 |
| 16/07/25 | 20.0       | 26.6             | 0                 | 16/07/25 | 23.3       | 18.5             | 0                 |
| 16/08/01 | 21.8       | 9.3              | 0                 | 16/08/01 | 21.9       | 12.7             | 0                 |
| 16/08/08 | 22.8       | 7.5              | 0                 | 16/08/08 | 26.5       | 18.2             | 0                 |
| 16/08/16 | 24.6       | 7.8              | 0                 | 16/08/16 | 25.3       | 11.9             | 0                 |
| 16/08/22 | 24.4       | 8.0              | 240               | 16/08/22 | 24.8       | 9.9              | 0                 |
| 16/08/29 | 21.1       | 6.3              | 405               | 16/08/29 | 21.1       | 12.9             | 0                 |
| 16/09/05 | 20.9       | 7.2              | 677               | 16/09/05 | 22.2       | 8.8              | 0                 |
| 16/09/12 | 19.7       | 8.6              | 149               | 16/09/12 | 23.8       | 9.9              | 0                 |
| 16/09/19 | 22.8       | 11.3             | 168               | 16/09/19 | 22.1       | 10.5             | 0                 |
| 16/09/26 | 22.0       | 7.9              | 577               | 16/09/26 | 22.4       | 26.2             | 0                 |
| 16/10/04 | 20.4       | 8.2              | 0                 | 16/10/04 | 20.9       | 4.3              | 0                 |
| 16/10/10 | 19.1       | 6.1              | 0                 | 16/10/10 | 18.9       | 5.8              | 0                 |
| 16/10/17 | 17.7       | 10.2             | 0                 | 16/10/17 | 18.5       | 2.6              | 0                 |
| 16/10/24 | 16.8       | 15.2             | 0                 | 16/10/24 | 17.4       | 1.4              | 0                 |
| 16/10/31 | 14.8       | 14.7             | 0                 | 16/10/31 | 14.0       | 1.1              | 0                 |
| 16/11/07 | 12.8       | 16.7             | 0                 | 16/11/07 | 13.8       | 0.7              | 0                 |
| 16/11/14 | 11.7       | 13.4             | 0                 | 16/11/14 | 11.8       | 0.9              | 0                 |
| 16/11/21 | 11.0       | 7.3              | 0                 | 16/11/21 | 11.6       | 2.2              | 0                 |
| 16/11/28 | 8.8        | 6.9              | 0                 | 16/11/28 | 6.4        | 2.0              | 0                 |
| 16/12/05 | 8.0        | 5.1              | 0                 | 16/12/05 | 6.3        | 3.0              | 0                 |
| 16/12/12 | 7.1        | 4.2              | 0                 | 16/12/12 | 4.3        | 2.3              | 0                 |
| 16/12/19 | 6.3        | 4.1              | 0                 | 16/12/19 | 4.1        | 2.7              | 0                 |
| 16/12/26 | 6.2        | 3.5              | 0                 | 16/12/26 | 4.5        | 3.2              | 0                 |

운문호, 영천호

| 조사일시     | 운문호(담양)    |                  |                   | 운문호(취수탑2)  |                  |                   | 영천호(취수탑)   |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/01/04 | 7.9        | 1.9              | 0                 | 7.9        | 2.6              | 0                 | 5.4        | 7.7              | 0                 |
| 16/01/11 | 6.8        | 3.0              | 0                 | 6.8        | 2.8              | 0                 | 4.6        | 9.8              | 0                 |
| 16/01/18 | 6.1        | 3.8              | 0                 | 6.1        | 5.0              | 0                 | 3.6        | 8.9              | 0                 |
| 16/01/25 | 4.4        | 6.4              | 0                 | 4.4        | 7.5              | 0                 | 1.8        | 8.7              | 0                 |
| 16/02/01 | 3.6        | 8.1              | 0                 | 3.5        | 6.5              | 0                 | 1.1        | 9.3              | 0                 |
| 16/02/11 | 3.0        | 6.3              | 0                 | 3.2        | 9.9              | 0                 | 2.6        | 6.0              | 0                 |
| 16/02/15 | 3.5        | 8.4              | 0                 | 3.7        | 10.5             | 0                 | 2.1        | 10.9             | 0                 |
| 16/02/22 | 3.9        | 8.0              | 0                 | 3.9        | 7.4              | 0                 | 3.3        | 13.6             | 0                 |
| 16/02/29 | 3.9        | 11.1             | 0                 | 3.9        | 9.9              | 0                 | 2.6        | 12.2             | 0                 |
| 16/03/07 | 5.5        | 17.6             | 0                 | 5.6        | 14.3             | 0                 | 4.5        | 14.4             | 0                 |
| 16/03/14 | 7.1        | 51.8             | 0                 | 7.0        | 21.9             | 0                 | 4.9        | 19.0             | 0                 |
| 16/03/21 | 8.5        | 10.9             | 0                 | 8.4        | 8.9              | 0                 | 7.3        | 22.5             | 0                 |
| 16/03/28 | 9.1        | 11.9             | 0                 | 9.1        | 23.3             | 0                 | 7.4        | 18.0             | 0                 |
| 16/04/04 | 9.8        | 3.9              | 0                 | 9.8        | 5.1              | 0                 | 10.2       | 15.4             | 0                 |
| 16/04/11 | 12.7       | 5.4              | 0                 | 12.7       | 14.0             | 0                 | 11.9       | 14.2             | 0                 |
| 16/04/18 | 13.2       | 5.5              | 0                 | 13.2       | 7.1              | 0                 | 12.5       | 15.4             | 0                 |
| 16/04/25 | 15.3       | 3.6              | 0                 | 15.4       | 6.3              | 0                 | 14.5       | 19.1             | 92                |
| 16/05/02 | 16.0       | 8.0              | 0                 | 16.0       | 3.5              | 0                 | 15.3       | 13.9             | 0                 |
| 16/05/09 | 17.8       | 2.7              | 0                 | 17.8       | 12.4             | 0                 | 17.4       | 15.9             | 0                 |
| 16/05/16 | 17.4       | 3.9              | 0                 | 17.4       | 8.1              | 0                 | 15.8       | 15.0             | 0                 |
| 16/05/23 | 18.6       | 3.6              | 0                 | 18.6       | 4.4              | 0                 | 20.6       | 10.8             | 0                 |
| 16/05/30 | 23.0       | 4.0              | 0                 | 22.3       | 8.1              | 0                 | 21.6       | 20.9             | 0                 |
| 16/06/07 | 24.1       | 4.0              | 0                 | 24.2       | 8.1              | 0                 | 20.8       | 15.2             | 0                 |
| 16/06/13 | 24.6       | 7.3              | 0                 | 24.4       | 10.7             | 0                 | 23.0       | 10.1             | 40                |
| 16/06/20 | 25.1       | 5.9              | 0                 | 25.8       | 10.3             | 0                 | 23.2       | 9.1              | 92                |
| 16/06/27 | 26.9       | 4.5              | 0                 | 26.9       | 12.1             | 0                 | 23.0       | 4.6              | 0                 |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 조사일시     | 운문호(담양)    |                  |                   | 운문호(취수탑2)  |                  |                   | 영천호(취수탑)   |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/07/04 | 24.2       | 3.3              | 0                 | 24.2       | 5.9              | 0                 | 23.0       | 7.4              | 945               |
| 16/07/11 | 25.1       | 2.6              | 33                | 25.1       | 2.3              | 0                 | 23.0       | 4.8              | 488               |
| 16/07/18 | 27.0       | 1.0              | 0                 | 26.7       | 2.2              | 0                 | 24.0       | 7.0              | 707               |
| 16/07/25 | 27.7       | 0.7              | 0                 | 27.7       | 2.9              | 0                 | 23.0       | 4.0              | 640               |
| 16/08/01 | 26.1       | 2.9              | 0                 | 25.2       | 5.1              | 0                 | 26.0       | 7.4              | 1,491             |
| 16/08/08 | 16.6       | 5.6              | 0                 | 18.5       | 8.3              | 0                 | 24.5       | 3.5              | 534               |
| 16/08/16 | 16.3       | 3.6              | 0                 | 19.7       | 4.1              | 0                 | 24.0       | 3.6              | 1,636             |
| 16/08/22 | 16.3       | 3.2              | 0                 | 19.7       | 4.0              | 0                 | 23.0       | 2.3              | 667               |
| 16/08/29 | 14.4       | 0.8              | 0                 | 18.5       | 3.4              | 0                 | 23.0       | 2.2              | 699               |
| 16/09/05 | 17.2       | 1.2              | 0                 | 21.1       | 2.3              | 0                 | 22.0       | 2.9              | 1,082             |
| 16/09/12 | 16.9       | 2.0              | 238               | 21.2       | 3.1              | 168               | 22.0       | 5.3              | 894               |
| 16/09/19 | 16.4       | 1.5              | 0                 | 16.7       | 2.0              | 0                 | 21.6       | 6.1              | 963               |
| 16/09/26 | 16.3       | 3.1              | 0                 | 20.2       | 5.8              | 0                 | 20.1       | 2.3              | 0                 |
| 16/10/04 | 15.3       | 2.2              | 0                 | 15.7       | 7.0              | 172               | 21.8       | 6.5              | 891               |
| 16/10/10 | 18.2       | 4.3              | 0                 | 18.7       | 5.6              | 0                 | 19.9       | 2.2              | 85                |
| 16/10/17 | 18.0       | 1.1              | 0                 | 18.5       | 1.1              | 0                 | 19.0       | 1.4              | 79                |
| 16/10/24 | 15.9       | 13.5             | 0                 | 17.9       | 6.6              | 0                 | 18.4       | 6.9              | 92                |
| 16/10/31 | 14.3       | 1.0              | 0                 | 17.0       | 10.8             | 0                 | 16.6       | 5.0              | 132               |
| 16/11/07 | 13.4       | 1.3              | 0                 | 15.4       | 1.9              | 0                 | 15.3       | 4.2              | 53                |
| 16/11/14 | 13.5       | 2.3              | 0                 | 15.1       | 3.7              | 0                 | 14.4       | 6.2              | 0                 |
| 16/11/21 | 12.5       | 3.0              | 0                 | 14.7       | 3.9              | 0                 | 13.9       | 4.8              | 0                 |
| 16/11/28 | 11.5       | 2.3              | 0                 | 12.8       | 2.7              | 0                 | 11.4       | 2.7              | 832               |
| 16/12/05 | 10.9       | 1.8              | 0                 | 11.5       | 2.7              | 0                 | 10.2       | 2.0              | 409               |
| 16/12/12 | 10.5       | 2.3              | 0                 | 11.2       | 2.6              | 0                 | 8.7        | 3.1              | 30                |
| 16/12/19 | 9.8        | 1.7              | 0                 | 10.4       | 1.3              | 0                 | 7.4        | 4.5              | 462               |
| 16/12/26 | 8.8        | 2.7              | 0                 | 9.8        | 3.0              | 0                 | 7.0        | 6.1              | 759               |

## 대청호

| 조사일시     | 대청댐(추동)    |                  |                   | 대청댐(문의)    |                  |                   | 대청댐(회남)    |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/01/05 | 7.8        | 4.8              | 100               | 7.9        | 3.4              | 108               | 8.1        | 4.1              | 176               |
| 16/01/11 | 6.8        | 4.9              | 186               | 6.9        | 3.1              | 134               | 7.3        | 4.3              | 42                |
| 16/01/18 | 5.7        | 5.3              | 32                | 6.3        | 2.7              | 26                | 6.4        | 4.4              | 84                |
| 16/01/25 | 2.0        | 3.6              | 0                 | 3.9        | 2.3              | 0                 | 5.0        | 3.8              | 0                 |
| 16/02/01 | 3.5        | 5.2              | 0                 | 4.9        | 3.6              | 0                 | 4.7        | 3.7              | 142               |
| 16/02/11 | 3.8        | 1.9              | 0                 | 4.7        | 3.3              | 0                 | 4.2        | 3.1              | 0                 |
| 16/02/15 | 4.2        | 3.5              | 0                 | 5.0        | 4.1              | 0                 | 4.2        | 3.4              | 0                 |
| 16/02/22 | 4.4        | 2.8              | 0                 | 5.0        | 3.8              | 0                 | 4.4        | 3.0              | 0                 |
| 16/03/02 | 4.6        | 3.8              | 0                 | 5.1        | 4.2              | 0                 | 4.5        | 4.2              | 0                 |
| 16/03/07 | 7.0        | 2.1              | 0                 | 7.1        | 5.8              | 0                 | 5.5        | 3.9              | 0                 |
| 16/03/14 | 6.2        | 6.1              | 0                 | 6.0        | 4.2              | 0                 | 5.9        | 4.8              | 0                 |
| 16/03/21 | 10.2       | 5.1              | 0                 | 9.3        | 3.8              | 0                 | 11.4       | 4.2              | 0                 |
| 16/03/28 | 11.4       | 6.4              | 0                 | 9.3        | 2.8              | 0                 | 11.5       | 4.3              | 0                 |
| 16/04/04 | 8.7        | 5.8              | 0                 | 8.8        | 4.5              | 0                 | 7.9        | 5.2              | 0                 |
| 16/04/11 | 10.0       | 4.0              | 0                 | 9.1        | 4.4              | 0                 | 8.6        | 6.2              | 0                 |
| 16/04/18 | 10.2       | 5.0              | 0                 | 12.1       | 5.1              | 0                 | 8.9        | 5.3              | 0                 |
| 16/04/25 | 12.1       | 4.2              | 0                 | 14.7       | 4.5              | 0                 | 10.1       | 4.3              | 0                 |
| 16/05/02 | 13.9       | 5.8              | 0                 | 14.4       | 6.9              | 0                 | 11.1       | 6.0              | 0                 |
| 16/05/09 | 14.5       | 5.9              | 0                 | 16.1       | 8.8              | 0                 | 11.4       | 6.8              | 38                |
| 16/05/16 | 15.2       | 3.6              | 12                | 17.0       | 7.4              | 0                 | 12.2       | 6.4              | 0                 |
| 16/05/23 | 16.9       | 3.3              | 0                 | 19.9       | 3.3              | 0                 | 13.6       | 4.4              | 12                |
| 16/05/30 | 17.9       | 7.3              | 0                 | 20.5       | 3.2              | 0                 | 14.2       | 3.8              | 0                 |
| 16/06/07 | 20.1       | 7.8              | 0                 | 21.9       | 6.7              | 0                 | 15.5       | 2.5              | 260               |
| 16/06/13 | 22.1       | 7.3              | 0                 | 23.2       | 4.7              | 0                 | 16.6       | 2.3              | 442               |
| 16/06/20 | 23.1       | 8.0              | 0                 | 24.6       | 6.6              | 0                 | 16.7       | 2.8              | 90                |
| 16/06/27 | 23.3       | 12.2             | 166               | 25.1       | 7.5              | 0                 | 16.6       | 3.2              | 264               |

| 조사일시     | 대청댐(추동)    |                  |                   | 대청댐(문의)    |                  |                   | 대청댐(회남)    |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/07/04 | 23.3       | 13.1             | 596               | 25.0       | 5.7              | 0                 | 17.3       | 6.0              | 582               |
| 16/07/11 | 23.7       | 7.7              | 0                 | 24.2       | 3.4              | 0                 | 20.0       | 4.4              | 272               |
| 16/07/18 | 23.0       | 5.9              | 298               | 23.1       | 6.7              | 180               | 20.8       | 3.4              | 338               |
| 16/07/25 | 24.3       | 7.6              | 1,896             | 24.9       | 15.1             | 8,170             | 22.9       | 3.7              | 3,146             |
| 16/08/01 | 24.7       | 5.7              | 7,470             | 25.1       | 8.7              | 7,724             | 22.3       | 3.2              | 5,588             |
| 16/08/08 | 25.6       | 3.3              | 372               | 26.2       | 7.8              | 5,282             | 23.4       | 5.4              | 8,598             |
| 16/08/16 | 26.1       | 3.9              | 3,414             | 27.0       | 9.8              | 8,630             | 24.2       | 5.7              | 3,422             |
| 16/08/22 | 25.6       | 4.5              | 2,056             | 27.1       | 9.2              | 6,466             | 23.4       | 6.2              | 8,064             |
| 16/08/29 | 25.0       | 7.2              | 182               | 25.5       | 13.5             | 2,542             | 22.5       | 7.3              | 2,324             |
| 16/09/05 | 24.6       | 7.2              | 5,008             | 25.1       | 27.5             | 8,496             | 22.0       | 5.7              | 5,946             |
| 16/09/12 | 24.6       | 8.3              | 8,258             | 25.5       | 16.7             | 8,540             | 21.8       | 2.7              | 2,828             |
| 16/09/19 | 23.5       | 7.3              | 4,648             | 25.2       | 10.3             | 5,638             | 22.4       | 2.7              | 1,700             |
| 16/09/26 | 23.2       | 10.4             | 5,108             | 24.0       | 7.7              | 8,418             | 20.9       | 5.3              | 300               |
| 16/10/04 | 22.8       | 11.5             | 2,614             | 23.8       | 10.5             | 3,862             | 21.7       | 4.8              | 868               |
| 16/10/10 | 22.2       | 9.9              | 1,374             | 22.3       | 7.1              | 3,898             | 20.8       | 11.8             | 736               |
| 16/10/17 | 21.4       | 6.1              | 820               | 21.4       | 6.8              | 3,448             | 20.4       | 13.8             | 126               |
| 16/10/24 | 20.4       | 5.7              | 0                 | 20.5       | 7.0              | 860               | 19.6       | 8.2              | 316               |
| 16/10/31 | 18.8       | 4.3              | 0                 | 18.9       | 5.7              | 180               | 18.3       | 7.7              | 0                 |
| 16/11/07 | 17.5       | 5.6              | 0                 | 17.7       | 5.9              | 0                 | 17.4       | 7.4              | 16                |
| 16/11/14 | 16.4       | 7.8              | 80                | 16.8       | 7.8              | 0                 | 16.5       | 5.8              | 0                 |
| 16/11/21 | 15.5       | 13.2             | 0                 | 15.7       | 15.2             | 0                 | 15.1       | 5.0              | 0                 |
| 16/11/28 | 13.4       | 18.1             | 48                | 13.8       | 15.9             | 0                 | 14.0       | 6.2              | 0                 |
| 16/12/05 | 12.4       | 17.6             | 0                 | 12.8       | 16.6             | 0                 | 12.7       | 6.0              | 66                |
| 16/12/12 | 11.1       | 7.6              | 0                 | 11.5       | 10.3             | 0                 | 11.3       | 4.6              | 0                 |
| 16/12/19 | 10.1       | 2.8              | 0                 | 10.6       | 5.5              | 38                | 10.4       | 3.5              | 84                |
| 16/12/26 | 9.5        | 2.4              | 0                 | 9.8        | 2.4              | 0                 | 9.5        | 2.5              | 140               |

## 낙동강

| 조사일시     | 낙동강(칠곡)    |                  |                   | 낙동강(강정·고령) |                  |                   | 낙동강(창녕·함안) |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/01/04 | 5.6        | 5.5              | 0                 | 6.2        | 9.3              | 6,216             | 6.8        | 8.4              | 241               |
| 16/01/11 | 3.6        | 5.2              | 0                 | 4.4        | 9.0              | 958               | 5.5        | 10.5             | 215               |
| 16/01/18 | 2.6        | 5.9              | 0                 | 4.1        | 12.0             | 814               | 4.8        | 8.6              | 0                 |
| 16/01/25 | 결빙         | 결빙               | 결빙                | 결빙         | 결빙               | 결빙                | 결빙         | 결빙               | 결빙                |
| 16/02/01 | 결빙         | 결빙               | 결빙                | 결빙         | 결빙               | 결빙                | 결빙         | 결빙               | 결빙                |
| 16/02/11 | 결빙         | 결빙               | 결빙                | 결빙         | 결빙               | 결빙                | 6.8        | 8.8              | 18                |
| 16/02/15 | 2.2        | 9.1              | 0                 | 3.9        | 14.8             | 0                 | 6.3        | 11.0             | 42                |
| 16/02/22 | 5.2        | 6.6              | 0                 | 4.8        | 12.0             | 0                 | 7.9        | 6.3              | 0                 |
| 16/02/29 | 4          | 6.9              | 0                 | 4.8        | 14.0             | 0                 | 6.4        | 11.2             | 0                 |
| 16/03/07 | 8.3        | 7.2              | 0                 | 10.7       | 10.7             | 0                 | 13.6       | 5.7              | 0                 |
| 16/03/14 | 7.4        | 19.4             | 0                 | 8.3        | 19.3             | 0                 | 9.4        | 27.1             | 0                 |
| 16/03/21 | 12.6       | 19.2             | 0                 | 14.1       | 11.5             | 0                 | 15.0       | 20.5             | 0                 |
| 16/03/28 | 13         | 10.3             | 0                 | 15.0       | 9.7              | 0                 | 15.1       | 8.3              | 64                |
| 16/04/04 | 12.6       | 8.8              | 0                 | 12.4       | 12.8             | 0                 | 14.3       | 16.1             | 87                |
| 16/04/11 | 12.8       | 9.9              | 0                 | 14.6       | 20.8             | 42                | 16.1       | 18.7             | 74                |
| 16/04/18 | 15.1       | 14.6             | 0                 | 16.0       | 12.9             | 72                | 16.8       | 17.3             | 45                |
| 16/04/25 | 17.5       | 16               | 63                | 17.9       | 15.9             | 19                | 19.0       | 15.9             | 43                |
| 16/05/02 | 18.7       | 14               | 20                | 19.6       | 27.2             | 22                | 20.1       | 23.2             | 63                |
| 16/05/09 | 18.5       | 23               | 44                | 19.2       | 35.9             | 0                 | 19.9       | 49.1             | 0                 |
| 16/05/16 | 18.4       | 21.3             | 93                | 19.5       | 23.0             | 2,877             | 20.0       | 30.3             | 126               |
| 16/05/23 | 22.5       | 14.3             | 64                | 23.4       | 3.3              | 985               | 24.5       | 29.7             | 2,150             |
| 16/05/30 | 24.3       | 10.2             | 287               | 24.7       | 3.9              | 1,525             | 26.3       | 30.0             | 17,980            |
| 16/06/07 | 24         | 4.1              | 1287              | 23.7       | 5.1              | 4,996             | 24.6       | 30.1             | 8,497             |
| 16/06/14 | 25.1       | 5.5              | 198               | 25.7       | 6.9              | 9,975             | 25.6       | 22.8             | 24,980            |
| 16/06/20 | 25.9       | 8.6              | 651               | 25.8       | 6.1              | 2,782             | 26.5       | 32.9             | 22,825            |
| 16/06/23 | —          | —                | —                 | —          | —                | —                 | 26.2       | 19.5             | 16,884            |
| 16/06/27 | 26         | 16.5             | 998               | 26.0       | 11.3             | 1,701             | 24.7       | 33.6             | 13,283            |
| 16/06/30 | —          | —                | —                 | —          | —                | —                 | 26.2       | 35.6             | 4,610             |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 조사일시     | 낙동강(칠곡)    |                  |                   | 낙동강(강정·고령) |                  |                   | 낙동강(창녕·함안) |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/07/04 | 24         | 6                | 423               | 25.0       | 8.4              | 957               | 24.3       | 22.3             | 836               |
| 16/07/11 | 25.5       | 6.2              | 72                | 26.0       | 10.5             | 203               | 25.8       | 21.2             | 564               |
| 16/07/18 | 26.3       | 25.6             | 528               | 27.4       | 19.6             | 473               | 27.3       | 33.0             | 695               |
| 16/07/25 | 27.4       | 8.5              | 229               | 28.3       | 6.2              | 35                | 29.6       | 25.2             | 4,370             |
| 16/08/01 | 29.2       | 10.3             | 55                | 31.4       | 37.6             | 1,988             | 31.9       | 31.8             | 8,174             |
| 16/08/08 | 29.4       | 17.2             | 455               | 31.2       | 24.8             | 3,738             | 32.3       | 27.1             | 7,906             |
| 16/08/16 | 30.4       | 16.2             | 475               | 30.4       | 25.6             | 7,187             | 30.5       | 32.1             | 36,250            |
| 16/08/22 | 30.6       | 29.6             | 685               | 31.4       | 9.2              | 3,270             | 31.7       | 44.0             | 73,809            |
| 16/08/25 | —          | —                | —                 | —          | —                | —                 | 31.7       | 41.5             | 134,670           |
| 16/08/29 | 26.1       | 27.5             | 371               | 27.1       | 10.5             | 2,279             | 26.5       | 30.7             | 67,717            |
| 16/09/01 | —          | —                | —                 | —          | —                | —                 | 26.0       | 32.0             | 20,098            |
| 16/09/05 | 24.7       | 21.8             | 199               | 26.1       | 10.8             | 173               | 25.8       | 22.2             | 2,349             |
| 16/09/08 | —          | —                | —                 | —          | —                | —                 | 25.5       | 19.1             | 719               |
| 16/09/12 | 24.1       | 10.2             | 293               | 24.9       | 34.6             | 720               | 24.4       | 35.2             | 1,181             |
| 16/09/19 | 21.7       | 6                | 191               | 22.5       | 5.7              | 172               | 21.4       | 11.8             | 501               |
| 16/09/26 | 21.2       | 14.3             | 234               | 22.2       | 50.8             | 118               | 23.1       | 30.2             | 371               |
| 16/10/04 | 21.8       | 6.2              | 106               | 22.1       | 19.6             | 351               | 23.3       | 46.4             | 819               |
| 16/10/10 | 19.1       | 11.5             | 30                | 20.1       | 8.6              | 172               | 20.0       | 18.4             | 521               |
| 16/10/17 | 19.2       | 21               | 143               | 19.6       | 14.6             | 152               | 19.8       | 31.3             | 154               |
| 16/10/24 | 17.7       | 16.1             | 19                | 18.7       | 58.6             | 18                | 19.4       | 29.0             | 115               |
| 16/10/31 | 14.4       | 33.8             | 143               | 15.9       | 63.0             | 23                | 15.9       | 47.7             | 9                 |
| 16/11/07 | 14.5       | 49.6             | 0                 | 15.1       | 60.4             | 10                | 15.0       | 64.0             | 88                |
| 16/11/14 | 13.3       | 17.6             | 71                | 13.5       | 9.4              | 0                 | 13.4       | 20.1             | 40                |
| 16/11/21 | 12.4       | 10.6             | 0                 | 13.0       | 11.4             | 0                 | 13.6       | 9.9              | 0                 |
| 16/11/28 | 9          | 8.8              | 0                 | 9.7        | 15.7             | 0                 | 9.8        | 11.8             | 1,532             |
| 16/12/05 | 8          | 8.4              | 0                 | 8.7        | 13.8             | 0                 | 9.1        | 9.7              | 1,778             |
| 16/12/12 | 6.4        | 8.0              | 0                 | 7.0        | 10.7             | 0                 | 7.0        | 9.6              | 589               |
| 16/12/19 | 5.8        | 9.0              | 0                 | 5.6        | 11.2             | 0                 | 5.7        | 8.9              | 623               |
| 16/12/26 | 4.9        | 5.4              | 0                 | 5.8        | 11.1             | 0                 | 6.9        | 7.8              | 277               |

안계호, 덕동호

| 조사일시     | 안계호(취수탑)   |                  |                   | 조사일시     | 덕동호(댐앞)    |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|----------|------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/01/04 | 6.9        | 6.3              | 158               | 16/01/04 | 7.3        | 3.0              | 0                 |
| 16/01/11 | 5.9        | 7.7              | 990               | 16/01/11 | 6.2        | 2.7              | 0                 |
| 16/01/18 | 4.6        | 7.2              | 238               | 16/01/18 | 5.8        | 3.0              | 0                 |
| 16/01/25 | 2.6        | 6.6              | 554               | 16/01/25 | 3.1        | 2.9              | 0                 |
| 16/02/01 | 2.5        | 7.9              | 0                 | 16/02/01 | 3.2        | 3.3              | 0                 |
| 16/02/11 | 3.6        | 4.5              | 723               | 16/02/11 | 2.6        | 1.7              | 0                 |
| 16/02/15 | 3.0        | 7.2              | 0                 | 16/02/15 | 3.6        | 2.3              | 0                 |
| 16/02/22 | 4.5        | 5.5              | 376               | 16/02/22 | 4.0        | 2.5              | 0                 |
| 16/02/29 | 4.0        | 8.0              | 119               | 16/02/29 | 4.1        | 3.9              | 0                 |
| 16/03/07 | 4.9        | 11.4             | 0                 | 16/03/07 | 7.9        | 4.5              | 0                 |
| 16/03/14 | 5.8        | 13.9             | 535               | 16/03/14 | 6.3        | 6.3              | 0                 |
| 16/03/21 | 7.1        | 12.8             | 0                 | 16/03/21 | 10.1       | 4.4              | 0                 |
| 16/03/28 | 9.1        | 12.5             | 198               | 16/03/28 | 10.2       | 7.2              | 0                 |
| 16/04/04 | 10.5       | 14.3             | 0                 | 16/04/05 | 10.3       | 10.2             | 0                 |
| 16/04/11 | 11.8       | 13.5             | 0                 | 16/04/11 | 10.0       | 11.2             | 0                 |
| 16/04/18 | 12.2       | 10.6             | 0                 | 16/04/18 | 11.5       | 10.0             | 0                 |
| 16/04/25 | 14.1       | 4.4              | 792               | 16/04/25 | 16.3       | 13.3             | 0                 |
| 16/05/02 | 15.2       | 4.1              | 0                 | 16/05/02 | 15.6       | 9.3              | 0                 |
| 16/05/09 | 17.5       | 12.7             | 0                 | 16/05/09 | 13.7       | 7.8              | 0                 |
| 16/05/16 | 15.1       | 11.2             | 0                 | 16/05/16 | 15.3       | 6.0              | 0                 |
| 16/05/23 | 20.1       | 8.8              | 0                 | 16/05/23 | 15.4       | 4.2              | 0                 |
| 16/05/30 | 20.6       | 17.6             | 0                 | 16/05/30 | 17.1       | 5.1              | 0                 |
| 16/06/07 | 20.5       | 17.6             | 132               | 16/06/07 | 17.3       | 5.3              | 0                 |
| 16/06/13 | 22.3       | 14.2             | 0                 | 16/06/13 | 17.1       | 5.9              | 0                 |
| 16/06/20 | 22.6       | 6.9              | 86                | 16/06/20 | 20.4       | 3.9              | 0                 |
| 16/06/27 | 26.0       | 7.6              | 33                | 16/06/27 | 18.4       | 3.9              | 0                 |



| 조사일시     | 안계호(취수탑)   |                  |                   | 조사일시     | 덕동호(담양)    |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|----------|------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/07/04 | 23.0       | 20.5             | 0                 | 16/07/05 | 17.3       | 4.7              | 20                |
| 16/07/11 | 22.0       | 10.8             | 958               | 16/07/11 | 22.4       | 6.0              | 26                |
| 16/07/18 | 27.0       | 13.2             | 429               | 16/07/18 | 24.2       | 6.2              | 33                |
| 16/07/25 | 25.0       | 3.7              | 0                 | 16/07/25 | 18.6       | 2.9              | 39                |
| 16/08/01 | 27.0       | 4.8              | 482               | 16/08/01 | 20.5       | 7.7              | 42                |
| 16/08/08 | 27.0       | 3.7              | 873               | 16/08/08 | 19.8       | 2.3              | 102               |
| 16/08/16 | 26.0       | 4.4              | 950               | 16/08/16 | 19.5       | 1.7              | 62                |
| 16/08/22 | 27.0       | 3.8              | 813               | 16/08/22 | 23.1       | 5.0              | 596               |
| 16/08/29 | 26.0       | 4.1              | 672               | 16/08/29 | 19.6       | 4.3              | 71                |
| 16/09/05 | 25.0       | 3.1              | 1,603             | 16/09/05 | 19.3       | 6.9              | 10                |
| 16/09/12 | 22.0       | 4.1              | 6,177             | 16/09/12 | 18.7       | 6.6              | 56                |
| 16/09/19 | 22.8       | 4.0              | 713               | 16/09/20 | 20.3       | 10.9             | 25                |
| 16/09/26 | 23.1       | 5.4              | 898               | 16/09/26 | 20.2       | 4.2              | 113               |
| 16/10/04 | 22.5       | 4.1              | 495               | 16/10/04 | 20.9       | 8.9              | 225               |
| 16/10/10 | 20.9       | 4.3              | 522               | 16/10/10 | 미채수        | 미채수              | 미채수               |
| 16/10/17 | 20.5       | 7.1              | 33                | 16/10/17 | 18.7       | 3.7              | 14                |
| 16/10/24 | 19.5       | 9.8              | 79                | 16/10/24 | 17.9       | 9.8              | 9                 |
| 16/10/31 | 17.7       | 8.4              | 0                 | 16/10/31 | 16.2       | 11.9             | 1                 |
| 16/11/07 | 16.2       | 4.6              | 436               | 16/11/07 | 15.6       | 18.2             | 25                |
| 16/11/14 | 15.1       | 5.4              | 20                | 16/11/14 | 16.0       | 14.6             | 32                |
| 16/11/21 | 14.6       | 6.9              | 745               | 16/11/21 | 14.8       | 14.1             | 24                |
| 16/11/28 | 12.2       | 4.6              | 0                 | 16/11/29 | 11.8       | 10.9             | 0                 |
| 16/12/05 | 11.0       | 4.3              | 119               | 16/12/05 | 11.6       | 7.3              | 0                 |
| 16/12/12 | 8.8        | 3.6              | 264               | 16/12/12 | 10.6       | 5.2              | 17                |
| 16/12/19 | 8.0        | 6.8              | 191               | 16/12/19 | 9.1        | 4.1              | 0                 |
| 16/12/26 | 7.6        | 7.8              | 871               | 16/12/26 | 9.5        | 6.1              | 0                 |

## 충주호

| 조사일시     | 충주호(댐앞)    |                  |                   | 충주호(청풍교)   |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/01/05 | 8.4        | 1.1              | 0                 | 8.5        | 2.6              | 0                 |
| 16/01/11 | 7.5        | 0.9              | 0                 | 7.5        | 1.8              | 130               |
| 16/01/18 | 6.8        | 1.3              | 0                 | 6.3        | 1.4              | 0                 |
| 16/01/25 | 6.1        | 0.5              | 0                 | 4.5        | 0.8              | 0                 |
| 16/02/01 | 5.7        | 0.8              | 0                 | 4.3        | 0.5              | 0                 |
| 16/02/11 | 5.6        | 0.8              | 0                 | 3.8        | 1.7              | 0                 |
| 16/02/15 | 5.0        | 0.5              | 0                 | 3.7        | 2.2              | 0                 |
| 16/02/22 | 5.3        | 0.8              | 0                 | 3.8        | 1.6              | 0                 |
| 16/03/02 | 5.5        | 0.8              | 0                 | 4.0        | 3.9              | 0                 |
| 16/03/07 | 5.8        | 3.3              | 0                 | 5.5        | 3.7              | 0                 |
| 16/03/14 | 5.0        | 4.5              | 0                 | 7.2        | 1.4              | 0                 |
| 16/03/21 | 7.6        | 3.9              | 0                 | 9.5        | 3.1              | 0                 |
| 16/03/28 | 7.7        | 3.9              | 0                 | 11.3       | 4.2              | 0                 |
| 16/04/04 | 10.5       | 5.9              | 0                 | 10.5       | 4.0              | 0                 |
| 16/04/11 | 10.7       | 2.8              | 0                 | 11.4       | 3.3              | 0                 |
| 16/04/18 | 8.2        | 4.3              | 0                 | 13.3       | 5.0              | 0                 |
| 16/04/25 | 11.5       | 2.5              | 0                 | 14.0       | 3.0              | 0                 |
| 16/05/02 | 14.3       | 1.4              | 0                 | 16.7       | 2.8              | 0                 |
| 16/05/09 | 13.2       | 0.8              | 0                 | 19.8       | 4.2              | 0                 |
| 16/05/16 | 14.4       | 1.1              | 0                 | 17.7       | 5.6              | 0                 |
| 16/05/23 | 14.5       | 0.9              | 0                 | 23.3       | 5.9              | 0                 |
| 16/06/01 | 14.5       | 0.8              | 0                 | 21.0       | 6.4              | 0                 |
| 16/06/07 | 17.9       | 1.1              | 0                 | 23.6       | 7.5              | 0                 |
| 16/06/13 | 14.9       | 1.1              | 0                 | 24.9       | 5.3              | 0                 |
| 16/06/20 | 15.7       | 1.2              | 0                 | 28.4       | 4.5              | 0                 |
| 16/06/27 | 16.2       | 0.6              | 0                 | 24.7       | 3.3              | 0                 |

| 조사일시     | 충주호(댐앞)    |                  |                   | 충주호(청풍교)   |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/07/04 | 16.7       | 1.1              | 0                 | 미채수        | 미채수              | 미채수               |
| 16/07/11 | 19.5       | 1.1              | 0                 | 24.7       | 3.3              | 0                 |
| 16/07/18 | 23.1       | 1.1              | 0                 | 24.3       | 40.3             | 70                |
| 16/07/25 | 22.1       | 2.8              | 890               | 22.3       | 3.3              | 0                 |
| 16/08/01 | 22.2       | 1.1              | 964               | 25.1       | 4.2              | 0                 |
| 16/08/08 | 26.8       | 1.4              | 31                | 27.6       | 2.8              | 0                 |
| 16/08/17 | 22.8       | 0.5              | 411               | 26.9       | 2.5              | 0                 |
| 16/08/22 | 21.0       | 1.6              | 0                 | 26.6       | 4.2              | 0                 |
| 16/08/30 | 19.9       | 1.7              | 134               | 25.8       | 3.9              | 0                 |
| 16/09/05 | 22.6       | 3.3              | 2,150             | 26.3       | 5.6              | 31                |
| 16/09/12 | 20.4       | 2.5              | 451               | 26.2       | 7.0              | 56                |
| 16/09/19 | 19.5       | 1.4              | 118               | 24.3       | 2.5              | 0                 |
| 16/09/26 | 20.1       | 1.1              | 161               | 23.8       | 3.9              | 0                 |
| 16/10/05 | 19.9       | 1.6              | 50                | 24.1       | 3.8              | 0                 |
| 16/10/10 | 18.1       | 1.2              | 0                 | 22.2       | 1.4              | 0                 |
| 16/10/17 | 17.4       | 0.8              | 0                 | 21.7       | 1.8              | 0                 |
| 16/10/24 | 18.5       | 2.0              | 0                 | 20.2       | 7.8              | 0                 |
| 16/11/02 | 15.7       | 1.9              | 0                 | 18.2       | 11.7             | 0                 |
| 16/11/07 | 15.4       | 3.9              | 0                 | 17.9       | 4.5              | 0                 |
| 16/11/14 | 16.7       | 3.6              | 0                 | 17.4       | 4.1              | 0                 |
| 16/11/21 | 13.4       | 3.3              | 0                 | 14.9       | 3.6              | 0                 |
| 16/11/28 | 12.1       | 2.2              | 0                 | 13.5       | 2.5              | 0                 |
| 16/12/06 | 12.0       | 1.6              | 0                 | 12.3       | 2.2              | 32                |
| 16/12/12 | 11.1       | 0.6              | 0                 | 11.0       | 2.2              | 0                 |
| 16/12/19 | 10.6       | 1.1              | 0                 | 10.6       | 0.7              | 0                 |
| 16/12/27 | 9.3        | 1.8              | 0                 | 8.8        | 2.1              | 0                 |

광교지, 황성호

| 조사일시     | 광교지(취수탑)   |                  |                   | 조사일시     | 황성호(취수탑)   |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|----------|------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/01/04 | 3.5        | 6.1              | 0                 | 16/01/04 | 5.1        | 1.3              | 0                 |
| 16/01/11 | 2.9        | 9.0              | 0                 | 16/01/11 | 3.4        | 0.9              | 0                 |
| 16/01/18 | 1.2        | 50.3             | 0                 | 16/01/18 | 결빙         | 결빙               | 결빙                |
| 16/01/26 | 2.0        | 47.0             | 0                 | 16/01/25 | 결빙         | 결빙               | 결빙                |
| 16/02/03 | 3.7        | 8.1              | 0                 | 16/02/01 | 결빙         | 결빙               | 결빙                |
| 16/02/11 | 미채수        | 미채수              | 미채수               | 16/02/11 | 결빙         | 결빙               | 결빙                |
| 16/02/16 | 2.8        | 10.9             | 0                 | 16/02/15 | 결빙         | 결빙               | 결빙                |
| 16/02/22 | 3.8        | 29.1             | 0                 | 16/02/22 | 결빙         | 결빙               | 결빙                |
| 16/03/02 | 3.8        | 29.8             | 0                 | 16/03/02 | 4.0        | 7.5              | 0                 |
| 16/03/07 | 4.5        | 52.8             | 0                 | 16/03/07 | 6.6        | 4.0              | 0                 |
| 16/03/14 | 5.8        | 30.9             | 0                 | 16/03/15 | 7.8        | 4.2              | 0                 |
| 16/03/21 | 10.9       | 28.7             | 0                 | 16/03/21 | 10.6       | 4.8              | 0                 |
| 16/03/28 | 10.4       | 9.5              | 0                 | 16/03/28 | 11.0       | 4.5              | 0                 |
| 16/04/04 | 12.0       | 8.0              | 0                 | 16/04/05 | 8.9        | 4.3              | 0                 |
| 16/04/12 | 16.1       | 10.8             | 0                 | 16/04/11 | 11.7       | 6.4              | 0                 |
| 16/04/18 | 14.0       | 12.6             | 0                 | 16/04/18 | 9.3        | 1.9              | 0                 |
| 16/04/25 | 16.3       | 23.1             | 0                 | 16/04/25 | 11.7       | 4.5              | 0                 |
| 16/05/02 | 19.1       | 11.1             | 0                 | 16/05/02 | 11.4       | 4.5              | 0                 |
| 16/05/09 | 18.3       | 10.7             | 0                 | 16/05/09 | 15.3       | 4.5              | 0                 |
| 16/05/16 | 21.5       | 72.3             | 0                 | 16/05/16 | 13.8       | 6.4              | 0                 |
| 16/05/23 | 23.4       | 50.4             | 0                 | 16/05/23 | 13.9       | 4.2              | 0                 |
| 16/05/30 | 20.0       | 11.5             | 0                 | 16/05/31 | 13.2       | 3.3              | 0                 |
| 16/06/07 | 24.1       | 17.6             | 0                 | 16/06/07 | 14.3       | 3.6              | 0                 |
| 16/06/13 | 26.1       | 17.5             | 0                 | 16/06/13 | 14.7       | 1.9              | 0                 |
| 16/06/20 | 25.5       | 13.2             | 0                 | 16/06/20 | 21.2       | 2.8              | 0                 |
| 16/06/27 | 26.8       | 14.2             | 620               | 16/06/27 | 19.3       | 2.5              | 0                 |

| 조사일시     | 광교지(취수탑)   |                  |                   | 조사일시     | 황성호(취수탑)   |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|----------|------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/07/04 | 23.4       | 16.6             | 610               | 16/07/04 | 미채수        | 미채수              | 미채수               |
| 16/07/11 | 27.8       | 20.0             | 500               | 16/07/12 | 16.8       | 2.2              | 0                 |
| 16/07/18 | 24.8       | 38.4             | 900               | 16/07/18 | 17.5       | 6.2              | 0                 |
| 16/07/25 | 24.5       | 37.0             | 850               | 16/07/26 | 14.6       | 4.8              | 0                 |
| 16/08/01 | 30.0       | 51.5             | 900               | 16/08/01 | 22.9       | 4.7              | 150               |
| 16/08/08 | 32.9       | 60.2             | 840               | 16/08/08 | 18.4       | 6.6              | 20                |
| 16/08/16 | 30.6       | 51.2             | 780               | 16/08/16 | 19.5       | 4.1              | 0                 |
| 16/08/22 | 30.9       | 32.8             | 350               | 16/08/22 | 27.5       | 4.8              | 0                 |
| 16/08/29 | 21.6       | 18.5             | 850               | 16/08/29 | 20.4       | 3.6              | 0                 |
| 16/09/05 | 25.2       | 11.7             | 750               | 16/09/05 | 18.3       | 4.2              | 121               |
| 16/09/12 | 24.4       | 14.4             | 840               | 16/09/12 | 16.7       | 2.5              | 0                 |
| 16/09/19 | 24.3       | 11.9             | 60                | 16/09/19 | 17.3       | 4.5              | 0                 |
| 16/09/26 | 22.8       | 19.9             | 0                 | 16/09/26 | 13.0       | 2.4              | 585               |
| 16/10/04 | 22.9       | 24.9             | 0                 | 16/10/04 | 18.1       | 2.3              | 111               |
| 16/10/10 | 19.3       | 32.6             | 0                 | 16/10/11 | 16.1       | 0.6              | 0                 |
| 16/10/17 | 18.7       | 30.7             | 0                 | 16/10/17 | 15.6       | 1.1              | 0                 |
| 16/10/24 | 17.1       | 33.0             | 0                 | 16/10/24 | 14.6       | 4.5              | 0                 |
| 16/10/31 | 14.3       | 20.4             | 0                 | 16/10/31 | 15.9       | 8.8              | 0                 |
| 16/11/07 | 13.3       | 18.9             | 0                 | 16/11/07 | 14.7       | 3.1              | 0                 |
| 16/11/14 | 12.3       | 22.3             | 0                 | 16/11/14 | 12.3       | 4.1              | 0                 |
| 16/11/22 | 10.6       | 26.4             | 0                 | 16/11/22 | 11.7       | 4.1              | 0                 |
| 16/11/30 | 7.7        | 33.0             | 0                 | 16/11/28 | 10.1       | 3.3              | 0                 |
| 16/12/05 | 7.6        | 55.3             | 0                 | 16/12/05 | 9.3        | 1.9              | 0                 |
| 16/12/12 | 4.7        | 29.4             | 0                 | 16/12/12 | 미채수        | 미채수              | 미채수               |
| 16/12/19 | 4.6        | 21.6             | 0                 | 16/12/19 | 미채수        | 미채수              | 미채수               |
| 16/12/26 | 4.3        | 18.3             | 0                 | 16/12/26 | 미채수        | 미채수              | 미채수               |

용담호, 옥정호

| 조사일시     | 용담호(댐앞)    |                  |                   | 용담호(취수탑)   |                  |                   | 조사일시     | 옥정호(칠보취수구) |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|----------|------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/01/04 | 6.5        | 1.2              | 0                 | 6.5        | 2.0              | 0                 | 16/01/04 | 5.8        | 3.1              | 0                 |
| 16/01/11 | 5.5        | 1.2              | 0                 | 5.5        | 1.7              | 0                 | 16/01/11 | 4.7        | 2.6              | 50                |
| 16/01/18 | 5.1        | 1.2              | 0                 | 4.8        | 2.0              | 0                 | 16/01/18 | 5.1        | 5.5              | 0                 |
| 16/01/25 | 4.5        | 1.7              | 0                 | 4.5        | 2.4              | 0                 | 16/01/25 | 1.0        | 5.1              | 0                 |
| 16/02/04 | 4.3        | 1.6              | 0                 | 3.9        | 1.4              | 0                 | 16/02/01 | 3.5        | 2.2              | 0                 |
| 16/02/11 | 4.7        | 2.2              | 0                 | 4.8        | 1.2              | 0                 | 16/02/11 | 3.5        | 3.5              | 0                 |
| 16/02/15 | 3.8        | 2.1              | 0                 | 3.9        | 2.0              | 0                 | 16/02/15 | 2.6        | 3.8              | 0                 |
| 16/02/22 | 5.0        | 1.4              | 0                 | 5.1        | 0.5              | 0                 | 16/02/22 | 4.0        | 2.7              | 0                 |
| 16/02/29 | 5.4        | 3.7              | 0                 | 5.4        | 3.8              | 0                 | 16/02/29 | 4.0        | 5.1              | 0                 |
| 16/03/07 | 5.0        | 5.0              | 0                 | 5.1        | 1.6              | 0                 | 16/03/07 | 7.2        | 4.6              | 25                |
| 16/03/14 | 5.0        | 6.8              | 0                 | 4.9        | 3.1              | 0                 | 16/03/14 | 4.7        | 4.5              | 0                 |
| 16/03/21 | 6.2        | 4.3              | 0                 | 6.4        | 4.5              | 0                 | 16/03/21 | 7.3        | 3.9              | 0                 |
| 16/03/28 | 7.8        | 3.0              | 0                 | 7.8        | 4.7              | 0                 | 16/03/28 | 5.9        | 2.5              | 0                 |
| 16/04/05 | 7.7        | 1.6              | 0                 | 7.5        | 2.0              | 0                 | 16/04/04 | 10.0       | 2.0              | 0                 |
| 16/04/12 | 10.5       | 1.0              | 0                 | 10.2       | 2.3              | 0                 | 16/04/11 | 11.0       | 2.4              | 0                 |
| 16/04/19 | 12.4       | 1.0              | 0                 | 11.7       | 1.6              | 0                 | 16/04/18 | 10.4       | 1.4              | 0                 |
| 16/04/25 | 10.1       | 0.5              | 0                 | 10.4       | 1.5              | 0                 | 16/04/25 | 11.5       | 2.5              | 0                 |
| 16/05/02 | 10.1       | 0.4              | 0                 | 10.4       | 1.3              | 0                 | 16/05/02 | 13.2       | 1.2              | 0                 |
| 16/05/09 | 10.3       | 0.9              | 0                 | 10.5       | 0.9              | 0                 | 16/05/09 | 16.3       | 1.6              | 0                 |
| 16/05/17 | 15.1       | 0.8              | 0                 | 14.5       | 1.8              | 0                 | 16/05/16 | 18.3       | 2.7              | 0                 |
| 16/05/23 | 15.7       | 0.9              | 0                 | 15.1       | 0.8              | 0                 | 16/05/23 | 19.4       | 4.8              | 0                 |
| 16/05/30 | 10.2       | 0.7              | 0                 | 10.5       | 0.3              | 0                 | 16/05/30 | 17.6       | 2.9              | 0                 |
| 16/06/08 | 14.3       | 0.7              | 0                 | 14.1       | 0.8              | 0                 | 16/06/08 | 17.8       | 4.0              | 0                 |
| 16/06/13 | 15.6       | 1.4              | 0                 | 15.1       | 0.8              | 0                 | 16/06/13 | 18.3       | 4.0              | 0                 |
| 16/06/20 | 22.3       | 0.4              | 0                 | 20.5       | 1.2              | 0                 | 16/06/20 | 20.6       | 4.5              | 0                 |
| 16/06/28 | 18.8       | 2.2              | 0                 | 18.8       | 1.8              | 0                 | 16/06/27 | 20.8       | 3.2              | 0                 |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 조사일시     | 용담호(댐앞)    |                               |                   | 용담호(취수탑)   |                               |                   | 조사일시     | 옥정호(칠보취수구) |                               |                   |
|----------|------------|-------------------------------|-------------------|------------|-------------------------------|-------------------|----------|------------|-------------------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m <sup>3</sup> ) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m <sup>3</sup> ) | 남조류<br>(cells/mL) |          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m <sup>3</sup> ) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/07/04 | 18.2       | 4.4                           | 0                 | 18.8       | 0.9                           | 0                 | 16/07/04 | 21.4       | 0.6                           | 0                 |
| 16/07/11 | 18.4       | 2.7                           | 0                 | 18.6       | 2.8                           | 0                 | 16/07/11 | 21.0       | 1.2                           | 0                 |
| 16/07/18 | 22.3       | 1.7                           | 167               | 23.1       | 0.7                           | 141               | 16/07/19 | 23.8       | 8.0                           | 0                 |
| 16/07/25 | 25.0       | 1.2                           | 311               | 23.7       | 1.3                           | 269               | 16/07/25 | 26.1       | 7.5                           | 0                 |
| 16/08/01 | 21.3       | 2.8                           | 383               | 19.7       | 2.0                           | 170               | 16/08/01 | 26.5       | 9.7                           | 245               |
| 16/08/08 | 23.6       | 3.6                           | 222               | 23.7       | 2.2                           | 271               | 16/08/08 | 27.4       | 7.0                           | 296               |
| 16/08/16 | 24.8       | 2.5                           | 290               | 21.9       | 2.0                           | 309               | 16/08/16 | 24.6       | 5.6                           | 308               |
| 16/08/22 | 22.8       | 2.3                           | 155               | 22.0       | 1.9                           | 98                | 16/08/22 | 25.3       | 4.8                           | 393               |
| 16/08/29 | 20.9       | 2.9                           | 54                | 21.6       | 2.5                           | 67                | 16/08/29 | 25.4       | 5.6                           | 205               |
| 16/09/05 | 22.3       | 3.5                           | 101               | 21.9       | 2.7                           | 74                | 16/09/05 | 23.8       | 5.3                           | 308               |
| 16/09/12 | 20.7       | 3.6                           | 112               | 20.2       | 3.7                           | 145               | 16/09/12 | 21.6       | 5.8                           | 317               |
| 16/09/19 | 19.1       | 3.6                           | 132               | 18.9       | 5.4                           | 85                | 16/09/19 | 17.5       | 1.3                           | 0                 |
| 16/09/26 | 21.2       | 3.1                           | 43                | 19.7       | 4.0                           | 71                | 16/09/26 | 20.0       | 5.9                           | 280               |
| 16/10/04 | 19.0       | 2.7                           | 29                | 18.9       | 1.6                           | 19                | 16/10/04 | 18.0       | 1.4                           | 0                 |
| 16/10/11 | 17.5       | 2.4                           | 0                 | 18.5       | 2.8                           | 0                 | 16/10/10 | 14.7       | 1.1                           | 0                 |
| 16/10/20 | 18.8       | 2.8                           | 0                 | 18.3       | 2.9                           | 0                 | 16/10/18 | 16.2       | 1.8                           | 27                |
| 16/10/25 | 17.6       | 7.3                           | 0                 | 17.3       | 3.6                           | 0                 | 16/10/24 | 13.1       | 2.1                           | 31                |
| 16/11/01 | 17.1       | 7.2                           | 0                 | 17.2       | 18.9                          | 0                 | 16/11/01 | 10.5       | 1.9                           | 16                |
| 16/11/07 | 16.5       | 7.4                           | 0                 | 16.2       | 12.8                          | 0                 | 16/11/07 | 12.5       | 2.0                           | 59                |
| 16/11/15 | 14.2       | 9.1                           | 0                 | 14.7       | 6.8                           | 0                 | 16/11/14 | 12.5       | 2.7                           | 35                |
| 16/11/22 | 14.0       | 6.8                           | 0                 | 14.1       | 3.5                           | 0                 | 16/11/21 | 10.6       | 2.3                           | 22                |
| 16/11/28 | 14.1       | 6.2                           | 0                 | 14.3       | 3.9                           | 0                 | 16/11/28 | 9.6        | 2.2                           | 21                |
| 16/12/05 | 11.4       | 2.8                           | 0                 | 11.2       | 1.5                           | 0                 | 16/12/05 | 9.7        | 1.0                           | 0                 |
| 16/12/12 | 11.0       | 3.1                           | 0                 | 11.1       | 4.1                           | 0                 | 16/12/12 | 5.7        | 1.6                           | 19                |
| 16/12/19 | 11.2       | 2.8                           | 0                 | 11.5       | 1.6                           | 0                 | 16/12/19 | 8.5        | 2.5                           | 0                 |
| 16/12/27 | 8.2        | 2.0                           | 0                 | 7.6        | 1.5                           | 0                 | 16/12/26 | 8.3        | 2.5                           | 0                 |

공산지

| 조사일시     | 공산지(중앙부)   |                  |                   | 공산지(취수탑)   |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/01/04 | 7.1        | 10.4             | 0                 | 7.3        | 12.4             | 0                 |
| 16/01/11 | 6.1        | 13.3             | 250               | 6.2        | 14.0             | 200               |
| 16/01/18 | 4.5        | 16.7             | 350               | 4.5        | 16.1             | 780               |
| 16/01/25 | 1.4        | 18.1             | 730               | 2.4        | 19.7             | 200               |
| 16/02/01 | 2.4        | 7.7              | 0                 | 2.8        | 6.2              | 0                 |
| 16/02/11 | 2.8        | 6.1              | 100               | 2.8        | 6.2              | 100               |
| 16/02/15 | 3.4        | 6.7              | 400               | 3.6        | 6.2              | 0                 |
| 16/02/22 | 3.6        | 3.1              | 60                | 3.7        | 3.0              | 50                |
| 16/02/29 | 3.7        | 8.1              | 0                 | 3.9        | 7.1              | 0                 |
| 16/03/07 | 7.5        | 13.9             | 30                | 7.4        | 11.6             | 0                 |
| 16/03/14 | 6.3        | 19.4             | 0                 | 6.3        | 19.0             | 0                 |
| 16/03/21 | 7.4        | 30.5             | 0                 | 7.4        | 31.4             | 0                 |
| 16/03/28 | 9.1        | 26.6             | 0                 | 8.9        | 26.8             | 0                 |
| 16/04/04 | 9.6        | 27.5             | 0                 | 9.5        | 25.2             | 0                 |
| 16/04/11 | 10.8       | 36.6             | 0                 | 11.0       | 37.4             | 0                 |
| 16/04/18 | 12.5       | 14.6             | 0                 | 12.1       | 15.5             | 0                 |
| 16/04/25 | 13.2       | 8.3              | 0                 | 13.3       | 9.9              | 0                 |
| 16/05/02 | 16.3       | 10.2             | 0                 | 15.4       | 12.1             | 0                 |
| 16/05/09 | 15.6       | 12.5             | 0                 | 15.4       | 15.9             | 0                 |
| 16/05/16 | 17.2       | 8.3              | 0                 | 16.3       | 7.9              | 0                 |
| 16/05/23 | 18.6       | 8.9              | 0                 | 18.5       | 8.7              | 0                 |
| 16/05/30 | 19.8       | 7.0              | 0                 | 19.6       | 8.9              | 0                 |
| 16/06/07 | 20.4       | 18.3             | 1,100             | 20.2       | 30.1             | 4,700             |
| 16/06/13 | 20.6       | 20.3             | 5,530             | 20.5       | 14.5             | 5,250             |
| 16/06/20 | 23.7       | 22.6             | 3,390             | 22.8       | 16.0             | 2,725             |
| 16/06/27 | 21.7       | 17.5             | 4,200             | 21.8       | 12.6             | 3,350             |



| 조사일시     | 공산지(중앙부)   |                  |                   | 공산지(취수탑)   |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/07/04 | 21.6       | 20.7             | 4,410             | 21.3       | 16.4             | 3,140             |
| 16/07/11 | 21.6       | 3.2              | 0                 | 21.0       | 4.1              | 0                 |
| 16/07/18 | 23.5       | 22.8             | 75                | 22.8       | 12.1             | 0                 |
| 16/07/25 | 24.2       | 37.3             | 360               | 24.0       | 23.1             | 255               |
| 16/08/01 | 26.2       | 32.8             | 945               | 26.1       | 21.3             | 865               |
| 16/08/08 | 24.7       | 21.4             | 1,295             | 25.8       | 19.9             | 3,690             |
| 16/08/16 | 25.0       | 9.4              | 3,465             | 26.8       | 14.1             | 2,735             |
| 16/08/22 | 26.8       | 5.7              | 2,950             | 27.8       | 22.3             | 8,750             |
| 16/08/29 | 25.6       | 15.9             | 2,550             | 25.4       | 32.4             | 5,820             |
| 16/09/05 | 24.3       | 5.4              | 80                | 24.2       | 5.2              | 650               |
| 16/09/12 | 23.1       | 10.4             | 920               | 23.1       | 10.9             | 900               |
| 16/09/19 | 20.6       | 4.0              | 80                | 20.6       | 4.2              | 90                |
| 16/09/26 | 20.0       | 5.5              | 150               | 20.0       | 5.0              | 300               |
| 16/10/04 | 20.6       | 9.2              | 80                | 20.6       | 6.4              | 90                |
| 16/10/10 | 19.2       | 6.8              | 40                | 19.3       | 7.6              | 80                |
| 16/10/17 | 18.4       | 5.9              | 150               | 18.3       | 5.4              | 190               |
| 16/10/24 | 18.2       | 9.0              | 120               | 18.0       | 8.3              | 180               |
| 16/10/31 | 16.2       | 16.9             | 50                | 16.4       | 17.0             | 70                |
| 16/11/07 | 15.2       | 36.8             | 10                | 15.1       | 35.0             | 30                |
| 16/11/14 | 14.4       | 47.4             | 20                | 14.2       | 42.3             | 40                |
| 16/11/21 | 13.6       | 52.0             | 20                | 13.5       | 45.9             | 30                |
| 16/11/28 | 11.4       | 59.0             | 10                | 11.5       | 54.4             | 10                |
| 16/12/05 | 10.1       | 52.8             | 0                 | 10.2       | 45.9             | 0                 |
| 16/12/12 | 8.7        | 23.4             | 0                 | 8.9        | 22.2             | 0                 |
| 16/12/19 | 7.5        | 6.7              | 0                 | 7.5        | 6.4              | 0                 |
| 16/12/26 | 7.3        | 5.5              | 0                 | 7.3        | 5.7              | 0                 |

춘천호, 보령호

| 조사일시     | 춘천호(용산취수장) |                  |                   | 춘천호(춘천댐 상류) |                  |                   | 조사일시     | 보령호(취수탑)   |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|-------------|------------------|-------------------|----------|------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C)  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/01/04 | 7.0        | 3.8              | 0                 | 결빙          | 결빙               | 결빙                | 16/01/05 | 5.8        | 3.7              | 36                |
| 16/01/11 | 6.0        | 2.1              | 0                 | 결빙          | 결빙               | 결빙                | 16/01/11 | 5.5        | 7.4              | 102               |
| 16/01/18 | 7.0        | 3.0              | 0                 | 결빙          | 결빙               | 결빙                | 16/01/18 | 4.9        | 7.0              | 172               |
| 16/01/25 | 2.6        | 3.7              | 0                 | 결빙          | 결빙               | 결빙                | 16/01/26 | 2.7        | 8.7              | 78                |
| 16/02/01 | 3.5        | 2.5              | 0                 | 결빙          | 결빙               | 결빙                | 16/02/01 | 2.3        | 6.6              | 32                |
| 16/02/11 | 미채수        | 미채수              | 미채수               | 결빙          | 결빙               | 결빙                | 16/02/11 | 2.8        | 4.3              | 0                 |
| 16/02/15 | 4.5        | 3.4              | 0                 | 결빙          | 결빙               | 결빙                | 16/02/15 | 2.4        | 5.4              | 0                 |
| 16/02/22 | 5.5        | 3.4              | 0                 | 결빙          | 결빙               | 결빙                | 16/02/22 | 3.1        | 7.7              | 68                |
| 16/02/29 | 4.9        | 2.6              | 0                 | 결빙          | 결빙               | 결빙                | 16/03/02 | 3.6        | 9.5              | 26                |
| 16/03/08 | 7.6        | 3.9              | 0                 | 8.3         | 6.5              | 0                 | 16/03/07 | 6.3        | 15.6             | 0                 |
| 16/03/14 | 6.9        | 6.0              | 0                 | 7.0         | 4.1              | 0                 | 16/03/14 | 5.5        | 21.2             | 0                 |
| 16/03/21 | 7.6        | 6.6              | 0                 | 10.1        | 8.5              | 0                 | 16/03/21 | 6.3        | 23.5             | 124               |
| 16/03/28 | 6.2        | 6.5              | 0                 | 8.5         | 10.2             | 0                 | 16/03/28 | 7.8        | 20.8             | 34                |
| 16/04/04 | 8.5        | 6.2              | 0                 | 8.5         | 6.8              | 0                 | 16/04/04 | 8.9        | 15.8             | 0                 |
| 16/04/11 | 12.1       | 8.3              | 0                 | 11.8        | 7.2              | 0                 | 16/04/11 | 8.8        | 12.9             | 0                 |
| 16/04/18 | 12.3       | 5.9              | 0                 | 12.5        | 8.6              | 0                 | 16/04/18 | 10.6       | 16.5             | 0                 |
| 16/04/25 | 13.3       | 5.6              | 0                 | 미채수         | 미채수              | 미채수               | 16/04/25 | 10.5       | 10.9             | 0                 |
| 16/05/02 | 16.2       | 7.0              | 0                 | 15.6        | 10.1             | 0                 | 16/05/02 | 11.8       | 13.5             | 0                 |
| 16/05/09 | 19.2       | 4.9              | 0                 | 15.8        | 6.3              | 0                 | 16/05/09 | 12.8       | 11.8             | 0                 |
| 16/05/16 | 17.0       | 5.1              | 0                 | 15.8        | 3.7              | 0                 | 16/05/16 | 13.2       | 7.6              | 0                 |
| 16/05/23 | 16.9       | 6.7              | 0                 | 19.1        | 10.1             | 0                 | 16/05/23 | 14.0       | 2.9              | 216               |
| 16/05/30 | 19.3       | 4.3              | 0                 | 19.7        | 5.6              | 0                 | 16/05/30 | 15.4       | 3.2              | 414               |
| 16/06/07 | 19.0       | 5.2              | 0                 | 19.9        | 6.7              | 43                | 16/06/07 | 16.1       | 1.7              | 0                 |
| 16/06/13 | 20.0       | 5.9              | 0                 | 21.6        | 7.0              | 0                 | 16/06/13 | 15.0       | 4.0              | 0                 |
| 16/06/20 | 18.6       | 4.7              | 0                 | 22.7        | 6.3              | 0                 | 16/06/20 | 18.3       | 14.8             | 886               |
| 16/06/27 | 21.8       | 7.1              | 0                 | 22.5        | 8.5              | 0                 | 16/06/27 | 15.4       | 2.0              | 244               |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 조사일시     | 춘천호(용산취수장) |                  |                   | 춘천호(춘천댐 상류) |                  |                   | 조사일시     | 보령호(취수탑)   |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|-------------|------------------|-------------------|----------|------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C)  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/07/04 | 20.3       | 7.6              | 0                 | 23.3        | 4.2              | 0                 | 16/07/04 | 20.1       | 127.8            | 2,042             |
| 16/07/11 | 17.9       | 3.3              | 0                 | 23.0        | 12.0             | 0                 | 16/07/11 | 18.6       | 1.7              | 84                |
| 16/07/18 | 18.0       | 4.7              | 0                 | 25.0        | 11.2             | 25                | 16/07/18 | 20.1       | 5.3              | 108               |
| 16/07/25 | 18.8       | 4.2              | 0                 | 24.8        | 11.7             | 30                | 16/07/25 | 21.5       | 2.3              | 36                |
| 16/08/01 | 27.0       | 4.4              | 0                 | 23.2        | 8.0              | 29                | 16/08/01 | 22.2       | 3.8              | 24                |
| 16/08/08 | 21.8       | 4.5              | 0                 | 24.3        | 8.3              | 20                | 16/08/08 | 24.1       | 3.0              | 172               |
| 16/08/16 | 22.0       | 2.5              | 0                 | 26.5        | 4.0              | 84                | 16/08/16 | 25.8       | 3.1              | 700               |
| 16/08/22 | 23.7       | 4.0              | 0                 | 26.4        | 4.4              | 0                 | 16/08/22 | 25.8       | 2.2              | 860               |
| 16/08/29 | 20.5       | 4.3              | 0                 | 23.5        | 5.4              | 16                | 16/08/29 | 25.2       | 22.5             | 0                 |
| 16/09/05 | 24.0       | 2.9              | 0                 | 24.2        | 2.6              | 0                 | 16/09/05 | 25.8       | 1.2              | 240               |
| 16/09/12 | 21.8       | 2.2              | 0                 | 24.0        | 0.3              | 0                 | 16/09/12 | 24.6       | 3.5              | 126               |
| 16/09/19 | 22.8       | 2.8              | 0                 | 23.0        | 4.2              | 0                 | 16/09/19 | 24.0       | 14.6             | 0                 |
| 16/09/26 | 22.4       | 3.2              | 0                 | 22.5        | 4.0              | 0                 | 16/09/26 | 23.8       | 4.5              | 120               |
| 16/10/04 | 18.0       | 2.9              | 0                 | 22.5        | 5.5              | 0                 | 16/10/04 | 23.4       | 10.6             | 0                 |
| 16/10/10 | 18.0       | 2.8              | 0                 | 20.7        | 3.4              | 0                 | 16/10/10 | 22.7       | 7.2              | 430               |
| 16/10/17 | 14.6       | 3.5              | 0                 | 20.1        | 5.7              | 0                 | 16/10/17 | 22.3       | 6.4              | 48                |
| 16/10/24 | 19.1       | 3.7              | 0                 | 19.3        | 5.0              | 0                 | 16/10/24 | 21.6       | 9.8              | 416               |
| 16/10/31 | 16.6       | 4.4              | 0                 | 16.9        | 5.1              | 0                 | 16/10/31 | 18.3       | 5.4              | 0                 |
| 16/11/07 | 14.5       | 2.4              | 0                 | 14.6        | 5.0              | 0                 | 16/11/07 | 16.4       | 5.1              | 158               |
| 16/11/14 | 11.2       | 3.0              | 0                 | 14.3        | 4.6              | 0                 | 16/11/14 | 15.5       | 3.1              | 0                 |
| 16/11/21 | 9.5        | 2.0              | 0                 | 12.6        | 4.2              | 0                 | 16/11/21 | 13.8       | 9.4              | 158               |
| 16/11/28 | 8.9        | 1.9              | 0                 | 10.0        | 2.9              | 0                 | 16/11/28 | 11.4       | 11.3             | 232               |
| 16/12/05 | 8.2        | 1.7              | 0                 | 9.9         | 2.8              | 0                 | 16/12/05 | 10.3       | 4.7              | 666               |
| 16/12/12 | 7.0        | 1.4              | 0                 | 7.5         | 4.4              | 0                 | 16/12/12 | 8.9        | 15.1             | 582               |
| 16/12/19 | 7.2        | 2.3              | 0                 | 6.6         | 2.7              | 0                 | 16/12/19 | 8.3        | 7.2              | 190               |
| 16/12/26 | 6.2        | 2.3              | 0                 | 6.5         | 2.8              | 0                 | 16/12/26 | 7.1        | 10.7             | 566               |

## 주암호

| 조사일시     | 주암호(댐앞)    |                  |                   | 주암호(신평교)   |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/01/05 | 8.3        | 1.6              | 0                 | 8.4        | 3.7              | 0                 |
| 16/01/12 | 7.5        | 2.2              | 0                 | 7.5        | 4.7              | 0                 |
| 16/01/20 | 6.5        | 1.9              | 0                 | 6.2        | 4.4              | 0                 |
| 16/01/27 | 5.6        | 2.3              | 0                 | 5.2        | 2.6              | 0                 |
| 16/02/02 | 5.2        | 3.2              | 0                 | 4.8        | 4.3              | 0                 |
| 16/02/11 | 5.0        | 3.7              | 0                 | 5.0        | 4.3              | 0                 |
| 16/02/16 | 5.0        | 3.1              | 0                 | 4.7        | 4.5              | 0                 |
| 16/02/23 | 5.0        | 2.7              | 0                 | 5.6        | 4.3              | 0                 |
| 16/03/02 | 6.8        | 2.4              | 0                 | 6.5        | 2.9              | 0                 |
| 16/03/08 | 6.9        | 5.6              | 0                 | 7.8        | 9.7              | 0                 |
| 16/03/15 | 7.2        | 2.4              | 0                 | 7.6        | 4.5              | 0                 |
| 16/03/22 | 10.4       | 8.4              | 0                 | 10.9       | 6.2              | 0                 |
| 16/03/29 | 10.8       | 7.9              | 0                 | 10.7       | 8.0              | 0                 |
| 16/04/05 | 8.1        | 4.0              | 0                 | 10.1       | 4.1              | 0                 |
| 16/04/12 | 8.9        | 3.2              | 0                 | 10.7       | 7.3              | 150               |
| 16/04/18 | 9.1        | 4.8              | 0                 | 11.7       | 6.5              | 0                 |
| 16/04/26 | 10.1       | 2.9              | 0                 | 13.2       | 3.5              | 0                 |
| 16/05/03 | 12.1       | 3.6              | 0                 | 13.0       | 4.2              | 0                 |
| 16/05/09 | 14.6       | 4.7              | 0                 | 14.3       | 6.7              | 0                 |
| 16/05/17 | 16.5       | 1.7              | 0                 | 16.3       | 1.4              | 0                 |
| 16/05/24 | 15.4       | 2.9              | 0                 | 16.7       | 7.8              | 0                 |
| 16/05/31 | 15.6       | 1.8              | 0                 | 17.0       | 2.4              | 0                 |
| 16/06/07 | 18.2       | 1.8              | 0                 | 16.8       | 4.6              | 375               |
| 16/06/14 | 18.2       | 2.3              | 0                 | 18.2       | 2.8              | 275               |
| 16/06/20 | 18.4       | 3.5              | 0                 | 18.3       | 3.1              | 800               |
| 16/06/28 | 20.2       | 2.6              | 200               | 18.8       | 5.2              | 675               |

| 조사일시     | 주암호(담양)    |                  |                   | 주암호(신평교)   |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/07/04 | 21.4       | 4.1              | 725               | 21.8       | 5.6              | 700               |
| 16/07/11 | 21.4       | 2.4              | 575               | 22.7       | 4.8              | 0                 |
| 16/07/19 | 18.6       | 2.4              | 375               | 22.4       | 4.9              | 800               |
| 16/07/26 | 26.4       | 1.7              | 0                 | 25.0       | 2.5              | 0                 |
| 16/08/02 | 23.8       | 1.1              | 0                 | 22.1       | 2.7              | 0                 |
| 16/08/08 | 23.8       | 0.9              | 175               | 23.8       | 2.3              | 150               |
| 16/08/17 | 21.5       | 1.7              | 200               | 24.8       | 2.2              | 0                 |
| 16/08/22 | 21.4       | 1.3              | 0                 | 24.5       | 1.5              | 350               |
| 16/08/30 | 19.4       | 2.0              | 0                 | 24.5       | 5.6              | 175               |
| 16/09/06 | 22.1       | 1.9              | 0                 | 22.5       | 2.4              | 0                 |
| 16/09/12 | 19.2       | 2.4              | 275               | 21.9       | 2.7              | 0                 |
| 16/09/19 | 20.3       | 1.5              | 0                 | 22.7       | 2.3              | 150               |
| 16/09/27 | 22.9       | 2.9              | 425               | 24.0       | 2.6              | 0                 |
| 16/10/04 | 21.8       | 3.6              | 275               | 23.8       | 4.4              | 0                 |
| 16/10/10 | 18.6       | 4.1              | 0                 | 20.7       | 4.0              | 0                 |
| 16/10/18 | 20.3       | 5.0              | 0                 | 20.7       | 3.9              | 0                 |
| 16/10/25 | 17.6       | 7.6              | 0                 | 19.6       | 9.1              | 0                 |
| 16/11/02 | 15.6       | 6.8              | 0                 | 17.3       | 11.5             | 0                 |
| 16/11/07 | 16.4       | 8.1              | 0                 | 18.8       | 10.9             | 0                 |
| 16/11/14 | 15.7       | 8.8              | 0                 | 16.3       | 9.0              | 0                 |
| 16/11/21 | 14.5       | 6.3              | 0                 | 15.9       | 6.3              | 0                 |
| 16/11/29 | 12.8       | 3.0              | 0                 | 14.3       | 4.9              | 0                 |
| 16/12/05 | 12.5       | 2.7              | 0                 | 13.0       | 3.1              | 0                 |
| 16/12/12 | 10.5       | 2.2              | 0                 | 11.6       | 2.9              | 0                 |
| 16/12/19 | 10.4       | 2.1              | 0                 | 10.4       | 2.8              | 0                 |
| 16/12/26 | 9.4        | 1.5              | 0                 | 10.1       | 2.8              | 0                 |

동북호

| 조사일시     | 동북호(취수탑)   |                  |                   | 동북호(중류)    |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/01/05 | 8.8        | 2.8              | 0                 | 8.8        | 3.1              | 0                 |
| 16/01/12 | 7.6        | 3.4              | 0                 | 7.7        | 3.8              | 0                 |
| 16/01/21 | 6.0        | 5.1              | 0                 | 6.2        | 5.2              | 0                 |
| 16/01/26 | 5.3        | 4.5              | 0                 | 5.4        | 4.9              | 0                 |
| 16/02/02 | 8.8        | 5.1              | 0                 | 8.8        | 6.3              | 0                 |
| 16/02/11 | 5.6        | 5.2              | 0                 | 5.3        | 6.6              | 0                 |
| 16/02/16 | 5.1        | 3.1              | 0                 | 5.2        | 3.6              | 0                 |
| 16/02/23 | 5.4        | 3.9              | 0                 | 5.2        | 4.0              | 0                 |
| 16/03/02 | 5.1        | 3.0              | 0                 | 5.3        | 3.0              | 0                 |
| 16/03/08 | 6.7        | 3.9              | 0                 | 6.8        | 7.1              | 0                 |
| 16/03/15 | 6.6        | 3.9              | 0                 | 6.7        | 4.5              | 0                 |
| 16/03/22 | 8.6        | 3.8              | 0                 | 10.3       | 3.8              | 0                 |
| 16/03/29 | 8.1        | 4.3              | 0                 | 9.8        | 3.6              | 0                 |
| 16/04/05 | 7.9        | 1.9              | 0                 | 8.3        | 1.9              | 0                 |
| 16/04/12 | 9.3        | 3.2              | 0                 | 10.6       | 4.8              | 0                 |
| 16/04/19 | 10.9       | 3.2              | 0                 | 11.6       | 4.8              | 0                 |
| 16/04/26 | 13.2       | 5.8              | 0                 | 13.9       | 5.6              | 0                 |
| 16/05/03 | 10.5       | 3.5              | 0                 | 12.2       | 4.4              | 0                 |
| 16/05/10 | 13.7       | 6.3              | 0                 | 14.3       | 4.8              | 0                 |
| 16/05/17 | 15.2       | 4.6              | 250               | 16.2       | 4.3              | 600               |
| 16/05/24 | 15.0       | 2.9              | 900               | 16.2       | 6.1              | 100               |
| 16/06/01 | 13.9       | 3.5              | 950               | 14.8       | 4.0              | 970               |
| 16/06/07 | 16.2       | 1.7              | 500               | 17.4       | 2.1              | 800               |
| 16/06/13 | 18.3       | 1.7              | 200               | 20.0       | 2.7              | 700               |
| 16/06/21 | 19.7       | 3.8              | 650               | 20.2       | 2.9              | 1,100             |
| 16/06/28 | 19.1       | 1.3              | 200               | 20.0       | 1.8              | 325               |

| 조사일시     | 동북호(취수탑)   |                  |                   | 동북호(중류)    |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/07/05 | 17.4       | 2.9              | 400               | 19.3       | 4.1              | 550               |
| 16/07/13 | 22.1       | 3.2              | 400               | 21.8       | 3.2              | 200               |
| 16/07/19 | 21.4       | 3.4              | 200               | 21.8       | 4.6              | 500               |
| 16/07/26 | 22.8       | 1.1              | 100               | 23.2       | 2.8              | 200               |
| 16/08/03 | 19.8       | 3.5              | 0                 | 22.1       | 4.2              | 50                |
| 16/08/09 | 24.1       | 4.9              | 0                 | 24.9       | 4.8              | 0                 |
| 16/08/16 | 23.9       | 6.2              | 0                 | 24.7       | 4.3              | 0                 |
| 16/08/23 | 24.1       | 6.0              | 0                 | 25.2       | 4.2              | 0                 |
| 16/08/30 | 22.7       | 7.0              | 0                 | 23.6       | 6.4              | 0                 |
| 16/09/06 | 23.4       | 6.1              | 0                 | 24.3       | 6.5              | 0                 |
| 16/09/12 | 23.7       | 2.9              | 0                 | 23.9       | 5.5              | 0                 |
| 16/09/20 | 22.5       | 4.6              | 0                 | 22.6       | 3.1              | 0                 |
| 16/09/27 | 23.6       | 4.5              | 0                 | 24.3       | 2.8              | 0                 |
| 16/10/04 | 22.0       | 7.3              | 0                 | 22.4       | 6.1              | 0                 |
| 16/10/11 | 19.9       | 6.1              | 0                 | 20.7       | 4.9              | 0                 |
| 16/10/18 | 20.2       | 6.5              | 0                 | 20.4       | 4.7              | 0                 |
| 16/10/26 | 19.5       | 9.0              | 0                 | 19.6       | 8.2              | 0                 |
| 16/11/01 | 18.2       | 6.9              | 0                 | 18.3       | 6.5              | 0                 |
| 16/11/08 | 16.4       | 7.3              | 0                 | 16.7       | 6.8              | 0                 |
| 16/11/15 | 15.6       | 5.6              | 0                 | 15.6       | 4.5              | 0                 |
| 16/11/22 | 14.9       | 4.3              | 0                 | 14.8       | 3.8              | 0                 |
| 16/11/29 | 12.9       | 4.3              | 0                 | 13.2       | 3.7              | 0                 |
| 16/12/06 | 12.2       | 5.3              | 0                 | 12.2       | 3.9              | 0                 |
| 16/12/14 | 10.5       | 5.2              | 0                 | 10.6       | 3.7              | 0                 |
| 16/12/20 | 10.0       | 5.0              | 0                 | 10.2       | 5.2              | 0                 |
| 16/12/27 | 9.0        | 5.1              | 0                 | 8.8        | 5.6              | 0                 |

## 탐진호

| 조사일시     | 탐진호(댐앞)    |                  |                   | 탐진호(유치천 합류) |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|-------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C)  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/01/04 | 8.0        | 3.7              | 0                 | 7.9         | 2.7              | 0                 |
| 16/01/11 | 7.3        | 3.9              | 0                 | 7.1         | 3.6              | 0                 |
| 16/01/18 | 6.4        | 6.1              | 0                 | 5.8         | 10.7             | 0                 |
| 16/01/28 | 4.9        | 6.1              | 0                 | 4.8         | 4.9              | 0                 |
| 16/02/01 | 4.6        | 6.4              | 0                 | 4.4         | 6.2              | 0                 |
| 16/02/11 | 4.9        | 8.6              | 0                 | 5.2         | 4.9              | 0                 |
| 16/02/15 | 4.3        | 8.9              | 0                 | 4.3         | 8.6              | 0                 |
| 16/02/22 | 4.6        | 7.8              | 0                 | 4.5         | 8.1              | 0                 |
| 16/02/29 | 5.4        | 8.2              | 0                 | 5.0         | 8.6              | 0                 |
| 16/03/07 | 7.2        | 6.0              | 0                 | 8.4         | 2.4              | 0                 |
| 16/03/14 | 6.3        | 8.0              | 0                 | 6.1         | 7.3              | 0                 |
| 16/03/21 | 10.4       | 6.6              | 0                 | 9.3         | 7.4              | 0                 |
| 16/03/28 | 10.8       | 5.2              | 0                 | 9.7         | 6.1              | 0                 |
| 16/04/04 | 9.1        | 5.3              | 0                 | 9.8         | 5.8              | 0                 |
| 16/04/11 | 10.4       | 6.0              | 0                 | 11.6        | 6.0              | 0                 |
| 16/04/18 | 11.8       | 6.2              | 0                 | 11.0        | 5.9              | 0                 |
| 16/04/25 | 13.3       | 4.2              | 0                 | 14.5        | 4.5              | 0                 |
| 16/05/02 | 14.3       | 5.8              | 0                 | 14.8        | 6.2              | 0                 |
| 16/05/10 | 12.3       | 6.1              | 0                 | 13.8        | 6.3              | 0                 |
| 16/05/16 | 14.1       | 4.6              | 0                 | 15.2        | 6.5              | 0                 |
| 16/05/23 | 15.8       | 3.6              | 0                 | 17.4        | 4.7              | 0                 |
| 16/05/30 | 18.2       | 2.4              | 0                 | 16.8        | 2.0              | 0                 |
| 16/06/08 | 16.2       | 1.1              | 0                 | 15.8        | 1.1              | 0                 |
| 16/06/13 | 18.2       | 1.6              | 0                 | 18.0        | 2.3              | 0                 |
| 16/06/21 | 19.7       | 5.4              | 0                 | 18.2        | 3.9              | 0                 |
| 16/06/27 | 17.2       | 2.8              | 0                 | 16.8        | 3.6              | 0                 |



| 조사일시     | 탐진호(담양)    |                  |                   | 탐진호(유치천 합류) |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|-------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C)  | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/07/05 | 18.7       | 1.3              | 0                 | 18.4        | 1.3              | 0                 |
| 16/07/13 | 20.5       | 2.3              | 0                 | 19.9        | 1.6              | 0                 |
| 16/07/18 | 22.8       | 2.0              | 0                 | 21.2        | 2.1              | 0                 |
| 16/07/25 | 20.9       | 2.2              | 0                 | 21.9        | 2.0              | 0                 |
| 16/08/01 | 21.2       | 1.8              | 0                 | 21.2        | 2.7              | 0                 |
| 16/08/10 | 21.1       | 2.3              | 0                 | 22.0        | 2.4              | 0                 |
| 16/08/16 | 21.7       | 2.4              | 0                 | 21.7        | 2.9              | 150               |
| 16/08/23 | 21.9       | 2.1              | 0                 | 22.3        | 2.6              | 0                 |
| 16/08/29 | 18.6       | 5.0              | 0                 | 19.0        | 4.8              | 0                 |
| 16/09/05 | 20.4       | 4.3              | 0                 | 19.2        | 3.5              | 0                 |
| 16/09/12 | 15.9       | 3.8              | 425               | 17.0        | 4.6              | 0                 |
| 16/09/20 | 16.8       | 2.8              | 0                 | 17.5        | 4.4              | 0                 |
| 16/09/26 | 16.7       | 5.5              | 0                 | 19.1        | 3.8              | 0                 |
| 16/10/04 | 18.4       | 4.2              | 0                 | 17.1        | 4.5              | 0                 |
| 16/10/11 | 14.9       | 5.7              | 0                 | 17.0        | 6.0              | 0                 |
| 16/10/17 | 16.8       | 3.0              | 0                 | 16.8        | 5.1              | 0                 |
| 16/10/24 | 17.4       | 6.2              | 0                 | 17.5        | 10.1             | 0                 |
| 16/10/31 | 14.5       | 7.8              | 0                 | 14.3        | 7.1              | 0                 |
| 16/11/08 | 13.3       | 5.8              | 0                 | 14.5        | 7.9              | 0                 |
| 16/11/15 | 13.7       | 5.2              | 0                 | 13.6        | 7.7              | 0                 |
| 16/11/22 | 14.3       | 7.8              | 0                 | 14.8        | 6.7              | 0                 |
| 16/11/29 | 14.5       | 6.0              | 0                 | 12.8        | 6.1              | 0                 |
| 16/12/06 | 9.8        | 5.4              | 0                 | 10.0        | 6.8              | 0                 |
| 16/12/13 | 10.6       | 4.1              | 0                 | 9.5         | 4.5              | 0                 |
| 16/12/20 | 9.2        | 3.4              | 0                 | 9.3         | 2.9              | 0                 |
| 16/12/27 | 7.8        | 2.8              | 0                 | 8.6         | 3.0              | 0                 |

## 남강호

| 조사일시     | 남강호(진양호) (내동) |                  |                   | 남강호(진양호) (판문) |                  |                   |
|----------|---------------|------------------|-------------------|---------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C)    | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C)    | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/01/04 | 5.1           | 5.8              | 17                | 5.3           | 5.0              | 85                |
| 16/01/11 | 5.8           | 8.0              | 0                 | 6.1           | 8.5              | 0                 |
| 16/01/18 | 5.1           | 8.1              | 0                 | 5.7           | 8.0              | 0                 |
| 16/01/25 | 1.8           | 10.1             | 0                 | 1.9           | 5.2              | 0                 |
| 16/02/01 | 3.2           | 9.9              | 0                 | 2.8           | 6.5              | 0                 |
| 16/02/12 | 미채수           | 미채수              | 미채수               | 미채수           | 미채수              | 미채수               |
| 16/02/15 | 2.4           | 12.8             | 0                 | 2.4           | 7.3              | 0                 |
| 16/02/22 | 3.2           | 14.3             | 0                 | 3.6           | 6.6              | 0                 |
| 16/02/29 | 5.8           | 8.6              | 0                 | 5.5           | 7.7              | 0                 |
| 16/03/07 | 8.9           | 7.1              | 0                 | 8.9           | 6.0              | 0                 |
| 16/03/14 | 8.4           | 9.6              | 0                 | 8.3           | 5.8              | 0                 |
| 16/03/21 | 9.6           | 13.1             | 0                 | 8.8           | 7.7              | 0                 |
| 16/03/28 | 10.4          | 10.4             | 0                 | 9.5           | 12.7             | 0                 |
| 16/04/04 | 10.9          | 10.0             | 0                 | 12.5          | 10.4             | 0                 |
| 16/04/11 | 13.4          | 9.5              | 0                 | 13.8          | 9.7              | 0                 |
| 16/04/18 | 15.4          | 10.1             | 0                 | 17.6          | 6.6              | 0                 |
| 16/04/25 | 11.4          | 5.4              | 0                 | 12.0          | 5.0              | 0                 |
| 16/05/02 | 17.2          | 7.4              | 0                 | 16.1          | 13.4             | 0                 |
| 16/05/11 | 16.5          | 10.1             | 0                 | 17.0          | 12.4             | 0                 |
| 16/05/16 | 19.5          | 12.2             | 0                 | 19.2          | 16.9             | 0                 |
| 16/05/23 | 19.8          | 13.7             | 0                 | 20.0          | 18.9             | 0                 |
| 16/05/30 | 19.5          | 26.3             | 242               | 19.2          | 18.8             | 0                 |
| 16/06/07 | 22.3          | 14.7             | 144               | 22.4          | 22.4             | 0                 |
| 16/06/13 | 23.1          | 9.1              | 601               | 23.4          | 12.6             | 790               |
| 16/06/20 | 24.5          | 8.2              | 725               | 25.3          | 7.5              | 884               |
| 16/06/27 | 25.3          | 7.5              | 977               | 25.6          | 7.2              | 915               |

| 조사일시     | 남강호(진양호) (내동) |                  |                   | 남강호(진양호) (판문) |                  |                   |
|----------|---------------|------------------|-------------------|---------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C)    | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C)    | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/07/04 | 24.2          | 6.7              | 259               | 24.0          | 7.6              | 243               |
| 16/07/11 | 23.3          | 9.1              | 108               | 23.0          | 22.6             | 168               |
| 16/07/18 | 24.2          | 13.2             | 0                 | 23.0          | 20.9             | 892               |
| 16/07/25 | 25.0          | 10.3             | 0                 | 24.1          | 10.6             | 2,098             |
| 16/08/01 | 26.2          | 8.3              | 527               | 25.4          | 7.9              | 493               |
| 16/08/08 | 27.2          | 11.3             | 1,955             | 25.2          | 12.3             | 2,958             |
| 16/08/15 | 29.4          | 11.4             | 3,187             | 29.2          | 12.8             | 3,723             |
| 16/08/22 | 29.1          | 11.5             | 2,499             | 26.7          | 9.9              | 2,856             |
| 16/08/30 | 26.8          | 19.5             | 2,805             | 26.7          | 20.6             | 2,677             |
| 16/09/05 | 24.6          | 18.2             | 977               | 24.5          | 15.2             | 935               |
| 16/09/12 | 24.5          | 15.9             | 901               | 24.3          | 17.0             | 765               |
| 16/09/19 | 22.3          | 9.4              | 340               | 21.9          | 9.2              | 425               |
| 16/09/26 | 21.0          | 12.7             | 357               | 20.8          | 20.6             | 323               |
| 16/10/04 | 21.4          | 22.8             | 51                | 21.0          | 22.6             | 119               |
| 16/10/10 | 19.6          | 12.7             | 102               | 19.5          | 11.5             | 0                 |
| 16/10/17 | 18.1          | 29.5             | 0                 | 18.0          | 16.6             | 34                |
| 16/10/25 | 17.8          | 17.6             | 0                 | 17.6          | 41.6             | 255               |
| 16/10/31 | 17.0          | 9.4              | 0                 | 16.8          | 23.0             | 0                 |
| 16/11/07 | 15.2          | 10.6             | 148               | 15.3          | 12.8             | 21                |
| 16/11/14 | 14.1          | 17.0             | 0                 | 14.2          | 21.1             | 0                 |
| 16/11/22 | 13.4          | 7.7              | 0                 | 13.4          | 8.2              | 0                 |
| 16/11/28 | 11.4          | 5.8              | 0                 | 11.4          | 7.1              | 0                 |
| 16/12/05 | 9.9           | 4.3              | 0                 | 10.1          | 4.5              | 0                 |
| 16/12/12 | 8.6           | 4.7              | 0                 | 8.7           | 7.3              | 0                 |
| 16/12/20 | 7.3           | 3.9              | 0                 | 7.5           | 10.1             | 0                 |
| 16/12/27 | 7.2           | 3.8              | 0                 | 7.1           | 5.0              | 0                 |

사연호

| 조사일시     | 사연호(취수탑)   |                  |                   | 사연호(반연리)   |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/01/05 | 6.1        | 0.9              | 0                 | 5.9        | 1.6              | 0                 |
| 16/01/12 | 5.5        | 1.0              | 0                 | 5.6        | 1.4              | 0                 |
| 16/01/18 | 4.3        | 1.2              | 0                 | 5.4        | 1.5              | 0                 |
| 16/01/26 | 결빙         | 결빙               | 결빙                | 결빙         | 결빙               | 결빙                |
| 16/02/01 | 2.4        | 1.2              | 85                | 2.9        | 1.8              | 119               |
| 16/02/11 | 2.6        | 0.8              | 153               | 2.8        | 1.5              | 204               |
| 16/02/16 | 3.9        | 1.5              | 221               | 4.0        | 2.4              | 238               |
| 16/02/22 | 4.5        | 3.0              | 85                | 5.0        | 2.0              | 110               |
| 16/03/03 | 5.8        | 4.7              | 59                | 6.2        | 4.2              | 306               |
| 16/03/07 | 8.7        | 5.6              | 127               | 8.3        | 6.2              | 136               |
| 16/03/14 | 7.4        | 12.8             | 119               | 8.0        | 7.9              | 110               |
| 16/03/21 | 9.8        | 14.8             | 357               | 9.8        | 12.2             | 102               |
| 16/03/28 | 10.7       | 6.9              | 173               | 11.0       | 4.8              | 198               |
| 16/04/05 | 8.9        | 2.7              | 209               | 9.5        | 3.8              | 0                 |
| 16/04/11 | 10.3       | 12.4             | 0                 | 10.6       | 8.0              | 0                 |
| 16/04/18 | 11.7       | 10.6             | 0                 | 11.8       | 9.4              | 0                 |
| 16/04/26 | 10.3       | 5.7              | 85                | 12.3       | 5.6              | 738               |
| 16/05/02 | 11.8       | 3.0              | 0                 | 15.7       | 6.6              | 0                 |
| 16/05/09 | 13.6       | 5.2              | 0                 | 15.7       | 7.0              | 0                 |
| 16/05/17 | 13.9       | 6.7              | 0                 | 15.3       | 7.6              | 0                 |
| 16/05/23 | 16.9       | 3.5              | 306               | 16.5       | 11.1             | 204               |
| 16/05/30 | 13.3       | 9.6              | 0                 | 14.2       | 9.6              | 0                 |
| 16/06/07 | 12.1       | 7.8              | 0                 | 17.3       | 7.4              | 0                 |
| 16/06/13 | 13.8       | 6.6              | 0                 | 20.0       | 6.2              | 0                 |
| 16/06/20 | 14.2       | 5.0              | 0                 | 19.5       | 8.2              | 0                 |
| 16/06/27 | 14.5       | 8.7              | 0                 | 25.9       | 12.9             | 0                 |

| 조사일시     | 사연호(취수탑)   |                  |                   | 사연호(반연리)   |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/07/05 | 13.4       | 6.5              | 0                 | 20.8       | 8.3              | 0                 |
| 16/07/11 | 15.4       | 4.6              | 420               | 22.8       | 9.8              | 892               |
| 16/07/18 | 15.3       | 5.0              | 2,128             | 17.5       | 7.1              | 2,264             |
| 16/07/25 | 16.3       | 4.2              | 864               | 20.4       | 14.7             | 960               |
| 16/08/01 | 19.6       | 4.3              | 2,445             | 20.9       | 8.0              | 4,198             |
| 16/08/08 | 16.4       | 3.3              | 3,525             | 22.3       | 9.2              | 3,809             |
| 16/08/16 | 16.3       | 3.8              | 1,900             | 21.9       | 5.5              | 1,884             |
| 16/08/22 | 16.4       | 3.4              | 963               | 20.9       | 4.8              | 1,113             |
| 16/08/29 | 14.8       | 5.1              | 350               | 23.0       | 7.1              | 529               |
| 16/09/06 | 16.7       | 9.2              | 976               | 22.4       | 8.9              | 305               |
| 16/09/13 | 16.0       | 13.1             | 696               | 22.2       | 9.5              | 866               |
| 16/09/21 | 16.3       | 5.1              | 968               | 20.7       | 6.1              | 824               |
| 16/09/28 | 16.5       | 9.4              | 894               | 20.8       | 13.1             | 744               |
| 16/10/04 | 16.6       | 14.8             | 132               | 21.3       | 20.7             | 350               |
| 16/10/10 | 19.0       | 14.9             | 221               | 19.4       | 14.9             | 153               |
| 16/10/18 | 15.6       | 13.0             | 255               | 19.1       | 25.1             | 952               |
| 16/10/25 | 14.8       | 4.2              | 16                | 18.1       | 12.2             | 0                 |
| 16/10/31 | 13.7       | 5.6              | 0                 | 17.0       | 8.9              | 0                 |
| 16/11/07 | 13.7       | 9.3              | 0                 | 15.2       | 12.4             | 0                 |
| 16/11/14 | 11.9       | 9.1              | 0                 | 15.2       | 18.7             | 0                 |
| 16/11/21 | 11.7       | 13.9             | 177               | 13.6       | 18.4             | 0                 |
| 16/11/28 | 10.7       | 8.5              | 177               | 11.0       | 9.8              | 0                 |
| 16/12/05 | 9.3        | 3.7              | 0                 | 9.9        | 6.0              | 0                 |
| 16/12/12 | 8.4        | 3.0              | 0                 | 8.4        | 6.6              | 0                 |
| 16/12/20 | 7.0        | 8.9              | 0                 | 7.5        | 7.3              | 0                 |
| 16/12/27 | 7.4        | 5.5              | 0                 | 7.4        | 3.0              | 0                 |

## 회야호

| 조사일시     | 회야호(취수탑)   |                  |                   | 회야호(방류구)   |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/01/04 | 7.3        | 1.3              | 0                 | 7.4        | 1.8              | 0                 |
| 16/01/11 | 6.1        | 2.0              | 0                 | 6.2        | 1.2              | 0                 |
| 16/01/18 | 5.7        | 4.0              | 0                 | 6.0        | 5.0              | 0                 |
| 16/01/25 | 3.4        | 7.6              | 0                 | 2.2        | 4.4              | 0                 |
| 16/02/01 | 2.0        | 1.4              | 0                 | 2.4        | 1.7              | 0                 |
| 16/02/11 | 3.7        | 2.9              | 0                 | 4.0        | 2.7              | 0                 |
| 16/02/15 | 4.7        | 3.0              | 0                 | 4.8        | 3.5              | 0                 |
| 16/02/22 | 5.5        | 5.4              | 0                 | 5.4        | 2.3              | 0                 |
| 16/02/29 | 6.0        | 2.7              | 0                 | 6.1        | 6.1              | 0                 |
| 16/03/07 | 9.0        | 2.4              | 0                 | 9.2        | 18.8             | 0                 |
| 16/03/14 | 8.1        | 5.8              | 0                 | 8.1        | 7.0              | 0                 |
| 16/03/21 | 10.3       | 3.8              | 0                 | 10.6       | 2.5              | 0                 |
| 16/03/28 | 11.0       | 0.8              | 0                 | 10.8       | 1.1              | 0                 |
| 16/04/04 | 13.1       | 0.6              | 0                 | 12.1       | 0.7              | 0                 |
| 16/04/11 | 13.0       | 4.1              | 0                 | 12.9       | 0.6              | 0                 |
| 16/04/18 | 14.0       | 1.8              | 0                 | 14.1       | 1.5              | 0                 |
| 16/04/25 | 15.6       | 2.8              | 0                 | 15.4       | 1.5              | 0                 |
| 16/05/02 | 18.2       | 1.1              | 0                 | 18.8       | 3.6              | 0                 |
| 16/05/09 | 18.2       | 1.2              | 0                 | 18.3       | 2.0              | 0                 |
| 16/05/16 | 18.7       | 9.4              | 0                 | 19.0       | 2.2              | 0                 |
| 16/05/23 | 22.0       | 3.4              | 0                 | 22.7       | 2.2              | 0                 |
| 16/05/30 | 22.9       | 1.8              | 0                 | 23.5       | 3.6              | 0                 |
| 16/06/07 | 22.0       | 3.4              | 0                 | 22.3       | 1.5              | 0                 |
| 16/06/13 | 23.5       | 1.1              | 0                 | 23.2       | 0.4              | 0                 |
| 16/06/20 | 26.6       | 0.7              | 0                 | 26.7       | 1.3              | 0                 |
| 16/06/27 | 25.1       | 1.6              | 200               | 25.3       | 2.6              | 50                |

| 조사일시     | 회야호(취수탑)   |                  |                   | 회야호(방류구)   |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/07/04 | 23.9       | 6.4              | 200               | 20.5       | 17.2             | 250               |
| 16/07/11 | 26.8       | 8.8              | 300               | 28.4       | 12.3             | 350               |
| 16/07/18 | 24.5       | 10.4             | 750               | 25.9       | 3.1              | 700               |
| 16/07/25 | 27.0       | 2.6              | 500               | 26.8       | 4.7              | 700               |
| 16/08/01 | 29.4       | 13.3             | 350               | 28.6       | 14.0             | 700               |
| 16/08/08 | 28.1       | 10.6             | 850               | 30.1       | 7.8              | 780               |
| 16/08/16 | 28.2       | 11.5             | 960               | 28.2       | 11.9             | 900               |
| 16/08/22 | 27.4       | 16.5             | 850               | 28.0       | 7.3              | 800               |
| 16/08/29 | 26.4       | 15.9             | 810               | 26.5       | 13.4             | 790               |
| 16/09/05 | 24.0       | 7.1              | 650               | 24.7       | 7.7              | 620               |
| 16/09/12 | 24.0       | 3.3              | 260               | 23.5       | 7.1              | 150               |
| 16/09/19 | 22.5       | 2.3              | 250               | 21.6       | 2.6              | 140               |
| 16/09/26 | 22.9       | 15.2             | 480               | 22.7       | 11.4             | 450               |
| 16/10/04 | 22.3       | 6.1              | 180               | 22.1       | 11.2             | 440               |
| 16/10/10 | 19.7       | 3.0              | 0                 | 19.6       | 2.1              | 0                 |
| 16/10/17 | 19.8       | 0.9              | 0                 | 19.7       | 1.2              | 0                 |
| 16/10/24 | 18.4       | 0.4              | 0                 | 18.4       | 0.5              | 0                 |
| 16/10/31 | 17.5       | 0.3              | 0                 | 17.5       | 0.2              | 0                 |
| 16/11/07 | 15.8       | 0.8              | 0                 | 15.7       | 0.4              | 0                 |
| 16/11/14 | 15.1       | 1.9              | 0                 | 15.0       | 5.8              | 0                 |
| 16/11/21 | 14.5       | 1.5              | 0                 | 14.5       | 5.5              | 0                 |
| 16/11/28 | 12.2       | 0.5              | 0                 | 12.3       | 0.4              | 0                 |
| 16/12/05 | 11.2       | 0.3              | 0                 | 11.2       | 0.2              | 0                 |
| 16/12/12 | 9.7        | 0.2              | 0                 | 9.6        | 0.2              | 0                 |
| 16/12/19 | 8.7        | 0.2              | 0                 | 8.5        | 0.4              | 0                 |
| 16/12/26 | 9.5        | 8.6              | 0                 | 9.3        | 1.9              | 0                 |

## 진전지

| 조사일시     | 진전지(상류)    |                  |                   | 진전지(하류)    |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/01/04 | 9.0        | 0.5              | 0                 | 9.0        | 2.8              | 0                 |
| 16/01/11 | 8.0        | 1.6              | 0                 | 8.0        | 0.3              | 0                 |
| 16/01/18 | 5.0        | 0.9              | 0                 | 5.0        | 2.5              | 0                 |
| 16/01/25 | 5.0        | 0.9              | 0                 | 5.0        | 1.5              | 0                 |
| 16/02/01 | 4.0        | 2.0              | 0                 | 4.0        | 1.2              | 0                 |
| 16/02/11 | 4.0        | 3.0              | 0                 | 4.0        | 0.7              | 0                 |
| 16/02/15 | 4.0        | 2.8              | 0                 | 4.0        | 0.0              | 0                 |
| 16/02/22 | 5.0        | 3.1              | 0                 | 5.0        | 0.0              | 0                 |
| 16/02/29 | 5.0        | 0.1              | 0                 | 5.0        | 2.2              | 0                 |
| 16/03/07 | 5.0        | 0.9              | 0                 | 5.0        | 2.5              | 0                 |
| 16/03/14 | 5.0        | 3.1              | 0                 | 5.0        | 0.1              | 0                 |
| 16/03/21 | 5.0        | 1.7              | 0                 | 5.0        | 0.3              | 0                 |
| 16/03/28 | 5.0        | 2.3              | 0                 | 5.0        | 1.2              | 0                 |
| 16/04/04 | 5.0        | 1.6              | 0                 | 5.0        | 1.3              | 0                 |
| 16/04/11 | 5.0        | 2.3              | 0                 | 5.0        | 1.6              | 0                 |
| 16/04/18 | 5.0        | 2.2              | 0                 | 5.0        | 1.7              | 0                 |
| 16/04/25 | 10.0       | 3.4              | 0                 | 10.0       | 0.7              | 0                 |
| 16/05/02 | 10.0       | 0.6              | 0                 | 10.0       | 1.0              | 0                 |
| 16/05/09 | 12.0       | 3.3              | 0                 | 12.0       | 0.1              | 0                 |
| 16/05/16 | 12.0       | 2.6              | 0                 | 12.0       | 0.4              | 0                 |
| 16/05/23 | 10.0       | 0.4              | 0                 | 10.0       | 0.6              | 0                 |
| 16/05/30 | 15.0       | 0.5              | 0                 | 15.0       | 2.0              | 0                 |
| 16/06/07 | 14.0       | 1.3              | 0                 | 14.0       | 0.2              | 0                 |
| 16/06/13 | 17.0       | 3.2              | 0                 | 17.0       | 0.4              | 0                 |
| 16/06/20 | 16.0       | 0.6              | 0                 | 16.0       | 8.6              | 0                 |
| 16/06/27 | 16.0       | 0.1              | 0                 | 16.0       | 14.3             | 0                 |



| 조사일시     | 진전지(상류)    |                  |                   | 진전지(하류)    |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/07/04 | 16.0       | 0.8              | 0                 | 16.0       | 15.9             | 0                 |
| 16/07/11 | 21.0       | 1.0              | 0                 | 21.0       | 11.7             | 0                 |
| 16/07/18 | 22.0       | 0.5              | 0                 | 22.0       | 9.8              | 0                 |
| 16/07/25 | 23.0       | 8.7              | 0                 | 23.0       | 0.7              | 0                 |
| 16/08/01 | 24.0       | 0.5              | 0                 | 24.0       | 7.7              | 0                 |
| 16/08/08 | 26.0       | 0.6              | 0                 | 26.0       | 8.1              | 0                 |
| 16/08/16 | 24.0       | 1.0              | 0                 | 24.0       | 7.8              | 0                 |
| 16/08/22 | 27.0       | 0.9              | 0                 | 27.0       | 16.6             | 0                 |
| 16/08/29 | 24.0       | 1.2              | 0                 | 24.0       | 12.2             | 0                 |
| 16/09/05 | 24.0       | 0.2              | 0                 | 24.0       | 1.9              | 0                 |
| 16/09/12 | 20.0       | 4.1              | 0                 | 20.0       | 9.3              | 0                 |
| 16/09/19 | 20.0       | 0.6              | 0                 | 20.0       | 1.4              | 0                 |
| 16/09/26 | 19.0       | 0.8              | 0                 | 19.0       | 2.0              | 0                 |
| 16/10/04 | 20.0       | 0.2              | 0                 | 20.0       | 4.6              | 0                 |
| 16/10/10 | 19.0       | 1.0              | 0                 | 19.0       | 2.4              | 0                 |
| 16/10/17 | 19.0       | 0.7              | 0                 | 19.0       | 4.6              | 0                 |
| 16/10/24 | 17.0       | 0.0              | 0                 | 17.0       | 4.3              | 0                 |
| 16/10/31 | 16.0       | 7.7              | 0                 | 16.0       | 2.1              | 0                 |
| 16/11/07 | 16.0       | 2.5              | 0                 | 16.0       | 6.8              | 0                 |
| 16/11/14 | 15.0       | 0.2              | 0                 | 15.0       | 1.2              | 0                 |
| 16/11/21 | 15.0       | 10.6             | 0                 | 15.0       | 3.4              | 0                 |
| 16/11/28 | 15.0       | 1.2              | 0                 | 15.0       | 1.7              | 0                 |
| 16/12/05 | 15.0       | 3.2              | 0                 | 15.0       | 1.3              | 0                 |
| 16/12/12 | 15.0       | 2.3              | 0                 | 15.0       | 1.6              | 0                 |
| 16/12/19 | 13.0       | 0.4              | 0                 | 13.0       | 1.0              | 0                 |
| 16/12/26 | 7.0        | 2.8              | 0                 | 7.0        | 0.4              | 0                 |

## 한강

| 조사일시     | 한강(미사대교)   |                  |                   | 한강(강동대교)   |                  |                   | 한강(광진교)    |                  |                   | 한강(잠실철교)   |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/01/04 | 4.1        | 18.9             | 0                 | 4.1        | 14.8             | 0                 | 3.8        | 20.9             | 0                 | 4.2        | 21.5             | 0                 |
| 16/01/11 | 3.2        | 21.4             | 0                 | 3.0        | 19.3             | 0                 | 1.7        | 19.8             | 0                 | 2.8        | 19.8             | 0                 |
| 16/01/18 | 2.4        | 22.4             | 0                 | 2.2        | 16.5             | 0                 | 1.5        | 28.3             | 0                 | 1.2        | 27.1             | 0                 |
| 16/01/25 | 2.3        | 19.7             | 0                 | 2.4        | 12.2             | 0                 | 1.5        | 23.0             | 0                 | 2.8        | 25.4             | 0                 |
| 16/02/01 | 2.4        | 13.8             | 0                 | 2.6        | 12.7             | 0                 | 3.0        | 29.6             | 0                 | 3.6        | 27.6             | 0                 |
| 16/02/08 | 미채수        | 미채수              | 미채수               | 미채수        | 미채수              | 미채수               | 미채수        | 미채수              | 미채수               | 미채수        | 미채수              | 미채수               |
| 16/02/15 | 4.9        | 16.5             | 0                 | 5.4        | 13.9             | 0                 | 1.8        | 11.1             | 0                 | 4.1        | 9.7              | 0                 |
| 16/02/22 | 3.8        | 11.2             | 0                 | 4.0        | 15.3             | 0                 | 2.9        | 23.9             | 0                 | 4.3        | 18.6             | 0                 |
| 16/02/29 | 4.0        | 14.5             | 0                 | 3.2        | 13.6             | 0                 | 3.2        | 22.5             | 0                 | 3.5        | 20.2             | 0                 |
| 16/03/07 | 5.6        | 35.7             | 0                 | 5.7        | 27.2             | 0                 | 6.1        | 22.8             | 0                 | 7.2        | 20.2             | 0                 |
| 16/03/14 | 8.3        | 20.2             | 0                 | 7.3        | 26.2             | 0                 | 5.6        | 29.8             | 0                 | 6.3        | 33.3             | 0                 |
| 16/03/21 | 9.3        | 34.6             | 0                 | 10.1       | 41.2             | 0                 | 9.5        | 49.6             | 0                 | 10.5       | 54.7             | 0                 |
| 16/03/28 | 8.8        | 15.7             | 0                 | 10.5       | 17.2             | 0                 | 9.2        | 33.5             | 0                 | 9.1        | 23.0             | 0                 |
| 16/04/04 | 11.6       | 13.8             | 0                 | 12.9       | 13.4             | 0                 | 11.7       | 19.1             | 0                 | 12.6       | 24.3             | 0                 |
| 16/04/11 | 12.7       | 14.3             | 0                 | 14.2       | 12.1             | 0                 | 13.2       | 23.1             | 0                 | 13.6       | 16.9             | 0                 |
| 16/04/18 | 미채수        | 미채수              | 미채수               | 13.6       | 14.5             | 0                 | 13.9       | 14.5             | 0                 | 13.7       | 18.1             | 0                 |
| 16/04/25 | 미채수        | 미채수              | 미채수               | 15.0       | 30.9             | 0                 | 14.4       | 28.1             | 0                 | 15.0       | 30.1             | 0                 |
| 16/05/02 | 미채수        | 미채수              | 미채수               | 17.2       | 19.7             | 0                 | 16.9       | 20.6             | 0                 | 16.7       | 21.3             | 0                 |
| 16/05/09 | 미채수        | 미채수              | 미채수               | 16.2       | 25.2             | 0                 | 16.1       | 27.0             | 0                 | 16.7       | 28.9             | 0                 |
| 16/05/16 | 17.6       | 16.2             | 0                 | 17.8       | 17.2             | 0                 | 18.0       | 23.8             | 0                 | 18.0       | 21.2             | 0                 |
| 16/05/23 | 20.8       | 16.0             | 0                 | 20.6       | 20.4             | 0                 | 20.6       | 23.8             | 0                 | 20.9       | 26.9             | 0                 |
| 16/05/30 | 20.8       | 14.8             | 0                 | 21.2       | 18.0             | 0                 | 21.8       | 23.8             | 0                 | 22.0       | 34.8             | 0                 |
| 16/06/07 | 21.0       | 7.6              | 0                 | 21.2       | 12.4             | 0                 | 22.2       | 15.2             | 0                 | 22.1       | 15.5             | 0                 |
| 16/06/13 | 22.7       | 4.7              | 0                 | 22.2       | 9.3              | 170               | 23.2       | 12.7             | 0                 | 23.5       | 11.9             | 280               |
| 16/06/20 | 21.6       | 7.9              | 28                | 21.8       | 9.7              | 44                | 22.5       | 18.5             | 26                | 22.8       | 17.7             | 153               |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 조사일시     | 한강(미사대교)   |                  |                   | 한강(강동대교)   |                  |                   | 한강(광진교)    |                  |                   | 한강(잠실철교)   |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/06/27 | 21.9       | 6.4              | 320               | 22.1       | 9.0              | 180               | 22.8       | 16.6             | 150               | 23.0       | 22.5             | 150               |
| 16/07/04 | 20.5       | 14.6             | 38                | 20.5       | 15.2             | 140               | 21.1       | 21.5             | 140               | 21.1       | 19.8             | 0                 |
| 16/07/11 | 21.8       | 8.3              | 0                 | 21.6       | 8.2              | 0                 | 21.8       | 8.2              | 0                 | 21.8       | 10.1             | 0                 |
| 16/07/18 | 20.7       | 15.7             | 0                 | 20.6       | 9.6              | 0                 | 20.7       | 14.4             | 0                 | 20.8       | 13.4             | 0                 |
| 16/07/25 | 23.0       | 29.4             | 0                 | 22.8       | 27.3             | 0                 | 23.2       | 37.5             | 0                 | 23.1       | 37.4             | 140               |
| 16/08/01 | 24.8       | 16.7             | 200               | 25.0       | 17.8             | 130               | 25.0       | 22.9             | 470               | 25.2       | 24.7             | 140               |
| 16/08/08 | 27.0       | 24.2             | 220               | 27.2       | 17.3             | 268               | 27.8       | 25.2             | 460               | 27.9       | 25.9             | 355               |
| 16/08/16 | 28.4       | 13.5             | 190               | 28.1       | 15.4             | 180               | 28.3       | 19.9             | 370               | 28.8       | 14.6             | 310               |
| 16/08/22 | 28.8       | 10.3             | 0                 | 28.7       | 13.3             | 55                | 28.6       | 21.2             | 150               | 28.9       | 22.3             | 32                |
| 16/08/29 | 25.7       | 6.4              | 0                 | 25.9       | 9.3              | 0                 | 25.9       | 14.8             | 250               | 26.2       | 14.9             | 260               |
| 16/09/05 | 25.2       | 25.7             | 125               | 25.3       | 31.9             | 240               | 25.5       | 31.9             | 890               | 25.7       | 34.0             | 592               |
| 16/09/12 | 25.2       | 13.9             | 54                | 24.8       | 23.2             | 248               | 24.8       | 26.1             | 500               | 25.2       | 49.0             | 440               |
| 16/09/19 | 24.3       | 14.5             | 360               | 24.3       | 19.2             | 431               | 24.7       | 31.4             | 321               | 24.6       | 26.3             | 421               |
| 16/09/26 | 23.2       | 20.6             | 323               | 23.2       | 20.1             | 229               | 23.4       | 38.1             | 940               | 23.3       | 39.0             | 510               |
| 16/10/04 | 22.3       | 8.3              | 197               | 22.0       | 11.6             | 0                 | 22.1       | 28.8             | 300               | 22.1       | 27.5             | 316               |
| 16/10/10 | 19.5       | 14.6             | 380               | 19.9       | 19.4             | 330               | 19.9       | 32.4             | 518               | 19.9       | 39.5             | 430               |
| 16/10/17 | 19.4       | 24.7             | 243               | 19.2       | 23.9             | 165               | 19.1       | 18.9             | 150               | 19.1       | 20.2             | 132               |
| 16/10/24 | 17.7       | 21.9             | 35                | 17.5       | 21.6             | 360               | 18.0       | 28.6             | 70                | 18.2       | 30.2             | 620               |
| 16/10/31 | 14.6       | 19.6             | 120               | 15.2       | 27.3             | 45                | 15.1       | 34.8             | 117               | 14.9       | 32.4             | 584               |
| 16/11/07 | 13.8       | 28.9             | 180               | 13.8       | 25.9             | 260               | 13.5       | 41.7             | 34                | 13.6       | 37.2             | 100               |
| 16/11/14 | 12.6       | 21.8             | 0                 | 12.5       | 21.2             | 0                 | 12.5       | 33.2             | 0                 | 12.7       | 29.4             | 75                |
| 16/11/21 | 11.6       | 15.2             | 0                 | 11.6       | 18.1             | 0                 | 11.4       | 25.1             | 0                 | 11.5       | 22.0             | 0                 |
| 16/11/28 | 7.6        | 14.4             | 0                 | 7.4        | 14.7             | 0                 | 8.0        | 23.9             | 0                 | 7.9        | 24.9             | 0                 |
| 16/12/05 | 7.3        | 10.6             | 0                 | 7.2        | 9.7              | 0                 | 7.3        | 15.8             | 0                 | 7.1        | 20.8             | 0                 |
| 16/12/12 | 4.9        | 7.3              | 0                 | 5.0        | 7.7              | 0                 | 4.9        | 9.6              | 0                 | 5.3        | 12.5             | 0                 |
| 16/12/19 | 4.7        | 7.5              | 0                 | 4.4        | 8.8              | 0                 | 4.8        | 11.3             | 0                 | 4.7        | 14.0             | 0                 |
| 16/12/26 | 4.1        | 3.9              | 0                 | 3.8        | 3.6              | 0                 | 4.0        | 4.6              | 0                 | 4.1        | 5.8              | 0                 |

## 다. 친수활동 구간 조류경보제 측정자료

### 한강

| 조사일시     | 한강(성수대교)   |                  |                   | 한강(한남대교)   |                  |                   | 한강(한강대교)   |                  |                   | 한강(마포대교)   |                  |                   | 한강(성산대교)   |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/01/04 |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |
| 16/01/11 |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |
| 16/01/18 |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |
| 16/01/25 |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |
| 16/02/01 |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |
| 16/02/08 |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |
| 16/02/15 |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |
| 16/02/22 |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |
| 16/02/29 |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |
| 16/03/07 |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |
| 16/03/14 |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |
| 16/03/21 |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |
| 16/03/28 |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |
| 16/04/04 | 13.0       | 26.4             | 0                 | 14.6       | 19.1             | 0                 | 13.8       | 45.0             | 0                 | 13.0       | 44.1             | 0                 | 12.7       | 47.3             | 0                 |
| 16/04/11 | 14.3       | 20.9             | 0                 | 14.3       | 14.2             | 0                 | 14.5       | 17.8             | 0                 | 14.2       | 16.3             | 0                 | 15.7       | 17.9             | 0                 |
| 16/04/18 | 14.0       | 21.8             | 0                 | 14.3       | 19.9             | 0                 | 15.0       | 21.5             | 0                 | 15.0       | 18.9             | 0                 | 15.0       | 16.3             | 0                 |
| 16/04/25 | 16.3       | 29.3             | 0                 | 16.5       | 27.4             | 0                 | 16.7       | 32.3             | 0                 | 16.7       | 30.8             | 0                 | 16.1       | 42.4             | 0                 |
| 16/05/02 | 16.8       | 22.8             | 0                 | 17.6       | 20.6             | 0                 | 18.3       | 24.6             | 0                 | 17.6       | 21.5             | 0                 | 17.6       | 27.6             | 0                 |
| 16/05/09 | 17.2       | 29.8             | 0                 | 17.6       | 25.5             | 0                 | 17.7       | 28.8             | 0                 | 17.4       | 26.9             | 0                 | 17.7       | 28.4             | 0                 |
| 16/05/16 | 18.3       | 25.0             | 0                 | 18.6       | 22.9             | 0                 | 19.1       | 28.6             | 0                 | 18.9       | 38.1             | 0                 | 18.9       | 38.0             | 0                 |
| 16/05/23 | 22.2       | 23.1             | 53                | 22.1       | 27.7             | 0                 | 22.4       | 24.6             | 320               | 21.9       | 39.5             | 0                 | 22.3       | 50.9             | 0                 |
| 16/05/31 | 23.3       | 45.3             | 0                 | 23.6       | 46.7             | 0                 | 24.1       | 56.6             | 0                 | 23.6       | 49.9             | 88                | 23.1       | 46.4             | 74                |
| 16/06/07 | 23.4       | 19.7             | 0                 | 23.4       | 23.3             | 0                 | 24.1       | 12.5             | 470               | 23.5       | 16.7             | 865               | 23.9       | 11.4             | 525               |
| 16/06/13 | 24.5       | 26.8             | 0                 | 24.0       | 23.5             | 0                 | 25.1       | 7.2              | 8                 | 24.9       | 9.0              | 0                 | 24.9       | 11.3             | 0                 |
| 16/06/20 | 14.2       | 9.5              | 647               | 14.1       | 19.0             | 523               | 14.0       | 40.1             | 654               | 13.6       | 31.4             | 143               | 13.5       | 48.4             | 633               |
| 16/06/27 | 23.9       | 25.7             | 232               | 24.0       | 21.1             | 307               | 24.7       | 26.9             | 892               | 24.7       | 26.0             | 976               | 25.0       | 37.0             | 543               |

조류경보제 미운영

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 조사일시     | 한강(성수대교)   |                  |                   | 한강(한남대교)   |                  |                   | 한강(한강대교)   |                  |                   | 한강(마포대교)   |                  |                   | 한강(성산대교)   |                  |                   |
|----------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|------------|------------------|-------------------|
|          | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) | 수온<br>(°C) | chl-a<br>(mg/m³) | 남조류<br>(cells/mL) |
| 16/07/04 | 21.2       | 10.2             | 43                | 21.5       | 9.2              | 0                 | 22.9       | 8.7              | 8                 | 23.1       | 8.4              | 308               | 23.5       | 6.9              | 48                |
| 16/07/11 | 20.9       | 8.2              | 250               | 21.3       | 7.4              | 360               | 21.8       | 10.2             | 75                | 21.5       | 9.8              | 230               | 21.4       | 9.6              | 0                 |
| 16/07/18 | 20.6       | 13.2             | 0                 | 21.0       | 12.4             | 0                 | 21.1       | 12.4             | 52                | 21.1       | 12.6             | 0                 | 21.0       | 11.3             | 0                 |
| 16/07/25 | 23.1       | 24.8             | 50                | 23.4       | 26.0             | 107               | 23.7       | 19.2             | 0                 | 24.1       | 21.5             | 80                | 24.2       | 24.1             | 75                |
| 16/08/01 | 24.9       | 23.8             | 90                | 25.2       | 18.2             | 567               | 25.2       | 23.2             | 70                | 25.0       | 20.5             | 103               | 25.5       | 33.5             | 584               |
| 16/08/08 | 28.0       | 13.6             | 152               | 28.9       | 12.8             | 0                 | 28.9       | 19.6             | 17                | 29.3       | 19.3             | 130               | 31.4       | 34.2             | 572               |
| 16/08/17 | 29.2       | 5.4              | 91                | 29.4       | 4.9              | 242               | 30.1       | 6.6              | 1,701             | 29.9       | 10.8             | 2,255             | 30.3       | 20.7             | 16,478            |
| 16/08/22 | 29.1       | 13.9             | 80                | 29.4       | 17.9             | 256               | 29.4       | 22.5             | 321               | 29.5       | 19.7             | 1,482             | 29.9       | 18.0             | 1,617             |
| 16/08/29 | 25.5       | 9.4              | 0                 | 25.7       | 7.9              | 0                 | 25.6       | 16.3             | 145               | 25.5       | 17.5             | 850               | 26.2       | 24.8             | 110               |
| 16/09/05 | 25.4       | 17.6             | 195               | 25.4       | 13.4             | 270               | 25.2       | 18.8             | 1,130             | 25.0       | 20.0             | 1,040             | 24.8       | 21.2             | 350               |
| 16/09/12 | 25.3       | 26.6             | 114               | 25.6       | 31.6             | 1,170             | 25.5       | 35.2             | 550               | 25.5       | 33.2             | 2,550             | 25.6       | 30.2             | 1,302             |
| 16/09/19 | 24.8       | 12.7             | 265               | 24.6       | 17.0             | 283               | 24.7       | 18.4             | 93                | 25.0       | 14.1             | 1,374             | 24.9       | 20.8             | 1,479             |
| 16/09/26 | 23.6       | 12.3             | 866               | 23.7       | 17.3             | 456               | 23.6       | 13.8             | 273               | 23.4       | 19.5             | 1,484             | 23.4       | 15.7             | 1,712             |
| 16/10/04 | 23.2       | 20.7             | 0                 | 23.2       | 15.0             | 79                | 23.0       | 17.1             | 370               | 22.9       | 9.7              | 239               | 23.0       | 8.5              | 123               |
| 16/10/10 | 19.6       | 8.3              | 140               | 20.2       | 6.7              | 929               | 20.1       | 9.1              | 140               | 19.9       | 24.6             | 145               | 20.1       | 24.3             | 685               |
| 16/10/18 | 20.2       | 6.4              | 0                 | 20.5       | 5.5              | 0                 | 20.3       | 14.2             | 2,850             | 19.5       | 14.6             | 350               | 19.8       | 8.7              | 230               |
| 16/10/24 | 18.7       | 5.9              | 4                 | 18.8       | 3.1              | 10                | 18.4       | 3.4              | 235               | 18.3       | 4.0              | 285               | 18.5       | 8.0              | 55                |
| 16/10/31 | 15.5       | 7.5              | 27                | 16.1       | 5.8              | 0                 | 15.7       | 10.4             | 501               | 15.5       | 9.1              | 455               | 15.7       | 5.2              | 550               |
| 16/11/07 | 15.2       | 6.3              | 85                | 16.4       | 4.3              | 0                 | 14.3       | 6.4              | 0                 | 14.0       | 7.0              | 0                 | 14.0       | 8.5              | 210               |
| 16/11/14 | 13.4       | 5.0              | 0                 | 14.1       | 2.3              | 0                 | 13.1       | 2.5              | 0                 | 13.0       | 3.9              | 47                | 14.5       | 5.9              | 347               |
| 16/11/21 | 12.4       | 4.3              | 0                 | 13.5       | 2.7              | 0                 | 12.8       | 3.4              | 0                 | 12.5       | 3.3              | 0                 | 12.2       | 4.4              | 0                 |
| 16/11/28 | 조류경보제 미운영  |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |
| 16/12/05 |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |
| 16/12/12 |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |
| 16/12/19 |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |
| 16/12/26 |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |            |                  |                   |

## 라. 2016년 녹조 입체 모니터링(강정고령보)

| 조사일      | 수심<br>(m) | 강정2        |     |              |                     |                               | 강정5        |     |              |                     |                               |
|----------|-----------|------------|-----|--------------|---------------------|-------------------------------|------------|-----|--------------|---------------------|-------------------------------|
|          |           | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/L) | EC<br>( $\mu$ S/cm) | Chl-a<br>(mg/m <sup>3</sup> ) | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/L) | EC<br>( $\mu$ S/cm) | Chl-a<br>(mg/m <sup>3</sup> ) |
| 16/03/22 | 0.5       | 11.4       | 8.6 | 13.5         | 465                 | 9.6                           | 11.5       | 8.7 | 15.4         | 417                 | 10.1                          |
|          | 1         | 10.9       | 8.6 | 13.8         | 465                 | 11.8                          | 11.0       | 8.7 | 15.5         | 418                 | 11.5                          |
|          | 2         | 10.0       | 8.7 | 14.2         | 462                 | 16.5                          | 10.2       | 8.7 | 15.8         | 422                 | 16.3                          |
|          | 3         | 9.8        | 8.6 | 14.2         | 463                 | 18.5                          | 9.8        | 8.5 | 15.2         | 436                 | 18.1                          |
|          | 4         | 9.6        | 8.6 | 13.9         | 467                 | 18.3                          | 9.5        | 8.4 | 15.0         | 449                 | 18.5                          |
|          | 5         | 9.5        | 8.5 | 13.8         | 477                 | 17.4                          | 9.1        | 8.4 | 14.8         | 472                 | 15.6                          |
|          | 6         | 9.2        | 8.5 | 13.5         | 491                 | 16.1                          | 8.8        | 8.3 | 14.2         | 487                 | 14.2                          |
|          | 7         | 9.0        | 8.4 | 13.2         | 504                 | 14.5                          | 8.5        | 8.1 | 13.3         | 501                 | 12.3                          |
|          | 8         | 8.7        | 8.2 | 12.7         | 514                 | 13.6                          | 7.9        | 7.9 | 11.9         | 522                 | 9.8                           |
|          | 9         | 8.1        | 8.0 | 11.1         | 533                 | 11.8                          | 7.8        | 7.8 | 11.3         | 528                 | 8.9                           |
|          | 10        |            |     |              |                     |                               | 7.7        | 7.7 | 10.9         | 531                 | 8.6                           |
|          | 11        |            |     |              |                     |                               | 7.6        | 7.6 | 10.6         | 533                 | 8.7                           |
|          | 12        |            |     |              |                     |                               | 7.6        | 7.6 | 10.1         | 536                 | 10.4                          |
| 16/04/05 | 0.5       | 13.5       | 8.9 | 12.1         | 428                 | 9.9                           | 14.1       | 8.8 | 16.7         | 410                 | 15.1                          |
|          | 1         | 13.5       | 8.9 | 12.1         | 428                 | 11.9                          | 14.1       | 8.8 | 16.8         | 409                 | 15.0                          |
|          | 2         | 13.4       | 8.9 | 12.2         | 428                 | 12.0                          | 13.6       | 8.8 | 17.1         | 409                 | 15.1                          |
|          | 3         | 12.9       | 8.9 | 12.5         | 427                 | 14.0                          | 12.9       | 8.8 | 17.7         | 410                 | 15.7                          |
|          | 4         | 12.8       | 8.9 | 12.4         | 428                 | 14.1                          | 12.4       | 8.7 | 17.4         | 411                 | 14.9                          |
|          | 5         | 12.4       | 8.9 | 12.2         | 429                 | 15.9                          | 11.9       | 8.4 | 16.1         | 414                 | 14.8                          |
|          | 6         | 12.2       | 8.8 | 11.9         | 431                 | 15.5                          | 11.4       | 8.2 | 14.7         | 420                 | 14.8                          |
|          | 7         | 12.0       | 8.8 | 11.5         | 434                 | 15.3                          | 10.4       | 7.8 | 12.4         | 432                 | 12.5                          |
|          | 8         | 10.2       | 8.3 | 8.7          | 471                 | 11.9                          | 9.7        | 7.6 | 10.3         | 441                 | 10.5                          |
|          | 9         | 9.4        | 7.9 | 6.6          | 497                 | 11.4                          | 9.3        | 7.4 | 9.0          | 449                 | 9.0                           |
|          | 10        |            |     |              |                     |                               | 9.2        | 7.4 | 7.8          | 453                 | 8.2                           |
|          | 11        |            |     |              |                     |                               | 9.1        | 7.3 | 7.1          | 456                 | 8.1                           |
|          | 12        |            |     |              |                     |                               | 9.1        | 7.3 | 6.7          | 458                 | 8.9                           |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 조사일      | 수심<br>(m) | 강정2        |     |              |                     |                               | 강정5        |     |              |                     |                               |
|----------|-----------|------------|-----|--------------|---------------------|-------------------------------|------------|-----|--------------|---------------------|-------------------------------|
|          |           | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/L) | EC<br>( $\mu$ S/cm) | Chl-a<br>(mg/m <sup>3</sup> ) | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/L) | EC<br>( $\mu$ S/cm) | Chl-a<br>(mg/m <sup>3</sup> ) |
| 16/04/10 | 0.5       | 14.5       | 8.6 | 12.6         | 412                 | 9.7                           | 15.3       | 8.6 | 11.3         | 395                 | 12.7                          |
|          | 1         | 14.2       | 8.6 | 12.7         | 412                 | 12.2                          | 15.2       | 8.7 | 10.5         | 400                 | 13.7                          |
|          | 2         | 13.9       | 8.6 | 12.5         | 413                 | 11.3                          | 14.2       | 8.6 | 10.3         | 410                 | 14.8                          |
|          | 3         | 13.5       | 8.4 | 11.9         | 414                 | 9.8                           | 13.4       | 8.4 | 9.7          | 414                 | 14.2                          |
|          | 4         | 13.3       | 8.3 | 11.6         | 421                 | 9.4                           | 12.9       | 8.2 | 9.0          | 405                 | 11.9                          |
|          | 5         | 12.8       | 8.2 | 10.9         | 424                 | 9.0                           | 12.4       | 8.0 | 8.6          | 413                 | 10.3                          |
|          | 6         | 11.5       | 7.8 | 9.1          | 436                 | 6.9                           | 11.8       | 7.8 | 8.3          | 416                 | 9.8                           |
|          | 7         | 10.5       | 7.6 | 7.5          | 451                 | 5.3                           | 10.8       | 7.5 | 7.5          | 424                 | 7.8                           |
|          | 8         | 10.0       | 7.5 | 6.4          | 468                 | 4.6                           | 10.0       | 7.3 | 6.3          | 449                 | 6.3                           |
|          | 9         | 9.7        | 7.4 | 5.5          | 481                 | 4.0                           | 9.7        | 7.2 | 5.7          | 463                 | 5.6                           |
|          | 10        |            |     |              |                     |                               | 9.5        | 7.2 | 5.0          | 472                 | 5.4                           |
|          | 11        |            |     |              |                     |                               | 9.4        | 7.2 | 4.5          | 475                 | 5.4                           |
|          | 12        |            |     |              |                     |                               | 9.4        | 7.1 | 4.1          | 478                 | 5.7                           |
| 16/04/19 | 0.5       | 17.1       | 8.4 | 12.4         | 395                 | 6.3                           | 16.1       | 8.2 | 10.0         | 395                 | 8.3                           |
|          | 1         | 16.9       | 8.4 | 12.3         | 391                 | 6.1                           | 16.0       | 8.3 | 10.0         | 398                 | 9.0                           |
|          | 2         | 15.6       | 8.3 | 11.9         | 392                 | 7.8                           | 15.5       | 8.3 | 9.9          | 395                 | 10.9                          |
|          | 3         | 15.1       | 8.1 | 11.2         | 396                 | 8.4                           | 15.2       | 8.2 | 9.6          | 398                 | 10.8                          |
|          | 4         | 14.9       | 7.9 | 10.4         | 403                 | 7.3                           | 15.1       | 8.1 | 9.3          | 400                 | 9.7                           |
|          | 5         | 14.8       | 7.9 | 10.3         | 409                 | 6.3                           | 14.8       | 8.0 | 8.7          | 410                 | 7.7                           |
|          | 6         | 14.7       | 7.8 | 10.1         | 414                 | 5.3                           | 14.7       | 8.0 | 8.5          | 416                 | 6.9                           |
|          | 7         | 14.6       | 7.8 | 10.1         | 419                 | 4.2                           | 14.4       | 7.9 | 8.3          | 430                 | 5.8                           |
|          | 8         | 14.5       | 7.8 | 9.9          | 427                 | 3.4                           | 14.3       | 7.8 | 8.2          | 438                 | 5.4                           |
|          | 9         | 14.3       | 7.7 | 9.5          | 434                 | 3.1                           | 14.1       | 7.8 | 8.0          | 442                 | 5.3                           |
|          | 10        |            |     |              |                     |                               | 14.0       | 7.7 | 7.7          | 444                 | 5.3                           |
|          | 11        |            |     |              |                     |                               | 13.8       | 7.7 | 7.3          | 446                 | 5.3                           |
|          | 12        |            |     |              |                     |                               | 13.3       | 7.6 | 6.0          | 459                 | 5.5                           |

| 조사일      | 수심<br>(m) | 강정2        |     |              |                     |                  | 강정5        |     |              |                     |                  |
|----------|-----------|------------|-----|--------------|---------------------|------------------|------------|-----|--------------|---------------------|------------------|
|          |           | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/L) | EC<br>( $\mu$ S/cm) | Chl-a<br>(mg/m³) | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/L) | EC<br>( $\mu$ S/cm) | Chl-a<br>(mg/m³) |
| 16/04/25 | 0.5       | 17.3       | 8.3 | 12.2         | 319                 | 8.6              | 17.8       | 8.3 | 10.9         | 320                 | 9.3              |
|          | 1         | 16.8       | 8.4 | 12.3         | 318                 | 11.1             | 17.1       | 8.3 | 11.0         | 321                 | 10.9             |
|          | 2         | 16.4       | 8.2 | 11.9         | 319                 | 12.1             | 16.5       | 8.2 | 10.7         | 322                 | 12.7             |
|          | 3         | 16.3       | 8.1 | 11.4         | 319                 | 10.3             | 16.3       | 8.1 | 10.3         | 323                 | 11.3             |
|          | 4         | 16.2       | 8.0 | 11.1         | 320                 | 8.4              | 16.2       | 8.1 | 10.1         | 324                 | 9.7              |
|          | 5         | 16.1       | 7.9 | 10.8         | 321                 | 7.4              | 16.1       | 8.0 | 9.9          | 324                 | 8.7              |
|          | 6         | 16.0       | 7.9 | 10.7         | 323                 | 6.4              | 16.1       | 8.0 | 9.8          | 324                 | 8.3              |
|          | 7         | 15.9       | 7.8 | 10.3         | 326                 | 5.5              | 16.0       | 7.9 | 9.7          | 325                 | 8.2              |
|          | 8         | 15.6       | 7.7 | 9.4          | 340                 | 4.7              | 15.9       | 7.9 | 9.4          | 329                 | 7.8              |
|          | 9         | 15.1       | 7.6 | 8.2          | 360                 | 4.0              | 15.6       | 7.8 | 8.6          | 340                 | 6.7              |
|          | 10        |            |     |              |                     |                  | 14.5       | 7.6 | 6.4          | 388                 | 4.5              |
|          | 11        |            |     |              |                     |                  | 13.7       | 7.5 | 4.5          | 426                 | 3.4              |
|          | 12        |            |     |              |                     |                  | 13.5       | 7.4 | 3.4          | 437                 | 3.3              |
| 16/05/03 | 0.5       | 17.9       | 8.4 | 10.7         | 281                 | 16.1             | 18.5       | 8.6 | 11.8         | 276                 | 16.2             |
|          | 1         | 17.9       | 8.3 | 10.6         | 281                 | 16.0             | 18.5       | 8.6 | 11.7         | 276                 | 16.4             |
|          | 2         | 17.8       | 8.3 | 10.6         | 281                 | 16.3             | 18.4       | 8.6 | 11.6         | 277                 | 16.2             |
|          | 3         | 17.8       | 8.3 | 10.5         | 281                 | 16.6             | 18.2       | 8.5 | 11.4         | 277                 | 16.1             |
|          | 4         | 17.8       | 8.3 | 10.4         | 281                 | 16.6             | 17.9       | 8.4 | 11.0         | 277                 | 15.3             |
|          | 5         | 17.8       | 8.2 | 10.3         | 281                 | 16.3             | 17.4       | 8.1 | 10.3         | 278                 | 13.2             |
|          | 6         | 17.6       | 8.1 | 10.1         | 281                 | 16.0             | 17.0       | 7.9 | 9.7          | 277                 | 11.6             |
|          | 7         | 17.2       | 7.9 | 9.5          | 280                 | 13.9             | 16.6       | 7.7 | 8.9          | 276                 | 10.1             |
|          | 8         | 16.9       | 7.8 | 9.0          | 279                 | 12.3             | 16.1       | 7.5 | 8.1          | 273                 | 8.5              |
|          | 9         | 16.3       | 7.6 | 8.2          | 279                 | 10.6             | 15.9       | 7.5 | 7.6          | 271                 | 8.1              |
|          | 10        |            |     |              |                     |                  | 15.7       | 7.4 | 7.2          | 268                 | 8.0              |
|          | 11        |            |     |              |                     |                  | 15.5       | 7.3 | 6.4          | 264                 | 7.7              |
|          | 12        |            |     |              |                     |                  | 15.3       | 7.2 | 5.2          | 264                 | 8.6              |



2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 조사일      | 수심<br>(m) | 강정2        |     |              |                     |                               | 강정5        |     |              |                     |                               |
|----------|-----------|------------|-----|--------------|---------------------|-------------------------------|------------|-----|--------------|---------------------|-------------------------------|
|          |           | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/L) | EC<br>( $\mu$ S/cm) | Chl-a<br>(mg/m <sup>3</sup> ) | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/L) | EC<br>( $\mu$ S/cm) | Chl-a<br>(mg/m <sup>3</sup> ) |
| 16/05/09 | 0.5       | 19.9       | 9.1 | 14.5         | 251                 | 19.3                          | 19.8       | 9.2 | 13.0         | 243                 | 15.2                          |
|          | 1         | 19.4       | 9.1 | 14.6         | 249                 | 26.1                          | 19.1       | 9.2 | 13.0         | 241                 | 25.0                          |
|          | 2         | 18.8       | 9.1 | 14.5         | 246                 | 27.8                          | 18.7       | 9.1 | 12.0         | 242                 | 32.5                          |
|          | 3         | 18.6       | 8.9 | 13.4         | 247                 | 33.8                          | 18.6       | 9.0 | 11.2         | 244                 | 33.4                          |
|          | 4         | 18.5       | 8.7 | 12.5         | 249                 | 33.6                          | 18.4       | 8.8 | 10.0         | 247                 | 24.8                          |
|          | 5         | 18.4       | 8.5 | 11.6         | 253                 | 24.6                          | 18.3       | 8.6 | 9.3          | 253                 | 18.3                          |
|          | 6         | 18.3       | 8.4 | 11.1         | 257                 | 22.4                          | 18.2       | 8.4 | 9.1          | 258                 | 21.0                          |
|          | 7         | 18.2       | 8.2 | 10.6         | 261                 | 20.3                          | 18.1       | 8.2 | 9.0          | 261                 | 20.2                          |
|          | 8         | 18.1       | 8.0 | 9.9          | 265                 | 20.0                          | 17.7       | 8.0 | 8.0          | 265                 | 16.3                          |
|          | 9         | 17.3       | 7.6 | 7.6          | 276                 | 17.9                          | 17.4       | 7.6 | 7.5          | 269                 | 15.6                          |
|          | 10        |            |     |              |                     |                               | 17.2       | 7.6 | 7.1          | 272                 | 14.8                          |
|          | 11        |            |     |              |                     |                               | 17.0       | 7.5 | 6.2          | 275                 | 14.8                          |
|          | 12        |            |     |              |                     |                               | 17.0       | 7.5 | 6.2          | 275                 | 14.8                          |
| 16/05/16 | 0.5       | 20.1       | 8.9 | 11.5         | 247                 | 12.3                          | 20.3       | 9.1 | 11.1         | 253                 | 11.4                          |
|          | 1         | 20.0       | 8.9 | 11.3         | 247                 | 13.1                          | 20.4       | 9.1 | 11.2         | 253                 | 12.0                          |
|          | 2         | 19.9       | 8.9 | 11.2         | 247                 | 13.7                          | 20.3       | 9.1 | 11.1         | 253                 | 13.0                          |
|          | 3         | 19.8       | 8.9 | 11.1         | 247                 | 13.8                          | 20.2       | 9.1 | 10.9         | 253                 | 13.1                          |
|          | 4         | 19.7       | 8.8 | 10.9         | 247                 | 13.6                          | 20.0       | 9.1 | 10.8         | 253                 | 13.0                          |
|          | 5         | 19.6       | 8.8 | 10.7         | 248                 | 13.8                          | 19.8       | 8.9 | 8.7          | 253                 | 13.1                          |
|          | 6         | 19.4       | 8.5 | 10.2         | 248                 | 12.9                          | 19.7       | 8.8 | 8.7          | 253                 | 12.7                          |
|          | 7         | 19.0       | 8.2 | 9.1          | 250                 | 12.6                          | 19.3       | 8.5 | 7.1          | 254                 | 10.5                          |
|          | 8         | 18.1       | 7.7 | 7.2          | 256                 | 10.9                          | 18.6       | 8.2 | 6.1          | 257                 | 8.9                           |
|          | 9         | 17.2       | 7.3 | 4.5          | 272                 | 8.7                           | 18.3       | 8.0 | 4.4          | 270                 | 7.3                           |
|          | 10        |            |     |              |                     |                               | 18.0       | 8.0 | 3.3          | 276                 | 6.3                           |
|          | 11        |            |     |              |                     |                               | 18.0       | 7.9 | 2.9          | 278                 | 6.2                           |
|          | 12        |            |     |              |                     |                               | 17.9       | 7.9 | 2.7          | 278                 | 6.5                           |

| 조사일      | 수심<br>(m) | 강정2        |     |              |                     |                               | 강정5        |     |              |                     |                               |
|----------|-----------|------------|-----|--------------|---------------------|-------------------------------|------------|-----|--------------|---------------------|-------------------------------|
|          |           | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/L) | EC<br>( $\mu$ S/cm) | Chl-a<br>(mg/m <sup>3</sup> ) | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/L) | EC<br>( $\mu$ S/cm) | Chl-a<br>(mg/m <sup>3</sup> ) |
| 16/05/23 | 0.5       | 22.6       | 8.9 | 10.4         | 271                 | 3.0                           | 22.9       | 9.1 | 10.8         | 277                 | 2.3                           |
|          | 1         | 22.5       | 8.9 | 10.2         | 271                 | 3.0                           | 22.5       | 9.1 | 10.9         | 277                 | 2.4                           |
|          | 2         | 22.3       | 8.9 | 10.1         | 271                 | 3.2                           | 22.2       | 9.1 | 10.9         | 277                 | 3.0                           |
|          | 3         | 21.7       | 8.8 | 10.1         | 269                 | 3.7                           | 21.8       | 9.1 | 10.6         | 274                 | 3.3                           |
|          | 4         | 21.1       | 8.8 | 9.7          | 266                 | 3.9                           | 21.2       | 8.9 | 10.2         | 271                 | 3.2                           |
|          | 5         | 20.6       | 8.6 | 9.4          | 264                 | 4.2                           | 20.3       | 8.5 | 9.0          | 269                 | 3.6                           |
|          | 6         | 20.0       | 8.3 | 8.4          | 262                 | 4.4                           | 19.7       | 8.2 | 7.7          | 266                 | 3.8                           |
|          | 7         | 19.1       | 7.7 | 6.1          | 261                 | 4.5                           | 19.0       | 7.8 | 5.8          | 265                 | 3.6                           |
|          | 8         | 18.5       | 7.3 | 4.2          | 263                 | 4.1                           | 18.5       | 7.5 | 4.0          | 265                 | 3.5                           |
|          | 9         | 17.7       | 7.1 | 2.0          | 268                 | 3.6                           | 18.1       | 7.4 | 2.9          | 266                 | 3.4                           |
|          | 10        |            |     |              |                     |                               | 17.9       | 7.3 | 2.1          | 268                 | 3.7                           |
|          | 11        |            |     |              |                     |                               | 17.7       | 7.3 | 1.4          | 270                 | 4.1                           |
|          | 12        |            |     |              |                     |                               | 17.7       | 7.3 | 1.4          | 270                 | 4.1                           |
| 16/05/30 | 0.5       | 24.4       | 8.7 | 9.5          | 285                 | 4.2                           | 24.2       | 8.8 | 10.3         | 289                 | 1.9                           |
|          | 1         | 23.9       | 8.7 | 9.4          | 285                 | 3.8                           | 24.1       | 8.8 | 10.3         | 289                 | 1.9                           |
|          | 2         | 23.5       | 8.7 | 9.4          | 285                 | 4.2                           | 23.2       | 8.8 | 10.3         | 288                 | 2.8                           |
|          | 3         | 23.3       | 8.7 | 9.4          | 284                 | 5.1                           | 23.0       | 8.8 | 10.2         | 288                 | 2.7                           |
|          | 4         | 22.9       | 8.6 | 9.2          | 283                 | 3.8                           | 22.8       | 8.8 | 10.0         | 287                 | 2.1                           |
|          | 5         | 21.6       | 8.1 | 7.7          | 280                 | 3.2                           | 21.8       | 8.4 | 8.5          | 286                 | 1.8                           |
|          | 6         | 20.8       | 7.6 | 6.2          | 274                 | 3.1                           | 20.9       | 8.0 | 6.4          | 283                 | 1.6                           |
|          | 7         | 19.6       | 7.2 | 4.1          | 270                 | 3.1                           | 19.7       | 7.6 | 4.3          | 273                 | 1.6                           |
|          | 8         | 18.6       | 7.0 | 2.0          | 266                 | 3.0                           | 18.6       | 7.4 | 1.8          | 269                 | 1.7                           |
|          | 9         | 18.0       | 7.0 | ND           | 270                 | 3.0                           | 18.1       | 7.3 | ND           | 270                 | 1.6                           |
|          | 10        |            |     |              |                     |                               | 17.6       | 7.2 | ND           | 277                 | 1.7                           |
|          | 11        |            |     |              |                     |                               | 17.4       | 7.2 | ND           | 283                 | 1.6                           |
|          | 12        |            |     |              |                     |                               | 17.2       | 7.2 | ND           | 286                 | 1.8                           |

| 조사일      | 수심<br>(m) | 강정2        |     |              |                     |                               | 강정5        |     |              |                     |                               |
|----------|-----------|------------|-----|--------------|---------------------|-------------------------------|------------|-----|--------------|---------------------|-------------------------------|
|          |           | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/L) | EC<br>( $\mu$ S/cm) | Chl-a<br>(mg/m <sup>3</sup> ) | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/L) | EC<br>( $\mu$ S/cm) | Chl-a<br>(mg/m <sup>3</sup> ) |
| 16/06/07 | 0.5       | 23.8       | 8.5 | 9.5          | 282                 | 4.6                           | 24.4       | 8.6 | 9.4          | 286                 | 4.6                           |
|          | 1         | 23.7       | 8.5 | 9.5          | 282                 | 5.4                           | 24.2       | 8.6 | 9.4          | 286                 | 4.8                           |
|          | 2         | 23.3       | 8.5 | 9.3          | 281                 | 5.3                           | 23.4       | 8.5 | 9.3          | 283                 | 5.5                           |
|          | 3         | 23.2       | 8.4 | 9.1          | 279                 | 5.4                           | 22.9       | 8.3 | 8.2          | 280                 | 5.7                           |
|          | 4         | 23.0       | 8.4 | 8.7          | 278                 | 5.9                           | 22.7       | 8.1 | 7.7          | 279                 | 5.7                           |
|          | 5         | 22.7       | 8.2 | 8.3          | 276                 | 6.0                           | 22.5       | 8.1 | 7.7          | 276                 | 5.5                           |
|          | 6         | 22.5       | 8.1 | 8.0          | 275                 | 5.6                           | 22.4       | 8.0 | 7.6          | 276                 | 4.8                           |
|          | 7         | 22.3       | 7.9 | 7.2          | 275                 | 5.4                           | 21.4       | 7.6 | 3.6          | 272                 | 5.3                           |
|          | 8         | 20.3       | 7.5 | 2.0          | 266                 | 4.9                           | 19.7       | 7.1 | ND           | 265                 | 2.8                           |
|          | 9         | 18.7       | 7.2 | ND           | 263                 | 2.9                           | 19.0       | 7.0 | ND           | 262                 | 2.7                           |
|          | 10        |            |     |              |                     |                               | 18.4       | 7.0 | ND           | 263                 | 2.1                           |
|          | 11        |            |     |              |                     |                               | 18.2       | 7.0 | ND           | 264                 | 2.0                           |
|          | 12        |            |     |              |                     |                               | 18.1       | 7.0 | ND           | 265                 | 2.5                           |
| 16/06/13 | 0.5       | 24.9       | 8.8 | 8.2          | 305                 | 4.1                           | 25.0       | 8.6 | 9.8          | 299                 | 4.1                           |
|          | 1         | 24.7       | 8.8 | 8.2          | 306                 | 4.1                           | 24.9       | 8.6 | 9.7          | 300                 | 4.3                           |
|          | 2         | 24.6       | 8.8 | 8.1          | 306                 | 4.8                           | 24.8       | 8.6 | 9.7          | 299                 | 4.9                           |
|          | 3         | 24.3       | 8.7 | 7.5          | 307                 | 5.2                           | 24.5       | 8.4 | 8.9          | 299                 | 4.8                           |
|          | 4         | 23.9       | 8.3 | 6.5          | 307                 | 5.1                           | 24.1       | 8.2 | 7.7          | 299                 | 5.1                           |
|          | 5         | 23.3       | 8.0 | 4.7          | 302                 | 5.1                           | 23.4       | 7.8 | 5.9          | 298                 | 5.2                           |
|          | 6         | 22.6       | 7.7 | 3.3          | 296                 | 5.1                           | 22.7       | 7.5 | 4.6          | 287                 | 5.5                           |
|          | 7         | 21.6       | 7.4 | 1.7          | 286                 | 5.6                           | 22.0       | 7.3 | 2.8          | 281                 | 5.1                           |
|          | 8         | 20.8       | 7.3 | 0.6          | 280                 | 4.9                           | 20.6       | 7.0 | ND           | 271                 | 4.0                           |
|          | 9         | 20.0       | 7.2 | 0.5          | 279                 | 4.5                           | 19.1       | 6.9 | ND           | 267                 | 2.5                           |
|          | 10        |            |     |              |                     |                               | 18.4       | 6.9 | ND           | 268                 | 2.2                           |
|          | 11        |            |     |              |                     |                               | 18.1       | 6.9 | ND           | 272                 | 2.2                           |
|          | 12        |            |     |              |                     |                               | 17.7       | 6.9 | ND           | 279                 | 6.2                           |

| 조사일      | 수심<br>(m) | 강정2        |     |              |                     |                  | 강정5        |     |              |                     |                  |
|----------|-----------|------------|-----|--------------|---------------------|------------------|------------|-----|--------------|---------------------|------------------|
|          |           | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/L) | EC<br>( $\mu$ S/cm) | Chl-a<br>(mg/m³) | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/L) | EC<br>( $\mu$ S/cm) | Chl-a<br>(mg/m³) |
| 16/06/20 | 0.5       | 26.0       | 8.5 | 9.2          | 320                 | 2.9              | 26.3       | 8.5 | 9.6          | 324                 | 3.7              |
|          | 1         | 26.1       | 8.5 | 9.2          | 320                 | 2.9              | 26.2       | 8.5 | 9.5          | 324                 | 3.7              |
|          | 2         | 25.6       | 8.6 | 9.2          | 320                 | 3.1              | 25.7       | 8.5 | 9.4          | 323                 | 4.3              |
|          | 3         | 25.4       | 8.5 | 9.0          | 320                 | 3.7              | 25.3       | 8.4 | 8.9          | 322                 | 4.3              |
|          | 4         | 25.0       | 8.3 | 8.3          | 319                 | 4.4              | 25.0       | 8.2 | 8.1          | 321                 | 4.8              |
|          | 5         | 24.8       | 8.2 | 7.6          | 319                 | 6.1              | 24.7       | 8.0 | 7.1          | 319                 | 5.5              |
|          | 6         | 24.4       | 7.9 | 6.0          | 315                 | 7.3              | 24.2       | 7.7 | 5.3          | 312                 | 5.9              |
|          | 7         | 23.0       | 7.5 | 1.7          | 306                 | 10.6             | 23.0       | 7.3 | 1.9          | 302                 | 7.8              |
|          | 8         | 21.3       | 7.3 | 1.3          | 286                 | 3.4              | 20.8       | 7.0 | ND           | 283                 | 4.0              |
|          | 9         | 19.1       | 7.2 | ND           | 275                 | 2.3              | 19.3       | 6.9 | ND           | 273                 | 2.7              |
|          | 10        |            |     |              |                     |                  | 18.3       | 6.9 | ND           | 276                 | 2.3              |
|          | 11        |            |     |              |                     |                  | 17.9       | 6.9 | ND           | 281                 | 2.5              |
|          | 12        |            |     |              |                     |                  | 17.8       | 6.9 | ND           | 284                 | 3.3              |
| 16/06/27 | 0.5       | 26.0       | 8.4 | 8.8          | 334                 | 4.9              | 26.1       | 8.3 | 9.4          | 332                 | 5.0              |
|          | 1         | 26.0       | 8.4 | 8.7          | 335                 | 5.1              | 26.1       | 8.3 | 9.4          | 332                 | 5.0              |
|          | 2         | 25.9       | 8.4 | 8.6          | 335                 | 4.9              | 25.9       | 8.3 | 8.8          | 332                 | 4.7              |
|          | 3         | 25.9       | 8.4 | 8.5          | 334                 | 4.8              | 25.8       | 8.2 | 8.5          | 332                 | 4.4              |
|          | 4         | 25.7       | 8.3 | 8.3          | 334                 | 4.7              | 25.6       | 8.1 | 8.0          | 331                 | 4.1              |
|          | 5         | 25.6       | 8.2 | 7.7          | 334                 | 4.4              | 25.4       | 7.9 | 7.4          | 330                 | 3.3              |
|          | 6         | 25.4       | 8.0 | 7.1          | 334                 | 3.7              | 25.2       | 7.8 | 7.0          | 330                 | 2.9              |
|          | 7         | 25.0       | 7.8 | 5.8          | 334                 | 3.7              | 24.8       | 7.6 | 5.5          | 329                 | 2.8              |
|          | 8         | 21.4       | 7.4 | ND           | 296                 | 4.9              | 22.3       | 7.2 | ND           | 307                 | 4.4              |
|          | 9         | 19.3       | 7.1 | ND           | 281                 | 2.9              | 19.4       | 6.9 | ND           | 280                 | 2.8              |
|          | 10        |            |     |              |                     |                  | 18.2       | 6.9 | ND           | 283                 | 2.7              |
|          | 11        |            |     |              |                     |                  | 17.8       | 6.9 | ND           | 293                 | 2.3              |
|          | 12        |            |     |              |                     |                  | 17.7       | 6.9 | ND           | 294                 | 2.4              |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 조사일      | 수심<br>(m) | 강정2        |     |              |                     |                               | 강정5        |     |              |                     |                               |
|----------|-----------|------------|-----|--------------|---------------------|-------------------------------|------------|-----|--------------|---------------------|-------------------------------|
|          |           | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/L) | EC<br>( $\mu$ S/cm) | Chl-a<br>(mg/m <sup>3</sup> ) | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/L) | EC<br>( $\mu$ S/cm) | Chl-a<br>(mg/m <sup>3</sup> ) |
| 16/07/02 | 0.5       | 25.7       | 8.3 | 7.8          | 350                 | 5.6                           | 25.7       | 8.0 | 8.3          | 327                 | 5.3                           |
|          | 1         | 25.7       | 8.4 | 7.9          | 349                 | 5.9                           | 25.6       | 8.0 | 8.1          | 327                 | 5.2                           |
|          | 2         | 25.7       | 8.3 | 7.7          | 350                 | 5.4                           | 25.6       | 8.0 | 8.0          | 326                 | 5.0                           |
|          | 3         | 25.6       | 8.3 | 7.5          | 350                 | 5.0                           | 25.5       | 7.9 | 7.6          | 327                 | 4.7                           |
|          | 4         | 25.5       | 8.2 | 7.1          | 349                 | 4.8                           | 25.5       | 7.9 | 7.4          | 326                 | 4.6                           |
|          | 5         | 25.1       | 7.9 | 5.9          | 348                 | 4.2                           | 25.3       | 7.7 | 6.5          | 326                 | 4.2                           |
|          | 6         | 24.6       | 7.7 | 3.9          | 345                 | 3.5                           | 25.1       | 7.6 | 5.6          | 326                 | 3.9                           |
|          | 7         | 24.2       | 7.5 | 2.8          | 343                 | 3.0                           | 24.8       | 7.5 | 4.4          | 325                 | 3.7                           |
|          | 8         | 23.8       | 7.5 | 2.0          | 340                 | 2.7                           | 24.1       | 7.4 | 3.6          | 319                 | 3.4                           |
|          | 9         | 23.6       | 7.4 | 1.3          | 338                 | 2.4                           | 23.3       | 7.3 | 2.9          | 314                 | 3.2                           |
|          | 10        |            |     |              |                     |                               | 22.5       | 7.2 | 2.4          | 310                 | 3.3                           |
|          | 11        |            |     |              |                     |                               | 21.3       | 7.1 | 1.8          | 304                 | 3.2                           |
|          | 12        |            |     |              |                     |                               | 20.7       | 7.1 | 1.4          | 303                 | 3.4                           |
| 16/07/25 | 0.5       | 29.3       | 8.4 | 10.4         | 221                 | 6.6                           | 29.1       | 8.1 | 9.5          | 222                 | 6.0                           |
|          | 1         | 29.3       | 8.4 | 10.4         | 221                 | 6.5                           | 29.0       | 8.2 | 9.4          | 221                 | 5.3                           |
|          | 2         | 28.8       | 8.3 | 10.0         | 221                 | 5.8                           | 28.1       | 7.8 | 8.6          | 221                 | 4.8                           |
|          | 3         | 28.0       | 8.0 | 8.8          | 223                 | 4.1                           | 27.4       | 7.5 | 7.6          | 223                 | 3.7                           |
|          | 4         | 27.3       | 7.6 | 7.5          | 224                 | 3.5                           | 26.9       | 7.3 | 6.7          | 224                 | 3.2                           |
|          | 5         | 26.6       | 7.3 | 6.0          | 224                 | 2.9                           | 26.4       | 7.1 | 5.9          | 223                 | 2.7                           |
|          | 6         | 26.0       | 7.1 | 5.2          | 219                 | 2.6                           | 26.2       | 7.0 | 5.5          | 221                 | 2.4                           |
|          | 7         | 25.7       | 7.0 | 4.7          | 211                 | 2.4                           | 25.6       | 6.9 | 4.6          | 208                 | 2.4                           |
|          | 8         | 24.4       | 6.8 | 3.1          | 185                 | 3.3                           | 24.3       | 6.6 | 3.4          | 180                 | 3.0                           |
|          | 9         | 22.6       | 6.5 | ND           | 164                 | 4.4                           | 22.7       | 6.4 | 1.7          | 150                 | 4.0                           |
|          | 10        |            |     |              |                     |                               | 22.0       | 6.3 | ND           | 150                 | 4.4                           |
|          | 11        |            |     |              |                     |                               | 21.5       | 6.3 | ND           | 154                 | 4.6                           |
|          | 12        |            |     |              |                     |                               | 21.5       | 6.3 | ND           | 154                 | 4.6                           |

| 조사일      | 수심<br>(m) | 강정2        |     |              |                     |                  | 강정5        |     |              |                     |                  |
|----------|-----------|------------|-----|--------------|---------------------|------------------|------------|-----|--------------|---------------------|------------------|
|          |           | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/L) | EC<br>( $\mu$ S/cm) | Chl-a<br>(mg/m³) | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/L) | EC<br>( $\mu$ S/cm) | Chl-a<br>(mg/m³) |
| 16/08/01 | 0.5       | 31.4       | 8.9 | 14.4         | 242                 | 19.2             | 31.5       | 9.1 | 14.2         | 243                 | 21.4             |
|          | 1         | 31.2       | 9.2 | 14.3         | 243                 | 19.1             | 31.3       | 9.1 | 14.0         | 243                 | 20.5             |
|          | 2         | 31.0       | 9.1 | 14.1         | 243                 | 19.2             | 30.8       | 9.0 | 12.3         | 242                 | 19.1             |
|          | 3         | 30.4       | 8.9 | 11.9         | 243                 | 16.7             | 30.1       | 8.6 | 9.3          | 241                 | 14.8             |
|          | 4         | 29.2       | 8.5 | 7.8          | 245                 | 8.2              | 29.2       | 8.0 | 6.4          | 248                 | 9.1              |
|          | 5         | 28.3       | 8.1 | 5.0          | 249                 | 5.4              | 28.3       | 7.5 | 4.1          | 247                 | 5.0              |
|          | 6         | 27.2       | 7.6 | 2.9          | 245                 | 4.1              | 27.3       | 7.1 | 2.8          | 238                 | 4.8              |
|          | 7         | 26.4       | 7.3 | 2.1          | 236                 | 3.7              | 26.0       | 6.9 | 1.6          | 225                 | 3.9              |
|          | 8         | 24.7       | 7.1 | ND           | 210                 | 5.8              | 24.5       | 6.7 | ND           | 198                 | 5.9              |
|          | 9         | 23.1       | 6.9 | ND           | 188                 | 4.7              | 22.7       | 6.5 | ND           | 163                 | 4.8              |
|          | 10        |            |     |              |                     |                  | 22.7       | 6.5 | ND           | 163                 | 4.8              |
|          | 11        |            |     |              |                     |                  | 22.7       | 6.5 | ND           | 163                 | 4.8              |
|          | 12        |            |     |              |                     |                  | 22.7       | 6.5 | ND           | 163                 | 4.8              |
| 16/08/08 | 0.5       | 31.6       | 9.3 | 13.9         | 263                 | 15.4             | 31.8       | 9.1 | 13.5         | 246                 | 14.2             |
|          | 1         | 31.4       | 9.4 | 14.0         | 266                 | 17.7             | 31.8       | 9.2 | 13.6         | 250                 | 14.6             |
|          | 2         | 30.2       | 8.7 | 11.0         | 276                 | 45.4             | 30.3       | 9.2 | 11.1         | 277                 | 39.1             |
|          | 3         | 29.8       | 8.1 | 7.3          | 282                 | 33.8             | 29.7       | 8.6 | 7.7          | 291                 | 30.2             |
|          | 4         | 29.4       | 7.7 | 4.9          | 290                 | 24.3             | 29.4       | 8.1 | 5.3          | 295                 | 17.8             |
|          | 5         | 29.0       | 7.4 | 3.1          | 298                 | 15.9             | 29.1       | 7.8 | 3.6          | 294                 | 14.9             |
|          | 6         | 28.5       | 7.2 | 1.5          | 290                 | 13.3             | 28.6       | 7.5 | 1.8          | 286                 | 12.0             |
|          | 7         | 27.5       | 7.0 | ND           | 270                 | 11.8             | 27.3       | 7.3 | ND           | 260                 | 9.8              |
|          | 8         | 25.1       | 6.8 | ND           | 220                 | 7.5              | 25.2       | 7.0 | ND           | 220                 | 4.4              |
|          | 9         | 23.0       | 6.6 | ND           | 186                 | 5.9              | 23.0       | 6.9 | ND           | 185                 | 4.5              |
|          | 10        |            |     |              |                     |                  | 22.4       | 6.8 | ND           | 178                 | 4.7              |
|          | 11        |            |     |              |                     |                  | 22.1       | 6.9 | ND           | 178                 | 4.6              |
|          | 12        |            |     |              |                     |                  | 22.0       | 6.9 | ND           | 179                 | 4.6              |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 조사일      | 수심<br>(m) | 강정2        |     |              |                     |                               | 강정5        |     |              |                     |                               |
|----------|-----------|------------|-----|--------------|---------------------|-------------------------------|------------|-----|--------------|---------------------|-------------------------------|
|          |           | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/L) | EC<br>( $\mu$ S/cm) | Chl-a<br>(mg/m <sup>3</sup> ) | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/L) | EC<br>( $\mu$ S/cm) | Chl-a<br>(mg/m <sup>3</sup> ) |
| 16/08/16 | 0.5       | 32.1       | 9.2 | 11.2         | 274                 | 7.8                           | 32.2       | 9.3 | 10.8         | 260                 | 12.0                          |
|          | 1         | 32.1       | 9.1 | 12.0         | 274                 | 8.9                           | 32.3       | 9.3 | 10.7         | 269                 | 12.4                          |
|          | 2         | 32.1       | 9.2 | 12.0         | 274                 | 8.3                           | 32.3       | 9.3 | 10.1         | 269                 | 12.4                          |
|          | 3         | 32.0       | 9.2 | 12.0         | 274                 | 8.4                           | 32.1       | 9.3 | 9.3          | 270                 | 12.1                          |
|          | 4         | 32.0       | 9.1 | 12.0         | 275                 | 8.3                           | 31.8       | 9.0 | 8.2          | 274                 | 11.2                          |
|          | 5         | 31.0       | 8.4 | 11.5         | 284                 | 7.5                           | 31.1       | 8.4 | 5.1          | 285                 | 9.1                           |
|          | 6         | 29.7       | 7.7 | 7.4          | 290                 | 5.9                           | 30.2       | 7.9 | 2.9          | 287                 | 9.4                           |
|          | 7         | 28.1       | 7.3 | 4.1          | 281                 | 6.5                           | 28.8       | 7.4 | 0.8          | 281                 | 9.1                           |
|          | 8         | 26.0       | 7.0 | 1.8          | 253                 | 4.7                           | 28.0       | 7.3 | ND           | 273                 | 8.3                           |
|          | 9         | 24.7       | 6.9 | 1.5          | 237                 | 4.4                           | 26.1       | 7.1 | ND           | 245                 | 7.1                           |
|          | 10        |            |     |              |                     |                               | 25.3       | 7.1 | ND           | 237                 | 6.9                           |
|          | 11        |            |     |              |                     |                               | 24.8       | 7.1 | ND           | 234                 | 6.9                           |
|          | 12        |            |     |              |                     |                               | 24.4       | 7.0 | ND           | 236                 | 7.7                           |
| 16/08/22 | 0.5       | 31.0       | 8.6 | 7.9          | 287                 | 3.1                           | 31.0       | 8.7 | 7.5          | 272                 | 4.8                           |
|          | 1         | 30.8       | 8.6 | 7.7          | 287                 | 3.0                           | 31.0       | 8.7 | 7.5          | 272                 | 4.7                           |
|          | 2         | 30.8       | 8.6 | 7.7          | 287                 | 3.2                           | 30.7       | 8.7 | 7.4          | 272                 | 4.9                           |
|          | 3         | 30.6       | 8.6 | 7.4          | 287                 | 3.4                           | 30.5       | 8.7 | 7.1          | 271                 | 5.1                           |
|          | 4         | 30.4       | 8.5 | 7.1          | 287                 | 3.6                           | 30.5       | 8.6 | 7.0          | 271                 | 5.2                           |
|          | 5         | 30.3       | 8.4 | 6.7          | 287                 | 3.3                           | 30.5       | 8.6 | 6.9          | 271                 | 5.1                           |
|          | 6         | 30.2       | 8.2 | 6.0          | 287                 | 3.4                           | 30.3       | 8.5 | 6.2          | 272                 | 5.0                           |
|          | 7         | 29.4       | 7.6 | 2.9          | 286                 | 3.7                           | 29.6       | 7.9 | 2.9          | 272                 | 4.9                           |
|          | 8         | 27.1       | 7.0 | ND           | 274                 | 4.1                           | 28.9       | 7.6 | 0.9          | 270                 | 5.2                           |
|          | 9         | 25.7       | 6.8 | ND           | 262                 | 4.7                           | 26.4       | 7.1 | ND           | 253                 | 4.6                           |
|          | 10        |            |     |              |                     |                               | 25.1       | 7.0 | ND           | 241                 | 4.3                           |
|          | 11        |            |     |              |                     |                               | 24.1       | 7.0 | ND           | 237                 | 4.5                           |
|          | 12        |            |     |              |                     |                               | 23.9       | 7.0 | ND           | 239                 | 6.3                           |

| 조사일      | 수심<br>(m) | 강정2        |     |              |                     |                               | 강정5        |     |              |                     |                               |
|----------|-----------|------------|-----|--------------|---------------------|-------------------------------|------------|-----|--------------|---------------------|-------------------------------|
|          |           | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/L) | EC<br>( $\mu$ S/cm) | Chl-a<br>(mg/m <sup>3</sup> ) | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/L) | EC<br>( $\mu$ S/cm) | Chl-a<br>(mg/m <sup>3</sup> ) |
| 16/08/29 | 0.5       | 27.6       | 7.7 | 5.2          | 298                 | 8.4                           | 27.7       | 8.0 | 5.9          | 287                 | 5.8                           |
|          | 1         | 27.6       | 7.7 | 5.2          | 298                 | 8.3                           | 27.7       | 8.0 | 5.9          | 287                 | 5.8                           |
|          | 2         | 27.6       | 7.7 | 5.2          | 299                 | 8.4                           | 27.7       | 8.0 | 5.9          | 287                 | 5.7                           |
|          | 3         | 27.5       | 7.7 | 5.2          | 299                 | 8.4                           | 27.6       | 8.0 | 5.9          | 287                 | 5.9                           |
|          | 4         | 27.5       | 7.7 | 5.2          | 299                 | 8.5                           | 27.6       | 8.0 | 5.9          | 288                 | 5.9                           |
|          | 5         | 27.5       | 7.7 | 5.2          | 299                 | 8.6                           | 27.6       | 8.0 | 5.9          | 288                 | 6.1                           |
|          | 6         | 27.5       | 7.7 | 5.1          | 299                 | 8.8                           | 27.6       | 8.0 | 5.9          | 288                 | 6.3                           |
|          | 7         | 27.5       | 7.7 | 5.0          | 299                 | 8.8                           | 27.6       | 8.0 | 5.9          | 288                 | 6.3                           |
|          | 8         | 27.5       | 7.7 | 5.0          | 299                 | 8.7                           | 27.6       | 8.0 | 5.9          | 287                 | 6.2                           |
|          | 9         | 27.4       | 7.6 | 4.6          | 298                 | 8.8                           | 27.5       | 7.9 | 5.3          | 286                 | 6.0                           |
|          | 10        |            |     |              |                     |                               | 25.7       | 7.4 | ND           | 262                 | 4.3                           |
|          | 11        |            |     |              |                     |                               | 23.9       | 7.0 | ND           | 257                 | 4.6                           |
|          | 12        |            |     |              |                     |                               | 23.2       | 7.0 | ND           | 264                 | 4.6                           |
| 16/09/05 | 0.5       | 26.2       | 7.8 | 8.3          | 295                 | 12.9                          | 26.2       | 8.1 | 9.3          | 282                 | 8.9                           |
|          | 1         | 25.9       | 7.8 | 7.8          | 294                 | 12.8                          | 26.0       | 8.1 | 9.1          | 281                 | 8.2                           |
|          | 2         | 25.7       | 7.7 | 7.2          | 293                 | 12.8                          | 25.7       | 8.0 | 8.5          | 281                 | 7.6                           |
|          | 3         | 25.5       | 7.6 | 6.8          | 292                 | 11.8                          | 25.5       | 7.9 | 7.9          | 280                 | 8.3                           |
|          | 4         | 25.5       | 7.5 | 6.5          | 292                 | 11.3                          | 25.3       | 7.8 | 7.4          | 278                 | 7.0                           |
|          | 5         | 25.2       | 7.5 | 6.1          | 289                 | 10.2                          | 25.1       | 7.7 | 6.9          | 275                 | 6.5                           |
|          | 6         | 24.9       | 7.4 | 5.5          | 283                 | 10.0                          | 24.9       | 7.6 | 6.4          | 271                 | 6.7                           |
|          | 7         | 24.7       | 7.3 | 5.1          | 280                 | 10.1                          | 24.6       | 7.5 | 5.8          | 266                 | 7.3                           |
|          | 8         | 24.6       | 7.2 | 5.1          | 279                 | 10.4                          | 24.4       | 7.4 | 5.5          | 262                 | 7.7                           |
|          | 9         | 24.3       | 7.2 | 4.6          | 275                 | 11.2                          | 24.2       | 7.4 | 5.3          | 257                 | 7.9                           |
|          | 10        |            |     |              |                     |                               | 24.1       | 7.3 | 5.1          | 254                 | 8.4                           |
|          | 11        |            |     |              |                     |                               | 24.0       | 7.3 | 4.9          | 253                 | 8.6                           |
|          | 12        |            |     |              |                     |                               | 23.9       | 7.3 | 4.7          | 252                 | 9.0                           |



| 조사일      | 수심<br>(m) | 강정2        |     |              |                     |                               | 강정5        |     |              |                     |                               |
|----------|-----------|------------|-----|--------------|---------------------|-------------------------------|------------|-----|--------------|---------------------|-------------------------------|
|          |           | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/L) | EC<br>( $\mu$ S/cm) | Chl-a<br>(mg/m <sup>3</sup> ) | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/L) | EC<br>( $\mu$ S/cm) | Chl-a<br>(mg/m <sup>3</sup> ) |
| 16/09/13 | 0.5       | 26.2       | 9.3 | 13.5         | 249                 | 31.0                          | 26.9       | 9.2 | 13.7         | 255                 | 21.4                          |
|          | 1         | 25.9       | 9.3 | 13.7         | 248                 | 33.5                          | 26.6       | 9.2 | 13.6         | 255                 | 22.7                          |
|          | 2         | 25.7       | 9.2 | 13.2         | 247                 | 34.4                          | 25.8       | 9.0 | 13.1         | 255                 | 26.2                          |
|          | 3         | 25.6       | 9.2 | 12.6         | 248                 | 33.9                          | 25.7       | 9.0 | 12.7         | 255                 | 28.0                          |
|          | 4         | 25.6       | 9.1 | 11.9         | 250                 | 32.2                          | 25.6       | 8.8 | 11.2         | 256                 | 25.5                          |
|          | 5         | 25.3       | 8.1 | 7.7          | 263                 | 22.3                          | 25.4       | 8.2 | 8.8          | 259                 | 20.9                          |
|          | 6         | 24.9       | 7.5 | 4.4          | 277                 | 15.3                          | 25.0       | 7.4 | 5.4          | 270                 | 12.2                          |
|          | 7         | 24.8       | 7.3 | 3.1          | 286                 | 13.4                          | 24.9       | 7.3 | 4.6          | 275                 | 11.0                          |
|          | 8         | 24.6       | 7.2 | 2.1          | 289                 | 12.2                          | 24.7       | 7.1 | 2.3          | 290                 | 8.6                           |
|          | 9         | 24.3       | 7.1 | ND           | 286                 | 11.0                          | 24.5       | 7.1 | 1.3          | 297                 | 7.9                           |
|          | 10        |            |     |              |                     |                               | 24.3       | 7.0 | ND           | 299                 | 7.6                           |
|          | 11        |            |     |              |                     |                               | 24.0       | 7.0 | ND           | 297                 | 6.5                           |
|          | 12        |            |     |              |                     |                               | 23.5       | 7.1 | ND           | 299                 | 6.1                           |
| 16/09/26 | 0.5       | 22.7       | 7.9 | 10.9         | 172                 | 20.8                          | 23.1       | 8.6 | 12.2         | 214                 | 16.0                          |
|          | 1         | 22.6       | 7.9 | 10.8         | 174                 | 18.9                          | 22.9       | 8.5 | 11.8         | 214                 | 16.7                          |
|          | 2         | 22.3       | 7.7 | 9.8          | 178                 | 18.2                          | 22.2       | 7.6 | 9.1          | 216                 | 12.2                          |
|          | 3         | 21.9       | 7.4 | 8.2          | 181                 | 16.2                          | 21.7       | 7.3 | 7.7          | 208                 | 8.7                           |
|          | 4         | 21.6       | 7.2 | 7.5          | 183                 | 14.9                          | 21.5       | 7.2 | 7.3          | 208                 | 6.8                           |
|          | 5         | 21.5       | 7.1 | 7.3          | 186                 | 13.9                          | 21.3       | 7.2 | 7.1          | 208                 | 6.6                           |
|          | 6         | 21.4       | 7.1 | 7.0          | 190                 | 13.0                          | 21.3       | 7.2 | 7.0          | 208                 | 5.5                           |
|          | 7         | 21.2       | 7.0 | 6.9          | 193                 | 12.6                          | 21.2       | 7.2 | 7.0          | 208                 | 4.9                           |
|          | 8         | 21.2       | 7.0 | 6.9          | 194                 | 12.2                          | 21.2       | 7.2 | 6.9          | 210                 | 4.7                           |
|          | 9         | 21.2       | 7.0 | 6.6          | 197                 | 12.0                          | 21.2       | 7.2 | 6.8          | 212                 | 4.5                           |
|          | 10        |            |     |              |                     |                               | 21.2       | 7.2 | 6.7          | 213                 | 4.5                           |
|          | 11        |            |     |              |                     |                               | 21.2       | 7.2 | 6.6          | 215                 | 4.4                           |
|          | 12        |            |     |              |                     |                               | 21.2       | 7.2 | 6.5          | 215                 | 4.4                           |

| 조사일      | 수심<br>(m) | 강정2        |     |              |                     |                  | 강정5        |     |              |                     |                  |
|----------|-----------|------------|-----|--------------|---------------------|------------------|------------|-----|--------------|---------------------|------------------|
|          |           | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/L) | EC<br>( $\mu$ S/cm) | Chl-a<br>(mg/m³) | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/L) | EC<br>( $\mu$ S/cm) | Chl-a<br>(mg/m³) |
| 16/10/11 | 0.5       | 19.9       | 7.4 | 8.7          | 228                 | 6.2              | 20.0       | 7.6 | 8.9          | 236                 | 6.0              |
|          | 1         | 19.9       | 7.4 | 8.7          | 229                 | 6.1              | 19.9       | 7.6 | 8.8          | 237                 | 5.9              |
|          | 2         | 19.9       | 7.4 | 8.7          | 229                 | 6.0              | 19.9       | 7.5 | 8.7          | 236                 | 5.6              |
|          | 3         | 19.8       | 7.4 | 8.6          | 229                 | 5.9              | 19.9       | 7.5 | 8.7          | 236                 | 5.5              |
|          | 4         | 19.8       | 7.4 | 8.5          | 229                 | 5.7              | 19.8       | 7.5 | 8.6          | 236                 | 5.3              |
|          | 5         | 19.8       | 7.4 | 8.5          | 229                 | 5.7              | 19.8       | 7.5 | 8.6          | 237                 | 5.3              |
|          | 6         | 19.8       | 7.4 | 8.5          | 229                 | 5.7              | 19.8       | 7.5 | 8.6          | 237                 | 5.3              |
|          | 7         | 19.8       | 7.4 | 8.5          | 229                 | 5.7              | 19.8       | 7.5 | 8.6          | 237                 | 5.2              |
|          | 8         | 19.8       | 7.3 | 8.5          | 229                 | 5.6              | 19.8       | 7.5 | 8.6          | 236                 | 5.2              |
|          | 9         | 19.8       | 7.3 | 8.5          | 229                 | 5.6              | 19.8       | 7.5 | 8.6          | 236                 | 5.2              |
|          | 10        |            |     |              |                     |                  | 19.8       | 7.5 | 8.6          | 236                 | 5.2              |
|          | 11        |            |     |              |                     |                  | 19.8       | 7.5 | 8.6          | 236                 | 5.2              |
|          | 12        |            |     |              |                     |                  | 19.8       | 7.5 | 8.6          | 236                 | 5.2              |
| 16/10/17 | 0.5       | 19.5       | 7.5 | 10.1         | 221                 | 9.0              | 19.7       | 7.8 | 10.5         | 224                 | 9.4              |
|          | 1         | 19.2       | 7.4 | 9.8          | 221                 | 8.9              | 19.3       | 7.7 | 10.3         | 224                 | 9.6              |
|          | 2         | 19.0       | 7.4 | 9.2          | 221                 | 8.2              | 19.1       | 7.6 | 9.8          | 224                 | 9.4              |
|          | 3         | 19.0       | 7.3 | 9.1          | 221                 | 7.8              | 19.0       | 7.5 | 9.6          | 224                 | 8.3              |
|          | 4         | 19.0       | 7.3 | 8.9          | 221                 | 7.2              | 19.0       | 7.5 | 9.4          | 224                 | 7.5              |
|          | 5         | 19.0       | 7.3 | 8.9          | 222                 | 6.9              | 19.0       | 7.5 | 9.3          | 225                 | 7.2              |
|          | 6         | 19.0       | 7.3 | 8.8          | 222                 | 6.8              | 19.0       | 7.5 | 9.2          | 225                 | 7.1              |
|          | 7         | 19.0       | 7.2 | 8.7          | 222                 | 6.7              | 19.0       | 7.5 | 9.1          | 226                 | 6.8              |
|          | 8         | 19.0       | 7.2 | 8.7          | 223                 | 6.6              | 19.0       | 7.4 | 8.9          | 228                 | 6.4              |
|          | 9         | 19.0       | 7.2 | 8.6          | 223                 | 6.3              | 19.0       | 7.4 | 8.8          | 228                 | 6.1              |
|          | 10        |            |     |              |                     |                  | 19.0       | 7.4 | 8.6          | 230                 | 5.7              |
|          | 11        |            |     |              |                     |                  | 19.0       | 7.4 | 8.4          | 231                 | 5.5              |
|          | 12        |            |     |              |                     |                  | 19.0       | 7.4 | 8.3          | 231                 | 5.5              |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 조사일      | 수심<br>(m) | 강정2        |     |              |                     |                               | 강정5        |     |              |                     |                               |
|----------|-----------|------------|-----|--------------|---------------------|-------------------------------|------------|-----|--------------|---------------------|-------------------------------|
|          |           | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/L) | EC<br>( $\mu$ S/cm) | Chl-a<br>(mg/m <sup>3</sup> ) | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/L) | EC<br>( $\mu$ S/cm) | Chl-a<br>(mg/m <sup>3</sup> ) |
| 16/10/25 | 0.5       | 18.6       | 8.4 | 9.8          | 229                 | 25.5                          | 18.6       | 7.9 | 10.6         | 243                 | 27.9                          |
|          | 1         | 18.7       | 8.4 | 9.8          | 229                 | 26.7                          | 18.6       | 7.9 | 10.6         | 243                 | 29.0                          |
|          | 2         | 18.6       | 8.4 | 9.6          | 229                 | 26.3                          | 18.6       | 7.9 | 10.5         | 244                 | 29.4                          |
|          | 3         | 18.6       | 8.3 | 9.5          | 229                 | 26.4                          | 18.6       | 7.9 | 10.4         | 244                 | 30.1                          |
|          | 4         | 18.6       | 8.3 | 9.4          | 230                 | 26.0                          | 18.6       | 7.8 | 10.4         | 244                 | 30.2                          |
|          | 5         | 18.6       | 8.3 | 9.4          | 230                 | 26.9                          | 18.6       | 7.8 | 10.3         | 244                 | 30.5                          |
|          | 6         | 18.6       | 8.3 | 9.4          | 229                 | 26.5                          | 18.6       | 7.8 | 10.2         | 244                 | 30.0                          |
|          | 7         | 18.6       | 8.3 | 9.3          | 229                 | 25.7                          | 18.5       | 7.7 | 10.0         | 244                 | 28.7                          |
|          | 8         | 18.5       | 8.2 | 9.3          | 229                 | 24.9                          | 18.5       | 7.7 | 9.9          | 245                 | 28.1                          |
|          | 9         | 18.5       | 8.2 | 9.2          | 229                 | 25.2                          | 18.5       | 7.6 | 9.6          | 246                 | 27.6                          |
|          | 10        |            |     |              |                     |                               | 18.5       | 7.6 | 9.6          | 246                 | 27.5                          |
|          | 11        |            |     |              |                     |                               | 18.5       | 7.5 | 9.4          | 247                 | 27.5                          |
|          | 12        |            |     |              |                     |                               | 18.5       | 7.5 | 9.4          | 247                 | 27.7                          |
| 16/10/31 | 0.5       | 17.0       | 8.2 | 10.0         | 248                 | 21.9                          | 17.0       | 8.0 | 10.4         | 263                 | 25.7                          |
|          | 1         | 17.0       | 8.2 | 10.0         | 248                 | 21.5                          | 16.9       | 8.0 | 10.4         | 264                 | 26.5                          |
|          | 2         | 17.0       | 8.2 | 10.1         | 249                 | 22.5                          | 16.9       | 8.0 | 10.3         | 264                 | 26.9                          |
|          | 3         | 17.0       | 8.2 | 10.1         | 249                 | 23.1                          | 16.9       | 8.0 | 10.4         | 264                 | 26.9                          |
|          | 4         | 17.0       | 8.2 | 10.1         | 249                 | 23.5                          | 16.9       | 8.0 | 10.3         | 264                 | 27.5                          |
|          | 5         | 17.0       | 8.2 | 10.1         | 249                 | 24.3                          | 16.9       | 8.0 | 10.3         | 264                 | 27.4                          |
|          | 6         | 17.0       | 8.2 | 10.1         | 249                 | 24.3                          | 16.9       | 8.0 | 10.3         | 264                 | 27.6                          |
|          | 7         | 17.0       | 8.2 | 10.1         | 249                 | 24.8                          | 16.9       | 8.0 | 10.3         | 264                 | 27.7                          |
|          | 8         | 17.0       | 8.2 | 10.1         | 249                 | 24.7                          | 16.9       | 8.0 | 10.3         | 264                 | 27.8                          |
|          | 9         | 17.0       | 8.3 | 10.2         | 249                 | 24.9                          | 16.9       | 8.0 | 10.3         | 264                 | 27.9                          |
|          | 10        |            |     |              |                     |                               | 16.9       | 8.0 | 10.3         | 264                 | 27.7                          |
|          | 11        |            |     |              |                     |                               | 16.9       | 8.0 | 10.3         | 264                 | 28.0                          |
|          | 12        |            |     |              |                     |                               | 16.9       | 8.0 | 10.3         | 264                 | 28.0                          |

| 조사일      | 수심<br>(m) | 강정2        |     |              |                     |                               | 강정5        |     |              |                     |                               |
|----------|-----------|------------|-----|--------------|---------------------|-------------------------------|------------|-----|--------------|---------------------|-------------------------------|
|          |           | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/L) | EC<br>( $\mu$ S/cm) | Chl-a<br>(mg/m <sup>3</sup> ) | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/L) | EC<br>( $\mu$ S/cm) | Chl-a<br>(mg/m <sup>3</sup> ) |
| 16/11/07 | 0.5       | 15.0       | 8.4 | 10.5         | 270                 | 15.1                          | 15.3       | 8.6 | 12.1         | 276                 | 16.9                          |
|          | 1         | 14.9       | 8.5 | 10.5         | 270                 | 16.9                          | 15.0       | 8.6 | 12.1         | 276                 | 18.8                          |
|          | 2         | 14.6       | 8.3 | 10.0         | 270                 | 17.1                          | 14.5       | 8.4 | 11.2         | 277                 | 22.8                          |
|          | 3         | 14.5       | 8.3 | 9.7          | 271                 | 17.5                          | 14.4       | 8.4 | 11.1         | 278                 | 26.8                          |
|          | 4         | 14.5       | 8.2 | 9.9          | 271                 | 17.7                          | 14.3       | 8.3 | 10.8         | 278                 | 26.2                          |
|          | 5         | 14.5       | 8.2 | 9.8          | 272                 | 18.5                          | 14.3       | 8.1 | 10.4         | 279                 | 23.4                          |
|          | 6         | 14.4       | 8.2 | 10.1         | 272                 | 18.7                          | 14.3       | 8.1 | 10.4         | 279                 | 23.2                          |
|          | 7         | 14.4       | 8.2 | 9.8          | 272                 | 18.6                          | 14.3       | 8.1 | 10.5         | 279                 | 24.0                          |
|          | 8         | 14.4       | 8.2 | 9.7          | 273                 | 18.8                          | 14.3       | 8.1 | 10.6         | 279                 | 24.9                          |
|          | 9         | 14.4       | 8.1 | 9.7          | 273                 | 19.6                          | 14.3       | 8.2 | 10.6         | 279                 | 25.4                          |
|          | 10        |            |     |              |                     |                               | 14.3       | 8.2 | 10.6         | 279                 | 25.1                          |
|          | 11        |            |     |              |                     |                               | 14.3       | 8.2 | 10.5         | 279                 | 27.0                          |
|          | 12        |            |     |              |                     |                               | 14.3       | 8.1 | 10.5         | 279                 | 28.0                          |
| 16/11/14 | 0.5       | 13.8       | 8.7 | 11.7         | 295                 | 6.2                           | 13.7       | 8.7 | 12.0         | 288                 | 6.0                           |
|          | 1         | 13.6       | 8.7 | 11.7         | 295                 | 6.9                           | 13.5       | 8.7 | 12.0         | 288                 | 6.8                           |
|          | 2         | 13.4       | 8.7 | 11.6         | 296                 | 7.6                           | 13.4       | 8.6 | 11.8         | 288                 | 7.4                           |
|          | 3         | 13.4       | 8.7 | 11.4         | 296                 | 7.5                           | 13.3       | 8.6 | 11.6         | 289                 | 7.4                           |
|          | 4         | 13.3       | 8.7 | 11.4         | 296                 | 7.5                           | 13.3       | 8.6 | 11.4         | 289                 | 7.8                           |
|          | 5         | 13.3       | 8.7 | 11.3         | 296                 | 7.5                           | 13.3       | 8.5 | 11.3         | 290                 | 7.8                           |
|          | 6         | 13.3       | 8.6 | 11.3         | 296                 | 7.5                           | 13.2       | 8.5 | 11.3         | 290                 | 7.9                           |
|          | 7         | 13.3       | 8.6 | 11.2         | 296                 | 7.6                           | 13.2       | 8.5 | 11.3         | 289                 | 8.0                           |
|          | 8         | 13.3       | 8.6 | 11.2         | 296                 | 7.8                           | 13.2       | 8.5 | 11.3         | 289                 | 8.0                           |
|          | 9         | 13.3       | 8.6 | 11.1         | 296                 | 7.9                           | 13.2       | 8.5 | 11.3         | 289                 | 8.0                           |
|          | 10        |            |     |              |                     |                               | 13.2       | 8.5 | 11.3         | 289                 | 8.0                           |
|          | 11        |            |     |              |                     |                               | 13.2       | 8.5 | 11.2         | 289                 | 8.3                           |
|          | 12        |            |     |              |                     |                               | 13.2       | 8.5 | 11.2         | 289                 | 8.3                           |

| 조사일      | 수심<br>(m) | 강정2        |     |              |                     |                               | 강정5        |     |              |                     |                               |
|----------|-----------|------------|-----|--------------|---------------------|-------------------------------|------------|-----|--------------|---------------------|-------------------------------|
|          |           | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/L) | EC<br>( $\mu$ S/cm) | Chl-a<br>(mg/m <sup>3</sup> ) | 수온<br>(°C) | pH  | DO<br>(mg/L) | EC<br>( $\mu$ S/cm) | Chl-a<br>(mg/m <sup>3</sup> ) |
| 16/11/21 | 0.5       | 12.8       | 8.1 | 10.1         | 291                 | 7.6                           | 12.9       | 8.3 | 10.6         | 285                 | 11.4                          |
|          | 1         | 12.8       | 8.1 | 9.9          | 291                 | 7.6                           | 12.9       | 8.3 | 10.5         | 285                 | 11.5                          |
|          | 2         | 12.8       | 8.1 | 9.9          | 291                 | 7.9                           | 12.9       | 8.4 | 10.4         | 286                 | 11.5                          |
|          | 3         | 12.8       | 8.1 | 9.8          | 291                 | 7.6                           | 12.9       | 8.4 | 10.4         | 286                 | 10.9                          |
|          | 4         | 12.8       | 8.1 | 9.8          | 291                 | 7.6                           | 12.9       | 8.4 | 10.2         | 286                 | 10.7                          |
|          | 5         | 12.8       | 8.1 | 9.8          | 291                 | 7.3                           | 12.8       | 8.3 | 10.1         | 286                 | 10.2                          |
|          | 6         | 12.8       | 8.1 | 9.7          | 291                 | 6.8                           | 12.8       | 8.3 | 10.0         | 286                 | 9.4                           |
|          | 7         | 12.8       | 8.1 | 9.7          | 291                 | 6.5                           | 12.8       | 8.2 | 9.8          | 286                 | 8.6                           |
|          | 8         | 12.8       | 8.0 | 9.6          | 291                 | 6.0                           | 12.7       | 8.2 | 9.7          | 286                 | 8.2                           |
|          | 9         | 12.8       | 8.0 | 9.5          | 291                 | 6.0                           | 12.7       | 8.2 | 9.6          | 285                 | 7.6                           |
|          | 10        |            |     |              |                     |                               | 12.7       | 8.1 | 9.5          | 285                 | 7.4                           |
|          | 11        |            |     |              |                     |                               | 12.7       | 8.1 | 9.6          | 285                 | 7.4                           |
|          | 12        |            |     |              |                     |                               | 12.7       | 8.1 | 9.6          | 285                 | 7.4                           |
| 16/11/28 | 0.5       | 10.2       | 8.1 | 10.7         | 302                 | 12.2                          | 10.1       | 8.3 | 11.1         | 302                 | 14.7                          |
|          | 1         | 10.2       | 8.1 | 10.7         | 303                 | 12.7                          | 10.1       | 8.3 | 11.1         | 302                 | 15.0                          |
|          | 2         | 10.2       | 8.1 | 10.8         | 303                 | 13.3                          | 10.1       | 8.3 | 11.1         | 302                 | 15.5                          |
|          | 3         | 10.2       | 8.1 | 10.8         | 303                 | 13.2                          | 10.1       | 8.3 | 11.1         | 302                 | 15.2                          |
|          | 4         | 10.1       | 8.1 | 10.9         | 303                 | 13.8                          | 10.1       | 8.3 | 11.1         | 302                 | 15.4                          |
|          | 5         | 10.2       | 8.1 | 10.8         | 303                 | 13.9                          | 10.1       | 8.3 | 11.1         | 302                 | 15.5                          |
|          | 6         | 10.2       | 8.1 | 10.9         | 303                 | 14.2                          | 10.1       | 8.3 | 11.1         | 302                 | 15.6                          |
|          | 7         | 10.1       | 8.1 | 10.9         | 304                 | 14.2                          | 10.1       | 8.3 | 11.0         | 302                 | 15.8                          |
|          | 8         | 10.1       | 8.1 | 10.9         | 304                 | 14.1                          | 10.0       | 8.3 | 11.0         | 302                 | 15.6                          |
|          | 9         | 10.1       | 8.1 | 10.9         | 305                 | 14.3                          | 10.0       | 8.3 | 11.0         | 302                 | 15.5                          |
|          | 10        |            |     |              |                     |                               | 10.0       | 8.3 | 11.0         | 302                 | 15.6                          |
|          | 11        |            |     |              |                     |                               | 10.0       | 8.3 | 11.0         | 302                 | 15.4                          |
|          | 12        |            |     |              |                     |                               | 10.0       | 8.3 | 11.0         | 302                 | 15.6                          |

## 마. 주요 수질항목 측정자료

### 강천보

| 채수일자       | 대구역 | 측정소명 | BOD (mg/L) | COD (mg/L) | DO (mg/L) | T-N (mg/L) | T-P (mg/L) | SS (mg/L) |
|------------|-----|------|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|
| 2016.01.05 | 한강  | 강천보  | 1.1        | 2.9        | 12.7      | 3.180      | 0.018      | 3.1       |
| 2016.01.11 | 한강  | 강천보  | 결빙         |            |           |            |            |           |
| 2016.01.18 | 한강  | 강천보  | 1.1        | 2.6        | 14.7      | 2.706      | 0.013      | 3.4       |
| 2016.01.25 | 한강  | 강천보  | 결빙         |            |           |            |            |           |
| 2016.02.01 | 한강  | 강천보  | 결빙         |            |           |            |            |           |
| 2016.02.11 | 한강  | 강천보  | 결빙         |            |           |            |            |           |
| 2016.02.15 | 한강  | 강천보  | 1.7        | 3.3        | 12.4      | 2.605      | 0.027      | 6.1       |
| 2016.02.22 | 한강  | 강천보  | 1.6        | 4.4        | 13.2      | 3.197      | 0.027      | 3.9       |
| 2016.02.29 | 한강  | 강천보  | 결빙         |            |           |            |            |           |
| 2016.03.07 | 한강  | 강천보  | 4.0        | 6.6        | 10.8      | 3.696      | 0.204      | 38.0      |
| 2016.03.14 | 한강  | 강천보  | 1.2        | 3.9        | 13.8      | 2.870      | 0.022      | 4.0       |
| 2016.03.21 | 한강  | 강천보  | 1.5        | 3.7        | 13.9      | 2.582      | 0.020      | 5.1       |
| 2016.03.28 | 한강  | 강천보  | 1.6        | 3.0        | 12.9      | 2.469      | 0.021      | 4.7       |
| 2016.04.04 | 한강  | 강천보  | 1.6        | 3.1        | 13.5      | 2.166      | 0.018      | 4.6       |
| 2016.04.11 | 한강  | 강천보  | 1.2        | 3.7        | 12.3      | 2.061      | 0.019      | 5.2       |
| 2016.04.18 | 한강  | 강천보  | 1.9        | 3.5        | 12.4      | 2.469      | 0.031      | 6.8       |
| 2016.04.25 | 한강  | 강천보  | 1.1        | 3.2        | 11.5      | 2.505      | 0.025      | 4.4       |
| 2016.05.02 | 한강  | 강천보  | 0.9        | 3.0        | 11.6      | 2.240      | 0.018      | 4.4       |
| 2016.05.09 | 한강  | 강천보  | 1.5        | 2.9        | 10.3      | 2.347      | 0.019      | 4.3       |
| 2016.05.16 | 한강  | 강천보  | 1.7        | 3.6        | 10.2      | 2.329      | 0.028      | 6.0       |
| 2016.05.23 | 한강  | 강천보  | 1.4        | 3.6        | 11.1      | 2.206      | 0.040      | 10.7      |
| 2016.05.30 | 한강  | 강천보  | 1.3        | 3.7        | 10.3      | 2.229      | 0.040      | 9.0       |
| 2016.06.07 | 한강  | 강천보  | 2.8        | 4.3        | 12.9      | 2.302      | 0.050      | 9.8       |
| 2016.06.13 | 한강  | 강천보  | 1.9        | 4.2        | 10.6      | 2.008      | 0.050      | 10.0      |
| 2016.06.20 | 한강  | 강천보  | 1.9        | 4.8        | 10.2      | 1.947      | 0.035      | 5.4       |
| 2016.06.27 | 한강  | 강천보  | 2.3        | 4.7        | 10.5      | 1.900      | 0.038      | 6.8       |
| 2016.07.04 | 한강  | 강천보  | 2.1        | 5.3        | 9.4       | 2.088      | 0.066      | 17.0      |
| 2016.07.11 | 한강  | 강천보  | 미채수        |            |           |            |            |           |
| 2016.07.21 | 한강  | 강천보  | 1.7        | 3.9        | 8.7       | 2.919      | 0.057      | 6.8       |
| 2016.07.25 | 한강  | 강천보  | 1.9        | 4.3        | 12.1      | 2.691      | 0.040      | 5.8       |
| 2016.08.01 | 한강  | 강천보  | 1.4        | 4.5        | 9.8       | 2.602      | 0.056      | 6.0       |
| 2016.08.01 | 한강  | 강천보  | 1.4        | 4.5        | 9.8       | 2.602      | 0.056      | 6.0       |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 채수일자       | 대구역 | 측정소명 | BOD (mg/L) | COD (mg/L) | DO (mg/L) | T-N (mg/L) | T-P (mg/L) | SS (mg/L) |
|------------|-----|------|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|
| 2016.08.01 | 한강  | 강천보  | 1.4        | 4.5        | 9.8       | 2,602      | 0.056      | 6.0       |
| 2016.08.01 | 한강  | 강천보  | 1.4        | 4.5        | 9.8       | 2,602      | 0.056      | 6.0       |
| 2016.08.08 | 한강  | 강천보  | 1.1        | 3.9        | 13.0      | 2,452      | 0.032      | 4.5       |
| 2016.08.08 | 한강  | 강천보  | 1.1        | 3.9        | 13.0      | 2,452      | 0.032      | 4.5       |
| 2016.08.08 | 한강  | 강천보  | 1.1        | 3.9        | 13.0      | 2,452      | 0.032      | 4.5       |
| 2016.08.08 | 한강  | 강천보  | 1.1        | 3.9        | 13.0      | 2,452      | 0.032      | 4.5       |
| 2016.08.16 | 한강  | 강천보  | 1.0        | 3.6        | 11.3      | 2,596      | 0.034      | 4.3       |
| 2016.08.16 | 한강  | 강천보  | 1.0        | 3.6        | 11.3      | 2,596      | 0.034      | 4.3       |
| 2016.08.16 | 한강  | 강천보  | 1.0        | 3.6        | 11.3      | 2,596      | 0.034      | 4.3       |
| 2016.08.16 | 한강  | 강천보  | 1.0        | 3.6        | 11.3      | 2,596      | 0.034      | 4.3       |
| 2016.08.22 | 한강  | 강천보  | 1.0        | 3.8        | 10.7      | 2,563      | 0.030      | 4.2       |
| 2016.08.22 | 한강  | 강천보  | 1.0        | 3.8        | 10.7      | 2,563      | 0.030      | 4.2       |
| 2016.08.22 | 한강  | 강천보  | 1.0        | 3.8        | 10.7      | 2,563      | 0.030      | 4.2       |
| 2016.08.22 | 한강  | 강천보  | 1.0        | 3.8        | 10.7      | 2,563      | 0.030      | 4.2       |
| 2016.08.29 | 한강  | 강천보  | 1.2        | 3.8        | 8.9       | 2,428      | 0.030      | 4.1       |
| 2016.08.29 | 한강  | 강천보  | 1.2        | 3.8        | 8.9       | 2,428      | 0.030      | 4.1       |
| 2016.08.29 | 한강  | 강천보  | 1.2        | 3.8        | 8.9       | 2,428      | 0.030      | 4.1       |
| 2016.08.29 | 한강  | 강천보  | 1.2        | 3.8        | 8.9       | 2,428      | 0.030      | 4.1       |
| 2016.09.05 | 한강  | 강천보  | 0.9        | 3.7        | 7.9       | 2,458      | 0.029      | 3.8       |
| 2016.09.12 | 한강  | 강천보  | 0.9        | 3.5        | 10.2      | 2,401      | 0.013      | 2.9       |
| 2016.09.19 | 한강  | 강천보  | 0.7        | 3.6        | 8.3       | 1,978      | 0.028      | 4.0       |
| 2016.09.26 | 한강  | 강천보  | 1.6        | 4.9        | 10.9      | 1,581      | 0.026      | 5.4       |
| 2016.10.04 | 한강  | 강천보  | 1.2        | 4.6        | 8.9       | 2,009      | 0.034      | 4.8       |
| 2016.10.10 | 한강  | 강천보  | 1.1        | 3.9        | 10.1      | 2,075      | 0.040      | 4.8       |
| 2016.10.17 | 한강  | 강천보  | 0.5        | 3.5        | 10.8      | 2,261      | 0.025      | 3.4       |
| 2016.10.24 | 한강  | 강천보  | 0.5        | 2.7        | 8.3       | 2,323      | 0.026      | 2.9       |
| 2016.10.31 | 한강  | 강천보  | 0.6        | 3.4        | 9.6       | 2,391      | 0.027      | 2.5       |
| 2016.11.07 | 한강  | 강천보  | 0.6        | 3.6        | 10.9      | 2,279      | 0.019      | 2.1       |
| 2016.11.14 | 한강  | 강천보  | 0.6        | 3.8        | 12.2      | 2,338      | 0.014      | 1.5       |
| 2016.11.21 | 한강  | 강천보  | 0.8        | 3.2        | 11.2      | 2,244      | 0.015      | 1.4       |
| 2016.11.28 | 한강  | 강천보  | 0.5        | 3.7        | 13.3      | 2,146      | 0.009      | 1.3       |
| 2016.12.05 | 한강  | 강천보  | 0.8        | 3.5        | 13.4      | 2,364      | 0.020      | 1.5       |
| 2016.12.12 | 한강  | 강천보  | 0.7        | 3.7        | 14.2      | 2,564      | 0.012      | 1.3       |
| 2016.12.19 | 한강  | 강천보  | 0.8        | 3.8        | 12.8      | 2,614      | 0.012      | 1.3       |
| 2016.12.26 | 한강  | 강천보  | 1.0        | 3.9        | 12.5      | 2,972      | 0.022      | 2.3       |

여주보

| 채수일자       | 대관역 | 측정소명 | BOD (mg/L) | COD (mg/L) | DO (mg/L) | T-N (mg/L) | T-P (mg/L) | SS (mg/L) |
|------------|-----|------|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|
| 2016.01.05 | 한강  | 여주보  | 0.9        | 2.9        | 13.8      | 3.325      | 0.017      | 2.9       |
| 2016.01.11 | 한강  | 여주보  | 결빙         |            |           |            |            |           |
| 2016.01.18 | 한강  | 여주보  | 결빙         |            |           |            |            |           |
| 2016.01.25 | 한강  | 여주보  | 결빙         |            |           |            |            |           |
| 2016.02.01 | 한강  | 여주보  | 결빙         |            |           |            |            |           |
| 2016.02.11 | 한강  | 여주보  | 1.0        | 3.1        | 14.7      | 2.359      | 0.024      | 4.3       |
| 2016.02.15 | 한강  | 여주보  | 2.5        | 3.8        | 14.0      | 2.625      | 0.037      | 8.2       |
| 2016.02.22 | 한강  | 여주보  | 1.8        | 4.8        | 13.2      | 3.124      | 0.035      | 7.0       |
| 2016.02.29 | 한강  | 여주보  | 2.2        | 3.2        | 15.2      | 2.848      | 0.031      | 6.8       |
| 2016.03.07 | 한강  | 여주보  | 4.0        | 5.9        | 10.9      | 3.606      | 0.189      | 42.0      |
| 2016.03.14 | 한강  | 여주보  | 1.4        | 4.4        | 14.6      | 2.728      | 0.028      | 6.2       |
| 2016.03.21 | 한강  | 여주보  | 1.6        | 3.6        | 14.1      | 2.434      | 0.021      | 5.0       |
| 2016.03.28 | 한강  | 여주보  | 1.8        | 3.9        | 14.5      | 2.444      | 0.025      | 6.7       |
| 2016.04.04 | 한강  | 여주보  | 1.8        | 3.3        | 12.9      | 2.128      | 0.022      | 6.0       |
| 2016.04.11 | 한강  | 여주보  | 1.7        | 3.8        | 12.4      | 2.112      | 0.022      | 7.4       |
| 2016.04.18 | 한강  | 여주보  | 2.1        | 3.5        | 12.8      | 2.387      | 0.033      | 8.5       |
| 2016.04.25 | 한강  | 여주보  | 1.6        | 3.5        | 11.6      | 2.403      | 0.031      | 7.0       |
| 2016.05.02 | 한강  | 여주보  | 1.4        | 3.2        | 11.7      | 2.209      | 0.021      | 4.6       |
| 2016.05.09 | 한강  | 여주보  | 1.2        | 2.7        | 10.6      | 2.295      | 0.020      | 5.8       |
| 2016.05.16 | 한강  | 여주보  | 1.9        | 3.7        | 10.4      | 2.327      | 0.042      | 10.0      |
| 2016.05.23 | 한강  | 여주보  | 2.5        | 5.1        | 12.6      | 2.152      | 0.062      | 21.3      |
| 2016.05.30 | 한강  | 여주보  | 2.2        | 4.1        | 12.2      | 2.178      | 0.043      | 12.0      |
| 2016.06.07 | 한강  | 여주보  | 3.3        | 5.4        | 13.7      | 2.130      | 0.088      | 31.7      |
| 2016.06.13 | 한강  | 여주보  | 4.1        | 5.1        | 11.8      | 2.060      | 0.052      | 10.7      |
| 2016.06.20 | 한강  | 여주보  | 3.1        | 5.6        | 12.1      | 2.073      | 0.044      | 9.6       |
| 2016.06.27 | 한강  | 여주보  | 2.8        | 4.3        | 9.8       | 1.820      | 0.038      | 7.5       |
| 2016.07.04 | 한강  | 여주보  | 0.8        | 5.3        | 7.6       | 2.082      | 0.072      | 8.0       |
| 2016.07.11 | 한강  | 여주보  | 미채수        |            |           |            |            |           |
| 2016.07.21 | 한강  | 여주보  | 1.6        | 3.7        | 8.9       | 2.696      | 0.051      | 5.7       |
| 2016.07.25 | 한강  | 여주보  | 2.0        | 4.2        | 11.6      | 2.682      | 0.039      | 5.8       |
| 2016.08.01 | 한강  | 여주보  | 1.2        | 4.7        | 9.6       | 2.582      | 0.066      | 7.2       |
| 2016.08.01 | 한강  | 여주보  | 1.2        | 4.7        | 9.6       | 2.582      | 0.066      | 7.2       |
| 2016.08.01 | 한강  | 여주보  | 1.2        | 4.7        | 9.6       | 2.582      | 0.066      | 7.2       |



2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 채수일자       | 대구역 | 측정소명 | BOD (mg/L) | COD (mg/L) | DO (mg/L) | T-N (mg/L) | T-P (mg/L) | SS (mg/L) |
|------------|-----|------|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|
| 2016.08.01 | 한강  | 여주보  | 1.2        | 4.7        | 9.6       | 2,582      | 0.066      | 7.2       |
| 2016.08.08 | 한강  | 여주보  | 1.9        | 4.6        | 12.1      | 2,507      | 0.034      | 6.0       |
| 2016.08.08 | 한강  | 여주보  | 1.9        | 4.6        | 12.1      | 2,507      | 0.034      | 6.0       |
| 2016.08.08 | 한강  | 여주보  | 1.9        | 4.6        | 12.1      | 2,507      | 0.034      | 6.0       |
| 2016.08.08 | 한강  | 여주보  | 1.9        | 4.6        | 12.1      | 2,507      | 0.034      | 6.0       |
| 2016.08.16 | 한강  | 여주보  | 1.2        | 3.8        | 10.4      | 2,478      | 0.032      | 4.7       |
| 2016.08.16 | 한강  | 여주보  | 1.2        | 3.8        | 10.4      | 2,478      | 0.032      | 4.7       |
| 2016.08.16 | 한강  | 여주보  | 1.2        | 3.8        | 10.4      | 2,478      | 0.032      | 4.7       |
| 2016.08.16 | 한강  | 여주보  | 1.2        | 3.8        | 10.4      | 2,478      | 0.032      | 4.7       |
| 2016.08.22 | 한강  | 여주보  | 1.4        | 4.1        | 10.6      | 2,515      | 0.030      | 4.6       |
| 2016.08.22 | 한강  | 여주보  | 1.4        | 4.1        | 10.6      | 2,515      | 0.030      | 4.6       |
| 2016.08.22 | 한강  | 여주보  | 1.4        | 4.1        | 10.6      | 2,515      | 0.030      | 4.6       |
| 2016.08.22 | 한강  | 여주보  | 1.4        | 4.1        | 10.6      | 2,515      | 0.030      | 4.6       |
| 2016.08.29 | 한강  | 여주보  | 1.2        | 3.5        | 8.6       | 2,492      | 0.025      | 5.5       |
| 2016.08.29 | 한강  | 여주보  | 1.2        | 3.5        | 8.6       | 2,492      | 0.025      | 5.5       |
| 2016.08.29 | 한강  | 여주보  | 1.2        | 3.5        | 8.6       | 2,492      | 0.025      | 5.5       |
| 2016.08.29 | 한강  | 여주보  | 1.2        | 3.5        | 8.6       | 2,492      | 0.025      | 5.5       |
| 2016.09.05 | 한강  | 여주보  | 1.0        | 4.2        | 7.9       | 2,490      | 0.034      | 3.8       |
| 2016.09.12 | 한강  | 여주보  | 0.6        | 3.5        | 10.3      | 2,311      | 0.015      | 2.3       |
| 2016.09.19 | 한강  | 여주보  | 1.2        | 3.5        | 8.1       | 2,052      | 0.028      | 2.5       |
| 2016.09.26 | 한강  | 여주보  | 1.1        | 4.4        | 10.6      | 1,985      | 0.022      | 2.3       |
| 2016.10.04 | 한강  | 여주보  | 0.8        | 3.8        | 8.6       | 2,051      | 0.041      | 3.8       |
| 2016.10.10 | 한강  | 여주보  | 1.4        | 3.7        | 9.9       | 2,123      | 0.040      | 3.6       |
| 2016.10.17 | 한강  | 여주보  | 0.6        | 3.5        | 11.1      | 2,239      | 0.031      | 3.2       |
| 2016.10.24 | 한강  | 여주보  | 0.7        | 3.4        | 8.8       | 2,395      | 0.025      | 2.8       |
| 2016.10.31 | 한강  | 여주보  | 0.5        | 3.3        | 9.2       | 2,468      | 0.031      | 2.7       |
| 2016.11.07 | 한강  | 여주보  | 0.5        | 3.5        | 11.3      | 2,268      | 0.021      | 1.7       |
| 2016.11.14 | 한강  | 여주보  | 0.5        | 3.6        | 12.0      | 2,328      | 0.017      | 1.7       |
| 2016.11.21 | 한강  | 여주보  | 0.5        | 3.2        | 11.9      | 2,070      | 0.014      | 1.0       |
| 2016.11.28 | 한강  | 여주보  | 0.4        | 3.8        | 13.3      | 2,146      | 0.010      | 1.0       |
| 2016.12.05 | 한강  | 여주보  | 0.9        | 3.3        | 13.3      | 2,325      | 0.020      | 1.0       |
| 2016.12.12 | 한강  | 여주보  | 0.8        | 3.3        | 14.9      | 2,417      | 0.013      | 1.6       |
| 2016.12.19 | 한강  | 여주보  | 1.0        | 3.6        | 14.1      | 2,631      | 0.013      | 1.0       |
| 2016.12.26 | 한강  | 여주보  | 1.1        | 3.6        | 12.8      | 3,065      | 0.023      | 3.2       |

## 이포보

| 채수일자       | 대관역 | 측정소명 | BOD (mg/L) | COD (mg/L) | DO (mg/L) | T-N (mg/L) | T-P (mg/L) | SS (mg/L) |
|------------|-----|------|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|
| 2016.01.05 | 한강  | 이포보  | 1.1        | 3.2        | 13.9      | 3.752      | 0.024      | 2.5       |
| 2016.01.11 | 한강  | 이포보  | 1.2        | 3.9        | 14.5      | 3.392      | 0.021      | 2.6       |
| 2016.01.18 | 한강  | 이포보  | 1.0        | 2.6        | 14.5      | 3.082      | 0.016      | 2.4       |
| 2016.01.25 | 한강  | 이포보  | 결빙         |            |           |            |            |           |
| 2016.02.01 | 한강  | 이포보  | 결빙         |            |           |            |            |           |
| 2016.02.11 | 한강  | 이포보  | 1.1        | 3.3        | 15.4      | 2.841      | 0.030      | 4.6       |
| 2016.02.15 | 한강  | 이포보  | 2.1        | 4.2        | 13.2      | 2.816      | 0.046      | 11.5      |
| 2016.02.22 | 한강  | 이포보  | 2.4        | 5.2        | 14.3      | 3.424      | 0.038      | 7.2       |
| 2016.02.29 | 한강  | 이포보  | 2.5        | 4.2        | 14.9      | 3.306      | 0.038      | 7.8       |
| 2016.03.07 | 한강  | 이포보  | 3.2        | 5.0        | 11.2      | 3.027      | 0.135      | 27.5      |
| 2016.03.14 | 한강  | 이포보  | 1.7        | 4.6        | 13.5      | 3.093      | 0.035      | 8.2       |
| 2016.03.21 | 한강  | 이포보  | 2.1        | 4.3        | 13.9      | 2.724      | 0.032      | 9.4       |
| 2016.03.28 | 한강  | 이포보  | 2.2        | 4.5        | 12.7      | 2.665      | 0.036      | 11.5      |
| 2016.04.04 | 한강  | 이포보  | 2.3        | 3.6        | 13.0      | 2.504      | 0.035      | 10.8      |
| 2016.04.11 | 한강  | 이포보  | 2.0        | 4.1        | 12.5      | 2.358      | 0.031      | 11.2      |
| 2016.04.18 | 한강  | 이포보  | 2.4        | 3.4        | 12.8      | 2.390      | 0.041      | 12.3      |
| 2016.04.25 | 한강  | 이포보  | 2.6        | 4.1        | 11.7      | 2.609      | 0.048      | 13.0      |
| 2016.05.02 | 한강  | 이포보  | 1.5        | 3.9        | 11.4      | 2.360      | 0.033      | 11.8      |
| 2016.05.09 | 한강  | 이포보  | 1.8        | 3.4        | 10.9      | 2.444      | 0.035      | 11.5      |
| 2016.05.16 | 한강  | 이포보  | 3.0        | 5.9        | 10.7      | 2.632      | 0.053      | 14.0      |
| 2016.05.23 | 한강  | 이포보  | 3.2        | 4.7        | 13.7      | 2.148      | 0.052      | 14.7      |
| 2016.05.30 | 한강  | 이포보  | 3.3        | 5.2        | 12.7      | 2.298      | 0.053      | 15.7      |
| 2016.06.07 | 한강  | 이포보  | 3.7        | 5.0        | 13.5      | 2.034      | 0.052      | 10.7      |
| 2016.06.13 | 한강  | 이포보  | 3.8        | 6.3        | 10.6      | 1.934      | 0.064      | 13.3      |
| 2016.06.20 | 한강  | 이포보  | 2.9        | 6.3        | 12.5      | 1.989      | 0.045      | 11.0      |
| 2016.06.27 | 한강  | 이포보  | 3.2        | 4.7        | 10.5      | 1.910      | 0.039      | 8.2       |
| 2016.07.04 | 한강  | 이포보  | 1.5        | 5.4        | 7.2       | 2.018      | 0.076      | 10.8      |
| 2016.07.14 | 한강  | 이포보  | 1.2        | 4.4        | 10.4      | 2.918      | 0.080      | 14.0      |
| 2016.07.21 | 한강  | 이포보  | 1.6        | 4.4        | 8.9       | 2.989      | 0.058      | 7.0       |
| 2016.07.25 | 한강  | 이포보  | 1.8        | 5.7        | 13.0      | 2.725      | 0.049      | 7.6       |
| 2016.08.01 | 한강  | 이포보  | 1.6        | 4.9        | 9.4       | 2.706      | 0.084      | 9.8       |
| 2016.08.01 | 한강  | 이포보  | 1.6        | 4.9        | 9.4       | 2.706      | 0.084      | 9.8       |
| 2016.08.01 | 한강  | 이포보  | 1.6        | 4.9        | 9.4       | 2.706      | 0.084      | 9.8       |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 채수일자       | 대구역 | 측정소명 | BOD (mg/L) | COD (mg/L) | DO (mg/L) | T-N (mg/L) | T-P (mg/L) | SS (mg/L) |
|------------|-----|------|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|
| 2016.08.01 | 한강  | 이포보  | 1.6        | 4.9        | 9.4       | 2.706      | 0.084      | 9.8       |
| 2016.08.08 | 한강  | 이포보  | 2.7        | 5.2        | 13.3      | 2.565      | 0.044      | 8.0       |
| 2016.08.08 | 한강  | 이포보  | 2.7        | 5.2        | 13.3      | 2.565      | 0.044      | 8.0       |
| 2016.08.08 | 한강  | 이포보  | 2.7        | 5.2        | 13.3      | 2.565      | 0.044      | 8.0       |
| 2016.08.08 | 한강  | 이포보  | 2.7        | 5.2        | 13.3      | 2.565      | 0.044      | 8.0       |
| 2016.08.16 | 한강  | 이포보  | 1.6        | 3.9        | 10.6      | 2.560      | 0.034      | 5.2       |
| 2016.08.16 | 한강  | 이포보  | 1.6        | 3.9        | 10.6      | 2.560      | 0.034      | 5.2       |
| 2016.08.16 | 한강  | 이포보  | 1.6        | 3.9        | 10.6      | 2.560      | 0.034      | 5.2       |
| 2016.08.16 | 한강  | 이포보  | 1.6        | 3.9        | 10.6      | 2.560      | 0.034      | 5.2       |
| 2016.08.22 | 한강  | 이포보  | 1.7        | 4.0        | 10.4      | 2.445      | 0.031      | 5.0       |
| 2016.08.22 | 한강  | 이포보  | 1.7        | 4.0        | 10.4      | 2.445      | 0.031      | 5.0       |
| 2016.08.22 | 한강  | 이포보  | 1.7        | 4.0        | 10.4      | 2.445      | 0.031      | 5.0       |
| 2016.08.22 | 한강  | 이포보  | 1.7        | 4.0        | 10.4      | 2.445      | 0.031      | 5.0       |
| 2016.08.29 | 한강  | 이포보  | 2.0        | 4.0        | 8.6       | 2.385      | 0.034      | 4.5       |
| 2016.08.29 | 한강  | 이포보  | 2.0        | 4.0        | 8.6       | 2.385      | 0.034      | 4.5       |
| 2016.08.29 | 한강  | 이포보  | 2.0        | 4.0        | 8.6       | 2.385      | 0.034      | 4.5       |
| 2016.08.29 | 한강  | 이포보  | 2.0        | 4.0        | 8.6       | 2.385      | 0.034      | 4.5       |
| 2016.09.05 | 한강  | 이포보  | 2.2        | 3.6        | 8.0       | 2.523      | 0.027      | 4.3       |
| 2016.09.12 | 한강  | 이포보  | 1.8        | 4.0        | 12.3      | 2.418      | 0.019      | 4.2       |
| 2016.09.19 | 한강  | 이포보  | 1.8        | 3.9        | 9.3       | 2.060      | 0.033      | 4.3       |
| 2016.09.26 | 한강  | 이포보  | 2.0        | 4.9        | 10.9      | 2.420      | 0.031      | 5.0       |
| 2016.10.04 | 한강  | 이포보  | 1.4        | 4.6        | 10.3      | 2.015      | 0.034      | 6.3       |
| 2016.10.10 | 한강  | 이포보  | 0.9        | 3.8        | 11.9      | 2.309      | 0.046      | 4.3       |
| 2016.10.17 | 한강  | 이포보  | 0.6        | 3.6        | 11.6      | 2.240      | 0.033      | 3.8       |
| 2016.10.24 | 한강  | 이포보  | 0.9        | 3.2        | 8.7       | 2.542      | 0.029      | 3.8       |
| 2016.10.31 | 한강  | 이포보  | 0.6        | 3.7        | 9.4       | 2.637      | 0.042      | 2.7       |
| 2016.11.07 | 한강  | 이포보  | 0.7        | 3.3        | 11.7      | 2.435      | 0.019      | 1.7       |
| 2016.11.14 | 한강  | 이포보  | 0.6        | 3.6        | 11.7      | 2.611      | 0.021      | 1.9       |
| 2016.11.21 | 한강  | 이포보  | 0.7        | 3.4        | 11.3      | 2.713      | 0.018      | 1.5       |
| 2016.11.28 | 한강  | 이포보  | 0.6        | 3.9        | 13.2      | 2.701      | 0.014      | 1.3       |
| 2016.12.05 | 한강  | 이포보  | 1.3        | 3.7        | 12.4      | 2.716      | 0.017      | 1.5       |
| 2016.12.12 | 한강  | 이포보  | 0.9        | 3.9        | 15.1      | 2.809      | 0.016      | 1.5       |
| 2016.12.19 | 한강  | 이포보  | 0.9        | 3.9        | 14.0      | 2.948      | 0.016      | 1.7       |
| 2016.12.26 | 한강  | 이포보  | 1.1        | 3.7        | 12.9      | 3.064      | 0.030      | 4.5       |

상주보

| 채수일자       | 대권역 | 측정소명 | BOD (mg/L) | COD (mg/L) | DO (mg/L) | T-N (mg/L) | T-P (mg/L) | SS (mg/L) |
|------------|-----|------|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|
| 2016.01.04 | 낙동강 | 상주보  | 1.9        | 3.8        | 14.3      | 3.023      | 0.015      | 3.4       |
| 2016.01.11 | 낙동강 | 상주보  | 0.8        | 3.9        | 14.7      | 3.024      | 0.013      | 4.2       |
| 2016.01.20 | 낙동강 | 상주보  | 1.6        | 4.0        | 13.3      | 3.307      | 0.014      | 6.4       |
| 2016.01.26 | 낙동강 | 상주보  | 결빙         |            |           |            |            |           |
| 2016.02.01 | 낙동강 | 상주보  | 결빙         |            |           |            |            |           |
| 2016.02.11 | 낙동강 | 상주보  | 결빙         |            |           |            |            |           |
| 2016.02.15 | 낙동강 | 상주보  | 1.6        | 3.7        | 16.1      | 3.814      | 0.012      | 2.8       |
| 2016.02.22 | 낙동강 | 상주보  | 1.5        | 4.0        | 13.7      | 4.020      | 0.015      | 4.0       |
| 2016.02.29 | 낙동강 | 상주보  | 2.1        | 4.5        | 13.5      | 3.735      | 0.019      | 5.6       |
| 2016.03.07 | 낙동강 | 상주보  | 2.6        | 4.9        | 14.3      | 3.772      | 0.014      | 8.8       |
| 2016.03.14 | 낙동강 | 상주보  | 2.5        | 5.7        | 12.2      | 3.398      | 0.031      | 8.2       |
| 2016.03.21 | 낙동강 | 상주보  | 2.8        | 5.7        | 15.0      | 3.526      | 0.024      | 7.4       |
| 2016.03.28 | 낙동강 | 상주보  | 2.0        | 5.5        | 13.5      | 3.454      | 0.020      | 7.2       |
| 2016.04.04 | 낙동강 | 상주보  | 2.7        | 4.9        | 13.4      | 2.950      | 0.020      | 4.6       |
| 2016.04.11 | 낙동강 | 상주보  | 1.9        | 4.5        | 11.9      | 2.816      | 0.021      | 8.4       |
| 2016.04.18 | 낙동강 | 상주보  | 1.5        | 5.1        | 10.3      | 2.531      | 0.031      | 7.0       |
| 2016.04.25 | 낙동강 | 상주보  | 1.7        | 5.7        | 11.6      | 2.866      | 0.029      | 5.4       |
| 2016.05.02 | 낙동강 | 상주보  | 2.0        | 5.3        | 10.9      | 2.748      | 0.024      | 4.8       |
| 2016.05.09 | 낙동강 | 상주보  | 2.2        | 5.3        | 12.7      | 2.310      | 0.023      | 4.4       |
| 2016.05.16 | 낙동강 | 상주보  | 2.1        | 5.4        | 9.2       | 2.069      | 0.026      | 5.0       |
| 2016.05.23 | 낙동강 | 상주보  | 1.8        | 4.9        | 12.0      | 1.807      | 0.029      | 3.6       |
| 2016.05.30 | 낙동강 | 상주보  | 2.4        | 5.9        | 11.6      | 1.620      | 0.023      | 8.2       |
| 2016.06.07 | 낙동강 | 상주보  | 1.9        | 5.5        | 8.5       | 1.293      | 0.025      | 6.8       |
| 2016.06.13 | 낙동강 | 상주보  | 1.5        | 5.5        | 9.1       | 1.398      | 0.027      | 4.2       |
| 2016.06.20 | 낙동강 | 상주보  | 2.0        | 5.4        | 9.1       | 1.155      | 0.023      | 4.8       |
| 2016.06.27 | 낙동강 | 상주보  | 1.5        | 4.8        | 7.1       | 1.222      | 0.029      | 5.6       |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 채수일자       | 대권역 | 측정소명 | BOD (mg/L) | COD (mg/L) | DO (mg/L) | T-N (mg/L) | T-P (mg/L) | SS (mg/L) |
|------------|-----|------|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|
| 2016.07.04 | 낙동강 | 상주보  | 4.2        | 7.3        | 8.1       | 2.099      | 0.066      | 16.8      |
| 2016.07.11 | 낙동강 | 상주보  | 1.5        | 6.7        | 8.4       | 3.670      | 0.058      | 10.0      |
| 2016.07.18 | 낙동강 | 상주보  | 1.7        | 5.1        | 7.8       | 2.862      | 0.044      | 12.0      |
| 2016.07.25 | 낙동강 | 상주보  | 2.8        | 5.7        | 9.8       | 2.402      | 0.025      | 7.0       |
| 2016.08.01 | 낙동강 | 상주보  | 2.5        | 7.0        | 8.8       | 2.138      | 0.039      | 7.8       |
| 2016.08.08 | 낙동강 | 상주보  | 1.8        | 5.0        | 8.5       | 1.972      | 0.015      | 5.6       |
| 2016.08.17 | 낙동강 | 상주보  | 0.8        | 4.9        | 9.0       | 1.863      | 0.025      | 5.6       |
| 2016.08.22 | 낙동강 | 상주보  | 1.5        | 5.5        | 6.3       | 1.908      | 0.021      | 5.6       |
| 2016.08.29 | 낙동강 | 상주보  | 1.2        | 5.1        | 7.1       | 1.822      | 0.023      | 7.2       |
| 2016.09.05 | 낙동강 | 상주보  | 0.8        | 4.7        | 8.5       | 1.931      | 0.028      | 6.8       |
| 2016.09.12 | 낙동강 | 상주보  | 1.4        | 6.4        | 8.5       | 2.384      | 0.019      | 4.0       |
| 2016.09.19 | 낙동강 | 상주보  | 1.8        | 13.0       | 7.0       | 2.601      | 0.107      | 34.4      |
| 2016.09.26 | 낙동강 | 상주보  | 1.6        | 6.3        | 10.1      | 2.730      | 0.027      | 5.6       |
| 2016.10.04 | 낙동강 | 상주보  | 1.5        | 5.4        | 8.9       | 2.310      | 0.020      | 4.0       |
| 2016.10.10 | 낙동강 | 상주보  | 0.7        | 6.9        | 8.3       | 2.180      | 0.053      | 7.2       |
| 2016.10.17 | 낙동강 | 상주보  | 2.1        | 6.2        | 10.4      | 2.381      | 0.016      | 5.2       |
| 2016.10.24 | 낙동강 | 상주보  | 1.5        | 5.2        | 9.9       | 2.363      | 0.028      | 6.8       |
| 2016.10.31 | 낙동강 | 상주보  | 0.9        | 4.8        | 10.5      | 2.302      | 0.017      | 7.6       |
| 2016.11.07 | 낙동강 | 상주보  | 0.8        | 4.5        | 12.0      | 2.292      | 0.012      | 4.8       |
| 2016.11.14 | 낙동강 | 상주보  | 0.9        | 4.4        | 11.8      | 2.384      | 0.012      | 4.0       |
| 2016.11.21 | 낙동강 | 상주보  | 1.2        | 4.9        | 11.9      | 2.263      | 0.010      | 4.4       |
| 2016.11.28 | 낙동강 | 상주보  | 0.8        | 4.1        | 11.1      | 2.202      | 0.010      | 6.4       |
| 2016.12.05 | 낙동강 | 상주보  | 0.8        | 4.2        | 12.3      | 2.343      | 0.012      | 3.2       |
| 2016.12.12 | 낙동강 | 상주보  | 0.8        | 4.0        | 13.2      | 2.455      | 0.011      | 2.4       |
| 2016.12.19 | 낙동강 | 상주보  | 0.7        | 4.2        | 12.6      | 2.525      | 0.008      | 1.6       |
| 2016.12.26 | 낙동강 | 상주보  | 1.4        | 5.2        | 11.4      | 2.583      | 0.024      | 7.2       |

낙단보

| 채수일자       | 대권역 | 측정소명 | BOD (mg/L) | COD (mg/L) | DO (mg/L) | T-N (mg/L) | T-P (mg/L) | SS (mg/L) |
|------------|-----|------|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|
| 2016.01.04 | 낙동강 | 낙단보  | 2.7        | 4.1        | 13.0      | 2.617      | 0.018      | 3.0       |
| 2016.01.11 | 낙동강 | 낙단보  | 0.5        | 4.0        | 13.9      | 2.603      | 0.014      | 3.0       |
| 2016.01.18 | 낙동강 | 낙단보  | 0.9        | 4.2        | 13.2      | 2.631      | 0.017      | 2.2       |
| 2016.01.26 | 낙동강 | 낙단보  | 결빙         |            |           |            |            |           |
| 2016.02.01 | 낙동강 | 낙단보  | 결빙         |            |           |            |            |           |
| 2016.02.11 | 낙동강 | 낙단보  | 결빙         |            |           |            |            |           |
| 2016.02.15 | 낙동강 | 낙단보  | 1.6        | 3.8        | 15.0      | 3.105      | 0.013      | 2.4       |
| 2016.02.22 | 낙동강 | 낙단보  | 1.4        | 4.1        | 13.7      | 3.352      | 0.013      | 2.6       |
| 2016.03.02 | 낙동강 | 낙단보  | 2.2        | 4.3        | 12.7      | 3.283      | 0.018      | 3.6       |
| 2016.03.07 | 낙동강 | 낙단보  | 1.8        | 4.8        | 13.0      | 3.714      | 0.013      | 6.8       |
| 2016.03.14 | 낙동강 | 낙단보  | 2.4        | 6.0        | 12.6      | 3.671      | 0.035      | 11.4      |
| 2016.03.21 | 낙동강 | 낙단보  | 2.9        | 6.4        | 13.5      | 3.504      | 0.028      | 9.6       |
| 2016.03.28 | 낙동강 | 낙단보  | 2.4        | 6.5        | 14.2      | 3.262      | 0.024      | 5.8       |
| 2016.04.04 | 낙동강 | 낙단보  | 1.4        | 5.4        | 11.5      | 2.706      | 0.022      | 3.0       |
| 2016.04.11 | 낙동강 | 낙단보  | 2.1        | 6.4        | 10.7      | 3.323      | 0.029      | 9.4       |
| 2016.04.18 | 낙동강 | 낙단보  | 2.1        | 5.5        | 10.3      | 2.759      | 0.032      | 5.8       |
| 2016.04.25 | 낙동강 | 낙단보  | 1.4        | 6.0        | 11.0      | 2.915      | 0.047      | 7.0       |
| 2016.05.02 | 낙동강 | 낙단보  | 2.7        | 6.7        | 9.9       | 2.659      | 0.022      | 5.2       |
| 2016.05.09 | 낙동강 | 낙단보  | 2.2        | 5.9        | 11.1      | 2.412      | 0.021      | 5.8       |
| 2016.05.16 | 낙동강 | 낙단보  | 1.5        | 5.7        | 9.1       | 2.148      | 0.024      | 5.6       |
| 2016.05.23 | 낙동강 | 낙단보  | 2.5        | 6.0        | 11.1      | 1.879      | 0.026      | 5.6       |
| 2016.05.30 | 낙동강 | 낙단보  | 1.9        | 5.7        | 10.0      | 1.746      | 0.020      | 4.6       |
| 2016.06.07 | 낙동강 | 낙단보  | 1.2        | 5.5        | 8.3       | 1.464      | 0.026      | 4.6       |
| 2016.06.13 | 낙동강 | 낙단보  | 1.6        | 5.4        | 7.7       | 1.314      | 0.025      | 2.6       |
| 2016.06.20 | 낙동강 | 낙단보  | 1.4        | 5.0        | 6.5       | 1.124      | 0.020      | 3.6       |
| 2016.06.27 | 낙동강 | 낙단보  | 1.9        | 4.9        | 6.7       | 1.225      | 0.032      | 3.6       |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 채수일자       | 대권역 | 측정소명 | BOD (mg/L) | COD (mg/L) | DO (mg/L) | T-N (mg/L) | T-P (mg/L) | SS (mg/L) |
|------------|-----|------|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|
| 2016.07.04 | 낙동강 | 낙단보  | 3.1        | 6.3        | 8.8       | 1.526      | 0.065      | 16.8      |
| 2016.07.11 | 낙동강 | 낙단보  | 1.4        | 8.0        | 8.5       | 3.602      | 0.090      | 10.8      |
| 2016.07.18 | 낙동강 | 낙단보  | 2.1        | 5.6        | 8.3       | 3.218      | 0.031      | 9.6       |
| 2016.07.25 | 낙동강 | 낙단보  | 2.3        | 5.8        | 9.9       | 2.614      | 0.029      | 4.0       |
| 2016.08.01 | 낙동강 | 낙단보  | 1.3        | 4.9        | 6.3       | 2.320      | 0.029      | 3.0       |
| 2016.08.08 | 낙동강 | 낙단보  | 1.7        | 5.1        | 5.0       | 2.008      | 0.016      | 4.4       |
| 2016.08.17 | 낙동강 | 낙단보  | 1.0        | 5.2        | 7.5       | 1.772      | 0.027      | 3.6       |
| 2016.08.22 | 낙동강 | 낙단보  | 2.2        | 6.4        | 8.4       | 1.700      | 0.027      | 4.8       |
| 2016.08.29 | 낙동강 | 낙단보  | 2.0        | 5.6        | 7.3       | 1.548      | 0.018      | 8.0       |
| 2016.09.05 | 낙동강 | 낙단보  | 0.8        | 5.2        | 8.1       | 1.915      | 0.034      | 6.8       |
| 2016.09.12 | 낙동강 | 낙단보  | 1.4        | 6.5        | 10.1      | 2.044      | 0.018      | 3.6       |
| 2016.09.19 | 낙동강 | 낙단보  | 1.7        | 11.3       | 7.9       | 2.519      | 0.106      | 20.0      |
| 2016.09.26 | 낙동강 | 낙단보  | 1.4        | 8.1        | 8.7       | 2.660      | 0.035      | 5.6       |
| 2016.10.04 | 낙동강 | 낙단보  | 1.8        | 6.5        | 8.6       | 2.590      | 0.023      | 4.0       |
| 2016.10.10 | 낙동강 | 낙단보  | 0.9        | 7.9        | 8.9       | 2.450      | 0.065      | 12.4      |
| 2016.10.17 | 낙동강 | 낙단보  | 1.3        | 6.2        | 9.7       | 2.367      | 0.015      | 5.2       |
| 2016.10.24 | 낙동강 | 낙단보  | 1.4        | 5.8        | 9.3       | 2.449      | 0.030      | 7.6       |
| 2016.10.31 | 낙동강 | 낙단보  | 0.7        | 5.1        | 9.7       | 2.507      | 0.026      | 8.4       |
| 2016.11.07 | 낙동강 | 낙단보  | 1.1        | 4.9        | 11.2      | 2.232      | 0.011      | 8.4       |
| 2016.11.14 | 낙동강 | 낙단보  | 1.3        | 4.7        | 12.1      | 2.435      | 0.013      | 4.8       |
| 2016.11.21 | 낙동강 | 낙단보  | 1.8        | 4.9        | 12.5      | 2.395      | 0.012      | 3.2       |
| 2016.11.28 | 낙동강 | 낙단보  | 0.9        | 4.5        | 11.0      | 2.370      | 0.013      | 6.4       |
| 2016.12.05 | 낙동강 | 낙단보  | 0.9        | 4.5        | 11.1      | 2.392      | 0.013      | 4.8       |
| 2016.12.12 | 낙동강 | 낙단보  | 1.2        | 4.3        | 12.2      | 2.389      | 0.011      | 3.0       |
| 2016.12.19 | 낙동강 | 낙단보  | 1.1        | 4.7        | 11.8      | 2.573      | 0.011      | 2.4       |
| 2016.12.26 | 낙동강 | 낙단보  | 1.4        | 4.9        | 12.6      | 2.563      | 0.016      | 4.0       |

구미보

| 채수일자       | 대권역 | 측정소명 | BOD (mg/L) | COD (mg/L) | DO (mg/L) | T-N (mg/L) | T-P (mg/L) | SS (mg/L) |
|------------|-----|------|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|
| 2016.01.04 | 낙동강 | 구미보  | 1.5        | 4.3        | 12.6      | 2,244      | 0.016      | 3.4       |
| 2016.01.11 | 낙동강 | 구미보  | 1.2        | 4.2        | 13.4      | 2,264      | 0.016      | 5.0       |
| 2016.01.20 | 낙동강 | 구미보  | 0.7        | 4.3        | 12.3      | 2,402      | 0.014      | 3.4       |
| 2016.01.26 | 낙동강 | 구미보  | 결빙         |            |           |            |            |           |
| 2016.02.01 | 낙동강 | 구미보  | 결빙         |            |           |            |            |           |
| 2016.02.11 | 낙동강 | 구미보  | 결빙         |            |           |            |            |           |
| 2016.02.15 | 낙동강 | 구미보  | 1.8        | 4.1        | 14.5      | 2,617      | 0.017      | 3.0       |
| 2016.02.22 | 낙동강 | 구미보  | 1.7        | 4.5        | 13.8      | 2,773      | 0.014      | 2.8       |
| 2016.03.02 | 낙동강 | 구미보  | 1.7        | 4.2        | 12.2      | 2,715      | 0.014      | 3.6       |
| 2016.03.07 | 낙동강 | 구미보  | 1.8        | 4.6        | 12.5      | 3,149      | 0.010      | 5.2       |
| 2016.03.14 | 낙동강 | 구미보  | 2.5        | 5.1        | 13.2      | 3,551      | 0.028      | 8.2       |
| 2016.03.21 | 낙동강 | 구미보  | 3.5        | 6.7        | 15.1      | 3,851      | 0.038      | 10.0      |
| 2016.03.28 | 낙동강 | 구미보  | 2.5        | 6.7        | 13.5      | 3,627      | 0.029      | 5.6       |
| 2016.04.04 | 낙동강 | 구미보  | 2.2        | 5.8        | 12.4      | 3,040      | 0.022      | 2.6       |
| 2016.04.11 | 낙동강 | 구미보  | 2.3        | 5.1        | 11.6      | 3,016      | 0.024      | 4.0       |
| 2016.04.18 | 낙동강 | 구미보  | 2.8        | 6.7        | 10.9      | 3,010      | 0.033      | 4.6       |
| 2016.04.25 | 낙동강 | 구미보  | 2.1        | 6.1        | 11.5      | 2,652      | 0.048      | 6.6       |
| 2016.05.02 | 낙동강 | 구미보  | 2.8        | 6.8        | 10.0      | 2,667      | 0.023      | 4.8       |
| 2016.05.09 | 낙동강 | 구미보  | 2.7        | 6.6        | 11.6      | 2,517      | 0.025      | 5.4       |
| 2016.05.16 | 낙동강 | 구미보  | 2.2        | 5.9        | 9.4       | 2,310      | 0.024      | 6.0       |
| 2016.05.23 | 낙동강 | 구미보  | 2.4        | 5.8        | 11.8      | 2,025      | 0.019      | 3.6       |
| 2016.05.30 | 낙동강 | 구미보  | 2.3        | 5.5        | 10.0      | 1,875      | 0.016      | 2.0       |
| 2016.06.07 | 낙동강 | 구미보  | 0.7        | 5.6        | 9.6       | 1,666      | 0.019      | 2.6       |
| 2016.06.13 | 낙동강 | 구미보  | 1.0        | 5.6        | 7.7       | 1,536      | 0.023      | 2.0       |
| 2016.06.20 | 낙동강 | 구미보  | 1.4        | 5.1        | 8.3       | 1,191      | 0.021      | 2.4       |
| 2016.06.27 | 낙동강 | 구미보  | 2.4        | 5.3        | 8.0       | 1,285      | 0.050      | 4.0       |



2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 채수일자       | 대권역 | 측정소명 | BOD (mg/L) | COD (mg/L) | DO (mg/L) | T-N (mg/L) | T-P (mg/L) | SS (mg/L) |
|------------|-----|------|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|
| 2016.07.04 | 낙동강 | 구미보  | 3.5        | 5.4        | 9.3       | 1.334      | 0.055      | 13.6      |
| 2016.07.11 | 낙동강 | 구미보  | 1.3        | 9.1        | 8.9       | 3.491      | 0.110      | 16.8      |
| 2016.07.18 | 낙동강 | 구미보  | 2.3        | 6.2        | 8.2       | 3.420      | 0.030      | 4.8       |
| 2016.07.25 | 낙동강 | 구미보  | 2.1        | 5.6        | 8.6       | 2.851      | 0.026      | 2.2       |
| 2016.08.01 | 낙동강 | 구미보  | 1.1        | 5.2        | 6.4       | 2.637      | 0.032      | 4.6       |
| 2016.08.08 | 낙동강 | 구미보  | 1.9        | 5.5        | 6.5       | 2.039      | 0.012      | 3.6       |
| 2016.08.17 | 낙동강 | 구미보  | 1.6        | 6.1        | 6.5       | 1.828      | 0.028      | 3.6       |
| 2016.08.22 | 낙동강 | 구미보  | 2.4        | 7.5        | 8.7       | 1.675      | 0.029      | 8.4       |
| 2016.08.29 | 낙동강 | 구미보  | 2.1        | 7.1        | 7.1       | 1.394      | 0.022      | 8.8       |
| 2016.09.05 | 낙동강 | 구미보  | 1.1        | 5.2        | 8.1       | 1.595      | 0.028      | 6.3       |
| 2016.09.12 | 낙동강 | 구미보  | 1.2        | 5.4        | 9.4       | 1.809      | 0.016      | 2.4       |
| 2016.09.19 | 낙동강 | 구미보  | 1.5        | 8.6        | 9.1       | 2.393      | 0.076      | 18.0      |
| 2016.09.26 | 낙동강 | 구미보  | 1.2        | 9.9        | 8.5       | 2.630      | 0.050      | 5.2       |
| 2016.10.04 | 낙동강 | 구미보  | 1.9        | 8.1        | 8.1       | 2.633      | 0.036      | 1.6       |
| 2016.10.10 | 낙동강 | 구미보  | 0.9        | 6.8        | 9.1       | 2.337      | 0.044      | 7.6       |
| 2016.10.17 | 낙동강 | 구미보  | 1.3        | 7.2        | 9.4       | 2.209      | 0.028      | 8.8       |
| 2016.10.24 | 낙동강 | 구미보  | 1.6        | 7.0        | 9.2       | 2.360      | 0.038      | 8.8       |
| 2016.10.31 | 낙동강 | 구미보  | 1.1        | 6.3        | 11.3      | 2.401      | 0.017      | 10.8      |
| 2016.11.07 | 낙동강 | 구미보  | 1.2        | 5.8        | 12.3      | 2.292      | 0.010      | 13.6      |
| 2016.11.14 | 낙동강 | 구미보  | 1.2        | 5.2        | 12.6      | 2.350      | 0.011      | 5.6       |
| 2016.11.21 | 낙동강 | 구미보  | 1.6        | 4.7        | 8.9       | 2.348      | 0.012      | 4.0       |
| 2016.11.28 | 낙동강 | 구미보  | 1.3        | 4.3        | 11.4      | 2.296      | 0.012      | 6.0       |
| 2016.12.05 | 낙동강 | 구미보  | 1.1        | 4.4        | 10.9      | 2.449      | 0.016      | 3.8       |
| 2016.12.12 | 낙동강 | 구미보  | 1.4        | 4.3        | 11.4      | 2.300      | 0.013      | 3.2       |
| 2016.12.19 | 낙동강 | 구미보  | 1.1        | 4.3        | 11.2      | 2.413      | 0.016      | 2.8       |
| 2016.12.26 | 낙동강 | 구미보  | 1.3        | 5.3        | 12.4      | 2.451      | 0.012      | 2.8       |

## 칠곡보

| 채수일자       | 대권역 | 측정소명 | BOD (mg/L) | COD (mg/L) | DO (mg/L) | T-N (mg/L) | T-P (mg/L) | SS (mg/L) |
|------------|-----|------|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|
| 2016.01.04 | 낙동강 | 칠곡보  | 2.9        | 5.4        | 15.3      | 2.698      | 0.022      | 3.2       |
| 2016.01.11 | 낙동강 | 칠곡보  | 1.4        | 5.4        | 12.9      | 2.744      | 0.025      | 3.2       |
| 2016.01.18 | 낙동강 | 칠곡보  | 1.4        | 5.7        | 13.6      | 2.970      | 0.040      | 3.6       |
| 2016.01.26 | 낙동강 | 칠곡보  | 결빙         |            |           |            |            |           |
| 2016.02.01 | 낙동강 | 칠곡보  | 결빙         |            |           |            |            |           |
| 2016.02.11 | 낙동강 | 칠곡보  | 결빙         |            |           |            |            |           |
| 2016.02.15 | 낙동강 | 칠곡보  | 1.9        | 5.9        | 12.9      | 3.916      | 0.029      | 3.4       |
| 2016.02.22 | 낙동강 | 칠곡보  | 2.5        | 6.6        | 13.3      | 4.313      | 0.033      | 3.8       |
| 2016.03.02 | 낙동강 | 칠곡보  | 2.7        | 6.8        | 13.2      | 4.120      | 0.036      | 5.4       |
| 2016.03.07 | 낙동강 | 칠곡보  | 2.8        | 6.0        | 14.8      | 4.233      | 0.023      | 5.4       |
| 2016.03.14 | 낙동강 | 칠곡보  | 1.9        | 5.4        | 14.0      | 3.216      | 0.025      | 5.4       |
| 2016.03.21 | 낙동강 | 칠곡보  | 2.3        | 4.9        | 12.4      | 3.615      | 0.028      | 6.0       |
| 2016.03.28 | 낙동강 | 칠곡보  | 2.4        | 5.4        | 12.9      | 3.722      | 0.027      | 5.4       |
| 2016.04.04 | 낙동강 | 칠곡보  | 2.2        | 5.7        | 12.9      | 3.360      | 0.029      | 4.8       |
| 2016.04.11 | 낙동강 | 칠곡보  | 1.9        | 5.2        | 11.8      | 3.377      | 0.028      | 6.0       |
| 2016.04.18 | 낙동강 | 칠곡보  | 2.9        | 6.5        | 9.8       | 3.101      | 0.044      | 8.0       |
| 2016.04.25 | 낙동강 | 칠곡보  | 1.4        | 5.3        | 10.4      | 2.605      | 0.037      | 5.6       |
| 2016.05.02 | 낙동강 | 칠곡보  | 1.5        | 5.9        | 10.1      | 2.725      | 0.031      | 6.6       |
| 2016.05.09 | 낙동강 | 칠곡보  | 2.2        | 6.4        | 9.6       | 2.601      | 0.040      | 7.0       |
| 2016.05.16 | 낙동강 | 칠곡보  | 1.9        | 6.8        | 10.1      | 2.516      | 0.027      | 9.6       |
| 2016.05.23 | 낙동강 | 칠곡보  | 1.7        | 5.5        | 10.6      | 2.396      | 0.027      | 3.0       |
| 2016.05.30 | 낙동강 | 칠곡보  | 1.5        | 5.6        | 10.3      | 2.281      | 0.020      | 2.8       |
| 2016.06.07 | 낙동강 | 칠곡보  | 0.8        | 5.6        | 7.6       | 2.148      | 0.019      | 2.4       |
| 2016.06.13 | 낙동강 | 칠곡보  | 1.0        | 5.7        | 8.0       | 2.090      | 0.019      | 1.8       |
| 2016.06.20 | 낙동강 | 칠곡보  | 1.7        | 5.7        | 7.6       | 1.720      | 0.022      | 4.0       |
| 2016.06.27 | 낙동강 | 칠곡보  | 1.8        | 6.1        | 9.5       | 1.587      | 0.028      | 4.2       |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 채수일자       | 대권역 | 측정소명 | BOD (mg/L) | COD (mg/L) | DO (mg/L) | T-N (mg/L) | T-P (mg/L) | SS (mg/L) |
|------------|-----|------|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|
| 2016.07.04 | 낙동강 | 칠곡보  | 3.3        | 5.4        | 6.4       | 1.291      | 0.046      | 14.2      |
| 2016.07.11 | 낙동강 | 칠곡보  | 미채수        |            |           |            |            |           |
| 2016.07.18 | 낙동강 | 칠곡보  | 2.3        | 7.3        | 8.7       | 3.910      | 0.058      | 5.6       |
| 2016.07.25 | 낙동강 | 칠곡보  | 1.7        | 5.9        | 8.3       | 3.269      | 0.034      | 3.0       |
| 2016.08.01 | 낙동강 | 칠곡보  | 2.1        | 5.9        | 4.9       | 3.096      | 0.034      | 3.0       |
| 2016.08.08 | 낙동강 | 칠곡보  | 2.1        | 6.6        | 8.6       | 2.547      | 0.019      | 6.8       |
| 2016.08.17 | 낙동강 | 칠곡보  | 1.7        | 6.8        | 4.2       | 2.332      | 0.037      | 3.6       |
| 2016.08.22 | 낙동강 | 칠곡보  | 1.6        | 6.5        | 4.5       | 2.133      | 0.034      | 4.0       |
| 2016.08.29 | 낙동강 | 칠곡보  | 2.2        | 6.0        | 5.7       | 1.710      | 0.024      | 9.2       |
| 2016.09.05 | 낙동강 | 칠곡보  | 1.7        | 5.7        | 6.9       | 1.578      | 0.041      | 7.6       |
| 2016.09.12 | 낙동강 | 칠곡보  | 1.2        | 5.2        | 6.2       | 1.594      | 0.018      | 3.6       |
| 2016.09.19 | 낙동강 | 칠곡보  | 1.7        | 10.0       | 8.0       | 2.584      | 0.093      | 22.0      |
| 2016.09.26 | 낙동강 | 칠곡보  | 1.7        | 8.3        | 8.4       | 2.551      | 0.057      | 6.8       |
| 2016.10.04 | 낙동강 | 칠곡보  | 1.3        | 8.9        | 6.3       | 2.727      | 0.047      | 5.2       |
| 2016.10.10 | 낙동강 | 칠곡보  | 0.7        | 8.3        | 8.4       | 2.741      | 0.095      | 10.8      |
| 2016.10.17 | 낙동강 | 칠곡보  | 1.4        | 6.6        | 9.4       | 2.647      | 0.029      | 8.4       |
| 2016.10.24 | 낙동강 | 칠곡보  | 1.6        | 7.5        | 9.9       | 2.689      | 0.041      | 10.4      |
| 2016.10.31 | 낙동강 | 칠곡보  | 1.5        | 7.4        | 9.4       | 2.710      | 0.025      | 13.6      |
| 2016.11.07 | 낙동강 | 칠곡보  | 1.3        | 6.7        | 12.0      | 2.567      | 0.018      | 11.6      |
| 2016.11.14 | 낙동강 | 칠곡보  | 1.1        | 5.7        | 12.8      | 2.838      | 0.017      | 3.6       |
| 2016.11.21 | 낙동강 | 칠곡보  | 1.5        | 5.3        | 10.7      | 3.031      | 0.017      | 3.2       |
| 2016.11.28 | 낙동강 | 칠곡보  | 1.1        | 5.0        | 12.9      | 2.730      | 0.019      | 7.2       |
| 2016.12.05 | 낙동강 | 칠곡보  | 1.3        | 5.0        | 13.3      | 2.986      | 0.018      | 5.2       |
| 2016.12.12 | 낙동강 | 칠곡보  | 1.7        | 4.6        | 12.6      | 2.919      | 0.021      | 3.2       |
| 2016.12.19 | 낙동강 | 칠곡보  | 1.7        | 5.3        | 13.1      | 3.131      | 0.017      | 3.2       |
| 2016.12.26 | 낙동강 | 칠곡보  | 2.0        | 5.5        | 11.5      | 2.935      | 0.022      | 3.6       |

## 강정고령보

| 채수일자       | 대권역 | 측정소명  | BOD(mg/L) | COD(mg/L) | DO(mg/L) | T-N(mg/L) | T-P(mg/L) | SS(mg/L) |
|------------|-----|-------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|
| 2016.01.04 | 낙동강 | 강정고령보 | 2.6       | 5.6       | 13.5     | 1.861     | 0.020     | 2.0      |
| 2016.01.11 | 낙동강 | 강정고령보 | 1.7       | 5.5       | 13.9     | 1.990     | 0.019     | 3.0      |
| 2016.01.20 | 낙동강 | 강정고령보 | 1.6       | 5.5       | 11.8     | 2.365     | 0.017     | 3.2      |
| 2016.01.26 | 낙동강 | 강정고령보 | 결빙        |           |          |           |           |          |
| 2016.02.01 | 낙동강 | 강정고령보 | 결빙        |           |          |           |           |          |
| 2016.02.11 | 낙동강 | 강정고령보 | 결빙        |           |          |           |           |          |
| 2016.02.15 | 낙동강 | 강정고령보 | 2.0       | 5.7       | 13.4     | 2.687     | 0.027     | 4.2      |
| 2016.02.22 | 낙동강 | 강정고령보 | 2.4       | 6.0       | 13.5     | 2.834     | 0.026     | 4.4      |
| 2016.02.29 | 낙동강 | 강정고령보 | 2.9       | 6.0       | 16.5     | 2.683     | 0.026     | 5.2      |
| 2016.03.07 | 낙동강 | 강정고령보 | 2.7       | 6.0       | 14.0     | 3.166     | 0.022     | 4.8      |
| 2016.03.14 | 낙동강 | 강정고령보 | 2.7       | 6.0       | 16.2     | 3.938     | 0.033     | 5.8      |
| 2016.03.21 | 낙동강 | 강정고령보 | 2.9       | 6.1       | 13.0     | 3.775     | 0.042     | 5.4      |
| 2016.03.28 | 낙동강 | 강정고령보 | 2.7       | 6.2       | 12.8     | 3.397     | 0.038     | 4.2      |
| 2016.04.04 | 낙동강 | 강정고령보 | 2.3       | 5.1       | 10.8     | 2.927     | 0.027     | 4.6      |
| 2016.04.11 | 낙동강 | 강정고령보 | 2.1       | 5.1       | 9.8      | 3.225     | 0.032     | 6.8      |
| 2016.04.18 | 낙동강 | 강정고령보 | 2.1       | 5.8       | 9.0      | 3.202     | 0.042     | 6.8      |
| 2016.04.25 | 낙동강 | 강정고령보 | 1.7       | 5.9       | 10.8     | 2.898     | 0.043     | 7.0      |
| 2016.05.02 | 낙동강 | 강정고령보 | 2.4       | 6.1       | 9.7      | 2.628     | 0.047     | 8.0      |
| 2016.05.09 | 낙동강 | 강정고령보 | 2.4       | 7.4       | 12.0     | 2.369     | 0.029     | 8.2      |
| 2016.05.16 | 낙동강 | 강정고령보 | 3.4       | 7.7       | 9.0      | 2.440     | 0.040     | 6.2      |
| 2016.05.23 | 낙동강 | 강정고령보 | 2.5       | 6.8       | 9.0      | 2.243     | 0.041     | 3.6      |
| 2016.05.30 | 낙동강 | 강정고령보 | 1.9       | 6.3       | 6.6      | 2.205     | 0.033     | 1.8      |
| 2016.06.07 | 낙동강 | 강정고령보 | 1.6       | 5.8       | 5.8      | 2.129     | 0.018     | 2.2      |
| 2016.06.13 | 낙동강 | 강정고령보 | 2.0       | 6.9       | 5.3      | 2.137     | 0.023     | 3.0      |
| 2016.06.20 | 낙동강 | 강정고령보 | 1.8       | 5.9       | 4.9      | 1.877     | 0.029     | 2.4      |
| 2016.06.27 | 낙동강 | 강정고령보 | 1.8       | 5.5       | 7.1      | 1.811     | 0.033     | 2.4      |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 채수일자       | 대권역 | 측정소명  | BOD(mg/L) | COD(mg/L) | DO(mg/L) | T-N(mg/L) | T-P(mg/L) | SS(mg/L) |
|------------|-----|-------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|
| 2016.07.04 | 낙동강 | 강정고령보 | 2.8       | 5.3       | 7.5      | 1.282     | 0.040     | 4.2      |
| 2016.07.11 | 낙동강 | 강정고령보 | 2.2       | 10.6      | 9.2      | 3.116     | 0.157     | 39.0     |
| 2016.07.18 | 낙동강 | 강정고령보 | 1.7       | 7.8       | 7.6      | 3.405     | 0.091     | 6.8      |
| 2016.07.25 | 낙동강 | 강정고령보 | 2.8       | 8.1       | 6.2      | 3.321     | 0.070     | 2.8      |
| 2016.08.01 | 낙동강 | 강정고령보 | 2.0       | 7.5       | 4.8      | 3.156     | 0.044     | 3.6      |
| 2016.08.08 | 낙동강 | 강정고령보 | 2.2       | 7.3       | 2.9      | 2.959     | 0.014     | 10.4     |
| 2016.08.17 | 낙동강 | 강정고령보 | 2.3       | 7.2       | 4.2      | 2.508     | 0.045     | 3.2      |
| 2016.08.22 | 낙동강 | 강정고령보 | 1.6       | 6.1       | 3.5      | 2.290     | 0.039     | 2.8      |
| 2016.08.29 | 낙동강 | 강정고령보 | 1.7       | 5.8       | 5.0      | 1.794     | 0.030     | 7.6      |
| 2016.09.05 | 낙동강 | 강정고령보 | 2.5       | 6.7       | 6.5      | 1.850     | 0.051     | 7.6      |
| 2016.09.12 | 낙동강 | 강정고령보 | 1.9       | 6.1       | 6.3      | 1.578     | 0.025     | 5.2      |
| 2016.09.19 | 낙동강 | 강정고령보 | 1.4       | 8.0       | 7.4      | 2.420     | 0.104     | 26.0     |
| 2016.09.26 | 낙동강 | 강정고령보 | 2.0       | 9.0       | 8.2      | 2.578     | 0.080     | 6.0      |
| 2016.10.04 | 낙동강 | 강정고령보 | 1.2       | 8.5       | 6.8      | 2.573     | 0.053     | 4.4      |
| 2016.10.10 | 낙동강 | 강정고령보 | 1.3       | 7.8       | 8.4      | 2.764     | 0.087     | 10.0     |
| 2016.10.17 | 낙동강 | 강정고령보 | 2.0       | 7.6       | 8.9      | 2.600     | 0.063     | 6.4      |
| 2016.10.24 | 낙동강 | 강정고령보 | 1.7       | 7.8       | 9.7      | 2.500     | 0.040     | 10.4     |
| 2016.10.31 | 낙동강 | 강정고령보 | 1.7       | 7.2       | 10.4     | 2.552     | 0.028     | 12.0     |
| 2016.11.07 | 낙동강 | 강정고령보 | 2.0       | 7.5       | 10.2     | 2.518     | 0.036     | 12.4     |
| 2016.11.14 | 낙동강 | 강정고령보 | 1.4       | 6.6       | 11.3     | 2.556     | 0.023     | 6.8      |
| 2016.11.21 | 낙동강 | 강정고령보 | 1.9       | 6.7       | 10.5     | 2.574     | 0.021     | 4.8      |
| 2016.11.28 | 낙동강 | 강정고령보 | 2.0       | 6.2       | 12.9     | 2.505     | 0.022     | 7.6      |
| 2016.12.05 | 낙동강 | 강정고령보 | 1.7       | 6.2       | 12.4     | 2.677     | 0.030     | 5.8      |
| 2016.12.12 | 낙동강 | 강정고령보 | 1.9       | 5.5       | 11.9     | 2.797     | 0.028     | 4.0      |
| 2016.12.19 | 낙동강 | 강정고령보 | 1.9       | 5.6       | 12.3     | 2.832     | 0.026     | 3.2      |
| 2016.12.26 | 낙동강 | 강정고령보 | 1.6       | 5.5       | 10.7     | 2.835     | 0.025     | 5.2      |

달성보

| 채수일자       | 대권역 | 측정소명 | BOD(mg/L) | COD(mg/L) | DO(mg/L) | T-N(mg/L) | T-P(mg/L) | SS(mg/L) |
|------------|-----|------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|
| 2016.01.04 | 낙동강 | 달성보  | 4.3       | 6.3       | 14.5     | 3.682     | 0.027     | 2.6      |
| 2016.01.11 | 낙동강 | 달성보  | 1.3       | 6.3       | 13.9     | 4.077     | 0.025     | 3.4      |
| 2016.01.18 | 낙동강 | 달성보  | 1.5       | 6.5       | 14.0     | 4.471     | 0.035     | 4.8      |
| 2016.01.26 | 낙동강 | 달성보  | 결빙        |           |          |           |           |          |
| 2016.02.01 | 낙동강 | 달성보  | 2.8       | 6.9       | 15.9     | 5.319     | 0.034     | 6.0      |
| 2016.02.11 | 낙동강 | 달성보  | 4.3       | 8.9       | 17.0     | 5.827     | 0.051     | 7.4      |
| 2016.02.15 | 낙동강 | 달성보  | 3.2       | 8.2       | 13.9     | 6.135     | 0.044     | 7.2      |
| 2016.02.22 | 낙동강 | 달성보  | 3.0       | 8.3       | 14.5     | 6.433     | 0.040     | 6.0      |
| 2016.02.29 | 낙동강 | 달성보  | 4.0       | 8.1       | 14.1     | 5.628     | 0.034     | 6.8      |
| 2016.03.07 | 낙동강 | 달성보  | 3.5       | 8.6       | 13.8     | 5.945     | 0.042     | 12.4     |
| 2016.03.14 | 낙동강 | 달성보  | 2.2       | 6.8       | 13.7     | 4.150     | 0.041     | 7.0      |
| 2016.03.21 | 낙동강 | 달성보  | 4.1       | 8.0       | 13.5     | 4.721     | 0.052     | 7.2      |
| 2016.03.28 | 낙동강 | 달성보  | 2.6       | 7.4       | 12.2     | 4.839     | 0.038     | 5.2      |
| 2016.04.04 | 낙동강 | 달성보  | 2.5       | 7.3       | 13.7     | 4.125     | 0.041     | 6.0      |
| 2016.04.11 | 낙동강 | 달성보  | 3.1       | 7.4       | 9.6      | 4.024     | 0.077     | 9.0      |
| 2016.04.18 | 낙동강 | 달성보  | 2.9       | 7.4       | 9.3      | 3.696     | 0.063     | 8.8      |
| 2016.04.25 | 낙동강 | 달성보  | 1.7       | 6.4       | 10.8     | 3.140     | 0.079     | 8.6      |
| 2016.05.02 | 낙동강 | 달성보  | 2.5       | 7.1       | 9.9      | 3.263     | 0.041     | 9.0      |
| 2016.05.09 | 낙동강 | 달성보  | 2.8       | 7.2       | 10.7     | 2.689     | 0.037     | 6.8      |
| 2016.05.16 | 낙동강 | 달성보  | 3.5       | 8.2       | 10.4     | 2.879     | 0.041     | 7.4      |
| 2016.05.23 | 낙동강 | 달성보  | 2.3       | 7.1       | 10.8     | 2.675     | 0.027     | 3.8      |
| 2016.05.30 | 낙동강 | 달성보  | 2.1       | 7.1       | 8.4      | 2.822     | 0.032     | 2.8      |
| 2016.06.07 | 낙동강 | 달성보  | 1.2       | 7.3       | 7.0      | 2.725     | 0.028     | 3.4      |
| 2016.06.13 | 낙동강 | 달성보  | 2.3       | 8.2       | 8.0      | 2.863     | 0.031     | 5.0      |
| 2016.06.20 | 낙동강 | 달성보  | 1.5       | 6.5       | 6.4      | 2.476     | 0.045     | 2.6      |
| 2016.06.27 | 낙동강 | 달성보  | 1.5       | 6.4       | 6.1      | 2.545     | 0.044     | 3.8      |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 채수일자       | 대권역 | 측정소명 | BOD(mg/L) | COD(mg/L) | DO(mg/L) | T-N(mg/L) | T-P(mg/L) | SS(mg/L) |
|------------|-----|------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|
| 2016.07.04 | 낙동강 | 달성보  | 3.7       | 6.0       | 7.4      | 1.814     | 0.054     | 9.0      |
| 2016.07.11 | 낙동강 | 달성보  | 2.4       | 10.5      | 9.4      | 3.456     | 0.149     | 35.0     |
| 2016.07.18 | 낙동강 | 달성보  | 2.7       | 8.3       | 7.1      | 3.541     | 0.103     | 12.8     |
| 2016.07.25 | 낙동강 | 달성보  | 1.4       | 7.3       | 8.2      | 3.589     | 0.079     | 4.8      |
| 2016.08.01 | 낙동강 | 달성보  | 1.6       | 7.0       | 4.9      | 3.601     | 0.084     | 6.4      |
| 2016.08.08 | 낙동강 | 달성보  | 2.8       | 7.5       | 3.9      | 3.427     | 0.044     | 7.2      |
| 2016.08.17 | 낙동강 | 달성보  | 1.6       | 7.1       | 5.3      | 2.995     | 0.059     | 4.8      |
| 2016.08.22 | 낙동강 | 달성보  | 2.0       | 7.7       | 7.7      | 2.947     | 0.055     | 5.6      |
| 2016.08.29 | 낙동강 | 달성보  | 2.1       | 7.2       | 5.9      | 2.616     | 0.051     | 8.8      |
| 2016.09.05 | 낙동강 | 달성보  | 1.5       | 8.1       | 6.9      | 3.379     | 0.139     | 16.0     |
| 2016.09.12 | 낙동강 | 달성보  | 2.6       | 6.7       | 6.8      | 3.585     | 0.057     | 7.6      |
| 2016.09.19 | 낙동강 | 달성보  | 1.9       | 8.1       | 8.2      | 2.789     | 0.118     | 20.0     |
| 2016.09.26 | 낙동강 | 달성보  | 1.3       | 7.9       | 8.1      | 3.159     | 0.067     | 5.6      |
| 2016.10.04 | 낙동강 | 달성보  | 1.9       | 9.0       | 7.8      | 3.482     | 0.061     | 9.2      |
| 2016.10.10 | 낙동강 | 달성보  | 0.9       | 8.4       | 9.3      | 2.960     | 0.121     | 8.8      |
| 2016.10.17 | 낙동강 | 달성보  | 1.5       | 7.0       | 8.6      | 3.244     | 0.052     | 8.0      |
| 2016.10.24 | 낙동강 | 달성보  | 1.7       | 7.4       | 9.3      | 3.389     | 0.063     | 7.2      |
| 2016.10.31 | 낙동강 | 달성보  | 1.5       | 7.5       | 10.3     | 3.404     | 0.032     | 11.6     |
| 2016.11.07 | 낙동강 | 달성보  | 1.7       | 7.0       | 12.0     | 3.166     | 0.020     | 8.0      |
| 2016.11.14 | 낙동강 | 달성보  | 2.2       | 7.6       | 12.5     | 3.667     | 0.034     | 6.8      |
| 2016.11.21 | 낙동강 | 달성보  | 1.3       | 6.3       | 10.4     | 3.553     | 0.017     | 4.0      |
| 2016.11.28 | 낙동강 | 달성보  | 1.5       | 6.6       | 14.7     | 3.795     | 0.023     | 8.4      |
| 2016.12.05 | 낙동강 | 달성보  | 1.7       | 6.6       | 12.1     | 3.657     | 0.025     | 7.2      |
| 2016.12.12 | 낙동강 | 달성보  | 2.1       | 6.7       | 13.8     | 3.953     | 0.030     | 4.6      |
| 2016.12.19 | 낙동강 | 달성보  | 1.7       | 6.4       | 11.8     | 3.905     | 0.022     | 3.6      |
| 2016.12.26 | 낙동강 | 달성보  | 2.0       | 6.2       | 10.9     | 4.057     | 0.034     | 4.8      |

## 합천창녕보

| 채수일자       | 대권역 | 측정소명  | BOD(mg/L) | COD(mg/L) | DO(mg/L) | T-N(mg/L) | T-P(mg/L) | SS(mg/L) |
|------------|-----|-------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|
| 2016.01.04 | 낙동강 | 합천창녕보 | 3.8       | 6.6       | 14.8     | 3.562     | 0.027     | 2.8      |
| 2016.01.11 | 낙동강 | 합천창녕보 | 1.3       | 6.1       | 14.0     | 3.723     | 0.021     | 3.0      |
| 2016.01.18 | 낙동강 | 합천창녕보 | 1.9       | 6.2       | 12.2     | 3.696     | 0.021     | 3.0      |
| 2016.01.26 | 낙동강 | 합천창녕보 | 결빙        |           |          |           |           |          |
| 2016.02.01 | 낙동강 | 합천창녕보 | 결빙        |           |          |           |           |          |
| 2016.02.11 | 낙동강 | 합천창녕보 | 결빙        |           |          |           |           |          |
| 2016.02.15 | 낙동강 | 합천창녕보 | 3.1       | 6.8       | 13.6     | 4.282     | 0.026     | 6.0      |
| 2016.02.22 | 낙동강 | 합천창녕보 | 3.1       | 7.6       | 14.3     | 5.203     | 0.029     | 5.8      |
| 2016.02.29 | 낙동강 | 합천창녕보 | 3.0       | 7.3       | 14.1     | 4.840     | 0.024     | 6.0      |
| 2016.03.07 | 낙동강 | 합천창녕보 | 3.0       | 8.2       | 13.3     | 6.207     | 0.034     | 11.8     |
| 2016.03.14 | 낙동강 | 합천창녕보 | 3.3       | 7.3       | 12.5     | 4.639     | 0.050     | 7.0      |
| 2016.03.21 | 낙동강 | 합천창녕보 | 3.7       | 7.8       | 12.2     | 4.105     | 0.064     | 6.6      |
| 2016.03.28 | 낙동강 | 합천창녕보 | 3.2       | 7.6       | 11.3     | 4.124     | 0.038     | 5.4      |
| 2016.04.04 | 낙동강 | 합천창녕보 | 2.5       | 6.7       | 12.7     | 3.471     | 0.035     | 4.6      |
| 2016.04.11 | 낙동강 | 합천창녕보 | 3.1       | 7.2       | 10.3     | 4.006     | 0.078     | 6.8      |
| 2016.04.18 | 낙동강 | 합천창녕보 | 3.1       | 6.9       | 10.2     | 3.394     | 0.063     | 11.2     |
| 2016.04.25 | 낙동강 | 합천창녕보 | 2.4       | 6.8       | 10.9     | 3.138     | 0.050     | 7.0      |
| 2016.05.02 | 낙동강 | 합천창녕보 | 2.4       | 6.4       | 9.9      | 3.098     | 0.049     | 8.8      |
| 2016.05.09 | 낙동강 | 합천창녕보 | 2.3       | 7.0       | 10.0     | 2.693     | 0.038     | 7.8      |
| 2016.05.16 | 낙동강 | 합천창녕보 | 2.3       | 6.3       | 9.4      | 2.482     | 0.041     | 5.0      |
| 2016.05.23 | 낙동강 | 합천창녕보 | 1.9       | 6.7       | 8.8      | 2.599     | 0.030     | 3.0      |
| 2016.05.30 | 낙동강 | 합천창녕보 | 2.0       | 6.6       | 6.3      | 2.625     | 0.032     | 2.8      |
| 2016.06.07 | 낙동강 | 합천창녕보 | 1.8       | 7.7       | 8.7      | 2.560     | 0.029     | 4.4      |
| 2016.06.13 | 낙동강 | 합천창녕보 | 1.3       | 7.5       | 6.7      | 2.622     | 0.034     | 3.0      |
| 2016.06.20 | 낙동강 | 합천창녕보 | 1.6       | 6.7       | 6.7      | 2.635     | 0.039     | 2.4      |
| 2016.06.27 | 낙동강 | 합천창녕보 | 2.5       | 6.8       | 7.7      | 2.411     | 0.041     | 2.4      |



2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 채수일자       | 대권역 | 측정소명  | BOD(mg/L) | COD(mg/L) | DO(mg/L) | T-N(mg/L) | T-P(mg/L) | SS(mg/L) |
|------------|-----|-------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|
| 2016.07.04 | 낙동강 | 합천창녕보 | 4.7       | 6.7       | 7.5      | 1.842     | 0.069     | 13.6     |
| 2016.07.11 | 낙동강 | 합천창녕보 | 1.3       | 9.3       | 9.1      | 3.199     | 0.136     | 24.0     |
| 2016.07.18 | 낙동강 | 합천창녕보 | 1.8       | 8.1       | 7.1      | 3.334     | 0.113     | 12.0     |
| 2016.07.25 | 낙동강 | 합천창녕보 | 1.8       | 7.6       | 6.1      | 3.254     | 0.088     | 6.0      |
| 2016.08.01 | 낙동강 | 합천창녕보 | 1.2       | 7.2       | 5.5      | 3.443     | 0.082     | 4.8      |
| 2016.08.08 | 낙동강 | 합천창녕보 | 1.9       | 6.8       | 4.0      | 3.353     | 0.062     | 6.0      |
| 2016.08.17 | 낙동강 | 합천창녕보 | 2.1       | 8.7       | 7.0      | 3.007     | 0.070     | 8.0      |
| 2016.08.22 | 낙동강 | 합천창녕보 | 2.1       | 7.6       | 6.6      | 2.574     | 0.047     | 6.0      |
| 2016.08.29 | 낙동강 | 합천창녕보 | 3.3       | 7.6       | 5.9      | 2.311     | 0.050     | 9.2      |
| 2016.09.05 | 낙동강 | 합천창녕보 | 1.7       | 7.2       | 7.3      | 3.672     | 0.105     | 13.2     |
| 2016.09.12 | 낙동강 | 합천창녕보 | 2.4       | 7.4       | 8.4      | 2.864     | 0.075     | 11.6     |
| 2016.09.21 | 낙동강 | 합천창녕보 | 1.7       | 7.9       | 8.6      | 2.689     | 0.091     | 10.0     |
| 2016.09.26 | 낙동강 | 합천창녕보 | 1.6       | 7.4       | 8.7      | 2.982     | 0.064     | 6.4      |
| 2016.10.04 | 낙동강 | 합천창녕보 | 1.4       | 8.2       | 7.8      | 3.190     | 0.053     | 6.4      |
| 2016.10.10 | 낙동강 | 합천창녕보 | 1.1       | 7.9       | 10.0     | 2.913     | 0.083     | 5.2      |
| 2016.10.17 | 낙동강 | 합천창녕보 | 1.8       | 7.1       | 9.9      | 2.775     | 0.059     | 7.2      |
| 2016.10.24 | 낙동강 | 합천창녕보 | 1.4       | 7.3       | 9.9      | 3.129     | 0.053     | 4.4      |
| 2016.10.31 | 낙동강 | 합천창녕보 | 1.5       | 7.1       | 10.5     | 3.144     | 0.036     | 7.6      |
| 2016.11.07 | 낙동강 | 합천창녕보 | 1.9       | 8.2       | 13.5     | 3.025     | 0.024     | 12.8     |
| 2016.11.14 | 낙동강 | 합천창녕보 | 1.0       | 6.2       | 11.7     | 3.244     | 0.020     | 3.6      |
| 2016.11.21 | 낙동강 | 합천창녕보 | 1.2       | 6.3       | 10.4     | 3.450     | 0.019     | 2.4      |
| 2016.11.28 | 낙동강 | 합천창녕보 | 0.9       | 6.1       | 10.6     | 3.339     | 0.019     | 4.8      |
| 2016.12.05 | 낙동강 | 합천창녕보 | 1.3       | 6.0       | 11.9     | 3.419     | 0.016     | 5.6      |
| 2016.12.12 | 낙동강 | 합천창녕보 | 1.8       | 6.9       | 12.7     | 3.681     | 0.022     | 4.2      |
| 2016.12.19 | 낙동강 | 합천창녕보 | 1.6       | 5.8       | 11.5     | 3.616     | 0.021     | 1.6      |
| 2016.12.26 | 낙동강 | 합천창녕보 | 2.0       | 6.6       | 12.3     | 3.786     | 0.031     | 4.0      |

창녕함안보

| 채수일자       | 대권역 | 측정소명  | BOD(mg/L) | COD(mg/L) | DO(mg/L) | T-N(mg/L) | T-P(mg/L) | SS(mg/L) |
|------------|-----|-------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|
| 2016.01.04 | 낙동강 | 창녕함안보 | 3.6       | 5.7       | 14.5     | 2.525     | 0.024     | 3.2      |
| 2016.01.11 | 낙동강 | 창녕함안보 | 1.8       | 5.8       | 13.9     | 2.877     | 0.025     | 4.8      |
| 2016.01.18 | 낙동강 | 창녕함안보 | 1.3       | 5.7       | 12.9     | 3.200     | 0.021     | 4.4      |
| 2016.01.26 | 낙동강 | 창녕함안보 | 결빙        |           |          |           |           |          |
| 2016.02.01 | 낙동강 | 창녕함안보 | 1.1       | 5.1       | 13.7     | 3.012     | 0.027     | 3.8      |
| 2016.02.11 | 낙동강 | 창녕함안보 | 1.9       | 5.3       | 12.0     | 2.735     | 0.032     | 3.8      |
| 2016.02.15 | 낙동강 | 창녕함안보 | 1.8       | 5.4       | 12.4     | 3.312     | 0.031     | 7.2      |
| 2016.02.22 | 낙동강 | 창녕함안보 | 1.5       | 5.8       | 12.5     | 3.596     | 0.039     | 7.2      |
| 2016.03.02 | 낙동강 | 창녕함안보 | 2.7       | 5.6       | 13.2     | 3.054     | 0.026     | 6.2      |
| 2016.03.07 | 낙동강 | 창녕함안보 | 3.3       | 8.5       | 11.2     | 4.324     | 0.089     | 60.4     |
| 2016.03.14 | 낙동강 | 창녕함안보 | 2.1       | 6.1       | 12.2     | 3.980     | 0.041     | 10.0     |
| 2016.03.21 | 낙동강 | 창녕함안보 | 3.3       | 6.9       | 12.3     | 4.118     | 0.050     | 8.0      |
| 2016.03.28 | 낙동강 | 창녕함안보 | 2.2       | 6.0       | 11.6     | 3.348     | 0.040     | 6.8      |
| 2016.04.04 | 낙동강 | 창녕함안보 | 1.5       | 5.9       | 11.0     | 2.601     | 0.029     | 5.2      |
| 2016.04.11 | 낙동강 | 창녕함안보 | 2.4       | 5.8       | 9.8      | 3.274     | 0.042     | 9.8      |
| 2016.04.18 | 낙동강 | 창녕함안보 | 2.8       | 6.8       | 8.8      | 2.423     | 0.093     | 30.8     |
| 2016.04.25 | 낙동강 | 창녕함안보 | 1.5       | 5.9       | 9.9      | 2.900     | 0.047     | 9.2      |
| 2016.05.02 | 낙동강 | 창녕함안보 | 2.0       | 5.6       | 9.7      | 2.335     | 0.042     | 14.2     |
| 2016.05.09 | 낙동강 | 창녕함안보 | 2.2       | 6.4       | 11.1     | 1.964     | 0.054     | 13.2     |
| 2016.05.16 | 낙동강 | 창녕함안보 | 2.4       | 5.9       | 10.5     | 1.973     | 0.035     | 12.0     |
| 2016.05.23 | 낙동강 | 창녕함안보 | 2.1       | 6.0       | 11.5     | 1.672     | 0.024     | 8.0      |
| 2016.05.30 | 낙동강 | 창녕함안보 | 2.1       | 6.2       | 9.5      | 1.841     | 0.030     | 6.0      |
| 2016.06.07 | 낙동강 | 창녕함안보 | 1.6       | 6.2       | 7.9      | 1.792     | 0.034     | 6.8      |
| 2016.06.13 | 낙동강 | 창녕함안보 | 1.7       | 6.4       | 8.8      | 1.850     | 0.034     | 7.4      |
| 2016.06.20 | 낙동강 | 창녕함안보 | 2.0       | 6.7       | 8.7      | 1.736     | 0.042     | 7.2      |
| 2016.06.27 | 낙동강 | 창녕함안보 | 2.0       | 6.2       | 8.6      | 2.045     | 0.051     | 7.2      |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 채수일자       | 대권역 | 측정소명  | BOD(mg/L) | COD(mg/L) | DO(mg/L) | T-N(mg/L) | T-P(mg/L) | SS(mg/L) |
|------------|-----|-------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|
| 2016.07.04 | 낙동강 | 창녕함안보 | 3.4       | 7.5       | 6.7      | 2.150     | 0.091     | 28.0     |
| 2016.07.11 | 낙동강 | 창녕함안보 | 1.8       | 9.1       | 7.9      | 2.789     | 0.125     | 26.4     |
| 2016.07.18 | 낙동강 | 창녕함안보 | 2.4       | 7.2       | 8.6      | 2.650     | 0.117     | 15.2     |
| 2016.07.25 | 낙동강 | 창녕함안보 | 3.7       | 8.1       | 8.0      | 2.600     | 0.064     | 13.2     |
| 2016.08.01 | 낙동강 | 창녕함안보 | 1.4       | 6.8       | 7.0      | 2.548     | 0.070     | 6.4      |
| 2016.08.08 | 낙동강 | 창녕함안보 | 2.2       | 7.4       | 8.9      | 2.298     | 0.033     | 7.6      |
| 2016.08.17 | 낙동강 | 창녕함안보 | 2.0       | 8.4       | 8.8      | 2.466     | 0.070     | 10.4     |
| 2016.08.22 | 낙동강 | 창녕함안보 | 3.5       | 10.0      | 13.2     | 1.885     | 0.074     | 12.8     |
| 2016.08.29 | 낙동강 | 창녕함안보 | 3.6       | 8.9       | 8.5      | 1.656     | 0.037     | 21.6     |
| 2016.09.05 | 낙동강 | 창녕함안보 | 2.0       | 6.7       | 7.5      | 2.625     | 0.084     | 16.0     |
| 2016.09.12 | 낙동강 | 창녕함안보 | 2.0       | 7.4       | 7.9      | 3.267     | 0.091     | 10.4     |
| 2016.09.20 | 낙동강 | 창녕함안보 | 1.3       | 6.2       | 7.3      | 2.069     | 0.067     | 10.8     |
| 2016.09.26 | 낙동강 | 창녕함안보 | 1.7       | 6.8       | 9.5      | 2.328     | 0.058     | 7.6      |
| 2016.10.04 | 낙동강 | 창녕함안보 | 1.1       | 6.8       | 9.2      | 2.425     | 0.047     | 6.4      |
| 2016.10.10 | 낙동강 | 창녕함안보 | 1.0       | 7.8       | 9.4      | 2.583     | 0.082     | 7.6      |
| 2016.10.17 | 낙동강 | 창녕함안보 | 1.9       | 6.7       | 10.1     | 2.378     | 0.049     | 10.8     |
| 2016.10.24 | 낙동강 | 창녕함안보 | 1.6       | 6.1       | 10.2     | 2.297     | 0.043     | 6.4      |
| 2016.10.31 | 낙동강 | 창녕함안보 | 1.2       | 6.5       | 11.5     | 2.304     | 0.031     | 11.2     |
| 2016.11.07 | 낙동강 | 창녕함안보 | 2.2       | 6.9       | 13.1     | 2.461     | 0.024     | 12.8     |
| 2016.11.14 | 낙동강 | 창녕함안보 | 2.1       | 6.3       | 13.9     | 2.507     | 0.016     | 7.6      |
| 2016.11.21 | 낙동강 | 창녕함안보 | 1.3       | 5.2       | 11.1     | 2.522     | 0.015     | 3.6      |
| 2016.11.28 | 낙동강 | 창녕함안보 | 0.9       | 5.2       | 10.5     | 2.617     | 0.018     | 5.2      |
| 2016.12.05 | 낙동강 | 창녕함안보 | 1.6       | 5.3       | 12.2     | 3.115     | 0.017     | 5.2      |
| 2016.12.12 | 낙동강 | 창녕함안보 | 1.2       | 5.3       | 12.0     | 3.107     | 0.018     | 2.2      |
| 2016.12.19 | 낙동강 | 창녕함안보 | 1.3       | 5.7       | 12.2     | 3.383     | 0.017     | 2.8      |
| 2016.12.26 | 낙동강 | 창녕함안보 | 1.6       | 5.9       | 11.0     | 3.376     | 0.045     | 7.2      |

세종보

| 채수일자       | 대권역 | 측정소명 | BOD(mg/L) | COD(mg/L) | DO(mg/L) | T-N(mg/L) | T-P(mg/L) | SS(mg/L) |
|------------|-----|------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|
| 2016.01.05 | 금강  | 세종보  | 1.7       | 6.0       | 12.9     | 6.232     | 0.044     | 4.7      |
| 2016.01.11 | 금강  | 세종보  | 1.7       | 6.8       | 12.2     | 7.127     | 0.043     | 2.9      |
| 2016.01.18 | 금강  | 세종보  | 1.6       | 6.8       | 11.4     | 7.457     | 0.058     | 2.8      |
| 2016.01.25 | 금강  | 세종보  | 3.0       | 7.6       | 13.8     | 7.780     | 0.075     | 2.2      |
| 2016.02.01 | 금강  | 세종보  | 1.5       | 8.0       | 13.1     | 8.419     | 0.089     | 3.6      |
| 2016.02.11 | 금강  | 세종보  | 2.7       | 8.5       | 13.5     | 7.565     | 0.083     | 6.4      |
| 2016.02.15 | 금강  | 세종보  | 4.5       | 10.2      | 10.2     | 6.681     | 0.156     | 13.8     |
| 2016.02.22 | 금강  | 세종보  | 2.0       | 8.4       | 11.6     | 6.635     | 0.133     | 4.8      |
| 2016.03.03 | 금강  | 세종보  | 4.2       | 8.4       | 11.1     | 7.059     | 0.098     | 3.4      |
| 2016.03.07 | 금강  | 세종보  | 3.7       | 9.2       | 7.6      | 5.965     | 0.083     | 10.3     |
| 2016.03.14 | 금강  | 세종보  | 2.5       | 7.8       | 10.6     | 7.440     | 0.080     | 6.7      |
| 2016.03.21 | 금강  | 세종보  | 3.8       | 8.5       | 11.9     | 5.701     | 0.060     | 5.9      |
| 2016.03.28 | 금강  | 세종보  | 5.4       | 10.4      | 14.3     | 6.937     | 0.100     | 13.0     |
| 2016.04.04 | 금강  | 세종보  | 4.7       | 10.5      | 12.2     | 5.801     | 0.076     | 10.6     |
| 2016.04.11 | 금강  | 세종보  | 5.1       | 11.2      | 13.2     | 4.001     | 0.141     | 13.3     |
| 2016.04.18 | 금강  | 세종보  | 4.6       | 9.0       | 7.5      | 3.453     | 0.182     | 44.0     |
| 2016.04.25 | 금강  | 세종보  | 2.8       | 6.7       | 10.0     | 4.380     | 0.052     | 9.8      |
| 2016.05.02 | 금강  | 세종보  | 4.7       | 10.2      | 13.8     | 3.683     | 0.073     | 20.4     |
| 2016.05.09 | 금강  | 세종보  | 2.3       | 6.5       | 11.4     | 2.599     | 0.049     | 14.9     |
| 2016.05.16 | 금강  | 세종보  | 2.5       | 7.2       | 9.3      | 2.696     | 0.062     | 10.8     |
| 2016.05.23 | 금강  | 세종보  | 1.7       | 6.0       | 9.7      | 2.302     | 0.051     | 8.0      |
| 2016.05.30 | 금강  | 세종보  | 1.3       | 5.8       | 9.6      | 1.944     | 0.034     | 10.3     |
| 2016.06.07 | 금강  | 세종보  | 1.7       | 6.3       | 10.2     | 2.961     | 0.064     | 11.6     |
| 2016.06.13 | 금강  | 세종보  | 2.0       | 6.8       | 10.3     | 2.344     | 0.063     | 14.3     |
| 2016.06.20 | 금강  | 세종보  | 2.5       | 7.6       | 10.3     | 2.280     | 0.064     | 15.9     |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 채수일자       | 대권역 | 측정소명 | BOD(mg/L) | COD(mg/L) | DO(mg/L) | T-N(mg/L) | T-P(mg/L) | SS(mg/L) |
|------------|-----|------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|
| 2016.06.27 | 금강  | 세종보  | 3.5       | 8.7       | 12.1     | 1.776     | 0.054     | 15.5     |
| 2016.07.11 | 금강  | 세종보  | 1.4       | 5.8       | 11.3     | 2.475     | 0.099     | 24.3     |
| 2016.07.18 | 금강  | 세종보  | 1.3       | 5.8       | 8.3      | 2.320     | 0.098     | 16.7     |
| 2016.07.25 | 금강  | 세종보  | 2.4       | 7.1       | 9.0      | 2.567     | 0.070     | 12.0     |
| 2016.08.01 | 금강  | 세종보  | 1.9       | 7.0       | 8.2      | 2.420     | 0.082     | 11.3     |
| 2016.08.08 | 금강  | 세종보  | 4.1       | 8.9       | 11.6     | 2.248     | 0.104     | 16.7     |
| 2016.08.16 | 금강  | 세종보  | 4.7       | 9.2       | 10.9     | 2.183     | 0.114     | 18.6     |
| 2016.08.22 | 금강  | 세종보  | 4.9       | 10.5      | 11.0     | 2.392     | 0.115     | 20.0     |
| 2016.08.29 | 금강  | 세종보  | 2.8       | 8.9       | 10.4     | 2.491     | 0.022     | 19.5     |
| 2016.09.05 | 금강  | 세종보  | 2.3       | 8.3       | 9.3      | 2.496     | 0.086     | 14.6     |
| 2016.09.12 | 금강  | 세종보  | 3.3       | 8.5       | 9.9      | 2.723     | 0.095     | 15.8     |
| 2016.09.19 | 금강  | 세종보  | 2.8       | 7.1       | 7.6      | 2.324     | 0.133     | 9.4      |
| 2016.09.26 | 금강  | 세종보  | 2.9       | 7.7       | 10.6     | 2.952     | 0.140     | 12.6     |
| 2016.10.04 | 금강  | 세종보  | 2.4       | 7.0       | 6.3      | 3.617     | 0.093     | 8.2      |
| 2016.10.10 | 금강  | 세종보  | 1.1       | 6.3       | 7.8      | 2.495     | 0.149     | 5.7      |
| 2016.10.17 | 금강  | 세종보  | 1.0       | 5.9       | 9.0      | 3.930     | 0.126     | 7.7      |
| 2016.10.24 | 금강  | 세종보  | 1.2       | 6.7       | 9.5      | 4.278     | 0.089     | 7.9      |
| 2016.10.31 | 금강  | 세종보  | 1.3       | 6.2       | 8.1      | 4.138     | 0.141     | 5.3      |
| 2016.11.07 | 금강  | 세종보  | 0.7       | 6.1       | 9.7      | 4.081     | 0.061     | 4.6      |
| 2016.11.14 | 금강  | 세종보  | 1.3       | 8.7       | 10.6     | 4.840     | 0.060     | 4.9      |
| 2016.11.21 | 금강  | 세종보  | 0.9       | 6.7       | 10.1     | 4.968     | 0.069     | 3.8      |
| 2016.11.28 | 금강  | 세종보  | 0.9       | 6.0       | 9.9      | 5.322     | 0.061     | 3.2      |
| 2016.12.05 | 금강  | 세종보  | 0.8       | 6.2       | 10.7     | 4.569     | 0.048     | 2.5      |
| 2016.12.12 | 금강  | 세종보  | 0.9       | 6.5       | 12.2     | 5.008     | 0.050     | 2.8      |
| 2016.12.19 | 금강  | 세종보  | 1.3       | 6.3       | 12.6     | 5.210     | 0.047     | 2.9      |
| 2016.12.26 | 금강  | 세종보  | 1.5       | 6.3       | 12.2     | 4.301     | 0.142     | 2.4      |

공주보

| 채수일자       | 대권역 | 측정소명 | BOD(mg/L) | COD(mg/L) | DO(mg/L) | T-N(mg/L) | T-P(mg/L) | SS(mg/L) |
|------------|-----|------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|
| 2016.01.05 | 금강  | 공주보  | 1.4       | 5.8       | 14.9     | 5.953     | 0.039     | 4.3      |
| 2016.01.11 | 금강  | 공주보  | 2.4       | 6.8       | 14.7     | 5.290     | 0.033     | 5.9      |
| 2016.01.18 | 금강  | 공주보  | 2.0       | 6.9       | 13.2     | 7.764     | 0.067     | 3.7      |
| 2016.01.25 | 금강  | 공주보  | 3.1       | 7.1       | 15.4     | 6.633     | 0.058     | 3.2      |
| 2016.02.01 | 금강  | 공주보  | 1.5       | 7.4       | 15.9     | 7.233     | 0.070     | 4.3      |
| 2016.02.11 | 금강  | 공주보  | 2.9       | 8.1       | 15.0     | 6.819     | 0.082     | 4.8      |
| 2016.02.15 | 금강  | 공주보  | 2.9       | 8.7       | 12.7     | 7.003     | 0.080     | 8.1      |
| 2016.02.22 | 금강  | 공주보  | 3.6       | 8.6       | 12.8     | 5.205     | 0.116     | 5.0      |
| 2016.03.02 | 금강  | 공주보  | 2.7       | 8.4       | 12.7     | 7.058     | 0.074     | 6.9      |
| 2016.03.07 | 금강  | 공주보  | 3.1       | 8.5       | 11.0     | 6.519     | 0.063     | 10.0     |
| 2016.03.14 | 금강  | 공주보  | 3.1       | 7.3       | 12.2     | 5.242     | 0.088     | 11.5     |
| 2016.03.21 | 금강  | 공주보  | 4.3       | 9.0       | 16.3     | 5.547     | 0.061     | 10.5     |
| 2016.03.28 | 금강  | 공주보  | 3.7       | 9.1       | 14.2     | 6.875     | 0.078     | 11.6     |
| 2016.04.04 | 금강  | 공주보  | 4.0       | 9.0       | 13.1     | 5.230     | 0.065     | 7.3      |
| 2016.04.11 | 금강  | 공주보  | 3.4       | 9.4       | 11.7     | 4.916     | 0.111     | 8.3      |
| 2016.04.18 | 금강  | 공주보  | 4.7       | 9.1       | 8.2      | 4.017     | 0.150     | 36.3     |
| 2016.04.25 | 금강  | 공주보  | 2.8       | 6.4       | 9.1      | 3.654     | 0.059     | 13.0     |
| 2016.05.02 | 금강  | 공주보  | 3.4       | 8.6       | 13.4     | 3.753     | 0.049     | 15.8     |
| 2016.05.09 | 금강  | 공주보  | 2.9       | 7.8       | 14.4     | 2.520     | 0.056     | 11.5     |
| 2016.05.16 | 금강  | 공주보  | 3.4       | 7.9       | 11.7     | 2.335     | 0.058     | 14.3     |
| 2016.05.23 | 금강  | 공주보  | 2.7       | 7.3       | 14.2     | 2.335     | 0.056     | 16.1     |
| 2016.05.30 | 금강  | 공주보  | 1.7       | 6.6       | 10.6     | 2.123     | 0.051     | 12.8     |
| 2016.06.07 | 금강  | 공주보  | 2.8       | 7.1       | 12.6     | 2.441     | 0.069     | 16.2     |
| 2016.06.13 | 금강  | 공주보  | 3.0       | 7.7       | 12.5     | 2.166     | 0.069     | 15.8     |
| 2016.06.20 | 금강  | 공주보  | 4.0       | 8.6       | 13.5     | 2.059     | 0.049     | 12.2     |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 채수일자       | 대권역 | 측정소명 | BOD(mg/L) | COD(mg/L) | DO(mg/L) | T-N(mg/L) | T-P(mg/L) | SS(mg/L) |
|------------|-----|------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|
| 2016.06.27 | 금강  | 공주보  | 5.0       | 10.1      | 12.1     | 1.650     | 0.052     | 17.5     |
| 2016.07.11 | 금강  | 공주보  | 1.2       | 5.3       | 12.0     | 2.601     | 0.094     | 24.6     |
| 2016.07.18 | 금강  | 공주보  | 1.6       | 5.7       | 8.3      | 2.408     | 0.102     | 14.0     |
| 2016.07.25 | 금강  | 공주보  | 3.0       | 7.1       | 12.3     | 2.462     | 0.060     | 7.6      |
| 2016.08.01 | 금강  | 공주보  | 3.4       | 8.4       | 10.0     | 2.338     | 0.095     | 11.2     |
| 2016.08.08 | 금강  | 공주보  | 2.3       | 7.3       | 11.9     | 2.066     | 0.084     | 7.5      |
| 2016.08.16 | 금강  | 공주보  | 2.3       | 8.5       | 9.3      | 1.890     | 0.090     | 10.4     |
| 2016.08.22 | 금강  | 공주보  | 2.4       | 8.4       | 9.5      | 2.119     | 0.095     | 12.2     |
| 2016.08.29 | 금강  | 공주보  | 2.6       | 8.7       | 8.6      | 1.907     | 0.028     | 15.5     |
| 2016.09.05 | 금강  | 공주보  | 2.6       | 8.4       | 13.6     | 2.532     | 0.087     | 13.2     |
| 2016.09.12 | 금강  | 공주보  | 2.2       | 8.0       | 10.8     | 2.242     | 0.097     | 12.0     |
| 2016.09.19 | 금강  | 공주보  | 2.7       | 6.8       | 6.4      | 2.407     | 0.138     | 13.5     |
| 2016.09.26 | 금강  | 공주보  | 3.3       | 8.5       | 12.5     | 2.694     | 0.116     | 13.4     |
| 2016.10.04 | 금강  | 공주보  | 2.1       | 7.1       | 9.7      | 2.534     | 0.052     | 9.6      |
| 2016.10.10 | 금강  | 공주보  | 1.5       | 6.3       | 7.8      | 2.345     | 0.171     | 7.1      |
| 2016.10.17 | 금강  | 공주보  | 1.4       | 5.7       | 9.9      | 3.187     | 0.092     | 10.3     |
| 2016.10.24 | 금강  | 공주보  | 2.4       | 7.5       | 11.4     | 3.744     | 0.086     | 10.1     |
| 2016.10.31 | 금강  | 공주보  | 2.4       | 7.2       | 13.0     | 3.919     | 0.133     | 13.3     |
| 2016.11.07 | 금강  | 공주보  | 1.2       | 6.2       | 10.5     | 3.910     | 0.059     | 7.2      |
| 2016.11.14 | 금강  | 공주보  | 1.2       | 6.7       | 10.6     | 5.098     | 0.078     | 8.7      |
| 2016.11.21 | 금강  | 공주보  | 0.7       | 5.8       | 10.3     | 5.108     | 0.057     | 3.0      |
| 2016.11.28 | 금강  | 공주보  | 0.8       | 5.7       | 10.0     | 4.763     | 0.050     | 7.4      |
| 2016.12.05 | 금강  | 공주보  | 1.3       | 5.7       | 11.1     | 4.459     | 0.040     | 4.2      |
| 2016.12.12 | 금강  | 공주보  | 1.1       | 6.0       | 12.0     | 4.553     | 0.049     | 5.4      |
| 2016.12.19 | 금강  | 공주보  | 1.3       | 6.2       | 11.1     | 4.749     | 0.037     | 2.5      |
| 2016.12.26 | 금강  | 공주보  | 2.8       | 6.2       | 9.2      | 4.345     | 0.161     | 6.5      |

백제보

| 채수일자       | 대권역 | 측정소명 | BOD(mg/L) | COD(mg/L) | DO(mg/L) | T-N(mg/L) | T-P(mg/L) | SS(mg/L) |
|------------|-----|------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|
| 2016.01.05 | 금강  | 백제보  | 2.6       | 9.2       | 10.4     | 5.110     | 0.043     | 7.9      |
| 2016.01.11 | 금강  | 백제보  | 3.3       | 7.4       | 16.3     | 4.820     | 0.034     | 9.8      |
| 2016.01.18 | 금강  | 백제보  | 3.3       | 7.4       | 14.9     | 6.650     | 0.062     | 8.5      |
| 2016.01.25 | 금강  | 백제보  | 4.3       | 7.2       | 16.1     | 6.179     | 0.054     | 6.4      |
| 2016.02.01 | 금강  | 백제보  | 1.3       | 7.4       | 17.1     | 6.158     | 0.064     | 5.9      |
| 2016.02.11 | 금강  | 백제보  | 2.7       | 7.1       | 15.2     | 6.277     | 0.070     | 4.6      |
| 2016.02.15 | 금강  | 백제보  | 3.5       | 8.0       | 14.9     | 6.313     | 0.063     | 9.7      |
| 2016.02.22 | 금강  | 백제보  | 3.8       | 8.6       | 15.2     | 6.019     | 0.104     | 10.5     |
| 2016.03.02 | 금강  | 백제보  | 4.4       | 9.3       | 16.3     | 5.565     | 0.071     | 13.6     |
| 2016.03.07 | 금강  | 백제보  | 3.4       | 8.8       | 15.7     | 5.867     | 0.040     | 12.9     |
| 2016.03.14 | 금강  | 백제보  | 3.4       | 8.0       | 12.9     | 6.437     | 0.065     | 12.3     |
| 2016.03.21 | 금강  | 백제보  | 4.0       | 8.2       | 16.4     | 4.352     | 0.047     | 9.2      |
| 2016.03.28 | 금강  | 백제보  | 2.6       | 7.7       | 13.7     | 7.248     | 0.063     | 10.1     |
| 2016.04.04 | 금강  | 백제보  | 2.2       | 7.3       | 11.2     | 5.358     | 0.056     | 6.8      |
| 2016.04.11 | 금강  | 백제보  | 3.9       | 8.4       | 11.5     | 4.255     | 0.077     | 9.1      |
| 2016.04.18 | 금강  | 백제보  | 4.2       | 8.8       | 10.2     | 3.724     | 0.092     | 24.8     |
| 2016.04.25 | 금강  | 백제보  | 3.4       | 7.2       | 10.2     | 4.119     | 0.057     | 11.3     |
| 2016.05.02 | 금강  | 백제보  | 4.3       | 7.9       | 14.5     | 4.277     | 0.096     | 12.0     |
| 2016.05.09 | 금강  | 백제보  | 4.3       | 8.4       | 12.7     | 2.861     | 0.049     | 11.3     |
| 2016.05.16 | 금강  | 백제보  | 3.4       | 7.9       | 11.9     | 2.430     | 0.048     | 9.1      |
| 2016.05.23 | 금강  | 백제보  | 3.0       | 7.6       | 12.1     | 2.318     | 0.049     | 9.2      |
| 2016.05.30 | 금강  | 백제보  | 2.2       | 8.2       | 11.4     | 2.109     | 0.043     | 11.3     |
| 2016.06.07 | 금강  | 백제보  | 2.7       | 5.1       | 11.0     | 2.198     | 0.052     | 9.4      |
| 2016.06.13 | 금강  | 백제보  | 2.9       | 7.1       | 11.8     | 1.964     | 0.050     | 12.0     |
| 2016.06.20 | 금강  | 백제보  | 2.7       | 7.0       | 8.0      | 1.771     | 0.052     | 6.6      |



2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 채수일자       | 대권역 | 측정소명 | BOD(mg/L) | COD(mg/L) | DO(mg/L) | T-N(mg/L) | T-P(mg/L) | SS(mg/L) |
|------------|-----|------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|
| 2016.06.27 | 금강  | 백제보  | 3.0       | 8.4       | 9.2      | 1.346     | 0.051     | 10.8     |
| 2016.07.11 | 금강  | 백제보  | 1.0       | 4.7       | 11.5     | 2.605     | 0.083     | 9.9      |
| 2016.07.18 | 금강  | 백제보  | 2.2       | 5.8       | 8.2      | 2.473     | 0.095     | 13.6     |
| 2016.07.25 | 금강  | 백제보  | 2.5       | 6.8       | 11.5     | 2.127     | 0.046     | 7.0      |
| 2016.08.01 | 금강  | 백제보  | 2.4       | 7.8       | 10.2     | 2.166     | 0.065     | 13.2     |
| 2016.08.08 | 금강  | 백제보  | 2.1       | 7.1       | 8.3      | 1.906     | 0.047     | 7.1      |
| 2016.08.16 | 금강  | 백제보  | 2.4       | 7.9       | 12.8     | 1.529     | 0.081     | 7.4      |
| 2016.08.22 | 금강  | 백제보  | 2.5       | 8.4       | 10.8     | 1.468     | 0.079     | 9.1      |
| 2016.08.29 | 금강  | 백제보  | 1.7       | 7.8       | 7.2      | 2.150     | 0.052     | 16.8     |
| 2016.09.05 | 금강  | 백제보  | 2.6       | 8.9       | 13.8     | 2.013     | 0.067     | 13.8     |
| 2016.09.12 | 금강  | 백제보  | 2.3       | 8.4       | 13.4     | 1.997     | 0.068     | 9.5      |
| 2016.09.19 | 금강  | 백제보  | 2.3       | 7.8       | 8.9      | 2.361     | 0.102     | 17.8     |
| 2016.09.26 | 금강  | 백제보  | 2.2       | 8.0       | 10.5     | 1.934     | 0.106     | 12.2     |
| 2016.10.04 | 금강  | 백제보  | 2.3       | 7.2       | 8.1      | 2.413     | 0.094     | 12.0     |
| 2016.10.10 | 금강  | 백제보  | 2.0       | 7.3       | 10.5     | 2.670     | 0.162     | 9.3      |
| 2016.10.17 | 금강  | 백제보  | 2.8       | 7.3       | 11.2     | 2.321     | 0.104     | 13.0     |
| 2016.10.24 | 금강  | 백제보  | 1.5       | 6.0       | 10.1     | 3.091     | 0.082     | 12.8     |
| 2016.10.31 | 금강  | 백제보  | 2.2       | 7.2       | 10.3     | 3.401     | 0.114     | 16.3     |
| 2016.11.07 | 금강  | 백제보  | 3.6       | 8.2       | 14.8     | 2.885     | 0.061     | 18.0     |
| 2016.11.14 | 금강  | 백제보  | 1.9       | 6.9       | 14.5     | 4.471     | 0.078     | 12.2     |
| 2016.11.21 | 금강  | 백제보  | 1.5       | 6.6       | 11.1     | 4.751     | 0.064     | 10.6     |
| 2016.11.28 | 금강  | 백제보  | 1.5       | 6.2       | 10.5     | 4.344     | 0.050     | 8.8      |
| 2016.12.05 | 금강  | 백제보  | 1.8       | 6.0       | 13.1     | 4.338     | 0.036     | 6.8      |
| 2016.12.12 | 금강  | 백제보  | 2.5       | 7.4       | 14.1     | 4.280     | 0.046     | 8.6      |
| 2016.12.19 | 금강  | 백제보  | 2.4       | 7.8       | 16.6     | 3.992     | 0.041     | 8.2      |
| 2016.12.26 | 금강  | 백제보  | 1.6       | 6.0       | 12.8     | 4.668     | 0.189     | 6.8      |

승촌보

| 채수일자       | 대권역 | 측정소명 | BOD (mg/L) | COD (mg/L) | DO (mg/L) | T-N (mg/L) | T-P (mg/L) | SS (mg/L) |
|------------|-----|------|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|
| 2016.01.04 | 영산강 | 승촌보  | 2.3        | 4.9        | 11.8      | 5.535      | 0.081      | 6.1       |
| 2016.01.11 | 영산강 | 승촌보  | 2.9        | 5.5        | 12.7      | 6.618      | 0.161      | 4.7       |
| 2016.01.18 | 영산강 | 승촌보  | 2.9        | 6.0        | 13.6      | 7.880      | 0.140      | 5.5       |
| 2016.01.28 | 영산강 | 승촌보  | 2.4        | 5.0        | 13.1      | 7.099      | 0.114      | 4.2       |
| 2016.02.02 | 영산강 | 승촌보  | 4.2        | 6.5        | 11.3      | 4.747      | 0.232      | 8.7       |
| 2016.02.11 | 영산강 | 승촌보  | 2.6        | 5.1        | 13.2      | 6.908      | 0.101      | 4.1       |
| 2016.02.15 | 영산강 | 승촌보  | 3.8        | 6.0        | 10.2      | 4.372      | 0.167      | 14.8      |
| 2016.02.22 | 영산강 | 승촌보  | 2.2        | 5.6        | 11.5      | 5.504      | 0.119      | 6.8       |
| 2016.02.29 | 영산강 | 승촌보  | 4.5        | 5.9        | 13.9      | 5.608      | 0.149      | 8.7       |
| 2016.03.07 | 영산강 | 승촌보  | 5.9        | 7.5        | 8.3       | 3.295      | 0.204      | 44.7      |
| 2016.03.14 | 영산강 | 승촌보  | 2.6        | 6.1        | 12.6      | 4.760      | 0.180      | 8.7       |
| 2016.03.21 | 영산강 | 승촌보  | 4.5        | 7.3        | 8.6       | 5.455      | 0.156      | 10.9      |
| 2016.03.28 | 영산강 | 승촌보  | 6.3        | 8.7        | 12.2      | 5.908      | 0.164      | 13.6      |
| 2016.04.04 | 영산강 | 승촌보  | 7.1        | 9.1        | 13.6      | 5.853      | 0.080      | 10.4      |
| 2016.04.11 | 영산강 | 승촌보  | 6.6        | 9.2        | 10.0      | 3.405      | 0.162      | 11.4      |
| 2016.04.18 | 영산강 | 승촌보  | 5.0        | 7.5        | 8.4       | 2.704      | 0.190      | 20.7      |
| 2016.04.25 | 영산강 | 승촌보  | 2.7        | 5.6        | 7.9       | 3.369      | 0.116      | 8.5       |
| 2016.05.02 | 영산강 | 승촌보  | 3.6        | 7.0        | 8.5       | 3.454      | 0.127      | 9.5       |
| 2016.05.09 | 영산강 | 승촌보  | 3.4        | 6.3        | 8.3       | 4.222      | 0.134      | 9.1       |
| 2016.05.16 | 영산강 | 승촌보  | 5.9        | 8.6        | 13.2      | 4.405      | 0.165      | 18.6      |
| 2016.05.23 | 영산강 | 승촌보  | 4.6        | 7.7        | 10.9      | 4.273      | 0.149      | 6.9       |
| 2016.05.30 | 영산강 | 승촌보  | 4.9        | 8.2        | 6.2       | 4.081      | 0.124      | 6.6       |
| 2016.06.07 | 영산강 | 승촌보  | 3.8        | 7.3        | 5.9       | 4.041      | 0.133      | 6.8       |
| 2016.06.13 | 영산강 | 승촌보  | 5.4        | 7.3        | 10.1      | 4.522      | 0.147      | 7.1       |
| 2016.06.20 | 영산강 | 승촌보  | 3.4        | 8.7        | 7.5       | 4.097      | 0.126      | 7.6       |
| 2016.06.27 | 영산강 | 승촌보  | 3.3        | 7.7        | 5.1       | 3.431      | 0.179      | 6.6       |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 채수일자       | 대권역 | 측정소명 | BOD (mg/L) | COD (mg/L) | DO (mg/L) | T-N (mg/L) | T-P (mg/L) | SS (mg/L) |
|------------|-----|------|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|
| 2016.07.05 | 영산강 | 승촌보  | 3.4        | 6.6        | 6.7       | 2.790      | 0.176      | 16.1      |
| 2016.07.11 | 영산강 | 승촌보  | 3.9        | 7.7        | 5.5       | 3.116      | 0.195      | 11.5      |
| 2016.07.18 | 영산강 | 승촌보  | 4.0        | 5.9        | 5.3       | 3.496      | 0.144      | 8.1       |
| 2016.07.25 | 영산강 | 승촌보  | 4.2        | 7.5        | 8.5       | 3.704      | 0.150      | 6.9       |
| 2016.08.01 | 영산강 | 승촌보  | 4.7        | 8.3        | 2.6       | 4.616      | 0.147      | 7.9       |
| 2016.08.08 | 영산강 | 승촌보  | 5.4        | 8.4        | 3.4       | 3.714      | 0.177      | 11.8      |
| 2016.08.16 | 영산강 | 승촌보  | 4.1        | 9.0        | 4.1       | 3.728      | 0.219      | 8.2       |
| 2016.08.22 | 영산강 | 승촌보  | 4.4        | 9.9        | 5.8       | 3.535      | 0.193      | 10.3      |
| 2016.08.29 | 영산강 | 승촌보  | 3.8        | 7.5        | 5.5       | 3.634      | 0.286      | 10.3      |
| 2016.09.05 | 영산강 | 승촌보  | 5.3        | 6.8        | 5.9       | 3.972      | 0.130      | 11.8      |
| 2016.09.12 | 영산강 | 승촌보  | 4.7        | 7.5        | 5.0       | 3.884      | 0.135      | 9.0       |
| 2016.09.20 | 영산강 | 승촌보  | 1.8        | 7.3        | 6.8       | 2.605      | 0.183      | 8.9       |
| 2016.09.26 | 영산강 | 승촌보  | 4.6        | 6.4        | 9.4       | 3.991      | 0.158      | 6.7       |
| 2016.10.04 | 영산강 | 승촌보  | 2.8        | 6.2        | 4.0       | 3.320      | 0.270      | 8.2       |
| 2016.10.10 | 영산강 | 승촌보  | 2.3        | 5.9        | 7.2       | 2.633      | 0.124      | 13.5      |
| 2016.10.18 | 영산강 | 승촌보  | 3.3        | 6.3        | 9.7       | 2.735      | 0.237      | 18.8      |
| 2016.10.24 | 영산강 | 승촌보  | 3.6        | 5.2        | 7.3       | 3.925      | 0.137      | 6.7       |
| 2016.11.01 | 영산강 | 승촌보  | 2.3        | 5.2        | 6.7       | 4.183      | 0.156      | 8.1       |
| 2016.11.07 | 영산강 | 승촌보  | 3.5        | 5.8        | 9.8       | 5.935      | 0.140      | 4.8       |
| 2016.11.14 | 영산강 | 승촌보  | 3.8        | 6.2        | 11.6      | 5.372      | 0.284      | 8.4       |
| 2016.11.21 | 영산강 | 승촌보  | 4.7        | 7.9        | 11.2      | 6.583      | 0.132      | 9.0       |
| 2016.11.28 | 영산강 | 승촌보  | 4.9        | 7.7        | 14.6      | 5.946      | 0.101      | 13.0      |
| 2016.12.05 | 영산강 | 승촌보  | 3.7        | 6.9        | 9.1       | 6.528      | 0.153      | 7.7       |
| 2016.12.12 | 영산강 | 승촌보  | 4.3        | 7.4        | 13.2      | 6.785      | 0.085      | 9.8       |
| 2016.12.19 | 영산강 | 승촌보  | 3.9        | 7.1        | 11.8      | 6.895      | 0.090      | 7.5       |
| 2016.12.26 | 영산강 | 승촌보  | 4.5        | 7.6        | 9.6       | 4.181      | 0.160      | 14.8      |

죽산보

| 채수일자       | 대권역 | 측정소명 | BOD (mg/L) | COD (mg/L) | DO (mg/L) | T-N (mg/L) | T-P (mg/L) | SS (mg/L) |
|------------|-----|------|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|
| 2016.01.04 | 영산강 | 죽산보  | 4.1        | 6.1        | 15.6      | 4.476      | 0.092      | 9.4       |
| 2016.01.11 | 영산강 | 죽산보  | 3.6        | 6.4        | 14.2      | 4.520      | 0.092      | 10.8      |
| 2016.01.18 | 영산강 | 죽산보  | 4.1        | 7.1        | 17.0      | 5.105      | 0.075      | 13.7      |
| 2016.01.28 | 영산강 | 죽산보  | 4.9        | 8.2        | 15.8      | 5.698      | 0.113      | 14.6      |
| 2016.02.02 | 영산강 | 죽산보  | 2.9        | 5.9        | 14.1      | 5.458      | 0.146      | 11.5      |
| 2016.02.11 | 영산강 | 죽산보  | 4.4        | 6.6        | 14.4      | 4.486      | 0.136      | 9.8       |
| 2016.02.15 | 영산강 | 죽산보  | 3.2        | 5.6        | 14.4      | 5.383      | 0.128      | 14.6      |
| 2016.02.22 | 영산강 | 죽산보  | 3.4        | 6.0        | 12.9      | 4.169      | 0.129      | 10.7      |
| 2016.02.29 | 영산강 | 죽산보  | 5.3        | 6.8        | 13.9      | 4.043      | 0.111      | 17.1      |
| 2016.03.07 | 영산강 | 죽산보  | 5.5        | 7.2        | 11.1      | 6.055      | 0.176      | 22.3      |
| 2016.03.14 | 영산강 | 죽산보  | 3.0        | 5.8        | 11.8      | 3.365      | 0.106      | 16.4      |
| 2016.03.21 | 영산강 | 죽산보  | 3.0        | 6.2        | 10.3      | 3.696      | 0.100      | 10.4      |
| 2016.03.28 | 영산강 | 죽산보  | 5.0        | 7.3        | 13.3      | 4.008      | 0.075      | 13.0      |
| 2016.04.04 | 영산강 | 죽산보  | 3.9        | 7.0        | 13.4      | 4.118      | 0.058      | 4.1       |
| 2016.04.11 | 영산강 | 죽산보  | 3.0        | 6.5        | 6.9       | 5.271      | 0.109      | 4.1       |
| 2016.04.18 | 영산강 | 죽산보  | 3.7        | 6.2        | 6.5       | 3.434      | 0.115      | 12.4      |
| 2016.04.25 | 영산강 | 죽산보  | 4.5        | 7.1        | 11.6      | 3.298      | 0.114      | 10.3      |
| 2016.05.02 | 영산강 | 죽산보  | 3.1        | 6.6        | 9.5       | 2.612      | 0.109      | 13.4      |
| 2016.05.09 | 영산강 | 죽산보  | 3.9        | 6.6        | 10.1      | 2.356      | 0.099      | 11.5      |
| 2016.05.16 | 영산강 | 죽산보  | 5.2        | 7.5        | 13.3      | 2.916      | 0.081      | 10.1      |
| 2016.05.23 | 영산강 | 죽산보  | 3.0        | 7.2        | 10.6      | 2.994      | 0.092      | 7.9       |
| 2016.05.30 | 영산강 | 죽산보  | 3.3        | 7.9        | 6.8       | 3.625      | 0.101      | 11.0      |
| 2016.06.07 | 영산강 | 죽산보  | 3.1        | 8.5        | 9.8       | 3.903      | 0.116      | 12.6      |
| 2016.06.13 | 영산강 | 죽산보  | 2.9        | 8.1        | 8.8       | 3.844      | 0.106      | 11.0      |
| 2016.06.20 | 영산강 | 죽산보  | 4.3        | 8.8        | 6.4       | 3.376      | 0.099      | 10.4      |
| 2016.06.27 | 영산강 | 죽산보  | 2.7        | 7.5        | 6.6       | 3.889      | 0.160      | 10.4      |

2016년  
조류(녹조)발생과 대응  
연 차 보 고 서

| 채수일자       | 대권역 | 측정소명 | BOD (mg/L) | COD (mg/L) | DO (mg/L) | T-N (mg/L) | T-P (mg/L) | SS (mg/L) |
|------------|-----|------|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|
| 2016.07.05 | 영산강 | 죽산보  | 3.3        | 6.5        | 7.4       | 2.221      | 0.177      | 24.0      |
| 2016.07.11 | 영산강 | 죽산보  | 2.7        | 5.7        | 6.7       | 2.316      | 0.133      | 9.2       |
| 2016.07.18 | 영산강 | 죽산보  | 2.3        | 5.7        | 5.5       | 2.604      | 0.096      | 9.6       |
| 2016.07.25 | 영산강 | 죽산보  | 1.8        | 6.5        | 5.4       | 2.812      | 0.119      | 7.0       |
| 2016.08.01 | 영산강 | 죽산보  | 3.8        | 7.6        | 4.2       | 2.245      | 0.080      | 6.7       |
| 2016.08.08 | 영산강 | 죽산보  | 2.8        | 7.4        | 4.5       | 2.807      | 0.088      | 6.9       |
| 2016.08.16 | 영산강 | 죽산보  | 1.7        | 7.5        | 5.0       | 2.313      | 0.117      | 4.7       |
| 2016.08.22 | 영산강 | 죽산보  | 2.8        | 9.3        | 5.6       | 2.335      | 0.141      | 7.7       |
| 2016.08.29 | 영산강 | 죽산보  | 3.1        | 9.2        | 4.0       | 2.939      | 0.213      | 11.0      |
| 2016.09.05 | 영산강 | 죽산보  | 2.4        | 7.3        | 6.3       | 2.840      | 0.103      | 9.5       |
| 2016.09.12 | 영산강 | 죽산보  | 2.5        | 7.3        | 5.4       | 3.011      | 0.117      | 4.5       |
| 2016.09.20 | 영산강 | 죽산보  | 1.9        | 7.0        | 6.6       | 2.649      | 0.185      | 14.3      |
| 2016.09.26 | 영산강 | 죽산보  | 5.5        | 7.8        | 11.1      | 2.781      | 0.157      | 8.0       |
| 2016.10.04 | 영산강 | 죽산보  | 3.1        | 6.2        | 5.9       | 3.269      | 0.166      | 11.1      |
| 2016.10.10 | 영산강 | 죽산보  | 1.8        | 6.4        | 7.3       | 2.182      | 0.169      | 13.9      |
| 2016.10.18 | 영산강 | 죽산보  | 4.2        | 5.8        | 9.5       | 3.426      | 0.198      | 17.4      |
| 2016.10.24 | 영산강 | 죽산보  | 2.5        | 5.7        | 7.2       | 2.488      | 0.148      | 9.0       |
| 2016.11.01 | 영산강 | 죽산보  | 3.5        | 5.5        | 8.6       | 3.423      | 0.090      | 13.1      |
| 2016.11.07 | 영산강 | 죽산보  | 3.9        | 6.3        | 10.8      | 3.933      | 0.094      | 10.4      |
| 2016.11.14 | 영산강 | 죽산보  | 4.0        | 6.3        | 13.6      | 3.962      | 0.107      | 7.6       |
| 2016.11.21 | 영산강 | 죽산보  | 3.0        | 6.4        | 11.0      | 4.713      | 0.092      | 6.0       |
| 2016.11.28 | 영산강 | 죽산보  | 3.1        | 5.8        | 9.7       | 4.825      | 0.107      | 7.4       |
| 2016.12.05 | 영산강 | 죽산보  | 2.8        | 5.8        | 9.4       | 4.701      | 0.097      | 7.0       |
| 2016.12.12 | 영산강 | 죽산보  | 3.2        | 6.2        | 12.5      | 4.946      | 0.078      | 6.6       |
| 2016.12.19 | 영산강 | 죽산보  | 3.5        | 6.0        | 11.9      | 5.303      | 0.079      | 5.5       |
| 2016.12.26 | 영산강 | 죽산보  | 2.3        | 5.4        | 11.1      | 5.754      | 0.072      | 6.5       |



## 제 4 부 참 고 자 료

### 2. 초분광 녹조 원격 모니터링 사진자료

1. 한 강
2. 낙동강
3. 금 강
4. 영산강



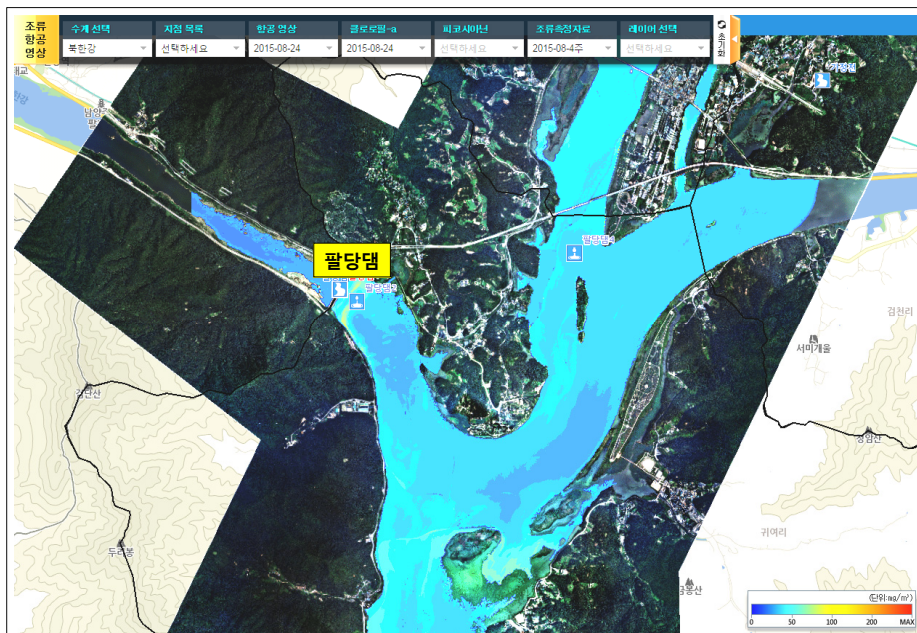
## 제 4 부

## 2. 초분광 녹조 원격 모니터링 사진자료

### 1. 한 강



〈 2015. 8. 24 팔당댐 RGB 사진 〉



〈 2015. 8. 24 팔당댐 초분광(클로로필-*a*) 사진 〉

- ▲ 현장상황 : 팔당댐 조류경보지점 “관심” 단계 발령 (8.19~9.30)  
(‘15.8.24 팔당댐(댐앞) 유해남조류 세포수 : 4,210cells/mL)





〈 2016. 6. 10 팔당댐 RGB 사진 〉



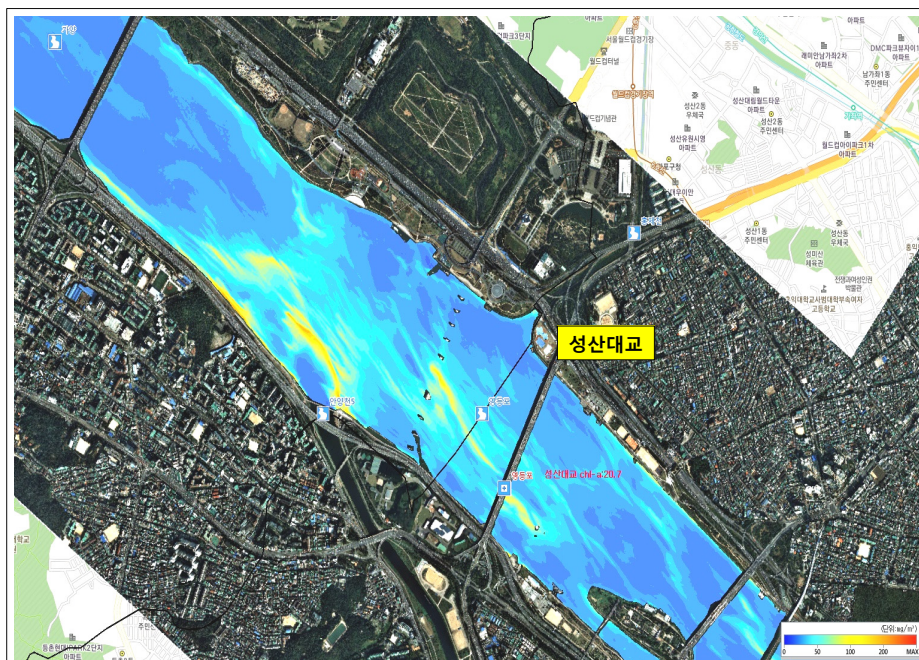
〈 2016. 6. 10 팔당댐 초분광(클로로필-a) 사진 〉

▲ 현장상황 : 팔당댐(댐앞)지점 남조류세포수(183cells/mL, '16.6.7)





〈 2015. 9. 22 성산대교 RGB 사진 〉



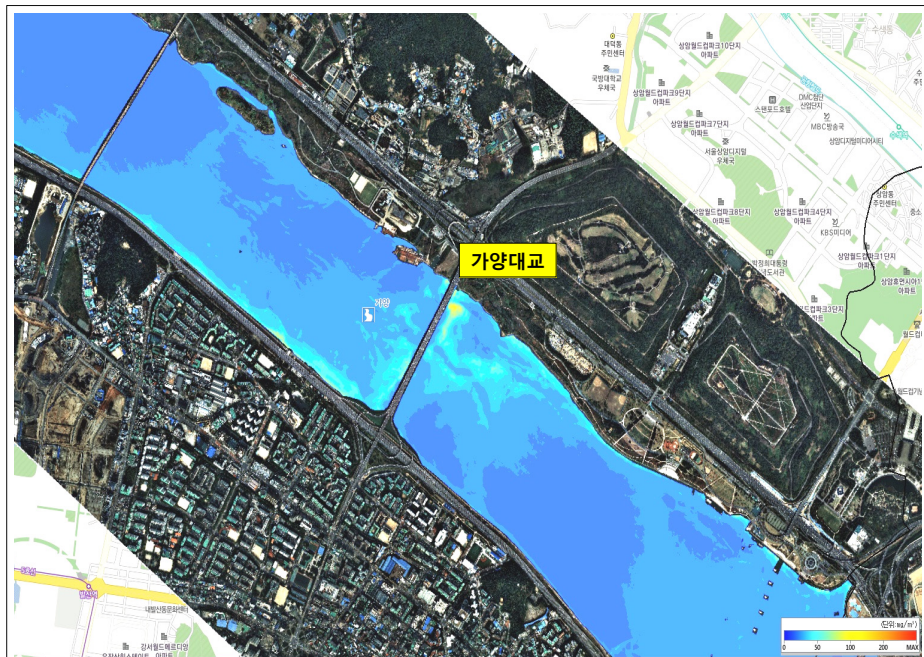
〈 2015. 9. 22 성산대교 초분광(클로로필-*a*) 사진 〉

- ▲ 현장상황 : 한강 조류경보지점(잠실대교~행주대교) “경계” 단계 발령 (9.2~10.13)  
 '15.9.21 성산대교 지점 유해남조류 세포수 : 9,550cells/mL





〈 2015. 10. 7 가양대교 RGB 사진 〉



〈 2015. 10. 7 가양대교 초분광(클로로필-*a*) 사진 〉

- ▲ 현장상황 : 한강 조류경보지점(잠실대교~행주대교) “관심” 단계 발령 (10.14~11.3)  
'15.10.8 마포대교 지점(가양대교 상류 7km) 유해남조류 세포수 : 2,194cells/mL



## 2. 낙동강



〈 2015. 7. 4 강정고령보 RGB 사진 〉



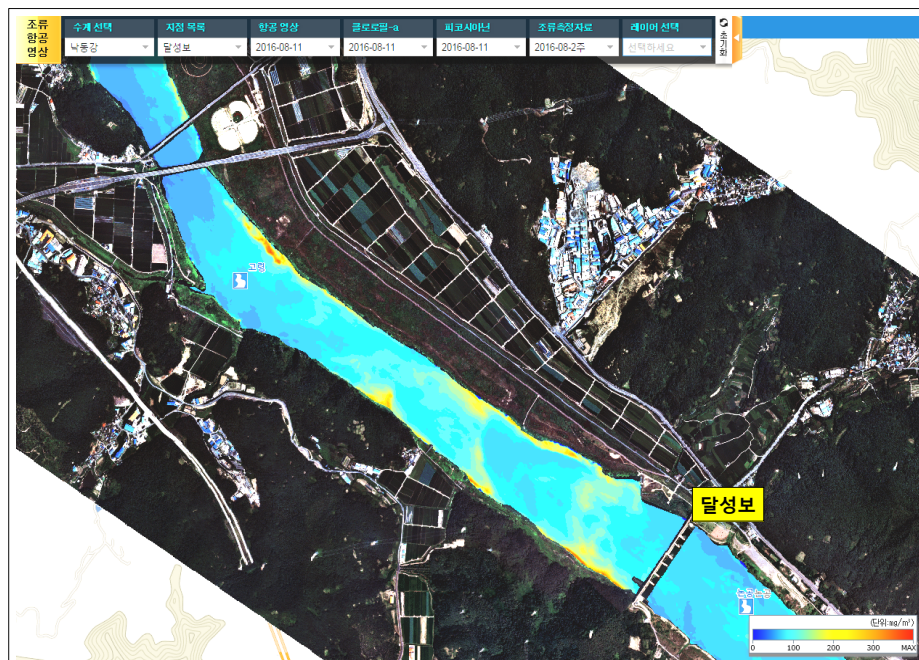
〈 2015. 7. 4 강정고령보 초분광(클로로필-a) 사진 〉

▲ 현장상황 : '15.7.7 강정고령보 수질예보지점 유해남조류 세포수 : 1,335cells/mL





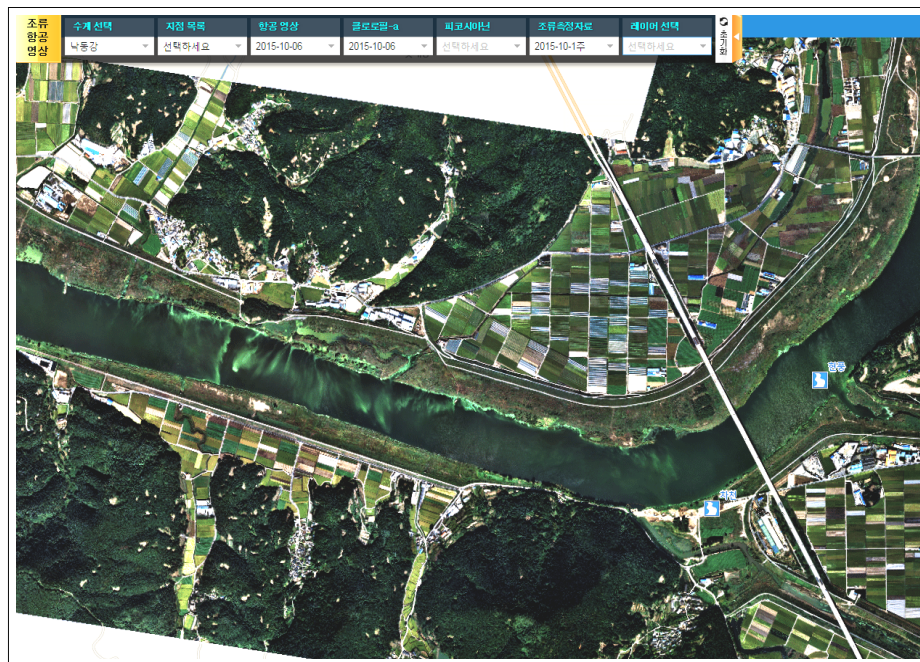
〈 2016. 8. 11 달성보 하류 RGB 사진 〉



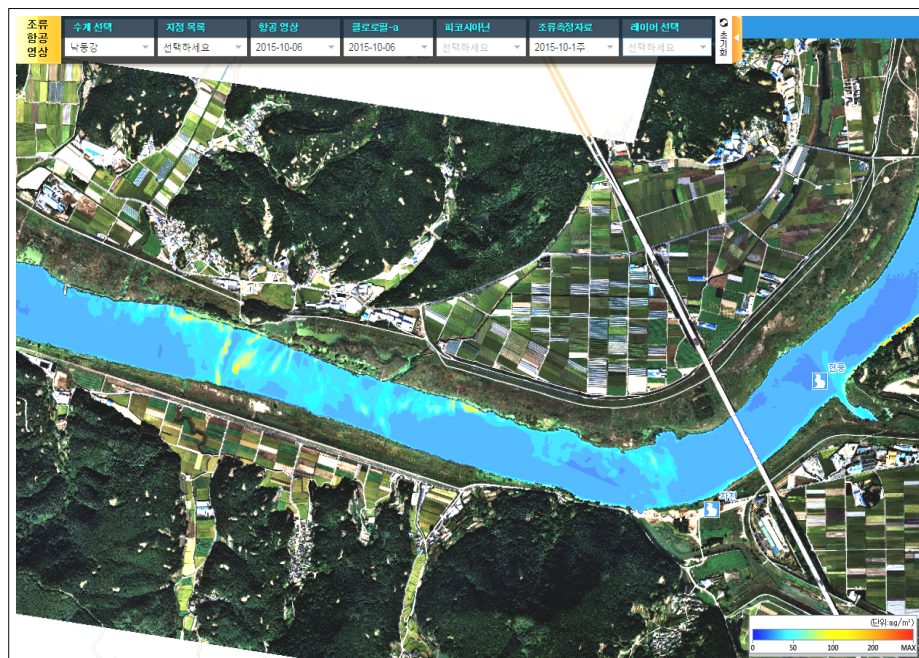
〈 2016. 8. 11 달성보 초분광(피코시아닌) 사진 〉

- ▲ 현장상황 : 달성보 수질예보지점 “관심” 단계 발령 (8.19~9.6)  
'16.8.8 달성보 유해남조류 세포수 : 5,109cells/mL





〈 2015. 10. 6 달성보 하류 약 7km 부근(천변저류지) RGB 사진 〉



〈 2015. 10. 6 달성보 하류 약 7km 부근(천변저류지) 초분광(클로로필-a) 사진 〉

- ▲ 현장상황 : 달성보 수질예보지점 “관심” 단계 발령 (10.1~10.29)  
 '15.10.5 달성보 유해남조류 세포수 : 36,780cells/mL





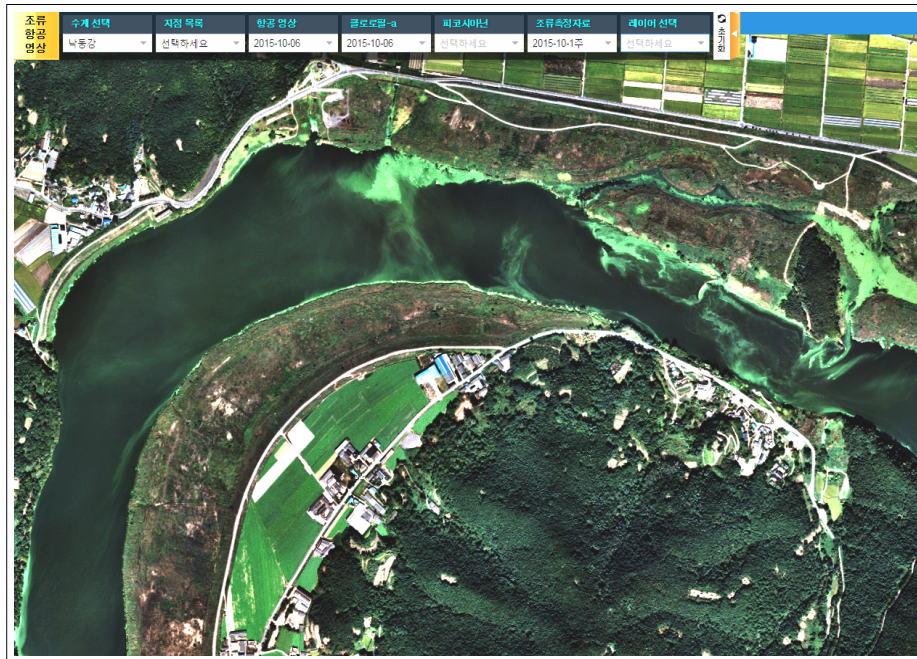
〈 2016. 8. 11 달성보 하류 약 7km 부근(천변저류지) RGB 사진 〉



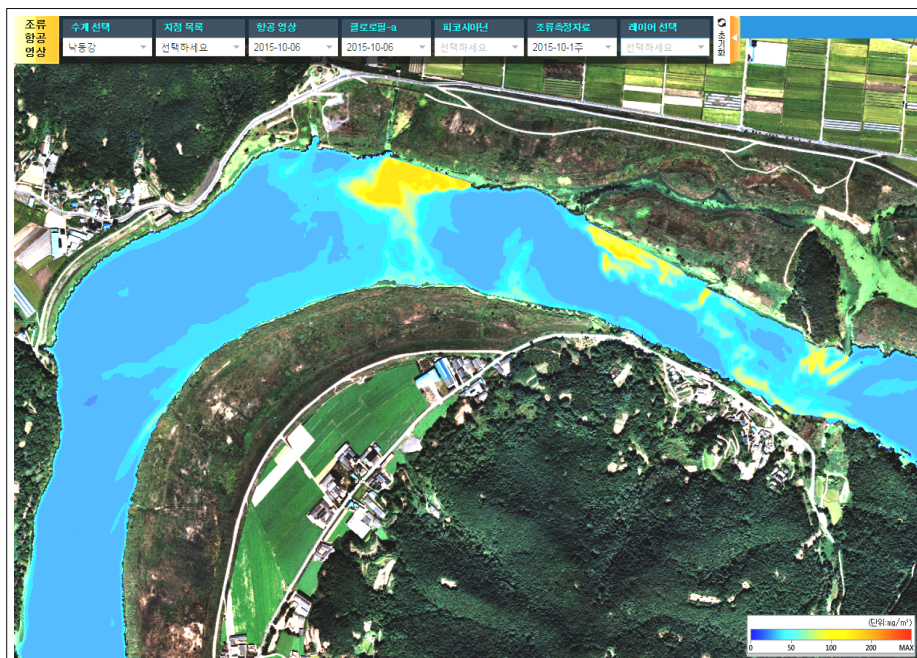
〈 2016. 8. 11 달성보 하류 약 7km 부근(천변저류지) 초분광(피코시아닌) 사진 〉

- ▲ 현장상황 : 달성보 수질예보지점 “관심” 단계 발령 (8.19~9.6)  
'16.8.8 달성보 유해남조류 세포수 : 5,109cells/mL





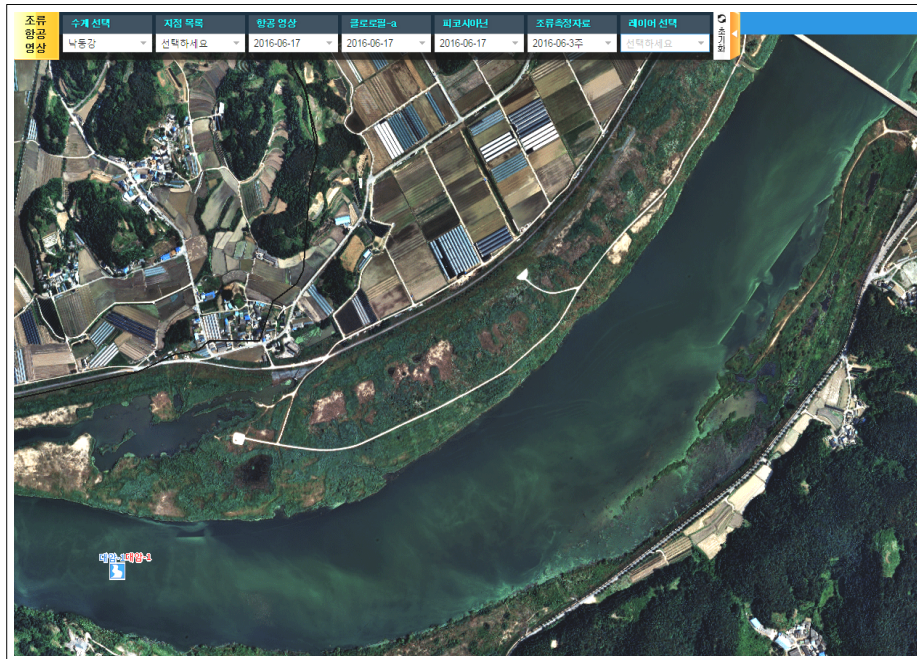
〈 2015. 10. 6 달성보 하류 약 11km 부근(만곡부) RGB 사진 〉



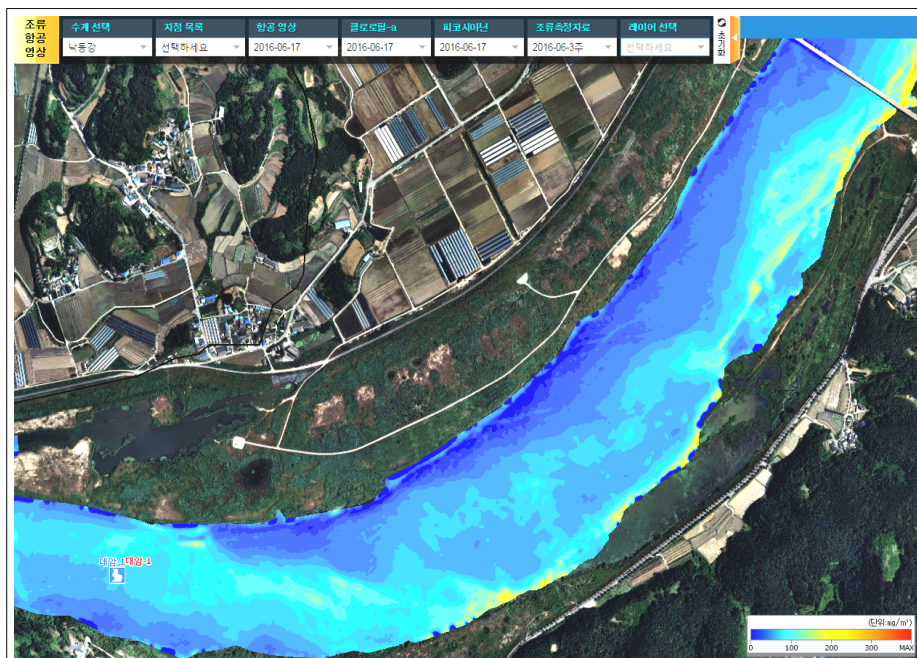
〈 2015. 10. 6 달성보 하류 약 11km 부근(만곡부) 초분광(클로로필-a) 사진 〉

- ▲ 현장상황 : 달성보 수질예보지점 “관심” 단계 발령 (10.1~10.29)  
 '15.10.5 달성보 유해남조류 세포수 : 36,780cells/mL





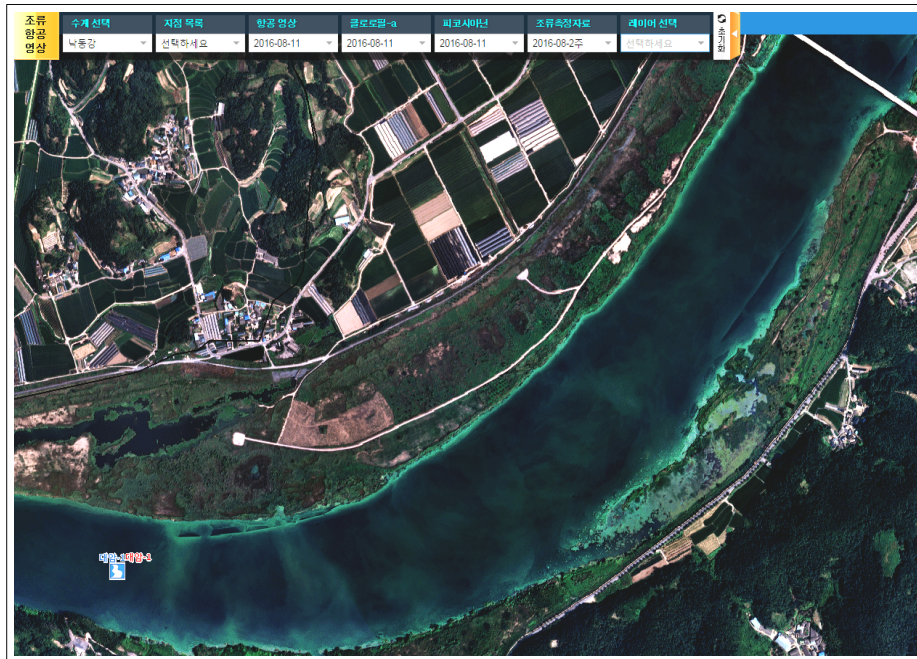
〈 2016. 6. 17 합천창녕보 상류 약 5km 부근(만곡부) RGB 사진 〉



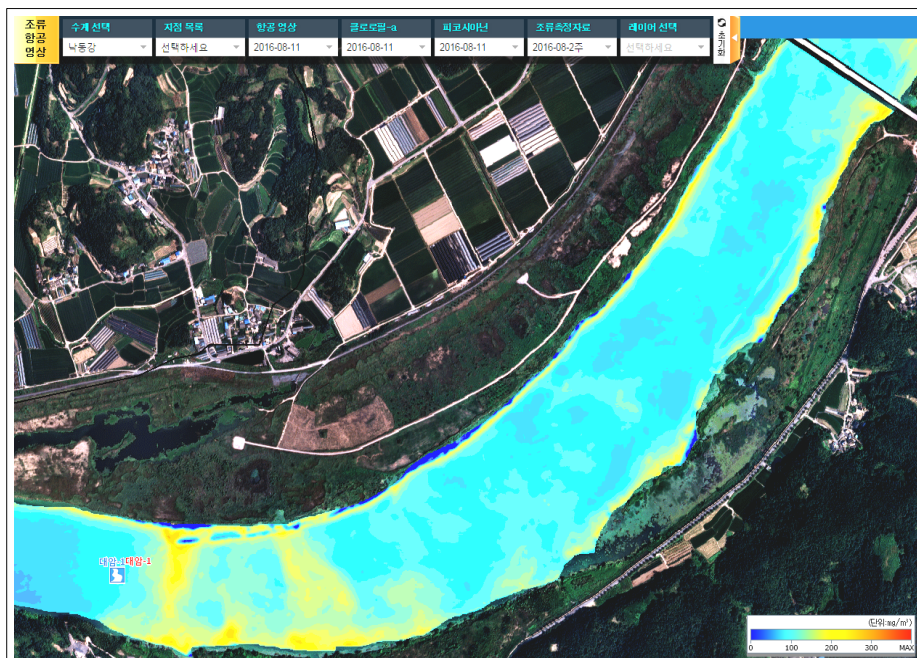
〈 2016. 6. 17 합천창녕보 상류 약 5km 부근(만곡부) 초분광(피코시아닌) 사진 〉

- ▲ 현장상황 : 합천창녕보 수질예보지점 “관심” 단계 발령 (6.2~7.7)  
'16.6.13 합천창녕보 유해남조류 세포수 : 53,863cells/mL





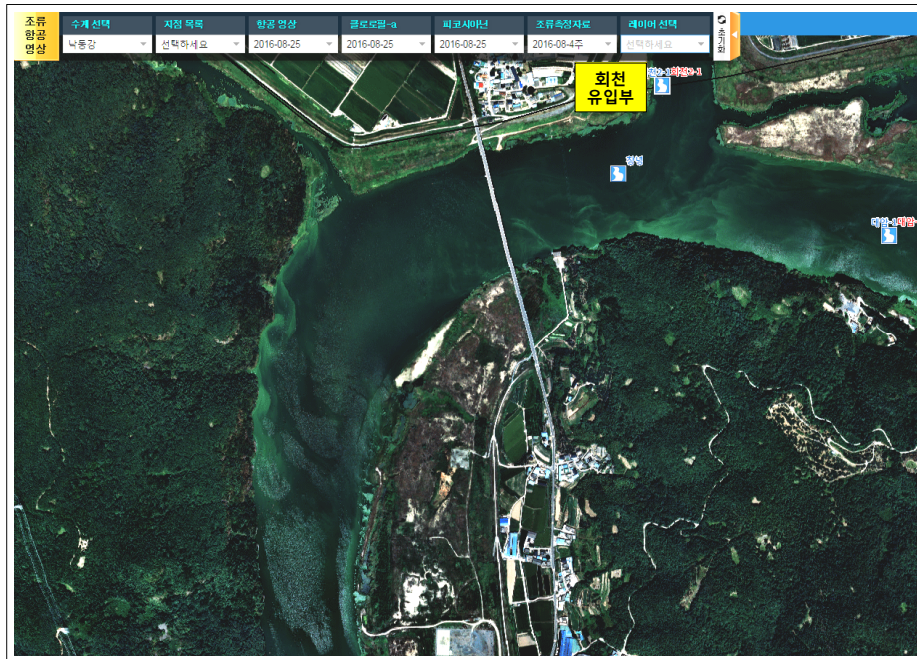
〈 2016. 8. 11 합천창녕보 상류 약 5km 부근(만곡부) RGB 사진 〉



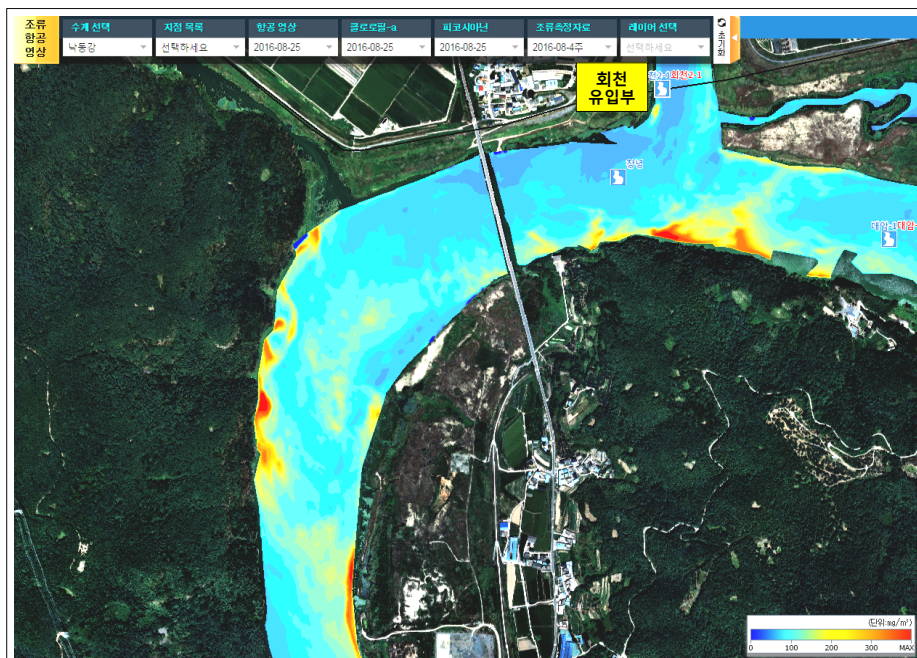
〈 2016. 8. 11 합천창녕보 상류 약 5km 부근(만곡부) 초분광(피코시아닌) 사진 〉

- ▲ 현장상황 : 합천창녕보 수질예보지점 “관심” 단계 발령 (8.10~9.6)  
 '16.8.8 합천창녕보 유해남조류 세포수 : 15,295cells/mL





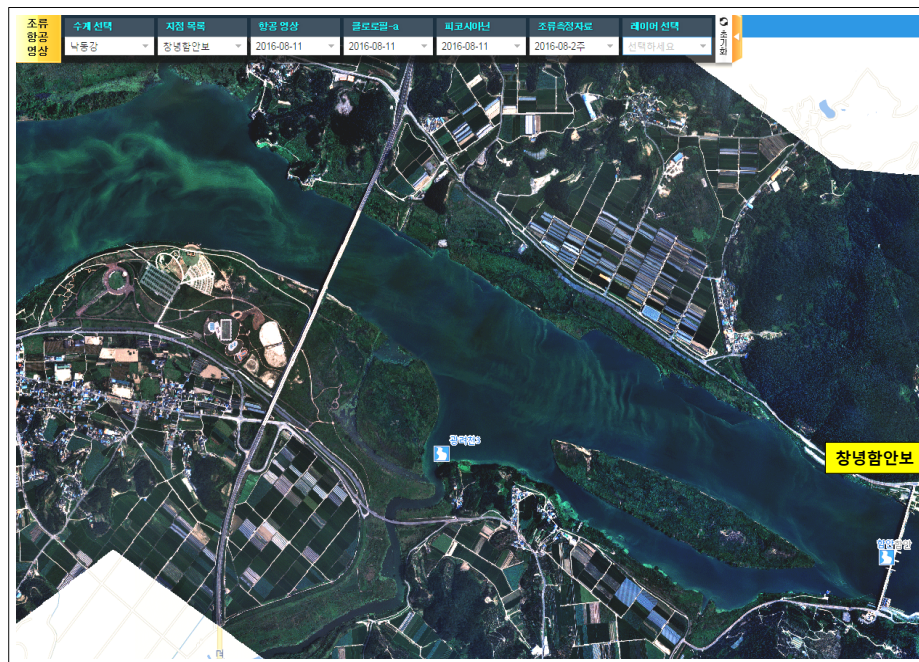
〈 2016. 8. 25 합천창녕보 상류 약 2km 부근(회천유입부) RGB 사진 〉



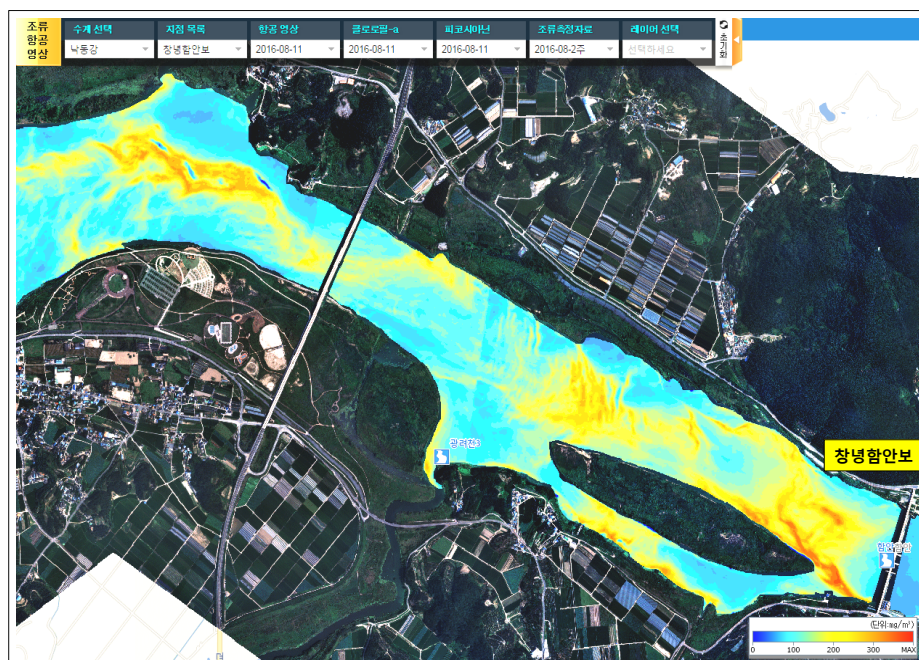
〈 2016. 8. 25 합천창녕보 상류 약 2km 부근(회천유입부) 초분광(피코시아닌) 사진 〉

- ▲ 현장상황 : 합천창녕보 수질예보지점 “관심” 단계 발령 (8.10~9.6)  
'16.8.25 합천창녕보 유해남조류 세포수 : 77,400cells/mL





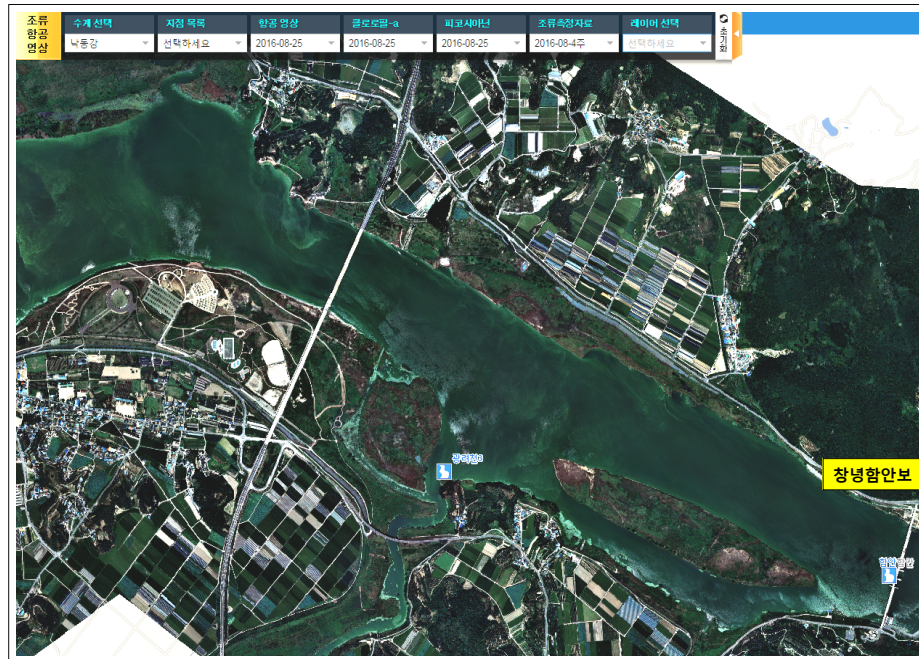
〈 2016. 8. 11 창녕함안보 RGB 사진 〉



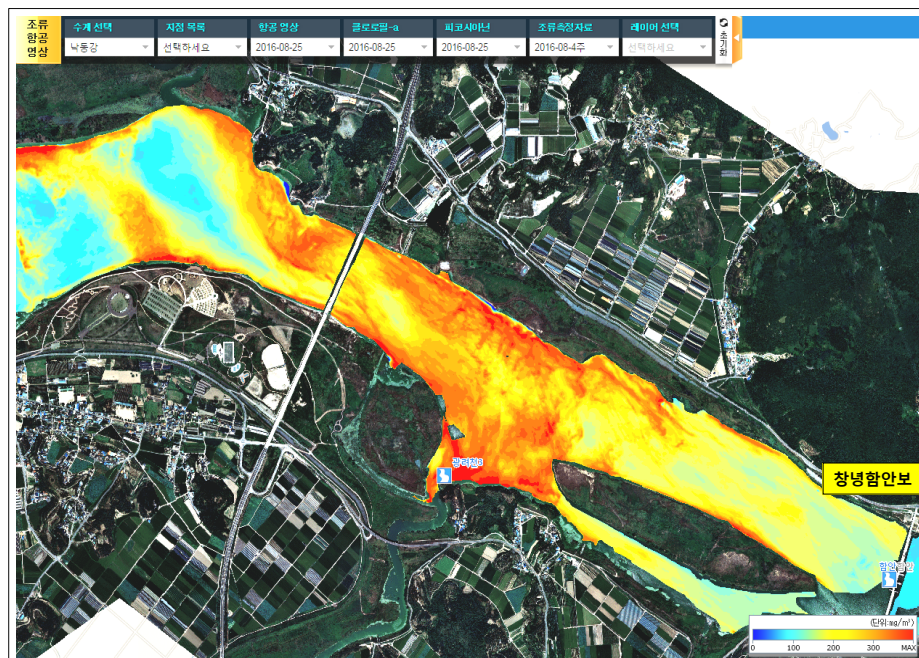
〈 2016. 8. 11 창녕함안보 초분광(피코시아닌) 사진 〉

- ▲ 현장상황 : 창녕함안보 조류경보(보 상류 12km)지점 “관심” 단계 발령 (8.2~8.22)  
 '16.8.8 창녕함안보 유해남조류 세포수 : 7,906cells/mL





〈 2016. 8. 25 창녕함안보 RGB 사진 〉



〈 2016. 8. 25 창녕함안보 초분광(피코시아닌) 사진 〉

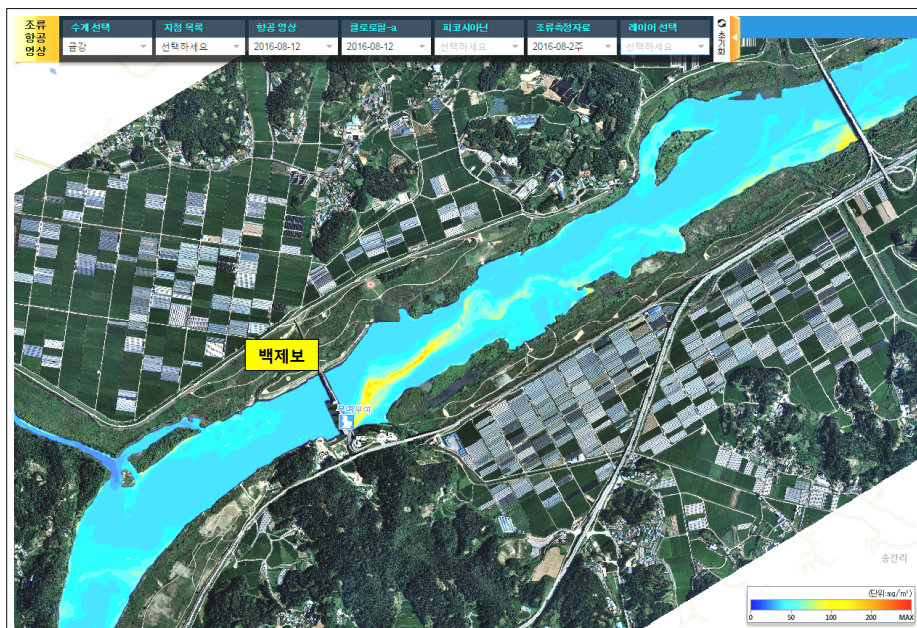
- ▲ 현장상황 : 창녕함안보 조류경보(보 상류 12km)지점 “경계” 단계 발령 (8.23~9.8)  
'16.8.25 창녕함안보 유해남조류 세포수 : 134,670cells/mL



### 3. 금 강



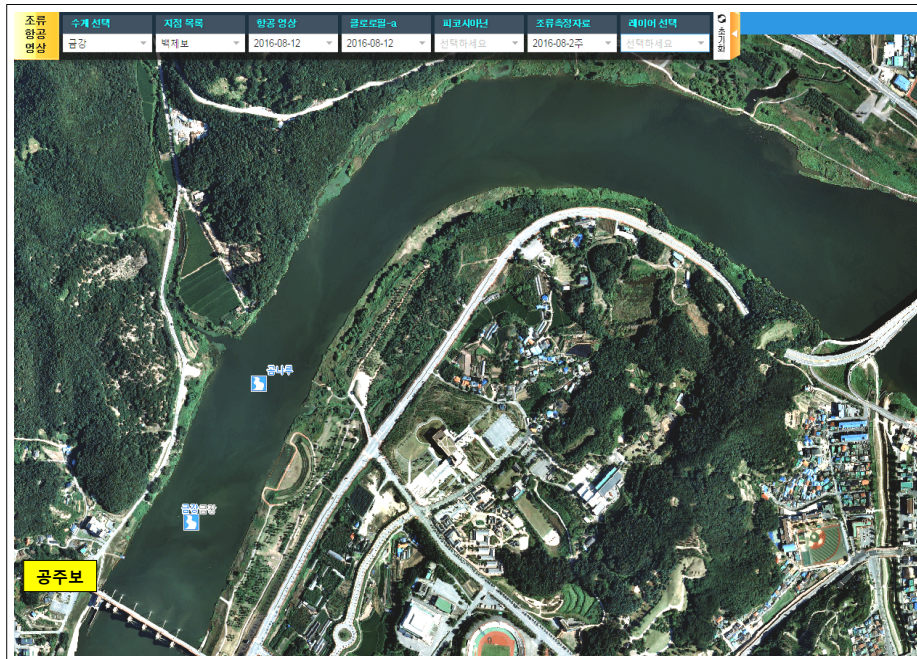
〈 2016. 8. 12 백제보 RGB 사진 〉



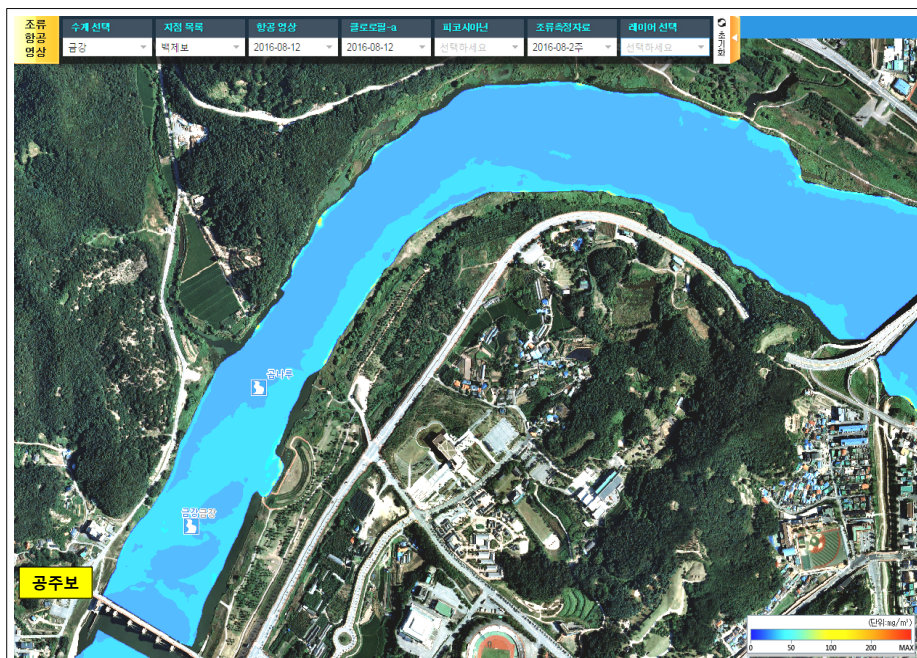
〈 2016. 8. 12 백제보 초분광(클로로필-a) 사진 〉

- ▲ 현장상황 : 백제보 수질예보지점 “관심” 단계 발령 (8.4~8.24)  
'16.8.8 백제보 유해남조류 세포수 : 22,530cells/mL





〈 2016. 8. 12 공주보 RGB 사진 〉



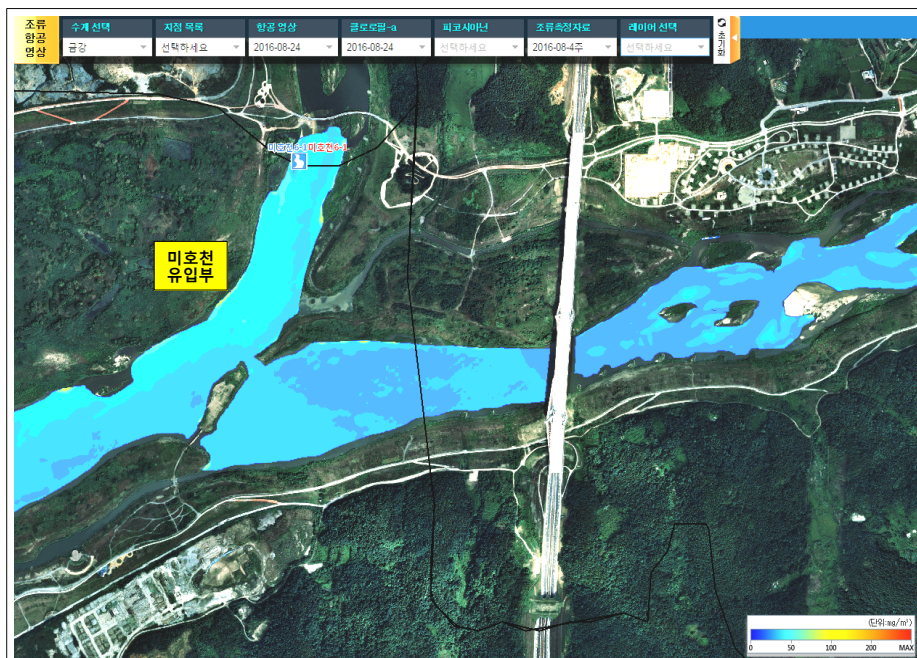
〈 2016. 8. 12 공주보 초분광(클로로필-a) 사진 〉

- ▲ 현장상황 : 공주보 수질예보지점 “관심” 단계 발령 (8.8~9.18)  
'16.8.08 공주보 유해남조류 세포수 : 5,426cells/mL





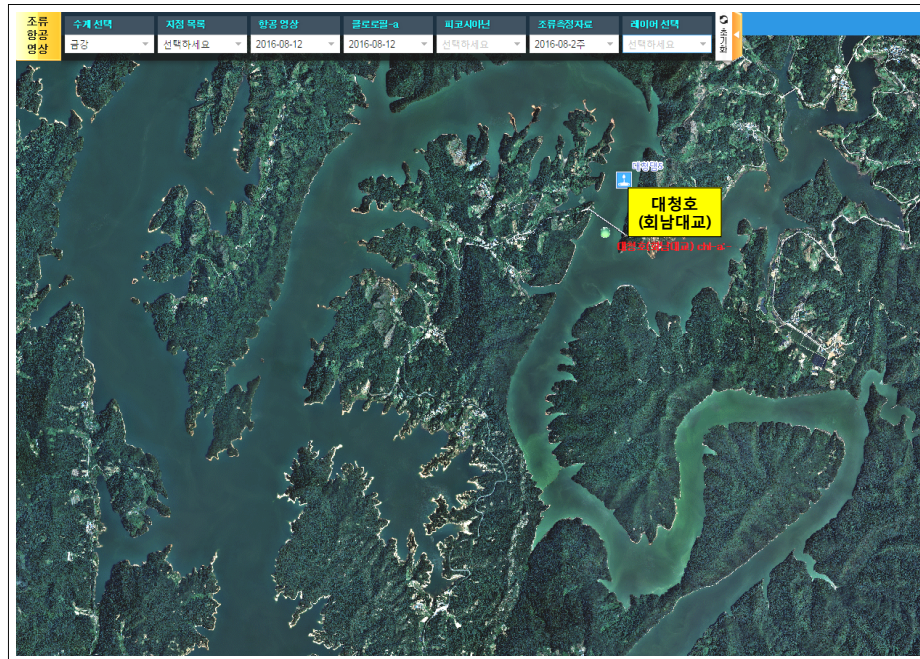
〈 2016. 8. 24 청주 미호천 유입부(세종보 상류 약 7km 부근) RGB 사진 〉



〈 2016. 8. 24 청주 미호천 유입부 (세종보 상류 약 7km 부근) 초분광(클로로필-a) 사진 〉

- ▲ 현장상황 : 세종보 수질예보지점 “관심” 단계 발령 (8.17~9.18)
- '16.8.22 세종보 유해남조류 세포수 : 3,540cells/mL





〈 2016. 8. 12 대청댐(호 내 회남대교 상류) RGB 사진 〉

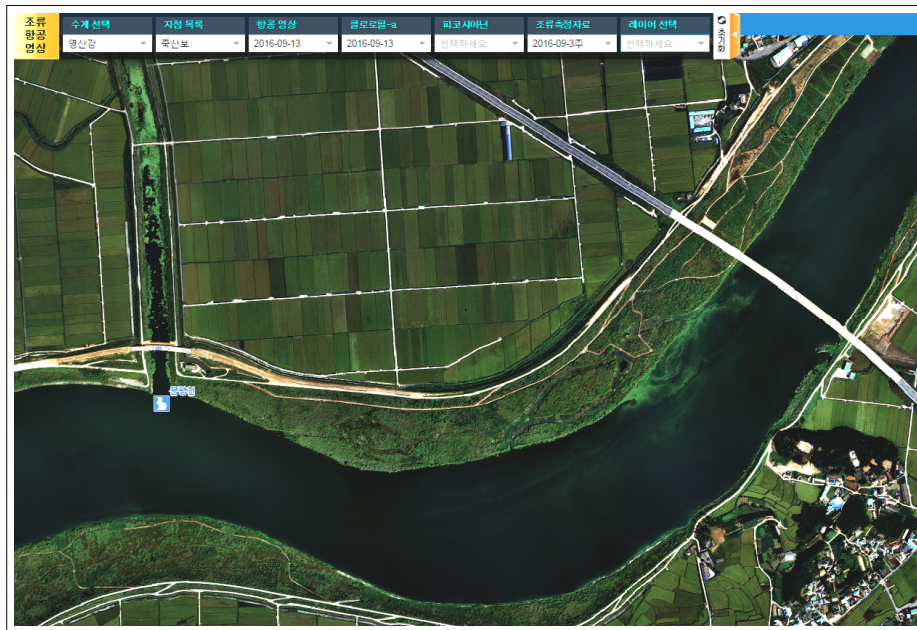


〈 2016. 8. 12 대청댐(호 내 회남대교 상류) 초분광(클로로필-a) 사진 〉

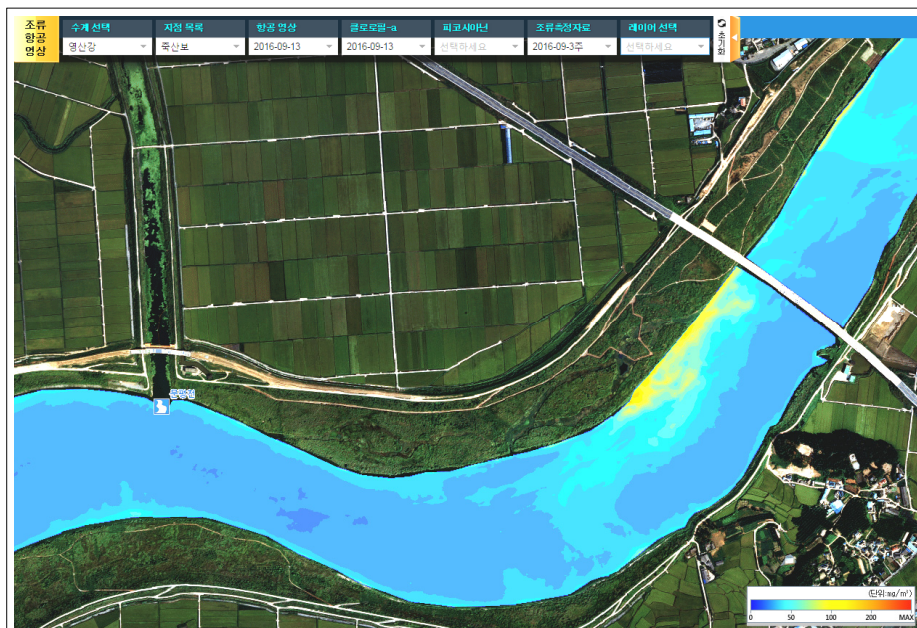
- ▲ 현장상황 : 대청댐(회남) 조류경보지점 “관심” 단계 발령 (8.3~10.5)  
'16.8.16 대청호(회남) 유해남조류 세포수 : 3,422cells/mL



#### 4. 영산강



〈 2016. 9. 13 죽산보 상류 약 3km 부근 RGB 사진 〉



〈 2016. 9. 13 죽산보 상류 약 3km 부근 초분광(클로로필-a) 사진 〉

▲ 현장상황 : '16.9.12 죽산보 유해남조류 세포수 : 0cells/mL





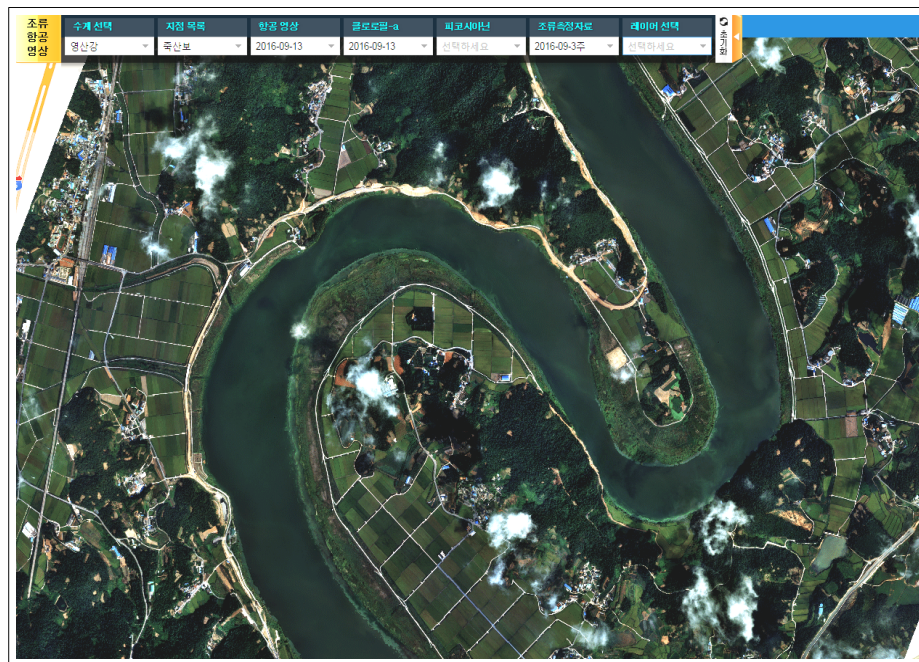
〈 2016. 9. 13 죽산보 하류 약 1km 부근 RGB 사진 〉



〈 2016. 9. 13 죽산보 하류 약 1km 부근 초분광(클로로필-a) 사진 〉

▲ 현장상황 : '16.9.12 죽산보 유해남조류 세포수 : 0cells/mL





〈 2016. 9. 13 무안 만곡부(죽산보 하류 약 20km 부근) RGB 사진 〉



〈 2016. 9. 13 무안 만곡부(죽산보 하류 약 20km 부근) 초분광(클로로필-a) 사진 〉

▲ 현장상황 : '16.9.12 죽산보 유해남조류 세포수 : 0cells/mL

## 제 4 부 참 고 자 료

### 3. 해외 녹조현상 사진자료

1. 호주
2. 중국
3. 미국



1. 호주



〈 호주 New South Wales Copetom Dam 하천 녹조현상, 2006년 8월<sup>8)</sup> 〉

8) 출처 : 호주 뉴사우스웨일즈주 물관리국(NSW DPI, Water)



〈 호주 New South Wales Murray River 하천 녹조현상, 2016년 4월<sup>9)</sup> 〉



〈 호주 New South Wales Tocumwal 하천 녹조현상, 2009년 3월<sup>10)</sup> 〉

9) 출처 : 호주 뉴사우스웨일즈주 물관리국(NSW DPI, Water)

10) 출처 : 호주 뉴사우스웨일즈주 물관리국(NSW DPI, Water)





〈 호주 Sydney 호수 녹조현상과 조류위험 경고표지, 2017년 2월<sup>11)</sup> 〉



〈 호주 New South Wales Murray River 하천 녹조현상, 2017년 2월<sup>12)</sup> 〉

11) 출처 : 호주 뉴사우스웨일즈주 물관리국(NSW DPI, Water)

12) 출처 : 호주 뉴사우스웨일즈주 물관리국(NSW DPI, Water)

2. 중국



〈 중국 강소성 태호 조류제거시설<sup>13)</sup> 〉



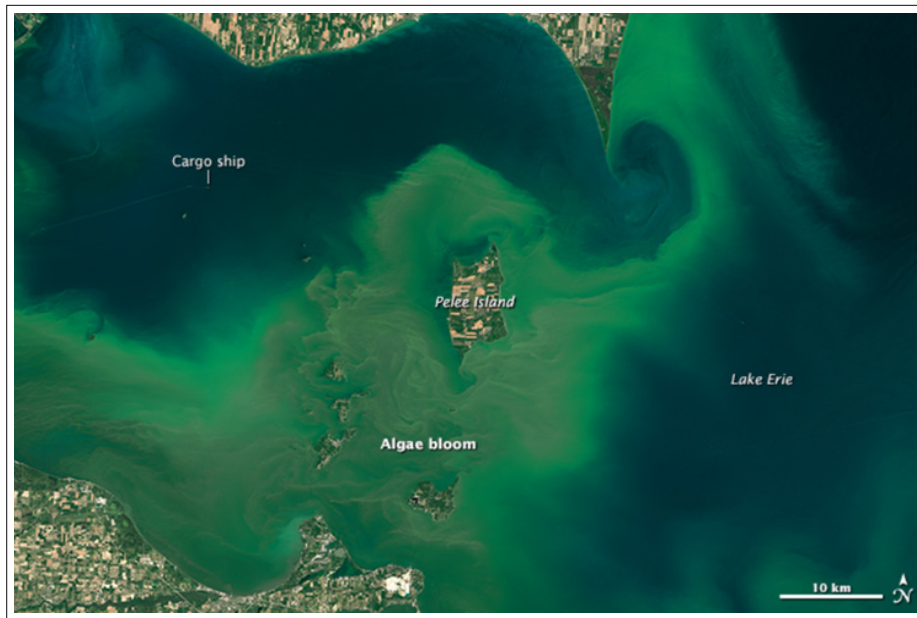
〈 중국 강소성 태호 녹조현상, 2014년<sup>14)</sup> 〉

13) 출처 : 중국환경과학원 수생태연구소 제공

14) 출처 : 논문 Parel et al. 2014, Science



### 3. 미국



〈미국 Lake Erie 호수 녹조현상, 2015년<sup>15)</sup>〉



〈 미국 Lake Erie 급수중단사태 발생시 녹조현상, 2014년<sup>16)</sup>〉

15) 출처 : NASA Earth Observatory Image of the Day(<https://earthobservatory.nasa.gov/>)

16) 출처 : NASA Earth Observatory Image of the Day(<https://earthobservatory.nasa.gov/>)

## 제 4 부 참 고 자 료

### 4. 주요정책자료

- 가. 2016년 조류경보제 시행계획
- 나. 수질녹조 대비 댐·보·저수지 운영기준
- 다. 조류경보제 개선 내용

## 가. 2016년 조류경보제 시행계획

## 배경 및 목적

- 조류발생에 따른 정수처리장 기능 저하 및 일부 남조류의 독성피해를 최소화하기 위하여 조류경보제 시행
  - '98년부터 환경부, 시·도지사가 관리하는 호소 중 상수원으로 이용되는 주요 호소에 대하여 실시
    - ※ 관리호소 178개소(환경부 : 90개, 시·도지사 : 88개) 중 주요 호소 22개소(환경부 : 17개, 시·도지사 : 5개)에 조류경보제 시행
- 조류경보제 운영을 위한 관계기관별 추진체계를 구축하여 상수원의 안정성 확보

## 법적 근거

- 『수질 및 수생태계 보전에 관한 법률』 제21조(수질오염경보제)

환경부장관 또는 시·도지사는 수질오염으로 하천·호소수의 이용에 중대한 피해를 가져올 우려가 있거나, 주민의 건강·재산이나 동물·식물의 생육에 중대한 위해를 가져올 우려가 있다고 인정되는 때에는 당해 하천·호소에 대하여 수질오염경보를 발령할 수 있다

- 조류경보 발령대상 호소 및 발령주체(시행령 별표2)

| 구분     | 대상<br>수질오염물질 | 발령대상                                                                                         | 발령주체                 |
|--------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 상수원구간  | 남조류<br>세포수   | 법 제9조에 따라 환경부장관 또는 시·도지사가 조사·측정하는 하천·호소 중 상수원의 수질보호를 위하여 환경부장관이 정하여 고시하는 하천·호소               | 환경부장관<br>또는<br>시·도지사 |
| 친수활동구간 | 남조류<br>세포수   | 법 제9조에 따라 환경부장관 또는 시·도지사가 조사·측정하는 하천·호소 중 수영, 수상스키, 낚시 등 친수활동의 보호를 위하여 환경부장관이 정하여 고시하는 하천·호소 | 환경부장관<br>또는<br>시·도지사 |

## □ 그간 추진경위

- '98년 : 4개 호소(팔당, 대청, 충주, 주암)를 대상으로 최초 시행
- '03.10 : 상수원 호소의 조류관리대책 수립
  - 조류정보제의 단계적 확대 추진 등 기본추진방안 수립
- '04. 1 : 조류정보제 운영강화계획 수립
  - 대상호소 확대 : 8개소('04) → 10개소('05)
  - '06년부터 조류정보제 운영을 지자체로 확대
- '05. 7 : 조류정보제 지자체 확대를 위한 관계기관 회의
  - 조류정보제 운영을 위한 지자체 17개 상수원 시범사업 실시
- '06. 4 : 조류 시료채취 방법 및 남조류 독소 분석 지침 시달
  - 환경청, 지자체, 수자원공사 등 관련 기관에 지침 배포
- '06 ~ '10 : 조류정보제 연도별 단계적 확대 운영
  - 10개소('05년) → 16개소('06년) → 17개소('07년) → 20개소('08년) → 22개소('09년)
- '13.2 ~ : 낙동강 조류정보제 시범운영
  - 상수원 이용 3개 보 구간(칠곡보, 강정고령보, 창녕함안보)
    - '14. 9 : 한강 1구간 구의취수장 폐쇄(5→4지점으로 변경)
    - '14. 4~12 : “조류포럼” 구성·운영을 통한 조류정보제 개선안 마련
    - '15. 3 ~ : 물환경정보시스템 조류정보방을 통한 측정자료 관리·보고 및 대국민 공개
    - '15.12 : 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 시행령 개정
  - 발령·해제 기준(남조류 세포수 단일화) 변경, 조류정보 발령 대상에 하천 추가, 친수활동 보호를 위한 구간까지 확대(하천·호소28개소)
    - '15.12 : 조류정보제 대상 호소하천 지정 고시 제정(제2015-246호)

## '16년 조류경보제 시행계획

### ① 조류경보제 모니터링 기준

- 대상 호소 : 28개소 (환경부 22, 시·도지사 6)
  - 시행 대상 호소 현황(붙임 1)
- 모니터링 기간 : '16. 1월~12월(연중실시)
  - ※ '11년 말~'12년 초와 같은 남조류 이상 증식에 대비하여 연중 운영
- 모니터링 지점 : 취수지점을 중심으로 호소별 2개소 이상
  - 측정자료 중 높은 수치를 기준으로 조류경보제 운영
- 모니터링 기관 : 환경부 및 시·도지사
- 모니터링 방법
  - 측정주기 : 주 1회 이상(조류경보 이상 발령시 주 2회 이상)
  - 채수수심 : 층별 통합채수(상수원 구간), 표층 채수(친수 구간)
  - 측정항목

| 구 분  | 측정 항목                                                                                                                                                         |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 필수항목 | 수온, pH, DO, 투명도, 탁도, 클로로필- <i>a</i> , 유해남조류 세포수, 유해남조류 우점종 및 세포수(속별), 냄새물질(지오스민, 2-MIB), 조류독소(총 Microcystin-LR)<br>※ 냄새물질, 조류독소는 '경계' 이상 시에만 필수항목이고 평시에는 권고항목 |
| 권고항목 | 총조류세포수, 전체우점종, 분류군별(규조류, 남조류, 녹조류, 기타조류) 우점종 및 세포수 등<br>※ 각 측정기관에서 기 시행중이거나 여건에 맞게 최대한 입력 가능한 항목을 입력                                                          |

- 분석방법 : '수질오염공정시험기준' 및 '조류경보제 운영매뉴얼'에 따름
- 모니터링결과 기록
  - 수질 관찰·검사 기록부작성(붙임 2)



## ② 조류경보제 운영기준

### ● 발령권자 : 유역(지방)환경청장 또는 시·도지사

- 호소별 관리기관에서 발령(붙임1 참조)

### ● 발령기준 : 남조류세포수\*

- 2회 연속 측정하여 남조류 세포수가 단계별 기준에 해당될 때 발령

|         |        |                                                            |
|---------|--------|------------------------------------------------------------|
| 상수원 구간  | 관심     | 2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 1,000 세포/mL 이상 10,000 세포/mL 미만인 경우     |
|         | 경계     | 2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 10,000 세포/mL 이상 1,000,000 세포/mL 미만인 경우 |
|         | 조류 대발생 | 2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 1,000,000 세포/mL 이상인 경우                 |
|         | 해제     | 2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 1,000 세포/mL 미만인 경우                     |
| 친수활동 구간 | 관심     | 2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 20,000 세포/mL 이상 100,000 세포/mL 미만인 경우   |
|         | 경계     | 2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 100,000 세포/mL 이상인 경우                   |
|         | 해제     | 2회 연속 채취 시 남조류 세포수가 20,000 세포/mL 미만인 경우                    |

\* 남조류세포수는 유해 남조류인 *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Microcystis*, *Oscillatoria* 속 세포수의 합으로 함

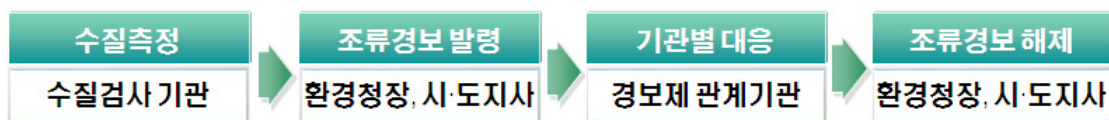
※ 조류 모니터링 기관은 조류 피해 사전 대응을 위해 경보발령과 관계없이 측정자료를 취·정수장에 신속히 통보

- 조류경보 단계별 관계기관 조치사항 기준(붙임 3)에 따름

### ● 해제기준

- 2회 연속채취 시 남조류 세포수가 1,000세포/mL(친수활동 구간은 20,000세포/mL) 미만인 경우 해제

### ● 조류경보제 운영체계



### ③ 기관별 조치사항

#### ● 기관별 '16년도 조류경보제 시행계획 수립·보고('16.3.11일까지)

- 기관별 조류발생 저감대책, 추진일정 등

#### ● 호소별 조류대책위원회 구성·운영

- 조류발생 피해 예방을 위해 유관기관 및 관련 전문가가 참여하는 대책위원회 구성·운영  
(위원장 : 유역(지방)환경청장 또는 시·도지사)

※ 수계(호소) 수질관리를 위하여 별도로 구성·운영중인 위원회가 있을 경우에는 동 위원회로 대체운영 가능

#### ● 조류경보 발령 및 보고

- 수질분석결과, 경보발령 및 해제상황, 조류발생동태, 피해경감대책 추진상황, 조치계획 및 결과 등 환경부에 보고(붙임 4)

#### ● '16년도 조류경보제 실시결과 등 보고

- '16 조류발생 현황을 환경부 전산망(물환경정보시스템 조류정보방)을 통한 전산 입력과 문서 보고

※ 전산입력 시기, 항목 및 방법 등은 별도 공지 예정('15.2월 초)

- 상수원으로 이용되는 호소 중 '17년 조류경보제 확대 적용 필요성이 있는 호소가 있을 경우 현황 자료 제출(붙임 5)

#### ● 조류경보제 시행 대상 호소 대표 측정지점 신설·변경

- 조류 발생 예방, 신속 대처를 위해 대표 측정지점을 신설·변경시 변경사유 등을 포함하여 환경부(수질관리과)로 요청

붙임 : 1. '16년 조류경보제 시행대상 호소

2. 수질관찰·검사 기록부

3. 조류경보의 종류별·경보단계별 조치사항

4. 조류경보 발령(해제) 통보 서식부

5. '17년 조류경보제 확대 대상 호소 서식

【붙임 1】

**’16년 조류경보제 시행 대상 하천·호소**

| 하천·호소명            | 대표 측정 지점                            | 관리기관  | 측정기관                 |
|-------------------|-------------------------------------|-------|----------------------|
| 팔 당 호             | 댐앞, 부용사앞, 삼봉                        | 한 강 청 | 한강물연구소               |
| 대 청 호             | 추동, 문의, 회남                          | 금 강 청 | 금강물연구소               |
| 충 주 호             | 댐앞, 청풍교                             | 원 주 청 | 원주청                  |
| 주 암 호             | 댐앞, 신평교                             | 영산강청  | 영산강물연구소              |
| 운 문 호             | 댐앞, 취수탑2                            | 대 구 청 | 수자원공사                |
| 용 담 호             | 댐앞, 취수탑                             | 새만금청  | 새만금청                 |
| 동 복 호             | 취수탑, 중류                             | 영산강청  | 광주상수도사업본부            |
| 영 천 호             | 취수탑                                 | 대 구 청 | 수자원공사                |
| 남 강 호<br>(진양호)    | 판문, 내동                              | 낙동강청  | 수자원공사                |
| 안 계 호             | 취수탑                                 | 대 구 청 | 수자원공사                |
| 공 산 지             | 중앙부, 취수탑                            | 대구광역시 | 대구상수도사업본부            |
| 광 교 지             | 취수탑                                 | 경기도청  | 경기도보건환경연구원           |
| 춘 천 호             | 춘천댐 상류, 용산취수장                       | 강원도청  | 강원도보건환경연구원<br>(춘천시청) |
| 옥 정 호             | 칠보취수구                               | 새만금청  | 새만금청                 |
| 진 전 지             | 상류, 하류                              | 경상북도청 | 경북보건환경연구원            |
| 한강<br>(강동대교~잠실대교) | 미사대교, 강동대교, 광진교, 잠실철교               | 서울시청  | 서울물연구원               |
| 사 연 호             | 취수탑, 반연리                            | 낙동강청  | 수자원공사                |
| 회 야 호             | 취수탑, 방류구                            | 낙동강청  | 울산상수도사업본부            |
| 덕 동 호             | 댐앞                                  | 대 구 청 | 낙동강물연구소              |
| 탐 진 호             | 댐앞, 유치천 합류                          | 영산강청  | 영산강물연구소              |
| 보 령 호             | 취수탑                                 | 금 강 청 | 금강물연구소               |
| 횡 성 호             | 취수탑                                 | 원 주 청 | 원주청                  |
| 의 암 호             | 신연교                                 | 원 주 청 | 한강물연구소               |
| 한강(강천)            | 강천보                                 | 한 강 청 | 한강물연구소               |
| 낙동강(칠곡)           | 칠곡보 상류                              | 대구청   | 낙동강물연구소              |
| 낙동강(강정·고령)        | 강정고령보 상류                            | 대구청   | 낙동강물연구소              |
| 낙동강(창녕·함안)        | 창녕함안보 상류                            | 낙동강청  | 낙동강물연구소              |
| 친수활동 구간           | 잠실대교~행주대교(5개 채수위차)를<br>친수활동 구간으로 신설 | 서울시청  | 서울시보건환경연구원           |

\* 공산지는 공산정수장 고도처리시설 공사 완료 후부터 시행

【붙임 2】

## 수질 관찰 · 검사 기록부

|                |               |        |        |                    |        |       |        |
|----------------|---------------|--------|--------|--------------------|--------|-------|--------|
| 수질 관찰 · 조사 기록부 |               |        |        |                    |        |       | 결<br>재 |
|                |               |        |        |                    |        |       |        |
| 관찰 ·<br>조사지점   |               |        |        |                    |        |       |        |
| 관찰 ·<br>조사일자   |               |        |        | 날    씨             |        |       |        |
| 관찰 ·<br>조사자    | 소    속        | 직    급 | 성    명 |                    |        |       |        |
|                |               |        |        |                    |        |       |        |
| 관찰 ·<br>조사시간   |               |        |        | 시료채취<br>시        각 |        |       |        |
| 관찰결과           | 색    도        |        |        | 탁    도             |        |       |        |
|                | 조류발생          |        |        |                    |        |       |        |
|                | 관찰의견          |        |        |                    |        |       |        |
| 조사결과           | 수    온        |        |        | ℃                  | pH     |       |        |
|                | DO            |        |        | mg/L               | 투명도    | m     |        |
|                | 탁도            |        |        | NTU                | 남조류    | 세포/mL |        |
|                | 클로로필 <i>a</i> |        |        | mg/m³              | 우점 남조류 |       |        |
|                | 독소            |        | μg/L   | 냄새 물질              |        | ng/L  |        |
|                |               |        | μg/L   |                    |        | ng/L  |        |
|                | 조사의견          |        |        |                    |        |       |        |
| 종합의견           |               |        |        |                    |        |       |        |

【붙임 3】

## 조류경보의 종류별·경보단계별 조치사항

### 가. 상수원 구간

| 단계 | 관계 기관                                                                | 조치사항                                                                                                                   |
|----|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 관심 | 4대강(한강, 낙동강, 금강, 영산강을 말한다. 이하 같다) 물환경연구소장<br>(시·도 보건환경연구원장 또는 수면관리자) | 1) 주 1회 이상 시료 채취 및 분석(남조류 세포수, 클로로필-a)<br>2) 시험분석 결과를 발령기관으로 신속하게 통보                                                   |
|    | 수면관리자                                                                | 취수구와 조류가 심한 지역에 대한 차단막 설치 등 조류 제거 조치 실시                                                                                |
|    | 취수장·정수장 관리자                                                          | 정수 처리 강화(활성탄 처리, 오존 처리)                                                                                                |
|    | 유역·지방 환경청장<br>(시·도지사)                                                | 1) 관심경보 발령<br>2) 주변오염원에 대한 지도·단속                                                                                       |
|    | 홍수통제소장, 한국수자원공사사장                                                    | 댐, 보 여유량 확인·통보                                                                                                         |
|    | 한국환경공단이사장                                                            | 1) 환경기초시설 수질자동측정자료 모니터링 실시<br>2) 하천구간 조류 예방·제거에 관한 사항 지원                                                               |
| 경계 | 4대강 물환경연구소장<br>(시·도 보건환경연구원장 또는 수면관리자)                               | 1) 주 2회 이상 시료 채취 및 분석(남조류 세포수, 클로로필-a, 냄새물질, 독소)<br>2) 시험분석 결과를 발령기관으로 신속하게 통보                                         |
|    | 수면관리자<br>(수면관리자)                                                     | 취수구와 조류가 심한 지역에 대한 차단막 설치 등 조류 제거 조치 실시                                                                                |
|    | 취수장·정수장 관리자<br>(취수장·정수장 관리자)                                         | 1) 조류증식 수심 이하로 취수구 이동<br>2) 정수처리 강화(활성탄처리, 오존처리)<br>3) 정수의 독소분석 실시                                                     |
|    | 유역·지방 환경청장<br>(시·도지사)                                                | 1) 경계경보 발령 및 대중매체를 통한 홍보<br>2) 주변오염원에 대한 단속 강화<br>3) 낚시·수상스키·수영 등 친수활동, 어패류 어획·식용, 가축 방목 등의 자제 권고 및 이에 대한 공지(현수막 설치 등) |
|    | 홍수통제소장, 한국수자원공사사장                                                    | 기상상황, 하천수문 등을 고려한 방류량 산정                                                                                               |
|    | 한국환경공단이사장                                                            | 1) 환경기초시설 및 폐수배출사업장 관계기관 합동점검 시 지원<br>2) 하천구간 조류 제거에 관한 사항 지원<br>3) 환경기초시설 수질자동측정자료 모니터링 강화                            |

| 단계                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 관계 기관                                     | 조치사항                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 조류<br>대발생                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 4대강 물환경연구소장<br>(시·도 보건환경연구원장 또는<br>수면관리자) | 1) 주 2회 이상 시료 채취 및 분석(남조류 세포수, 클로로필-a,<br>냄새물질, 독소)<br>2) 시험분석 결과를 발령기관으로 신속하게 통보                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 수면관리자                                     | 1) 취수구와 조류가 심한 지역에 대한 차단막 설치 등 조류 제거<br>조치 실시<br>2) 황토 등 조류제거물질 살포, 조류 제거선 등을 이용한 조류<br>제거 조치 실시                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 취수장·정수장 관리자                               | 1) 조류증식 수심 이하로 취수구 이동<br>2) 정수 처리 강화(활성탄 처리, 오존 처리)<br>3) 정수의 독소분석 실시                                                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 유역·지방 환경청장<br>(시·도지사)                     | 1) 조류대발생경보 발령 및 대중매체를 통한 홍보<br>2) 주변오염원에 대한 지속적인 단속 강화<br>3) 낚시·수상스키·수영 등 친수활동, 어패류 어획·식용, 가축<br>방목 등의 금지 및 이에 대한 공지(현수막 설치 등) |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 홍수통제소장, 한국수자원공사사장                         | 댐, 보 방류량 조정                                                                                                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 한국환경공단이사장                                 | 1) 환경기초시설 및 폐수배출사업장 관계기관 합동점검 시 지원<br>2) 하천구간 조류 제거에 관한 사항 지원<br>3) 환경기초시설 수질자동측정자료 모니터링 강화                                    |
| 해제                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 4대강 물환경연구소장<br>(시·도 보건환경연구원장 또는<br>수면관리자) | 시험분석 결과를 발령기관으로 신속하게 통보                                                                                                        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 유역·지방 환경청장<br>(시·도지사)                     | 각종 경보 해제 및 대중매체 등을 통한 홍보                                                                                                       |
| <p>비고</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 관계 기관란의 괄호는 시·도지사가 조류경보를 발령하는 경우의 관계 기관을 말한다.</li> <li>2. 관계 기관은 위 표의 조치사항 외에도 현지 실정에 맞게 적절한 조치를 할 수 있다.</li> <li>3. 조류경보를 발령하기 전이라도 수면관리자, 홍수통제소장 및 한국수자원공사사장 등 관계 기관의 장은 수온 상승 등으로 조류발생 가능성이 증가할 경우에는 일정 기간 방류량을 늘리는 등 조류에 따른 피해를 최소화하기 위한 방안을 마련하여 조치할 수 있다.</li> </ol> |                                           |                                                                                                                                |

## 나. 친수활동 구간

| 단계                                                                                                                 | 관계 기관                                  | 조치사항                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 관심                                                                                                                 | 4대강 물환경연구소장<br>(시·도 보건환경연구원장 또는 수면관리자) | 1) 주 1회 이상 시료 채취 및 분석(남조류 세포수, 클로로필- <i>a</i> ,<br>냄새물질, 독소)<br>2) 시험분석 결과를 발령기관으로 신속하게 통보                       |
|                                                                                                                    | 유역·지방 환경청장<br>(시·도지사)                  | 1) 관심경보 발령<br>2) 낚시·수상스키·수영 등 친수활동, 어패류 어획·식용 등의<br>자제 권고 및 이에 대한 공지(현수막 설치 등)<br>3) 필요한 경우 조류제거물질 살포 등 조류 제거 조치 |
| 경계                                                                                                                 | 4대강 물환경연구소장<br>(시·도 보건환경연구원장 또는 수면관리자) | 1) 주 2회 이상 시료 채취 및 분석(남조류 세포수, 클로로필- <i>a</i> ,<br>냄새물질, 독소)<br>2) 시험분석 결과를 발령기관으로 신속하게 통보                       |
|                                                                                                                    | 유역·지방 환경청장<br>(시·도지사)                  | 1) 경계경보 발령<br>2) 낚시·수상스키·수영 등 친수활동, 어패류 어획·식용 등의 금지<br>및 이에 대한 공지(현수막 설치 등)<br>3) 필요한 경우 조류제거물질 살포 등 조류 제거 조치    |
| 해제                                                                                                                 | 4대강 물환경연구소장<br>(시·도 보건환경연구원장 또는 수면관리자) | 시험분석 결과를 발령기관으로 신속하게 통보                                                                                          |
|                                                                                                                    | 유역·지방 환경청장<br>(시·도지사)                  | 각종 경보 해제 및 대중매체 등을 통한 홍보                                                                                         |
| <b>비고</b><br>1. 관계 기관란의 괄호는 시·도지사가 조류경보를 발령하는 경우의 관계 기관을 말한다.<br>2. 관계 기관은 위 표의 조치사항 외에도 현지 실정에 맞게 적절한 조치를 할 수 있다. |                                        |                                                                                                                  |



【붙임 4】

환경부 및 관계기관  
보고(통보)서식

## 조류경보 발령(해제) 통보

1. 발령단계 :

2. 발령(해제)일시 :

3. 검사지점 :

4. 검사결과

가. 검사(시료채취) 일시 :

나. 조사결과

|                   |  |  |  |  |  |  |
|-------------------|--|--|--|--|--|--|
| 지점명               |  |  |  |  |  |  |
| 시료채취일자            |  |  |  |  |  |  |
| 남조류세포수<br>(세포/mL) |  |  |  |  |  |  |
| 조류경보<br>발령단계      |  |  |  |  |  |  |

5. 조류발생 현황 및 전망

6. 관계기관 협조사항

7. 기타 특이사항

【붙임 5】

## '16년 조류경보제 확대 대상 호소

[illegible]

※ 상수원으로 이용되는 호소 중 조류경보제 시행 필요성이 있는 호소

## 나. 수질·녹조 대비 댐·보·저수지 운영기준(‘14.3 국토·환경·농식품부)

### 개 요

#### ① 목 적

- 수질악화, 녹조 발생 등에 대비하여 「댐·보 등의 연계운영협의회」(이하 ‘연계운영협의회’)를 통해 저수량을 활용한 비상방류 등을 실시할 수 있는 운영기준을 마련하여 4대강살리기사업으로 확보된 수자원을 효과적으로 활용하고자 함.

#### ② 관련 근거

- 「하천법」 제14조에 따라 제정된 「댐과 보 등의 연계운영규정」 제8조(하천수질 개선을 위한 저수량 활용), 제13조(비상방류)

#### ③ 적용 범위

- (관리목표) 수계별로 댐, 보 등의 하천시설 및 독높임 농업용저수지 등 하천시설에 준하여 관리하여야 하는 시설들을 유기적으로 연계하여 수질이 「수질예보 및 대응 조치에 관한 규정」 제11조에 의한 경계단계이하로 유지되는 것을 목표로 관리
- (대상시설) 수질악화, 녹조 발생 등에 대처하기 위한 「댐과 보 등의 연계운영규정」 제3조에 따른 댐, 보, 독높임 농업용저수지 등의 시설

#### Check Point

- ❖ 현행 비상방류는 시설관리자가 실시하거나, 관계기관이 관할 홍수통제소장에게 요청하고, 홍수통제소장은 비상방류 계획(저수량, 용수공급능력, 장기기상예보 등)을 작성하여 실시토록 하고 있으나,
  - － 이는 「댐과 보 등의 연계운영규정」 제13조(비상방류)에 따른 조치로 제6조(홍수기 운영), 제7조(갈수기 운영), 제8조(하천수질 개선을 위한 저수량 활용)에서 정한 업무처리 절차와는 별도로 신속한 조치가 필요한 경우의 사항임.
- ❖ 본 운영기준(안)의 목적은 판단 및 운영기준 미비로 실시가 곤란한 비상방류 및 저수량 활용을 시설관리자 또는 관계기관이 요청이 있는 경우를 포함하여 실시할 수 있는 구체적인 절차, 기준 등을 제시하여 「댐·보 등의 연계운영협의회」를 통해 선제적으로 대처하고자 함

## □ 일반 사항

### ① 연계운영 대상시설 현황

- 수질대응 댐·보·저수지 연계운영 대상시설은 「댐과 보 등의 연계운영협의회」 총 222개 중 물사용시설과 홍수조절전용시설을 제외한 131개 시설(다목적댐 15, 수력발전댐 7, 다기능보 16, 독높임 농업용저수지 93)

〈연계운영협의회 대상시설 현황〉

(단위 : 개소)

| 구 분   | 다목적댐            | 수력발전댐 | 다기능보 | 독높임<br>농업용저수지 | 물사용시설 | 홍수조절<br>전용시설    |
|-------|-----------------|-------|------|---------------|-------|-----------------|
| 계     | 15              | 7     | 16   | 93            | 85    | 6 <sup>2)</sup> |
| 한 강   | 4 <sup>1)</sup> | 6     | 3    | 12            | 20    | 3               |
| 낙동강   | 7               | —     | 8    | 30            | 42    | —               |
| 금 강   | 2               | —     | 3    | 28            | 9     | —               |
| 영산섬진강 | 2               | 1     | 2    | 23            | 14    | 3               |

주 1) 충주조정지댐 포함

2) 홍수조절전용시설(평화댐, 담양·화순 홍수조절지, 영월·여주·나주저류지)은 홍수기에만 연계운영 대상

〈수질녹조대응 연계운영 대상시설 현황〉

| 구분        | 다목적댐                                         | 수력발전댐                                    | 보                                                             | 독높임 농업용저수지                                                                                                                                 |
|-----------|----------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 한강<br>수계  | 소양강댐,<br>충주댐(조정지댐<br>포함), 횡성댐                | 화천댐,<br>춘천댐,<br>의암댐,<br>청평댐,<br>괴산댐, 팔당댐 | 강천보,<br>여주보,<br>이포보                                           | 반계, 추평, 궁촌, 좌운, 개운, 용당, 용곡, 원창,<br>대평, 금사(장흥), 소수, 송면                                                                                      |
| 낙동강<br>수계 | 안동댐, 임하댐,<br>합천댐, 남강댐,<br>밀양댐, 군위댐,<br>김천부항댐 |                                          | 상주보, 낙단보,<br>구미보, 칠곡보,<br>강정고령보,<br>달성보,<br>합천·창녕보,<br>창녕·함안보 | 창평, 옥연, 운암, 오태, 옥중, 금봉2, 금봉1, 가북, 삼가<br>(금계), 순항, 동면, 만운, 지평, 웅양, 죽전, 고현,<br>구천(화장), 임고, 진례, 서암, 서상, 옥성, 옥계,<br>봉학, 가음, 율현, 송림, 덕곡, 갈평, 단산 |
| 금강<br>수계  | 용담댐,<br>대청댐                                  |                                          | 세종보, 공주보,<br>백제보                                              | 계룡, 괴목, 천천, 방동, 신동, 용암, 덕용, 대곡,<br>복심, 탑정, 지소(양악), 황금, 궁, 신반월, 광혜,<br>백곡, 공정, 용연, 맹동, 추풍령, 한계, 보청, 삼기, 장찬,<br>정안, 도림, 한천, 중흥               |
| 영산강<br>수계 |                                              |                                          | 승촌보, 죽산보                                                      | 담양호, 만봉, 장치, 백용, 대동, 장성호, 함동(수양),<br>나주호, 금전, 광주호, 율치, 유탕, 왕동, 입석                                                                          |
| 섬진강<br>수계 | 섬진강댐,<br>주암댐                                 | 보성강댐                                     |                                                               | 외동, 문수, 장남제, 구성, 금풍제, 효곡, 용림, 노촌,<br>수송제,                                                                                                  |

## ② 수질모니터링 현황

- '14년 현재 보 구간 및 주요지류에 대한 조사지점은 총 104개소로 이 중 보 수질대표 지점은 16개 지점

〈수질 조사지점 현황〉

(단위 : 개소)

| 구 분     | 조사지점      | 지류지점                            | 보 대표지점                        |
|---------|-----------|---------------------------------|-------------------------------|
|         | 104개소     |                                 | 16개소                          |
| 계       | 강천보(7)    | 운계천, 섬강, 청미천                    | 경기 여주군 여주읍 단현리(강천보 상류 400m)   |
|         | 여주보(3)    | 금당천                             | 경기 여주군 대신면 천남리(여주보 상류 500m)   |
|         | 이포보(5)    | 양화천, 복하천, 곡수천                   | 경기 여주군 대신면 천서리(이포보 상류 300m)   |
|         | 상주보(17)   | 반변천, 송아천, 미천, 풍산천, 광산천, 내성천, 영강 | 경북 상주시 도남동(상주보 상류 500m)       |
| 한 강(15) | 낙단보(4)    | 병성천, 위천                         | 경북 상주시 낙동면 낙동리(낙단보 상류 500m)   |
|         | 구미보(3)    | —                               | 경북 구미시 선산읍 독동리(구미보 상류 500m)   |
|         | 칠곡보(5)    | 감천, 한천                          | 경북 칠곡군 석적읍 중지리(칠곡보 상류 500m)   |
| 낙동강(56) | 강정고령보(6)  | 백천, 하빈천                         | 대구 달성군 다사읍 죽곡리(강정고령보 상류 500m) |
|         | 달성보(5)    | 금호강                             | 대구 달성군 논공읍 하리(달성보 상류 500m)    |
|         | 합천창녕보(6)  | 차천, 회천                          | 경남 합천군 덕곡면 율지리(합천창녕보 상류 500m) |
| 금 강(16) | 창녕함안보(10) | 황강, 신반천, 토평천, 남강, 계성천, 광려천      | 경남 함안군 칠북면 이령리(창녕함안보 상류 500m) |
|         | 세종보(6)    | 갑천, 미호천                         | 세종 연기면 세종리(세종보 상류 500m)       |
|         | 공주보(6)    | 용수천, 대교천, 정안천                   | 충남 공주시 우성면 신웅리(공주보 상류 500m)   |
| 영산강(17) | 백제보(4)    | 유구천, 잉화달천                       | 충남 부여군 부여읍 자왕리(백제보 상류 500m)   |
|         | 승촌보(9)    | 풍영정천, 광주천, 황룡강, 평동천             | 전남 나주시 노안면 학산리(승촌보 상류 500m)   |
|         | 죽산보(8)    | 지석천, 장성천, 영산천, 만봉천, 문평천         | 전남 나주시 다시면 죽산리(죽산보 상류 500m)   |

- 보 수질대표지점은 20개 항목, 그 외 지점은 16개 항목 조사

〈수질 분석항목 현황〉

| 구 분  | 지점수 | 빈 도                    | 항목수 | 조사 항목(내용)                                                                                                                                                   |
|------|-----|------------------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 보 지점 | 16  | 주 1회                   | 20  | pH, DO, BOD, COD, SS, 총질소, 총인, 수온, 전기전도도, NH <sub>3</sub> -N, NO <sub>3</sub> -N, DTN, DTP, PO <sub>4</sub> -P, 클로로필-a, TOC, 페놀류, 분원성 대장균군수, 총대장균군수, 조류 개체수 |
| 예보지원 | 88  | 연 36회 이상<br>(평균 1회/8일) | 16  | pH, DO, BOD, COD, SS, 총질소, 총인, 수온, 전도도, NH <sub>3</sub> -N, NO <sub>3</sub> -N, DTN, DTP, PO <sub>4</sub> -P, 클로로필-a, 유량                                    |

③ 수자원 확보 현황

- 4대강살리기사업을 통해 16개 다기능보, 농업용저수지 외 낙동강에 영주보현산댐 건설, 안동댐과 임하댐 연결을 통해 추가용수를 확보

\* 영주댐('14년 담수예정), 보현산댐('14년 준공예정)은 현재 건설 중

- 영주댐은 생활용수와 본류의 하천유지용수 공급, 보현산댐은 영천 등에 생활용수를 공급하여 지역의 물문제를 해결

\* 총저수용량 : 영주댐 약 2억m<sup>3</sup>, 보현산댐 약 0.2억m<sup>3</sup>

- 안동댐과 임하댐을 연결(1.8km)하여 연계 운영을 통해 본류에 추가 용수 공급이 가능하도록 조치

\* 안동댐임하댐 연결로 인한 연간 용수확보 약 0.2억m<sup>3</sup>

〈4대강살리기사업 수자원확보량('12년 4대강살리기사업 백서기준)〉

(단위 : 억m<sup>3</sup>)

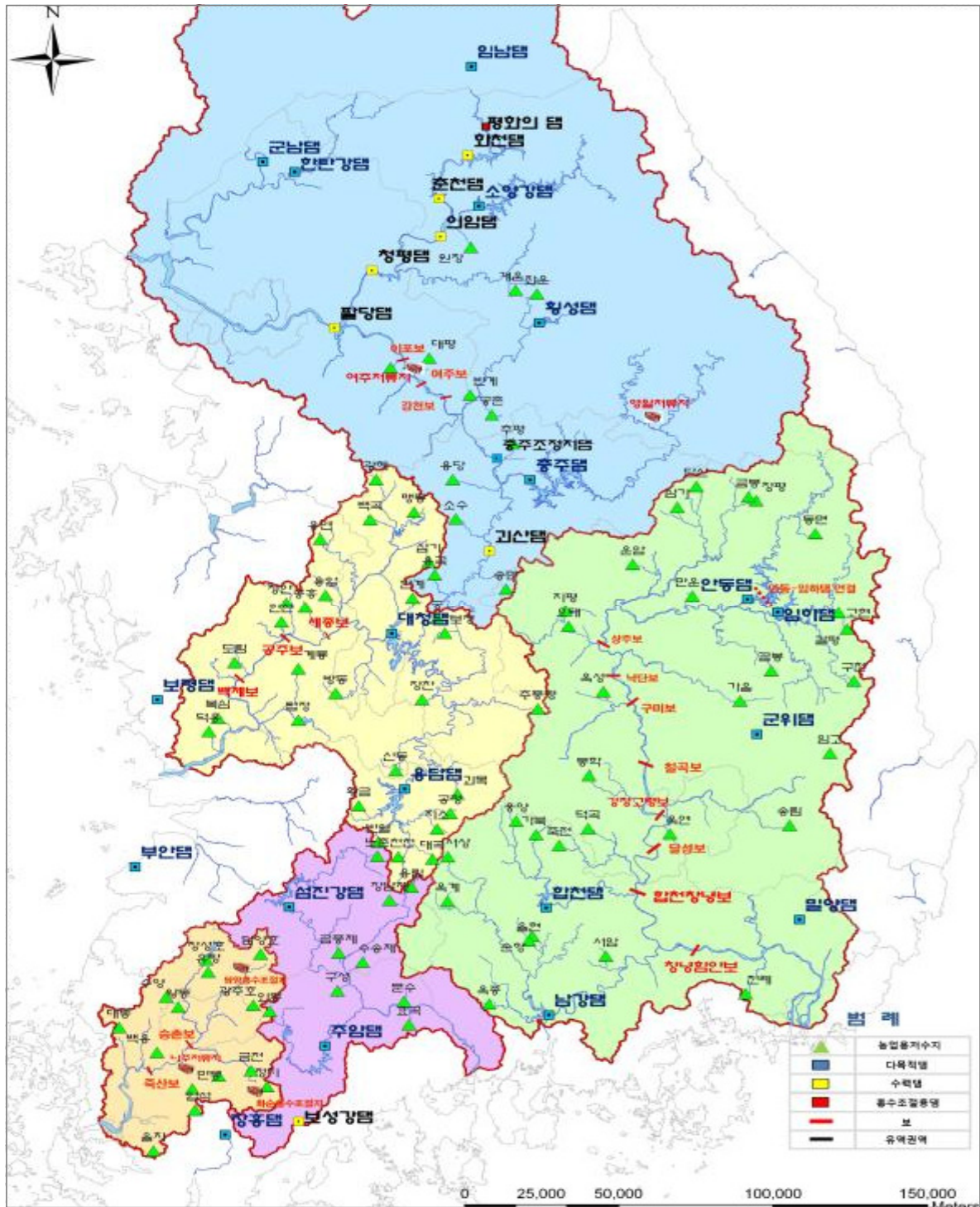
| 구분     | 계     | 한강   | 낙동강  | 금강   | 영산강<br>(섬진강 포함) |
|--------|-------|------|------|------|-----------------|
| 계      | 11.70 | 0.41 | 9.02 | 1.13 | 1.14            |
| 준설 및 보 | 7.20  | 0.31 | 5.92 | 0.63 | 0.34            |
| 중소규모댐  | 2.40  | -    | 2.40 | -    | -               |
| 농업용저수지 | 2.10  | 0.10 | 0.70 | 0.50 | 0.80            |

Check Point

- ❖ 4대강살리기사업을 통한 수자원 확보량은 시설제원에 의한 확보량이며, 실제 활용가능한 수자원량은 저수량 활용계획 수립 및 비상방류 시 시설운영기준, 제약사항, 저수 및 기상현황에 따라 달라짐.

#### ④ 연계시설 위치도

〈5대강 수계〉





## □ 시설별 운영원칙

### ① 기본방향

- 수질악화, 조류 발생에 대응한 댐-보-저수지의 저수량을 활용한 비상방류 시 댐-저수지 및 본류수위 저하로 인한 하천관리에 지장이 발생하는 제약사항을 검토하여 운영원칙을 설정  
\* 운영원칙은 시범운영 시 제약사항 등을 유관기관 확인을 거쳐 보완하여 확정
- 저수량 활용계획을 수립하고, 연계운영협의회의 의사결정을 통해 비상방류를 실시하되, 제약사항 및 문제점에 대해 충분히 협의할 수 있도록 조치

### ② 시설별 운영원칙

#### 댐

- 다목적댐의 경우 사전에 용도별 물량이 할당되어 있으므로 원칙적으로 댐의 저수량은 여유량 범위내에서 활용
- 연계운영을 위한 댐 저수량 활용의 검토 시 하천유지용수 확보를 위해 건설한 댐의 경우 우선 활용  
\* 생활용수 및 본류 하천유지용수 공급을 위해 건설중인 영주댐 총 저수용량 약 2억<sup>m</sup>³으로 '14년부터 담수 예정
- 불확실한 강우상황에 따른 회복기간을 고려하여 저수량 활용 시기뭉갈수 및 홍수로 인한 피해가 없도록 유의
- 보의 저수량만을 활용한 비상방류의 경우에도 예상 강우가 발생하지 않아 보 수위회복이 필요할 경우 위 ①, ②의 댐 추가방류를 검토하여 실시
- 유역면적에 비해 댐 규모가 작고, 홍수에 취약해 홍수기 적정 홍수조절용량 확보 위주의 운영이 불가피한 충주댐 등 6개댐\*은 비상방류를 위한 저수량 확보 시 향후 기상상황 등을 고려하여 탄력적으로 운영  
\* 충주, 횡성, 임하, 남강, 밀양, 대청댐
- 유역면적에 비해 댐 규모가 크고, 공용량이 커 저수량 확보위주로 운영이 가능한 안동댐 등 3개댐\*은 비상방류를 위한 저수량 등 여유량을 충분히 확보할 수 있도록 탄력적으로 운영  
\* 안동, 합천, 군위댐

## 보

- 보별 운영가능한 최소수위인 하한수위 설정 또는 조정 시 4대강살리기사업전 갈수위보다 높게 설정하여 운영할 수 있도록 유의
  - \* 현재 설정되어 있는 하한수위는 사업 전 갈수위보다 높게 설정되어 있음
- 불확실한 강우상황에 따른 회복기간을 고려하여 저수량 활용에 따른 가뭄·갈수 및 홍수로 인한 추가피해가 없도록 유의
- 양취수장 등 취수시설의 수위가 하한수위보다 높은 보는 원칙적으로 양취수 제약수위까지만 활용하되, 대규모 수질악화·호우 등 국가적 대처가 필요한 상태 또는 일시적 수위저하 후 강우로 인한 저수량 회복이 가능한 경우는 하한수위까지 활용
  - \* 하한수위 활용 시 해당 양취수장 관리자와 사전협의하고, 실시 시 통보
  - \* 하한수위 : 보 관리를 위한 최저수위
  - \* 제약수위 : 어도 및 양취수장이 기능을 유지할 수 있는 최저 수위(시설 운영을 고려한 보 관리를 위해 하한수위로 반영되어야 함)
- 뱃길운영을 위한 수위가 양취수 제약수위보다 높은 경우 저수량 활용에 따른 일시적 뱃길운영 중지 등의 조치가 불가피하므로 해당 지자체와 사전에 협의 조치
  - \* 죽산보 상류 영산포선착장의 경우 본류수위 EL.2.7m이하 시 접안시설 불안정으로 황포돛배 운영에 차질이 발생하나, 나주시에서 보 예비방류(제약수위, EL.2.0m) 등에 차질이 없도록 운영에 협조할 것에 협의한 상태
- 비상방류 제약수위가 어도월류언 이하인 보는 일시적인 어도기능 상실이 불가피하며 다만, 어도내 포획된 어류는 펌프운영을 통해 하천으로 이동할 수 있도록 조치
- 보 수문조작시 표면월류 등 효과적인 조류배제가 가능한 방법을 우선적으로 고려하고, 하류 하상보호공 보호 및 소수력 발전 운영 등을 종합적으로 고려하여 조치

〈4대강 다기능보 제약수위〉

(단위 : EL.m)

| 구분    |      | 한강           |              |               | 낙동강           |              |               |              |               |
|-------|------|--------------|--------------|---------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
|       |      | 강천           | 여주           | 이포            | 상주            | 낙단           | 구미            | 칠곡           | 강정고령          |
| 상한수위  |      | 38.5         | 33.5         | 28.5          | 47.5          | 40.5         | 33.0          | 26.0         | 20.0          |
| 관리수위  |      | 38.0         | 33.0         | 28.0          | 47.0          | 40.0         | 32.5          | 25.5         | 19.5          |
| 하한수위  |      | 35.2         | 31.7         | 25.3          | 43.6          | 37.4         | 22.6          | 24.5         | 14.9          |
| 갈 수 위 |      | 33.7         | 31.5         | 25.0          | 40.8          | 33.8         | 27.3          | 17.1         | 12.3          |
| 어도월류언 |      | 37.3         | 32.4         | 27.6          | 46.5          | 39.23        | 31.6          | 25.0         | 18.8          |
| 제약수위  | 양취수장 | 36.5<br>(굴암) | 31.8<br>(대신) | 25.6<br>(능서1) | 45.0<br>(회상외) | 39.0<br>(삼덕) | 31.5<br>(구봉외) | 25.0<br>(해평) | 18.80<br>(칠곡) |
|       | 어도   | 37.5         | 32.7         | 27.8          | 46.6          | 39.5         | 31.7          | 25.1         | 19.0          |

| 구분    |      | 낙동강          |             |              | 금강           |              |             | 영산강          |             |
|-------|------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|-------------|
|       |      | 달성           | 합천창녕        | 창녕함안         | 세종           | 공주           | 백제          | 승촌           | 죽산          |
| 상한수위  |      | 14.5         | 11.0        | 5.5          | 12.3         | 9.25         | 4.7         | 8.0          | 4.0         |
| 관리수위  |      | 14.0         | 10.5        | 5.0          | 11.8         | 8.75         | 4.2         | 7.5          | 3.5         |
| 하한수위  |      | 6.6          | 2.3         | 1.5          | 8.2          | 2.6          | 1.0         | 2.5          | 1.5         |
| 갈 수 위 |      | 7.6          | 5.4         | 0.6          | 9.6          | 3.3          | 1.0         | 3.0          | -1.4        |
| 어도월류언 |      | 13.5         | 9.8         | 4.0          | 11.4         | 8.6          | 3.75        | 7.1          | 2.8         |
| 제약수위  | 양취수장 | 11.4<br>(화원) | 7.5<br>(자모) | 4.4<br>(유어외) | 10.8<br>(양화) | 8.5<br>(원봉외) | 3.5<br>(이인) | 6.0<br>(서창외) | 2.0<br>(LG) |
|       | 어도   | 13.7         | 9.9         | 4.4          | 11.5         | 8.7          | 4.0         | 7.2          | 2.9         |

#### Check Point

- ❖ 4대강살리기사업 시 민간 양취수시설은 본인 부담으로 변경된 여건에 따라 시설을 개선토록 하였으나, 미조치된 상태로 수위저하시 가동중단으로 인한 민원이 발생할 수 있으므로 양취수 제약수위는 민간시설 까지 포함하여 보완이 필요하며,
- ❖ 또한, 본류구간 내 지자체 뿐 아니라 민간이 운영하는 유선장과 어업현황 등을 파악하여 비상방류시 지자체로 하여금 피해가 가지 않도록 조치

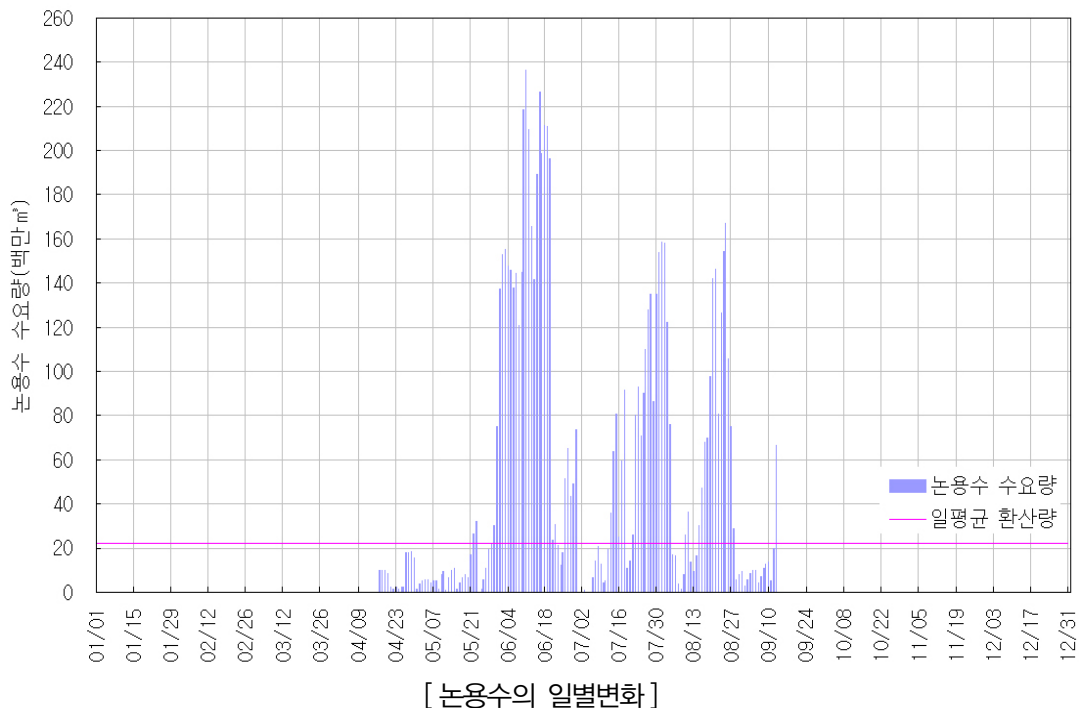
### 독높임 농업용저수지

- 독높이기사업을 통해 확보된 추가 저수량은 농업용수 공급에 영향이 없는 범위 내에서 하천유지용수 및 조류 발생 등에 대비하여 활용 가능
- 불확실한 강우상황에 따른 회복기간을 고려하여 저수량 활용에 따른 농업용수부족으로 인해 추가피해가 없도록 유의
- 농업용수는 타 용수와 달리 관개기 특히 6~8월 단기적으로 수요가 집중되는 특성 및 다음해 영농철에 필요한 저수량 등을 종합적으로 고려하여 댐-보-저수지 연계운영을 통한 저수량 활용계획 수립 시 반영

〈영농기(논)의 구분〉

| 구분  | 묘대기                | 본답기                |                   |                   |                    |                    |                   |
|-----|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| 영농기 | 묘판설치 및 급수          | 이앙기                | 유효분얼기             | 무효분얼기             | 유수형성기 수잉기          | 출수기 등숙초기           | 등숙기               |
| 기 간 | 4.11~5.10<br>(40일) | 5.11~6.10<br>(31일) | 6.11~7.5<br>(26일) | 7.6~7.15<br>(10일) | 7.16~8.10<br>(26일) | 8.11~8.31<br>(21일) | 9.1~9.20<br>(20일) |

주) 영농기별 기간은 지역에 따라 다름.



## ☐ 수질·녹조대비 댐-보-저수지 운영기준(안)

### ① 기본원칙

- 수질관리 단계별 조치사항에 따라 필요시점에 댐-보-저수지 여유량, 수질모니터링 결과 등을 연계운영협의회를 통해 상호공유하여 원활한 수질관리가 이루어질 수 있도록 조치
- 본류구간 수질을 수질관리단계 중 경계단계이하로 관리하는 것을 목표로 평상시를 포함하여 ①수질모니터링, ②수질전망, ③대응은 원칙적으로 주간단위를 기준으로 실시 및 조치
- 댐-보-저수지 연계운동을 위한 시설별 활용가능수량은 시설별 운영원칙을 고려하여 산정하되, 제약사항을 고려하여 추가적인 피해가 발생하지 않도록 하며, 비상방류 시 관계기관 및 지자체에 관련사항을 통보
- 저수량 활용 후에는 수질개선상황을 검토·평가하고 지속적인 관리가 이루어질 수 있도록 조치

### ② 수질관리 단계별 조치

#### 평상시

- 환경부장관은 주 1회 수질모니터링을 실시하는 지점(관계기관 조사지점 포함) 중 보 구간을 대표하는 지점을 정하여 그 결과를 중앙협의회 및 수계별 연계운영 협의회에 익주 월요일 주간 수질모니터링 및 전망자료를 통보

#### 관심·주의 단계

- 환경부장관은 보 구간을 대표하는 지점에 대해 주 2회 모니터링을 실시하고, 부득이한 경우를 제외하고 익주 월요일까지 주간 수질모니터링 및 전망자료를 작성하여 중앙협의회 및 수계별 연계운영협의회에 통보

- 수질관리 주의단계 시 관할 홍수통제소장은 유역·지방환경청장의 댐·보·저수지 등에 대한 여유량 확인 요청이 있는 경우 주의단계 발령지점 상류의 댐·보·저수지 여유량을 확인하여 통보

\* 유역지방환경청장 이외의 경우도 동일한 절차 준용

#### 〈 댐·보·저수지 여유량 확인절차 〉



#### 경계·심각 단계

- 환경부장관은 수질관리단계가 경계·심각단계일 경우 보 구간을 대표하는 지점에 대해 주 2회 이상 모니터링을 실시
- 주간 수질모니터링 및 전망자료를 작성하여 익주 월요일까지 중앙협의회 및 수계별 연계운영협의회에 통보
- 수질관리 경계·심각 단계 시 유역·지방환경청장이 댐·보·저수지 여유량 확인이 필요한 경우 주의단계와 동일한 절차로 처리
- 저수량을 활용한 비상방류가 필요한 경우 시설별 운영원칙 및 “3. 댐·보·저수지 연계운영 절차”에 따라 관할 홍수통제소장은 유역·지방환경청장의 수질개선효과 분석 결과를 토대로 최적 활용계획을 수립하고 연계운영협의회 의결 후 시설관리자로 하여금 방류토록 조치

\* 홍수기 댐·보·저수지 연계운영이 아닌 기상상황을 고려한 보 예비방류를 통해 대응할 경우에는 관할 홍수통제소장이 보 방류를 승인하고 관계기관에 통보하여 처리

### ③ 댐-보-저수지 연계운영 절차

〈댐-보-저수지 연계운영 절차〉

| 구 분                          | 업무 내용                                                                                                                                                                      | 관 계 기 관                                                                                                          |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ① 수질악화<br>조류발생<br>↓          | <ul style="list-style-type: none"> <li>수질모니터링 및 전망, 정보제공</li> <li>기상, 수위, 우량, 저수량, 물사용 현황</li> </ul>                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>유역지방환경청</li> <li>홍수통제소</li> </ul>                                         |
| ② 수질모니터링 강화<br>현장 초동 조치<br>↓ | <ul style="list-style-type: none"> <li>수질모니터링 강화(주1→주2)</li> <li>현장 조치 실시</li> <li>환경부 오염원 유입 저감 조치</li> </ul>                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>유역지방환경청</li> <li>홍수통제소, 시설관리기관</li> <li>유역지방환경청</li> </ul>                |
| ③ 저수량<br>활용계획 수립<br>↓        | <ul style="list-style-type: none"> <li>댐보-저수지 여유량 요청</li> <li>댐보-저수지 여유량 및 방류계획 등 운영(안) 제공</li> <li>수질개선 효과 분석 및 제공</li> <li>기상, 저류량, 물수급, 수질전망 등을 고려하여 활용계획 수립</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>유역지방환경청</li> <li>시설관리기관, 홍수통제소</li> <li>유역지방환경청</li> <li>홍수통제소</li> </ul> |
| ④ 연계운영협의회 의결<br>활용수량 방류<br>↓ | <ul style="list-style-type: none"> <li>③에서 수립한 저수량 활용계획을 수계별 연계운영 협의회에서 의결</li> <li>홍수통제소장 의결사항에 따른 방류 지시</li> <li>시설관리자 활용계획에 따라 방류 실시</li> </ul>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>연계운영협의회</li> <li>홍수통제소</li> <li>시설관리자</li> </ul>                          |
| ⑤ 수질 개선상황<br>모니터링            | <ul style="list-style-type: none"> <li>수질개선효과 분석 및 통보</li> <li>* 추가방류가 필요한 경우 ③과정 재수행</li> </ul>                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>유역지방환경청</li> </ul>                                                        |

\* 안전관리 등 기타 긴급한 사유로 인한 시설관리자의 방류량 조절 시는 위 절차와 관계없이 하류피해가 없는 범위내에서 방류량을 조정하고 그 결과를 연계운영협의회에 통보

\*\* 수질악화조류발생 시 해당 보 상류의 상류 보와의 연계를 통해 비상방류를 보의 제약수위까지 방류하되, 하천 유량이 적어 보 수위회복이 어려울 경우 해당 보상류 댐 및 독높임 농업용 저수지의 여유량을 방류하여 해당 보의 수위를 회복

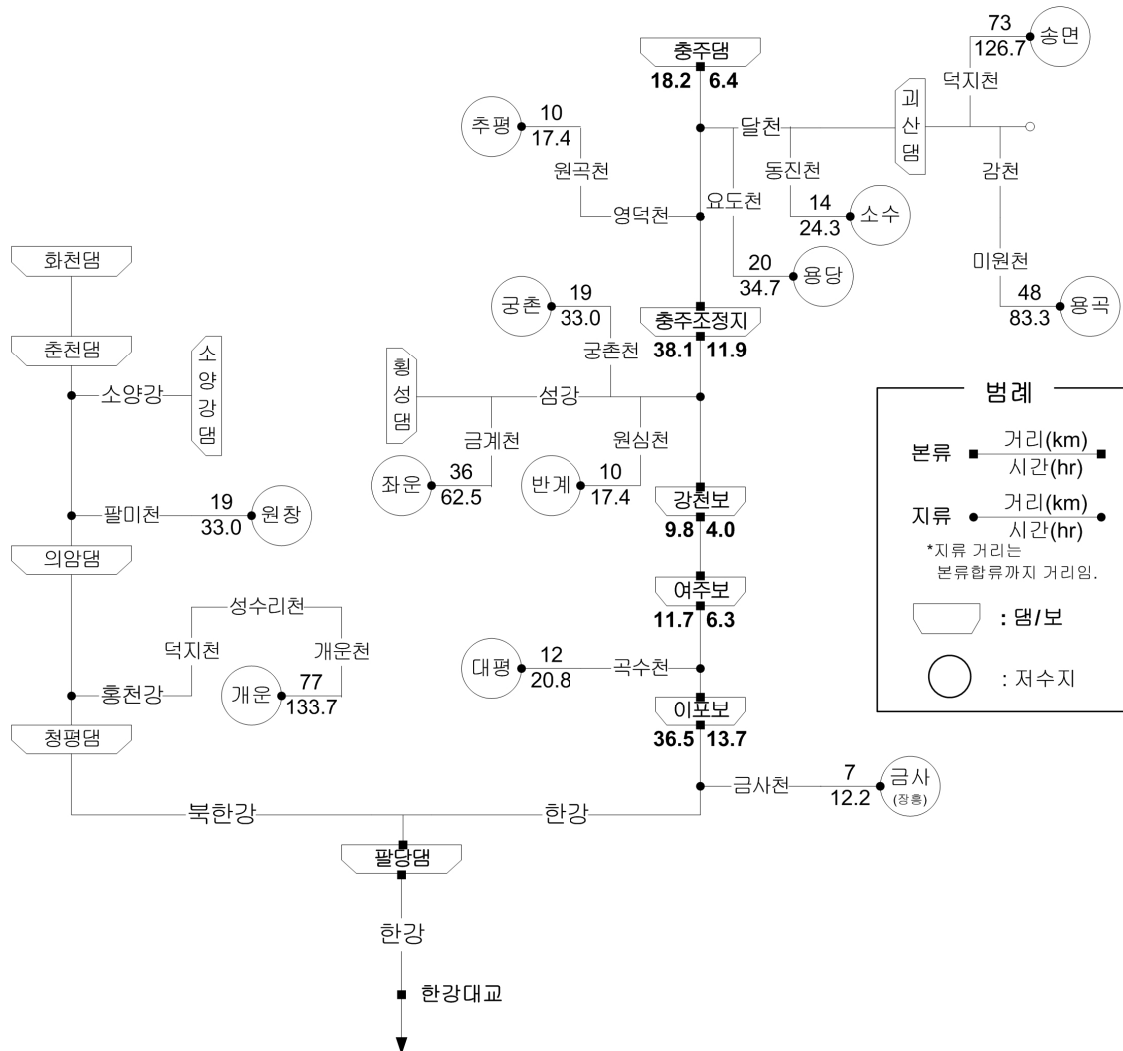
\*\*\* 연계운영 시 해당 보 상류에 위치하는 수력발전댐보 등은 상류유입량을 하류로 방류



## 참고 1 주요지점별 도달시간

- ❖ 본류구간은 500m³/s 유량에 대한 본류구간 주요지점 도달시간에 대해 도시하였으며, 표는 유량규모별 주요지점별 도달시간을 나타내었음.
- ❖ 독높임 농업용저수지는 해당저수지에서 본류까지의 도달시간을 도시하였으며, 대표하천을 선정하여 유황별 평균유속을 검토하여 일괄적으로 계산하였음.
- ❖ 주요지점별 도달시간은 개략적인 상황을 알기 위해 산정한 것으로 실제와는 다소 차이가 있을 수 있음.

### ○ 한강수계



〈한강수계 댐-보-저수지 도달시간 모식도〉

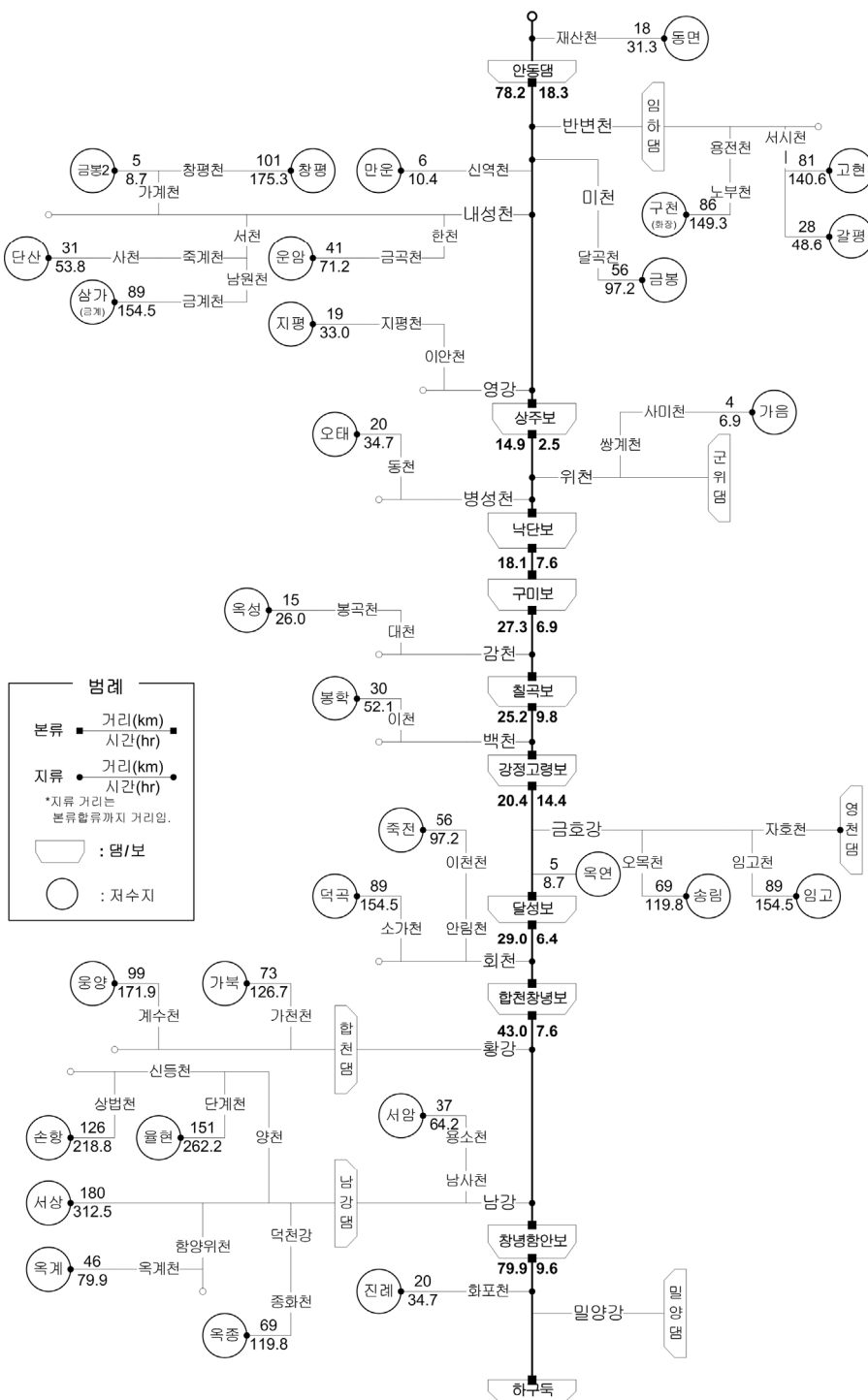
〈한강수계 주요댐 방류량에 따른 지점별 도달시간〉

| 구간   | 주요지점 | 거리[km] |       | 방류량[m³/s] |      |      |      |       |       |       |       |       |       |
|------|------|--------|-------|-----------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|      |      | 구간     | 누가    | 100       | 250  | 500  | 750  | 1,000 | 2,000 | 3,000 | 5,500 | 7,500 | 9,500 |
| 팔당댐  | 한강대교 | 36.3   | 36.3  |           |      |      |      | 7.5   | 6.6   | 6.1   | 5.3   | 4.8   | 4.5   |
| 충주댐  | 목계   | 23.2   | 23.2  | 22.6      | 12.1 | 8.1  | 7.5  | 7.4   | 6.6   | 6.1   | 5.4   | 5.0   | 4.7   |
|      | 강천   | 25.8   | 49.0  | 36.2      | 24.5 | 15.2 | 12.7 | 10.0  | 9.1   | 8.6   | 7.9   | 7.5   | 7.2   |
|      | 우만   | 4.7    | 53.7  | 40.4      | 24.2 | 17.2 | 14.4 | 11.2  | 10.1  | 9.5   | 8.6   | 8.1   | 7.8   |
|      | 강천보  | 2.6    | 56.3  | 43.7      | 25.9 | 18.3 | 15.2 | 11.9  | 10.8  | 10.1  | 9.0   | 8.5   | 8.1   |
|      | 여주   | 4.7    | 61.0  | 47.4      | 28.2 | 20.0 | 16.6 | 12.7  | 11.4  | 10.7  | 9.7   | 9.1   | 8.7   |
|      | 여주보  | 5.1    | 66.1  | 53.0      | 31.7 | 22.3 | 18.4 | 13.6  | 12.2  | 11.5  | 10.3  | 9.7   | 9.2   |
|      | 이포보  | 11.7   | 77.8  | 74.9      | 42.0 | 28.6 | 23.4 | 14.9  | 13.5  | 12.6  | 11.3  | 10.7  | 10.2  |
|      | 팔당댐  | 36.5   | 114.3 | 142.6     | 69.2 | 42.3 | 32.6 | 18.0  | 16.5  | 15.7  | 14.4  | 13.7  | 13.2  |
| 화천댐  | 한강대교 | 36.3   | 150.6 | -         | -    | -    | -    | 25.5  | 23.1  | 21.7  | 19.6  | 18.5  | 17.7  |
|      | 춘천댐  | 33.9   | 33.9  | -         | -    | -    | -    | 3.1   | 2.7   | 2.5   | 2.2   | 2.0   | 1.9   |
|      | 의암댐  | 18.7   | 52.6  | -         | -    | -    | -    | 5.7   | 5.0   | 4.6   | 4.1   | 3.8   | 3.5   |
|      | 청평댐  | 44.7   | 97.3  | -         | -    | -    | -    | 11.8  | 10.5  | 9.6   | 8.7   | 8.0   | 7.4   |
|      | 팔당댐  | 24.5   | 121.8 | -         | -    | -    | -    | 16.5  | 14.5  | 13.3  | 11.9  | 11.0  | 10.2  |
|      | 한강대교 | 36.3   | 158.1 | -         | -    | -    | -    | 24.0  | 21.1  | 19.4  | 17.2  | 15.8  | 14.8  |
| 소양강댐 | 의암댐  | 21.6   | 21.6  | -         | -    | -    | -    | 2.0   | 1.7   | 1.6   | 1.4   | -     | -     |
|      | 청평댐  | 44.7   | 66.3  | -         | -    | -    | -    | 8.1   | 7.2   | 6.6   | 6.0   | -     | -     |
|      | 팔당댐  | 24.5   | 90.8  | -         | -    | -    | -    | 12.8  | 11.2  | 10.3  | 9.2   | -     | -     |
|      | 한강대교 | 36.3   | 127.1 | -         | -    | -    | -    | 20.3  | 17.8  | 16.4  | 14.5  | -     | -     |

〈한강수계 독농임 농업용저수지방류에 따른 본류까지 도달거리〉

| 수계 | 지구명 | 도명 | 시/군 | 본류까지<br>거리(km) | 평수기<br>(시간) | 홍수기<br>(시간) |
|----|-----|----|-----|----------------|-------------|-------------|
| 한강 | 금사  | 경기 | 여주  | 7              | 12.2        | 4.6         |
| 한강 | 대평  | 경기 | 양평  | 12             | 20.8        | 7.9         |
| 한강 | 반계  | 강원 | 원주  | 10             | 17.4        | 6.6         |
| 한강 | 원창  | 강원 | 춘천  | 19             | 33.0        | 12.6        |
| 한강 | 궁촌  | 강원 | 원주  | 19             | 33.0        | 12.6        |
| 한강 | 개운  | 강원 | 홍천  | 77             | 133.7       | 50.9        |
| 한강 | 추평  | 충북 | 충주  | 10             | 17.4        | 6.6         |
| 한강 | 송면  | 충북 | 괴산  | 73             | 126.7       | 48.3        |
| 한강 | 용당  | 충북 | 충주  | 20             | 34.7        | 13.2        |
| 한강 | 좌운  | 강원 | 홍천  | 36             | 62.5        | 23.8        |
| 한강 | 소수  | 충북 | 괴산  | 14             | 24.3        | 9.3         |
| 한강 | 용곡  | 충북 | 청원  | 48             | 83.3        | 31.7        |

## ○ 낙동강수계



〈낙동강수계 도달시간 모식도〉

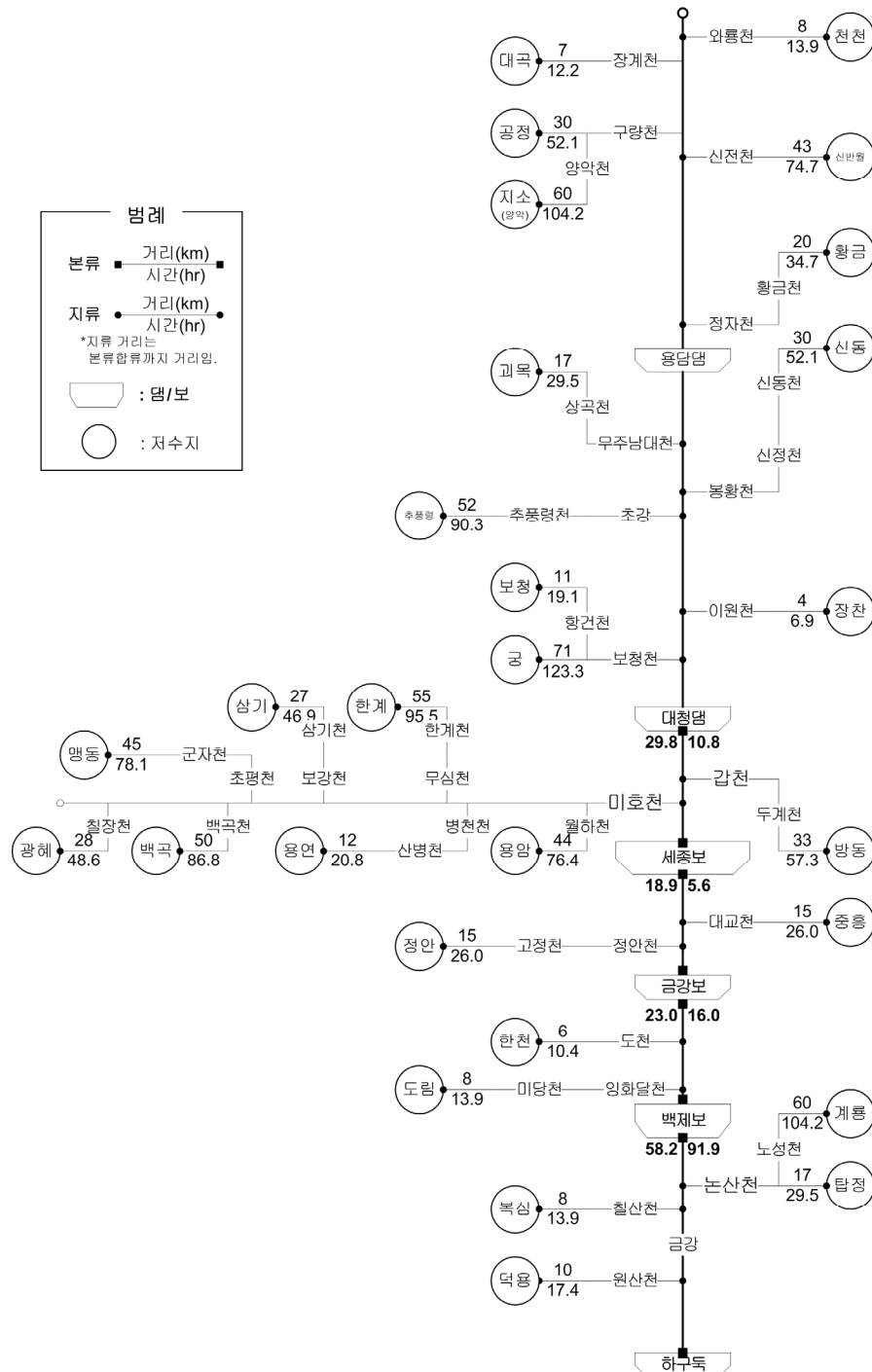
〈낙동강수계 주요댐 방류량에 따른 지점별 도달시간〉

| 구간          | 주요지점   | 거리[km] |       | 안동댐 방류량/금호강 유입량[m³/s] |       |      |      |       |       |       |       |
|-------------|--------|--------|-------|-----------------------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|
|             |        | 구간     | 누가    | 100                   | 200   | 500  | 750  | 1,000 | 2,000 | 3,000 | 4,500 |
| 안동댐         | 달지     | 59.7   | 59.7  | 26.5                  | 19.2  | 14.9 | 12.8 | 12.7  | 10.5  | 9.3   | 8.0   |
|             | 상주보    | 18.5   | 78.2  | 34.7                  | 24.8  | 18.3 | 16.6 | 15.7  | 13.0  | 11.5  | 9.9   |
|             | 낙단보    | 14.9   | 93.1  | 41.1                  | 29.3  | 20.8 | 19.6 | 18.1  | 15.4  | 13.8  | 12.2  |
|             | 구미보    | 18.1   | 111.2 | 50.7                  | 36.2  | 28.4 | 24.4 | 24.3  | 20.2  | 17.8  | 15.4  |
|             | 구미     | 15.8   | 127.0 | 59.8                  | 42.6  | 31.6 | 30.7 | 29.6  | 27.7  | 26.6  | 25.4  |
|             | 칠곡보    | 11.5   | 138.5 | 67.1                  | 47.8  | 35.3 | 34.4 | 33.1  | 30.9  | 29.7  | 28.4  |
|             | 왜관     | 2.3    | 140.8 | 68.1                  | 48.5  | 40.5 | 38.8 | 37.5  | 34.6  | 32.9  | 31.1  |
|             | 강정고령보  | 22.9   | 163.7 | 85.1                  | 60.7  | 45.1 | 43.8 | 41.4  | 37.7  | 35.6  | 33.4  |
|             | 고령교    | 16.9   | 180.6 | 97.8                  | 68.9  | 57.4 | 54.2 | 50.6  | 43.8  | 39.9  | 35.9  |
|             | 달성보    | 3.5    | 184.1 | 103.4                 | 71.7  | 59.5 | 55.7 | 53.1  | 46.6  | 42.8  | 39.0  |
|             | 현풍     | 4.1    | 188.2 | 106.7                 | 73.9  | 62.9 | 60.1 | 56.0  | 49.2  | 45.1  | 41.1  |
|             | 합천·창녕보 | 24.9   | 213.1 | 126.7                 | 86.4  | 65.9 | 63.1 | 58.8  | 51.7  | 47.5  | 43.4  |
|             | 진동     | 35.3   | 248.4 | 214.0                 | 123.1 | 68.9 | 66.3 | 64.1  | 59.2  | 56.3  | 53.5  |
|             | 창녕·함안보 | 7.7    | 256.1 | 258.6                 | 141.2 | 73.5 | 70.7 | 68.4  | 63.3  | 60.3  | 57.3  |
|             | 삼랑진    | 30.0   | 286.1 | 284.4                 | 155.3 | 75.5 | 72.8 | 70.7  | 65.8  | 63.0  | 60.1  |
|             | 구포     | 33.4   | 319.5 | 312.9                 | 170.8 | 81.1 | 79.6 | 75.1  | 69.2  | 65.7  | 62.2  |
| 금호<br>(금호강) | 동촌     | 26.8   | 26.8  | 12.5                  | 8.5   | 6.4  | 5.4  | 4.9   | —     | —     | —     |
|             | 성서     | 26.5   | 53.4  | 91.0                  | 41.4  | 23.7 | 17.5 | 14.3  | —     | —     | —     |
|             | 합류점    | 1.3    | 54.7  | 99.5                  | 44.8  | 25.4 | 18.7 | 15.2  | —     | —     | —     |

〈낙동강수계 독높임 농업용저수지방류에 따른 본류까지 도달거리〉

| 수계  | 지구명 | 도명 | 시/군 | 본류까지<br>거리(km) | 평수기<br>(시간) | 홍수기<br>(시간) |
|-----|-----|----|-----|----------------|-------------|-------------|
| 낙동강 | 창평  | 경북 | 봉화  | 101            | 175.3       | 66.8        |
| 낙동강 | 구천  | 경북 | 청송  | 86             | 149.3       | 56.9        |
| 낙동강 | 운암  | 경북 | 예천  | 41             | 71.2        | 27.1        |
| 낙동강 | 옥연  | 대구 | 달성  | 5              | 8.7         | 3.3         |
| 낙동강 | 송림  | 경북 | 경산  | 69             | 119.8       | 45.6        |
| 낙동강 | 금봉1 | 경북 | 의성  | 56             | 97.2        | 37.0        |
| 낙동강 | 옥성  | 경북 | 구미  | 15             | 26.0        | 9.9         |
| 낙동강 | 오태  | 경북 | 상주  | 20             | 34.7        | 13.2        |
| 낙동강 | 고현  | 경북 | 청송  | 81             | 140.6       | 53.6        |
| 낙동강 | 지평  | 경북 | 상주  | 19             | 33.0        | 12.6        |
| 낙동강 | 갈평  | 경북 | 청송  | 28             | 48.6        | 18.5        |
| 낙동강 | 단산  | 경북 | 영주  | 31             | 53.8        | 20.5        |
| 낙동강 | 삼가  | 경북 | 영주  | 89             | 154.5       | 58.9        |
| 낙동강 | 만운  | 경북 | 안동  | 6              | 10.4        | 4.0         |
| 낙동강 | 가북  | 경남 | 거창  | 73             | 126.7       | 48.3        |
| 낙동강 | 웅양  | 경남 | 거창  | 99             | 171.9       | 65.5        |
| 낙동강 | 서상  | 경남 | 함양  | 180            | 312.5       | 119.0       |
| 낙동강 | 죽전  | 경남 | 합천  | 56             | 97.2        | 37.0        |
| 낙동강 | 손항  | 경남 | 산청  | 126            | 218.8       | 83.3        |
| 낙동강 | 서암  | 경남 | 의령  | 37             | 64.2        | 24.5        |
| 낙동강 | 진례  | 경남 | 김해  | 20             | 34.7        | 13.2        |
| 낙동강 | 금봉2 | 경북 | 봉화  | 5              | 8.7         | 3.3         |
| 낙동강 | 덕곡  | 경북 | 고령  | 89             | 154.5       | 58.9        |
| 낙동강 | 울현  | 경남 | 산청  | 151            | 262.2       | 99.9        |
| 낙동강 | 옥계  | 경남 | 함양  | 46             | 79.9        | 30.4        |
| 낙동강 | 옥종  | 경남 | 하동  | 69             | 119.8       | 45.6        |
| 낙동강 | 동면  | 경북 | 봉화  | 18             | 31.3        | 11.9        |
| 낙동강 | 봉학  | 경북 | 성주  | 30             | 52.1        | 19.8        |
| 낙동강 | 가음  | 경북 | 의성  | 4              | 6.9         | 2.6         |
| 낙동강 | 임고  | 경북 | 영천  | 89             | 154.5       | 58.9        |

● 금강수계



〈금강수계 도달시간 모식도〉

〈금강수계 주요댐 방류량에 따른 지점별 도달시간〉

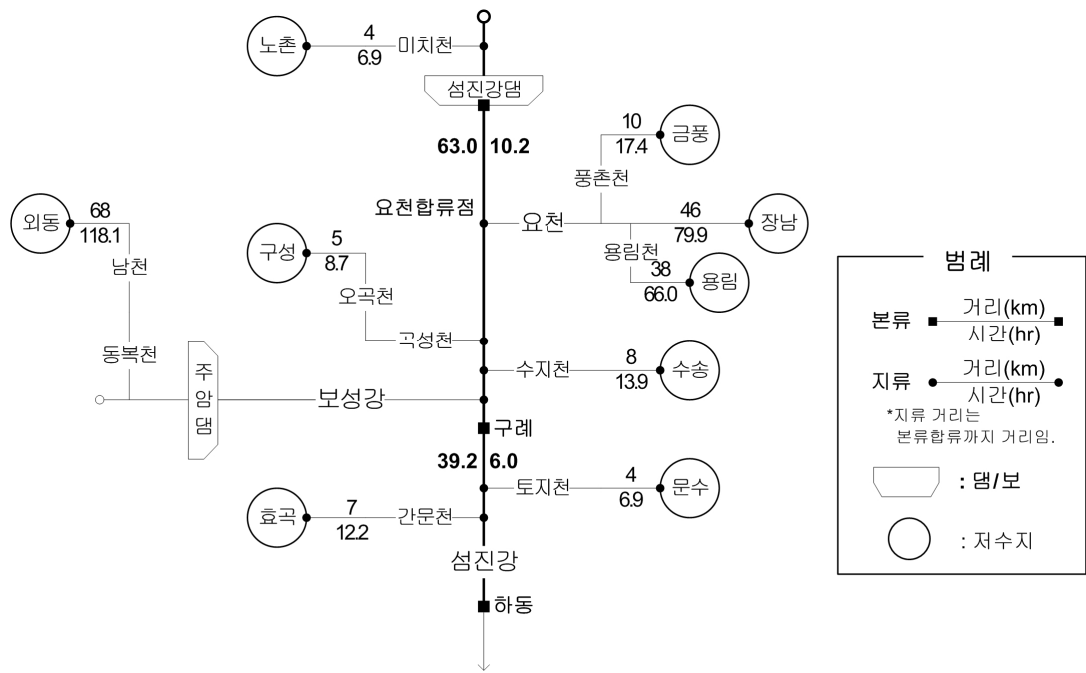
| 구간  | 주요지<br>점 | 거리[km] |      | 대청댐 방류량/미호천 유입량[m³/s] |       |      |      |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----|----------|--------|------|-----------------------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|     |          | 구간     | 누가   | 100                   | 250   | 500  | 750  | 1,000 | 2,000 | 3,000 | 4,000 | 5,000 | 6,000 | 8,000 | 9,600 |
| 대청댐 | 부강       | 18.1   | 18.1 | 7.0                   | 5.1   | 3.9  | 3.4  | 3.2   | 2.9   | 2.7   | 2.6   | 2.5   | 2.4   | 2.3   | 2.2   |
|     | 세종보      | 11.7   | 29.8 | 18.0                  | 13.2  | 10.8 | 9.6  | 9.0   | 7.8   | 7.1   | 6.6   | 6.2   | 5.9   | 5.4   | 5.1   |
|     | 마어구      | 7.2    | 37.0 | 22.4                  | 16.2  | 13.0 | 11.6 | 10.1  | 9.0   | 8.4   | 7.9   | 7.6   | 7.3   | 6.8   | 6.5   |
|     | 공주       | 8.4    | 45.4 | 28.1                  | 19.7  | 15.5 | 13.7 | 11.9  | 10.3  | 9.4   | 8.7   | 8.2   | 7.8   | 7.1   | 6.7   |
|     | 공주보      | 3.3    | 48.7 | 31.1                  | 21.1  | 16.4 | 14.4 | 13.3  | 11.6  | 10.6  | 9.8   | 9.3   | 8.8   | 8.1   | 7.6   |
|     | 진두       | 10.7   | 59.4 | 57.7                  | 32.0  | 22.4 | 18.8 | 19.2  | 15.8  | 13.9  | 12.5  | 11.4  | 10.5  | 9.2   | 8.9   |
|     | 백제보      | 12.3   | 71.7 | 106.1                 | 51.5  | 32.4 | 25.8 | 22.7  | 19.2  | 17.1  | 15.7  | 14.6  | 13.6  | 12.2  | 11.3  |
|     | 규암       | 6.6    | 78.3 | 144.0                 | 65.0  | 37.7 | 28.3 | 25.4  | 21.6  | 19.4  | 17.8  | 16.5  | 15.5  | 14.0  | 13.0  |
|     | 강경       | 19.3   | 97.6 | 321.5                 | 136.0 | 73.3 | 52.3 | 27.7  | 24.2  | 22.2  | 20.7  | 19.6  | 18.7  | 17.2  | 16.3  |
| 복일  | 석화       | 16.3   | 16.3 | 5.9                   | 4.4   | 3.5  | 3.2  | 2.8   | 2.3   | 2.1   | 1.9   | 1.7   | 1.6   |       |       |
|     | 합강       | 14.9   | 31.2 | 13.4                  | 9.5   | 7.5  | 6.5  | 5.6   | 4.5   | 4.0   | 3.5   | 3.2   | 2.9   |       |       |
|     | 세종보      | 9.1    | 40.3 | 13.7                  | 9.7   | 7.6  | 6.7  | 7.9   | 6.5   | 5.7   | 5.1   | 4.6   | 4.3   |       |       |

〈금강수계 뚝높임 농업용저수지방류에 따른 본류까지 도달거리〉

| 수계 | 지구명 | 도명 | 시/군 | 본류까지<br>거리(km) | 평수기<br>(시간) | 홍수기<br>(시간) |
|----|-----|----|-----|----------------|-------------|-------------|
| 금강 | 궁   | 충북 | 보은  | 71             | 123.3       | 47.0        |
| 금강 | 장찬  | 충북 | 옥천  | 4              | 6.9         | 2.6         |
| 금강 | 백곡  | 충북 | 진천  | 50             | 86.8        | 33.1        |
| 금강 | 보청  | 충북 | 보은  | 11             | 19.1        | 7.3         |
| 금강 | 삼기  | 충북 | 증평  | 27             | 46.9        | 17.9        |
| 금강 | 광혜  | 충북 | 안성  | 28             | 48.6        | 18.5        |
| 금강 | 추풍령 | 충북 | 영동  | 52             | 90.3        | 34.4        |
| 금강 | 한계  | 충북 | 청원  | 55             | 95.5        | 36.4        |
| 금강 | 계룡  | 충남 | 공주  | 60             | 104.2       | 39.7        |
| 금강 | 도림  | 충남 | 청양  | 8              | 13.9        | 5.3         |
| 금강 | 한천  | 충남 | 공주  | 6              | 10.4        | 4.0         |
| 금강 | 덕용  | 충남 | 부여  | 10             | 17.4        | 6.6         |
| 금강 | 복심  | 충남 | 부여  | 8              | 13.9        | 5.3         |
| 금강 | 용암  | 충남 | 연기  | 44             | 76.4        | 29.1        |
| 금강 | 정안  | 충남 | 공주  | 15             | 26.0        | 9.9         |
| 금강 | 용연  | 충남 | 천안  | 12             | 20.8        | 7.9         |
| 금강 | 방동  | 대전 | 유성  | 33             | 57.3        | 21.8        |
| 금강 | 탑정  | 충남 | 논산  | 17             | 29.5        | 11.2        |
| 금강 | 중흥  | 충남 | 공주  | 15             | 26.0        | 9.9         |
| 금강 | 황금  | 전북 | 진안  | 20             | 34.7        | 13.2        |
| 금강 | 천천  | 전북 | 장수  | 8              | 13.9        | 5.3         |
| 금강 | 괴목  | 전북 | 무주  | 17             | 29.5        | 11.2        |
| 금강 | 공정  | 전북 | 무주  | 30             | 52.1        | 19.8        |
| 금강 | 지소  | 전북 | 장수  | 60             | 104.2       | 39.7        |
| 금강 | 대곡  | 전북 | 장수  | 7              | 12.2        | 4.6         |
| 금강 | 맹동  | 충북 | 음성  | 45             | 78.1        | 29.8        |
| 금강 | 신동  | 충남 | 금산  | 30             | 52.1        | 19.8        |
| 금강 | 신반월 | 전북 | 진안  | 43             | 74.7        | 28.4        |



● 섬진강수계



〈섬진강수계 도달시간 모식도〉

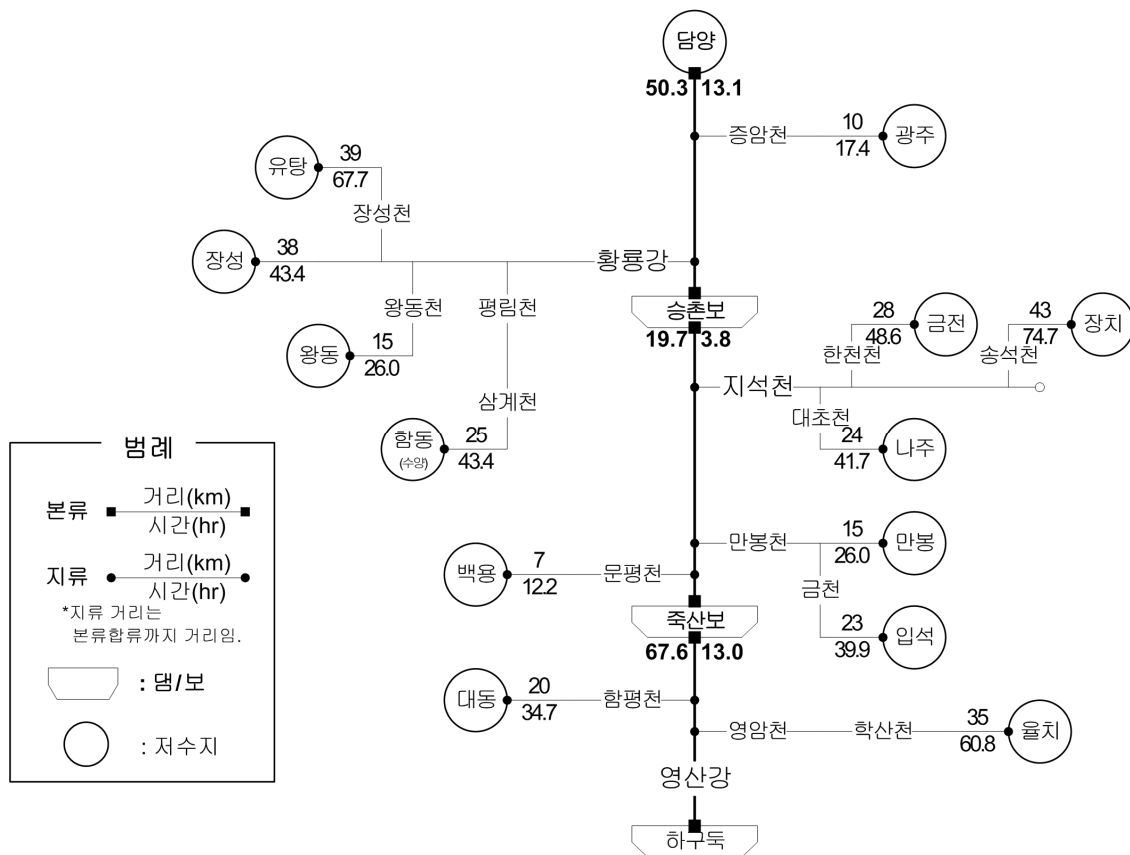
〈섬진강수계 주요댐 방류량에 따른 지점별 도달시간〉

| 구간   | 주요지점 | 거리[km] |       | 방류량[m³/s] |      |      |      |       |       |       |       |
|------|------|--------|-------|-----------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
|      |      | 구간     | 누가    | 100       | 250  | 500  | 750  | 1,000 | 2,000 | 3,000 | 3,250 |
| 섬진강댐 | 오수천  | 27.6   | 27.6  | 7.1       | 6.2  | 5.5  | 5.0  | 4.7   | 4.0   | 3.6   | 3.5   |
|      | 요천   | 35.4   | 63.0  | 13.9      | 11.8 | 10.2 | 9.3  | 8.6   | 7.0   | 6.1   | 5.9   |
|      | 구례   | 24.8   | 87.8  | 17.8      | 15.2 | 13.2 | 12.1 | 11.3  | 9.3   | 8.2   | 8.0   |
|      | 송정   | 12.7   | 100.5 | 20.9      | 17.6 | 15.2 | 13.7 | 12.7  | 10.2  | 8.8   | 8.5   |
|      | 하동   | 26.5   | 127.0 | 25.3      | 21.8 | 19.2 | 17.6 | 16.5  | 13.9  | 12.4  | 12.1  |

〈섬진강수계 독농임 농업용저수지방류에 따른 본류까지 도달거리〉

| 수계  | 지구명 | 도명 | 시/군 | 본류까지<br>거리(km) | 평수기<br>(시간) | 홍수기<br>(시간) |
|-----|-----|----|-----|----------------|-------------|-------------|
| 섬진강 | 문수  | 전남 | 구례  | 4              | 6.9         | 2.6         |
| 섬진강 | 구성  | 전남 | 곡성  | 5              | 8.7         | 3.3         |
| 섬진강 | 금풍  | 전북 | 남원  | 10             | 17.4        | 6.6         |
| 섬진강 | 장남  | 전북 | 장수  | 46             | 79.9        | 30.4        |
| 섬진강 | 노촌  | 전북 | 진안  | 4              | 6.9         | 2.6         |
| 섬진강 | 수송  | 전북 | 남원  | 8              | 13.9        | 5.3         |
| 섬진강 | 외동  | 전남 | 담양  | 68             | 118.1       | 45.0        |
| 섬진강 | 효곡  | 전남 | 구례  | 7              | 12.2        | 4.6         |
| 섬진강 | 용림  | 전북 | 장수  | 38             | 66.0        | 25.1        |

○ 영산강수계



〈영산강수계 도달시간 모식도〉

〈영산강수계 주요댐 방류량에 따른 지점별 도달시간〉

| 구간 | 주요지점 | 거리[km] |      | 금월 유입량[m³/s] |      |      |      |       |       |       |       |
|----|------|--------|------|--------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
|    |      | 구간     | 누가   | 100          | 250  | 500  | 750  | 1,000 | 1,500 | 2,000 | 2,500 |
| 금월 | 광주   | 18.0   | 18.0 | 5.8          | 4.5  | 3.4  | 2.8  | 2.4   | 1.8   | 1.4   | 1.0   |
|    | 마륙   | 15.2   | 33.2 | 13.0         | 10.4 | 8.3  | 7.2  | 6.3   | 5.1   | 4.3   | 3.7   |
|    | 본동   | 9.7    | 42.9 | 16.5         | 13.4 | 11.1 | 9.7  | 8.8   | 7.4   | 6.4   | 5.7   |
|    | 승촌보  | 0.5    | 43.4 | 16.7         | 13.6 | 11.3 | 9.9  | 8.9   | 7.5   | 6.5   | 5.8   |
|    | 나주   | 4.6    | 48.0 | 18.0         | 14.7 | 12.1 | 10.7 | 9.6   | 8.2   | 7.1   | 6.3   |
|    | 영산포  | 5.3    | 53.3 | 19.4         | 15.9 | 13.2 | 11.6 | 10.5  | 8.9   | 7.8   | 7.0   |
|    | 회진   | 4.5    | 57.8 | 20.7         | 16.9 | 14.1 | 12.4 | 11.2  | 9.6   | 8.4   | 7.5   |
|    | 죽산보  | 5.3    | 63.1 | 22.1         | 18.1 | 15.1 | 13.4 | 12.1  | 10.4  | 9.1   | 8.2   |

〈영산강수계 독농도 농업용저수지방류에 따른 본류까지 도달거리〉

| 수계  | 지구명 | 도명 | 시/군 | 본류까지<br>거리(km) | 평수기<br>(시간) | 홍수기<br>(시간) |
|-----|-----|----|-----|----------------|-------------|-------------|
| 영산강 | 만봉  | 전남 | 나주  | 15             | 26.0        | 9.9         |
| 영산강 | 장치  | 전남 | 화순  | 43             | 74.7        | 28.4        |
| 영산강 | 유탕  | 전남 | 장성  | 39             | 67.7        | 25.8        |
| 영산강 | 백용  | 전남 | 나주  | 7              | 12.2        | 4.6         |
| 영산강 | 대동  | 전남 | 함평  | 20             | 34.7        | 13.2        |
| 영산강 | 금전  | 전남 | 화순  | 28             | 48.6        | 18.5        |
| 영산강 | 왕동  | 광주 | 광산  | 15             | 26.0        | 9.9         |
| 영산강 | 입석  | 전남 | 영암  | 23             | 39.9        | 15.2        |
| 영산강 | 담양호 | 전남 | 담양  | 0              | 0.0         | 0.0         |
| 영산강 | 함동  | 전남 | 장성  | 25             | 43.4        | 16.5        |
| 영산강 | 장성호 | 전남 | 장성  | 38             | 66.0        | 25.1        |
| 영산강 | 나주호 | 전남 | 나주  | 24             | 41.7        | 15.9        |
| 영산강 | 광주호 | 전남 | 담양  | 10             | 17.4        | 6.6         |
| 영산강 | 율치  | 전남 | 영암  | 35             | 60.8        | 23.1        |

## 참고 2 보별 확보가능수량

| 수계  | 다기능보  | 유역<br>면적<br>(km <sup>2</sup> ) | 고정보<br>높이<br>(m) | 계획<br>홍수량<br>(m <sup>3</sup> /s) | 상한<br>수위<br>(EL.m) | 관리수위(①)      |                            | 하한수위(②)      |                            |
|-----|-------|--------------------------------|------------------|----------------------------------|--------------------|--------------|----------------------------|--------------|----------------------------|
|     |       |                                |                  |                                  |                    | 수위<br>(EL.m) | 저수량<br>(백만m <sup>3</sup> ) | 수위<br>(EL.m) | 저수량<br>(백만m <sup>3</sup> ) |
|     | 합계    |                                |                  |                                  |                    |              |                            |              |                            |
| 한강  | 소계    |                                |                  |                                  |                    |              |                            |              |                            |
|     | 강천보   | 10,972                         | 8.00             | 16,070                           | 38.50              | 38.00        | 8.7                        | 35.2         | 2.4                        |
|     | 여주보   | 11,115                         | 8.00             | 16,070                           | 33.50              | 33.00        | 11.3                       | 31.7         | 6.4                        |
|     | 이포보   | 11,803                         | 6.00             | 16,070                           | 28.50              | 28.00        | 14.3                       | 25.3         | 2.8                        |
| 낙동강 | 소계    |                                |                  |                                  |                    |              |                            |              |                            |
|     | 상주보   | 7,407                          | 11.00            | 11,100                           | 47.50              | 47.00        | 27.4                       | 43.6         | 12.4                       |
|     | 낙단보   | 9,221                          | 11.50            | 12,500                           | 40.50              | 40.00        | 34.7                       | 37.4         | 21.0                       |
|     | 구미보   | 9,557                          | 11.00            | 12,500                           | 33.00              | 32.50        | 52.7                       | 22.6         | 2.6                        |
|     | 칠곡보   | 11,040                         | 11.80            | 13,200                           | 26.00              | 25.50        | 75.3                       | 24.5         | 62.0                       |
|     | 강정고령보 | 11,667                         | 11.50            | 13,200                           | 20.00              | 19.50        | 92.3                       | 14.9         | 35.1                       |
|     | 달성보   | 14,248                         | 9.50             | 14,300                           | 14.50              | 14.00        | 58.6                       | 6.6          | 6.6                        |
|     | 창녕합천보 | 15,074                         | 11.50            | 14,600                           | 11.00              | 10.50        | 70.0                       | 2.3          | 5.9                        |
|     | 함안창녕보 | 20,697                         | 10.70            | 16,600                           | 5.50               | 5.00         | 100.9                      | 1.5          | 42.6                       |
| 금강  | 소계    |                                |                  |                                  |                    |              |                            |              |                            |
|     | 세종보   | 6,942                          | 2.84             | 12,795                           | 12.30              | 11.80        | 5.7                        | 8.2          | 0.9                        |
|     | 공주보   | 7,701                          | 7.00             | 12,040                           | 9.25               | 8.75         | 15.5                       | 2.6          | 1.6                        |
|     | 백제보   | 7,976                          | 4.20             | 12,580                           | 4.70               | 4.20         | 24.2                       | 1.0          | 5.7                        |
| 영산강 | 소계    |                                |                  |                                  |                    |              |                            |              |                            |
|     | 승촌보   | 1,327                          | 7.50             | 4,120                            | 8.00               | 7.50         | 9.0                        | 2.5          | 3.0                        |
|     | 죽산보   | 2,359                          | 3.50             | 6,710                            | 4.00               | 3.50         | 25.7                       | 1.5          | 16.2                       |

| 수계  | 다기능보  | 제약수위         |              |              |              | 보 확보가능수량(백만㎥) |       |       | 어도<br>월류언<br>표고<br>(EL.m) |
|-----|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|-------|-------|---------------------------|
|     |       | 양취수장(③)      |              | 어도(④)        |              | ① - ②         | ① - ③ | ① - ④ |                           |
|     |       | 수위<br>(EL.m) | 저수량<br>(백만㎥) | 수위<br>(EL.m) | 저수량<br>(백만㎥) |               |       |       |                           |
|     | 합계    |              |              |              |              | 399.1         | 149.6 | 62.8  |                           |
| 한강  | 소계    |              |              |              |              | 22.7          | 19.6  | 4.0   |                           |
|     | 강천보   | 36.5         | 4.5          | 37.5         | 7.2          | 6.3           | 4.2   | 1.5   | 37.30                     |
|     | 여주보   | 31.8         | 6.7          | 32.7         | 10.1         | 4.9           | 4.6   | 1.2   | 32.40                     |
|     | 이포보   | 25.6         | 3.5          | 27.8         | 13.0         | 11.5          | 10.8  | 1.3   | 27.60                     |
| 낙동강 | 소계    |              |              |              |              | 323.7         | 112.9 | 53.9  |                           |
|     | 상주보   | 45.0         | 17.8         | 46.6         | 25.3         | 15.0          | 9.6   | 2.1   | 46.50                     |
|     | 낙단보   | 39.0         | 28.8         | 39.5         | 31.7         | 13.7          | 5.9   | 3.0   | 39.23                     |
|     | 구미보   | 31.5         | 45.2         | 31.7         | 46.6         | 50.1          | 7.5   | 6.1   | 31.50                     |
|     | 칠곡보   | 25.0         | 67.9         | 25.1         | 69.4         | 13.3          | 7.4   | 5.9   | 25.00                     |
|     | 강정고령보 | 18.0         | 77.6         | 19.0         | 79.9         | 57.2          | 14.7  | 12.4  | 18.80                     |
|     | 달성보   | 11.4         | 34.2         | 13.7         | 55.4         | 52.0          | 24.4  | 3.2   | 13.50                     |
|     | 창녕합천보 | 7.5          | 39.6         | 9.9          | 61.8         | 64.1          | 30.4  | 8.2   | 9.80                      |
|     | 함안창녕보 | 4.4          | 87.9         | 4.4          | 87.9         | 58.3          | 13.0  | 13.0  | 4.00                      |
| 금강  | 소계    |              |              |              |              | 37.2          | 7.6   | 1.4   |                           |
|     | 세종보   | 10.8         | 3.0          | 11.5         | 4.8          | 4.8           | 2.7   | 0.9   | 11.40                     |
|     | 공주보   | 8.5          | 14.4         | 8.7          | 15.3         | 13.9          | 1.1   | 0.2   | 8.60                      |
|     | 백제보   | 3.5          | 20.4         | 4.0          | 23.9         | 18.5          | 3.8   | 0.3   | 3.75                      |
| 영산강 | 소계    |              |              |              |              | 15.5          | 9.5   | 3.5   |                           |
|     | 승촌보   | 6.0          | 6.9          | 7.2          | 8.7          | 6.0           | 2.1   | 0.3   | 7.10                      |
|     | 죽산보   | 2.0          | 18.3         | 2.9          | 22.5         | 9.5           | 7.4   | 3.2   | 2.80                      |

### 참고 3 수질관리단계

〈수질관리단계(수질예보 및 대응조치에 관한 규정('13.6.28, 환경부))〉

| 클로로필- <i>a</i> 예측 농도<br>(mg/m <sup>3</sup> ) \ 남조류 세포수<br>(세포/mL) | 10,000<br>미만 <sup>1)</sup> | 10,000<br>이상       | 50,000<br>이상 | 2×10 <sup>5</sup><br>이상 |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------------|--------------------|--------------|-------------------------|
| 35mg/m <sup>3</sup> 을 초과하고<br>7일 중 4일 이상 유지                       | —                          | 관심단계 <sup>2)</sup> | 주의단계         | 경계단계                    |
| 70mg/m <sup>3</sup> 을 초과하고<br>7일 중 4일 이상 유지                       | 관심단계                       | 주의단계               | 경계단계         | 심각단계                    |
| 105mg/m <sup>3</sup> 을 초과하고<br>7일 중 4일 이상 유지                      | 주의단계                       | 경계단계               | 심각단계         | 심각단계                    |
| 140mg/m <sup>3</sup> 을 초과하고<br>7일 중 4일 이상 유지                      | 경계단계                       | 심각단계               | 심각단계         | 심각단계                    |
| 175mg/m <sup>3</sup> 을 초과하고<br>7일 중 4일 이상 유지                      | 심각단계                       | 심각단계               | 심각단계         | 심각단계                    |

비고)

- 남조류 세포수는 유해남조류인 *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Microcystis*, *Oscillatoria*속 세포수의 합으로 한다.
- 클로로필-*a* 농도가 70mg/m<sup>3</sup>을 초과하여 수질관리 단계 최초 발령 시에는 초과한 날 이후 전반적으로 농도 상승이 예상될 경우 발령한다.
- <sup>1)</sup>남조류 세포수가 10,000 미만일 경우, 수질관리 단계 발령을 위한 클로로필-*a* 농도 기준은 각각 70mg/m<sup>3</sup>, 120mg/m<sup>3</sup>, 160mg/m<sup>3</sup>, 200mg/m<sup>3</sup> 초과 시로 완화한다.
- <sup>2)</sup>남조류 세포수가 10,000 초과 시에는 클로로필-*a* 예측 농도 값과 관계없이 “관심” 단계를 발령한다.

〈하천 조류경보제 발령단계(환경부 수질관리과-425, '13.02.13)〉

| 항 목 \ 단 계                             | 예방 단계  | 경보 단계    |              |
|---------------------------------------|--------|----------|--------------|
|                                       | 출현 알림  | 조류 경보    | 조류 대발생       |
| 클로로필- <i>a</i> 농도(mg/m <sup>3</sup> ) | 15 이상  | 25 이상    | 100 이상       |
| 남조류 세포수(세포/mL)                        | 500 이상 | 5,000 이상 | 1,000,000 이상 |

비고)

- 현행 조류경보제 발령(주의보→경보→대발생)을 예방단계와 경보단계(경보→대발생)로 이원화 운영(예방단계는 취정수장에만 통보하고, 용수 이용에 문제가 발생할 수 있는 경보단계부터 대국민 상황 전파 실시)
- 2회 연속 클로로필-*a* 농도 및 유해 남조류 세포수가 모두 기준 초과시 발령

## 다. 조류경보제 개선 내용

### 추진배경

- '98년부터 조류경보제를 도입·시행하고 있으나, 현행 제도는 호주의 기준을 준용하여 국내 실정에 맞지 않아 효과적인 대응에 한계
- 최근 하천에서 녹조가 발생하고 녹조에 대한 국민 관심이 증대되고 있으므로, 조류경보제 시행지역을 하천으로 확대 필요

### 그간 추진경과

- ① '14. 3. 5 : “조류경보제 개선방향” 간부간담회 보고
  - ☞ 조류전문가 그룹의 전문적 검토를 통해 ‘조류경보제 개선방안’을 마련할 것
- ② '14. 3. 31 : “조류전문가 포럼” 운영계획 수립
  - 조류경보제 운영상 나타난 문제점에 대한 검토연구를 바탕으로 객관적이고 효율적인 개선방안 마련
    - \* 포럼 구성 : 전문가 15명, 연구기관 연구원 6명, 환경부국립환경과학원 조류담당 국과장 등 총 35명으로 구성
- ③ '14. 4. 11 : 「조류관리제도 개선방안 연구」 계약 체결
  - ‘한국물환경학회’와 “조류전문가 포럼 운영을 통한 조류관리제도 개선방안 연구” 계약 체결(4.11~12.31)
- ④ '14. 5. 21 ~ : “조류전문가 포럼” 운영(5.21, 9.19, 11.7, 총 3회 개최)
  - 조류경보제 대상지역 확대, 경보지표 개선, 발령기준 조정, 발령용어 개선, 대국민 조치사항 추가 등 총 5개 개선과제 도출
- ⑤ '14. 12. 5 : “조류경보제 개선방안 대국민 공청회” 개최
  - 공청회 결과 조류경보제 개선방향에는 대부분 동의하였으나, 대상지역 확대와 발령기준 조정과 관련하여 일부 의견 제기
    - \* 조류경보제 대상지역 4대강 본류전체 확대(민간단체), 호소수 주의보기준 추가조정(1천 → 2천cells/mL) 건의(수공)



⑥ '14. 12. 18 : “조류경보제 개선과제” 제출(한국물환경학회 → 환경부)

● 대국민 공청회 결과를 검토·반영한 “조류경보제 개선 최종안” 제출

⑦ '15. 3. 17 ~ 3. 26 : 시행령 개정안 관계부처 협의

⑧ '15. 10. 28 ~ 11. 3 : 입법예고

※ 관계기관 회의결과를 반영하여 재입법예고 실시(1차 입법예고 : '15.4.1.~5.11.)

⑨ '15. 10. 29 : 규제개혁위원회 규제심사

⑩ '15. 11. 9. ~ 11. 23 : 법제처 심사

⑪ '15. 12. 1 : 국무회의 상정·통과

⑫ '15. 12. 10 : 시행령 개정 완료

※ 시행일 : '16.1.1~

## 📌 주요 개정내용

### ① 조류경보제 대상지역 확대

● (현황) 22개의 주요 상수원을 대상으로 조류경보제 시행

- 팔당호·대청호 등 17개소는 환경부장관이 경보발령하고 있으며, 한강·공산지·춘천호 등 5개소는 자치단체장이 경보발령

● (개선안) 최근 하천구간에서 녹조현상이 지속적으로 발생하므로, 호소 이외에 상수원으로 이용되는 하천으로 확대 시행

- 하천 녹조는 먹는 물에 대한 불신과 심미적 불쾌감 유발 등 일상생활과 밀접하게 연관되어 있으므로 체계적인 관리·대응 필요

\* 의암호와 4개 보(강천보, 칠곡보, 강정고령보, 창녕함안보) 구간 추가

### ② 경보지표 및 발령기준 개선

● (현황) 독소·냄새물질에 사전대응하기 위하여 유해남조류 세포수를 관리하고, 전체 조류 관리 목적으로 클로로필-*a* 농도도 함께 관리

- 남조류 세포수는 WHO 먹는물 수질권고기준(Microcystin-LR 1 $\mu$ g/L)을, 클로로필-*a* 농도는 정수처리능력을 고려하여 설정하였으나,

- 지표 간 상관관계가 낮아 녹조 발생 시 효과적인 대응에 한계가 있으며, 국내 출현 남조류의 특성을 반영하기에 미흡
- (개선안) 유해남조류 세포수로 지표를 단일화하고, 국내 출현 남조류의 특성을 고려하여 경보발령 기준을 조정(5천cells/mL→1만cells/mL)
- \* 남조류 세포수는 발령기준을 초과하였으나 클로로필-a 농도가 기준 이내이어서 주의보가 발령되지 않은 사례 발생('14년 낙동강 3개보 기준 12회)

〈 현행 및 개선안의 발령 기준 비교 〉

| 구 분       | 클로로필-a (mg/m³) |     | 남조류 세포수 (cells/mL) |           |
|-----------|----------------|-----|--------------------|-----------|
|           | 현 행            | 개선안 | 현 행                | 개선안       |
| 주의보 (→관심) | 15             | 삭 제 | 500                | 1,000     |
| 경보 (→경계)  | 25             |     | 5,000              | 10,000    |
| 대발생       | 100            |     | 1,000,000          | 1,000,000 |

### ③ 친수용 조류경보제 도입

- (현황) 현재 상수원 보호를 위하여 경보제를 운영하고 있으며, 친수활동 보호 목적의 조류경보제는 미시행
- 친수활동(낚시, 수상레저 등) 시 녹조로 인한 피해를 사전예방하기 위하여 상수원 이외의 구간에 대해서도 경보제 도입 필요
- (개선안) 친수용 구간 조류경보제를 도입·시행할 수 있도록 발령기준, 관계기관 조치 사항 등 관련 규정 마련
- 친수활동 시의 음용량\*을 고려하여 상수원 구간의 기준보다 20배 완화(20,000cells/mL) 하여 관심단계 발령기준 설정
- \* 친수활동 시 인체에서 섭취하는 물의 양이 1일 음용량의 1/20 정도

### ④ 기 타

- (용어) 현행 발령단계 용어(주의보, 경보)는 국민 불안을 과도하게 조성할 우려가 있어 조류발생 상황을 알려주는 용어(관심, 경계)로 변경
- (시행시기) '16. 1. 1일부터 시행

참고 : 1. 조류경보제 개선 총괄표  
2. 조류경보제 대상 호소·하천 지정 고시

## 참고 1 조류경보제 개선 총괄표

| 항 목             |     | 현 행                                              | 개 선(안)                                                    |
|-----------------|-----|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 대상 지역           | 상수  | - 22개 주요 호소<br>(팔당호, 대청호, 주암호, 충주호 등)            | - 좌 동                                                     |
|                 |     | 〈추 가〉                                            | - 1개 호소(의암호 추가)<br>- 4개 보(강천보, 칠곡보, 강정고령보, 창녕함안보)         |
|                 | 친수  | 〈신 설〉                                            | - 환경부장관이 정하여 고시하는 하천·호소                                   |
| 경보지표            |     | - 클로로필- <i>a</i> 농도 + 남조류세포수                     | - 남조류세포수                                                  |
| 단계별<br>발령<br>기준 | 관심  | - Chl.a 15mg/m <sup>3</sup> + 남조류 500 cells/mL   | - 남조류 1,000 cells/mL                                      |
|                 | 경계  | - Chl.a 25mg/m <sup>3</sup> + 남조류 5,000 cells/mL | - 남조류 10,000 cells/mL                                     |
|                 | 대발생 | - Chl.a 100mg/m <sup>3</sup> + 남조류 100만 cells/mL | - 남조류 100만 cells/mL                                       |
| 친수용<br>발령<br>기준 | 관심  | 〈신 설〉                                            | - 남조류 20,000 cells/mL                                     |
|                 | 경계  |                                                  | - 남조류 100,000 cells/mL                                    |
| 발령용어            |     | - 조류주의보 → 조류경보 → 조류대발생                           | - 관심단계 → 경계단계 → 조류대발생                                     |
| 친수 조치사항<br>보완   |     | 〈신 설〉                                            | - (관심) 친수활동, 어패류 어획·식용 자제 권고<br>- (경계) 친수활동, 어패류 어획·식용 금지 |

## 참고 2 조류경보제 대상 하천·호소 지정 고시

환경부고시 제2015-246호

「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」 시행령 제28조에 따라 조류경보제 대상 호소·하천을 아래와 같이 고시한다.

2015. 12. 30.

환 경 부 장 관

### 조류경보제 대상 호소·하천 지정 고시

조류경보제 대상 호소·하천을 다음과 같이 제정한다.

### 조류경보제 대상 호소·하천 지정

#### 1. 상수원 구간

| 호소·하천명 | 소재지          | 경보발령기관  |
|--------|--------------|---------|
| 팔 당 호  | 경기도 남양주시·양평군 | 한강유역환경청 |
| 의 암 호  | 강원 춘천시       | 원주지방환경청 |
| 충 주 호  | 충청북도 충주시·제천시 | 원주지방환경청 |
| 횡 성 호  | 강원도 횡성군      | 원주지방환경청 |
| 광 교 지  | 경기도 수원시 장안구  | 경 기 도   |
| 춘 천 호  | 강원도 춘천시      | 강 원 도   |
| 덕 동 호  | 경상북도 경주시     | 대구지방환경청 |
| 영 천 호  | 경상북도 영천시     | 대구지방환경청 |
| 안 계 호  | 경상북도 경주시     | 대구지방환경청 |

| 호소·하천명        | 소재지                            | 경보발령기관   |
|---------------|--------------------------------|----------|
| 운 문 호         | 경상북도 청도군                       | 대구지방환경청  |
| 남 강 호         | 경상남도 진주시                       | 낙동강유역환경청 |
| 공 산 지         | 대구광역시 동구                       | 대구광역시    |
| 진 전 지         | 경상북도 포항시 남구                    | 경상북도     |
| 사 연 호         | 울산광역시 울주군                      | 낙동강유역환경청 |
| 회 야 호         | 울산광역시 울주군                      | 낙동강유역환경청 |
| 대 청 호         | 충청북도 청주시·보은군, 대전광역시            | 금강유역환경청  |
| 보 령 호         | 충청남도 보령시                       | 금강유역환경청  |
| 용 담 호         | 전라북도 진안군                       | 새만금지방환경청 |
| 주 압 호         | 전라남도 순천시                       | 영산강유역환경청 |
| 탐 진 호         | 전라남도 장흥군                       | 영산강유역환경청 |
| 동 북 호         | 전라남도 화순군                       | 영산강유역환경청 |
| 옥 정 호         | 전라북도 임실군                       | 새만금지방환경청 |
| 한강(강동대교~잠실대교) | 서울특별시 강동구·광진구·송파구,<br>경기도 남양주시 | 서울특별시    |
| 한강(강천)        | 경기도 여주시                        | 한강유역환경청  |
| 낙동강(칠곡)       | 경상북도 구미시                       | 대구지방환경청  |
| 낙동강(강정·고령)    | 대구광역시 달성군                      | 대구지방환경청  |
| 낙동강(창녕·함안)    | 경상남도 창녕군                       | 낙동강유역환경청 |

## 2. 친수활동 구간

| 호소·하천명        | 소재지               | 경보발령기관 |
|---------------|-------------------|--------|
| 한강(잠실대교~행주대교) | 서울특별시 송파구~경기도 고양시 | 서울특별시  |

## 부 칙

이 고시는 2016년 1월 1일부터 시행한다.

< 관련 홈페이지 >

◎ 환경부 : [www.me.go.kr](http://www.me.go.kr)

◎ 국립환경과학원 물환경정보시스템 : [water.nier.go.kr](http://water.nier.go.kr)

- 수질측정자료 공개, 조류정보방(조류 측정자료, 조류경보 등 자료)

◎ 실시간 수질정보 시스템 : [www.koreawqi.go.kr](http://www.koreawqi.go.kr)

- 실시간 수질측정 데이터 확인

◎ 물사랑 홈페이지 : [www.ilovewater.or.kr](http://www.ilovewater.or.kr)

- 수돗물 안심확인제 소개, 지역별 수돗물 관리기관 정보 등

◎ 기상청 : [www.kma.go.kr](http://www.kma.go.kr)

- 전국 기상상황, 일기예보(단기, 중장기)

◎ 한국수자원공사 : [www.kwater.or.kr](http://www.kwater.or.kr)

- 전국 댐·보 저수율, 방류량 등 정보

이 책에 활용된 데이터는 위 홈페이지에서 조회가 가능하며, 더 많은 정보를 얻을 수 있습니다.

## ◆ 만든 사람들 ◆

### ▶ 총 괄

환경부 수질관리과 과 장 조 석 훈  
환경부 수질관리과 사무관 김 마 루  
환경부 수질관리과 주무관 이 창 언  
국립환경과학원 물환경평가연구과 연구관 민 중 혁  
국립환경과학원 물환경평가연구과 연구사 박 수 영  
국립환경과학원 유역생태연구팀 연구사 신 유 나

### ▶ 한강 수계

국립환경과학원 한강물환경연구소 연구사 임 중 권  
한강유역환경청 수생태관리과 주무관 임 중 욱

### ▶ 낙동강 수계

국립환경과학원 낙동강물환경연구소 연구사 이 혜 진  
낙동강유역환경청 수생태관리과 주무관 양 성 훈  
대구지방환경청 수질관리과 주무관 신 재 성

### ▶ 금강 수계

국립환경과학원 금강물환경연구소 연구사 이 재 정  
금강유역환경청 수생태관리과 주무관 손 동 석

### ▶ 영산강 수계

국립환경과학원 영산강물환경연구소 연구사 박 종 환  
영산강유역환경청 수생태관리과 주무관 임 형 준

---

## 2016년 조류(녹조)발생과 대응 연차보고서

---

▶ 발 행 일 : 2017년 5월

▶ 발 행 인 : 환경부 조 경 규

▶ 발 행 처 : (우)30103 세종특별자치시 도움6로 11 정부세종청사

---

\* 이 책의 무단 전재와 무단 복제를 금합니다.

---