제2장 기본현황조사

2.1 인문·산업·경제조사

2.2 자원조사

2.3 기후 및 기상조사

2.4 수문특성조사

2.5 지하수특성조사

2.6 유역특성조사

2.7 수면증발량조사

2장 기본현황조사 항목 및 자료 기간

조 사 항 목					조사 주기	자료 기간
유형	조사 구분	조사항목		세부항목		
기본 현황 조사	문헌 / 통계 조사	인문산업경제조사	행정 구역	행정구역현황	1년	1963 ~ 2014
			인구	주민등록인구	1년	2006 ~ 2014
				유역별인구(주민등록, 총조사)	1년	2006 ~ 2014
		자원조사	토지	토지지목별현황	1년	1991 ~ 2014
			하천 골재	하천골재 채취현황, 예정지현황	1년	채취현황 : 1997 ~ 2014 예정지현황 : 2014
		기후기상		측후소제원(이력포함), 기상요소	1년	관측소현황: 1910 ~ 2014 권역별기상: 2009 ~ 2014 연도별기상: 1974 ~ 2014
		수문특성		일유출(실측유량, 수위~유량식), 유황	1년	2007 ~ 2014
				일유출(자연유량, 유출모형), 유황	1년	2007 ~ 2014
				홍수유출특성	1년	2004 ~ 2014
				유역면적평균강우	1년	1966 ~ 2014
				유사량 특성	1년	2014(당해연도)
				증발산량 특성	1년	2014(당해연도)
		지하수특성		생활·공업·농업용 지하수이용량	1년	2007 ~ 2014
				충적(7요소), 암반(11개요소) 수리특성	1년	2009 ~ 2014
				수질특성	1년	2014(당해연도)
	현장 조사	유역특성	하상 특성	하상재료조사, 유사입경분포	1년	2015(현장조사)
			하도 특성	여울, 소, 사주, 수제, 저수로특성, 고수로특성	1년	2014(당해연도)
				평면조사, 사행특성조사, 종횡단조사	1년	2014(당해연도)
				조도계수, 도달시간	1년	2014(당해연도)
		수면증발		수면증발량	1년	2015(현장조사)

제2장 기본현황조사

기본현황조사에서는 유역 전반에 대한 자료를 수집하고, 이를 정리·검토하여 각종 계획 수립 시 용수이용량 및 수요·공급량 등을 산정할 수 있도록 기초자료를 제공하는데 본 조사의 목적이 있다.

금회 기본현황조사는 크게 인문·산업·경제조사, 자원조사, 기후 및 기상조사, 지하수특성조사, 수문특성, 지하수특성, 유역특성, 수면증발량으로 구성되며, 세부 조사항목은 다음 〈표 2.1-1〉과 같다.

<표 2.1-1> 기본현황조사 조사항목

조 사 항 목			
유형	조사항목		세부항목
기본 현황	인문·산업·경제 조사	행정구역	행정구역현황
		인구	주민등록인구
			유역별인구(주민등록, 총조사)
	자원조사	토지	토지지목별현황
		하천골재	하천골재 채취현황, 예정지현황
	기후기상		측후소제원(이력포함), 기상요소
	수문특성		일유출(실측유량, 수위~유량식), 유황
			일유출(자연유량, 유출모형), 유황
			홍수유출특성
			유역면적평균강우
			유사량 특성
			증발산량 특성
	지하수특성		생활, 공업, 농업용 지하수이용량
			충적(7요소), 암반(11개 요소) 수리특성
			수질특성
	유역특성	하상 특성	하상재료조사, 유사입경분포
		하도 특성	여울, 소, 사주, 수제, 저수로특성, 고수로특성
			평면조사, 사행특성조사, 종횡단조사
			조도계수, 도달시간
	수면증발량		수면증발량

2.1 인문·산업·경제조사

2.1.1 조사개요

가. 조사목적

인문·산업·경제조사에서는 유역 전반에 대한 자료를 수집하고, 이를 정리·검토하여 각종 계획 수립 시 필요한 유역별 인문에 관한 기초자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

인문·산업·경제조사는 수자원과 관련된 기초항목인 행정구역 현황조사, 행정-유역변환비, 기준연도 행정구역 변환비, 주민등록인구(행정구역별, 유역별)조사로 구성된다.

〈표 2.1-2〉는 인구와 수자원부문의 상관성에 대하여 나타낸 것이다.

<표 2.1-2> 인구조사와 수자원부문 상관성

구 분	이수부문	치수부문	환경부문
인 구	- 일반적으로 인구증가시 수요 증가, 인구감소시 수요 감소 - 생활용수 이용량 및 수요량 산정시 기초자료로 활용 - 용수 전체 수요량에 가장 영향이 큼	- 인구증가시 홍수피해 잠재력 증가 - 치수경제성 분석시 홍수조절편익산정에 영향이 큼	- 일반적으로 인구증가시 환경오염 증가, 인구감소시 환경오염 감소 - 점오염원 분석시 기초자료로서 이용

나. 조사내용 및 방법

〈표 2.1-3〉은 금번 조사대상인 행정구역현황 및 인구조사 방법을 요약하였다.

<표 2.1-3> 인문·산업·경제조사 조사방법

구 분	조 사 방 법
행정구역현황	지방자체단체 웹사이트, 행정표준코드관리시스템을 조사하였으며, 2014년도년의 행정구역을 기준으로 전국유역조사 성과자료를 활용하여 과거 행정구역 변천과정을 정리
인구 현황	통계청, 행정자치부 주민등록인구 자료를 이용하여 행정구역별 및 유역별 인구분포와 변화 특성 등을 조사하여 정리

1) 행정구역 조사

행정구역 조사는 과거에 『한국행정구역총람(한국행정문화원)』 자료를 이용하였으나, 한국행정구역총람이 절판(2002년)되어 지방자치단체 웹사이트, 행정표준코드관리시스템(행정자치부)를 통해 조사 되었으며, 행정자치부에서 발간하는 지방자치단체 행정구역 및 인구현황 자료를 이용하여 2014년의 행정구역을 조사하였다. 2014년 행정구역은 특별시 1개, 광역시 6개, 특별자치시 1개, 도 8개, 특별자치도 1개로 구성되어 있다. 2014년 특이사항은 충청북도 청주시와 청원군이 청주시로 통합한 것이다.

<표 2.1-4> 행정구역별 공간적 범위

행정구역	시·군·구	읍·면·동	행정구역	시·군·구	읍·면·동
전 국	226(↓1)	3,496(↑8)	경기도	31	554(↑4)
서울특별시	25	423	강원도	18	193
부산광역시	16	210	충청북도	11(↓1)	153
대구광역시	8	139	충청남도	15	207
인천광역시	10	148(↑1)	전라북도	14	241
광주광역시	5	95	전라남도	22	297(↑1)
대전광역시	5	78	경상북도	23	332(↑1)
울산광역시	5	56	경상남도	18	315
세종특별자치시	0	12(↑1)	제주특별자치도	0	43

〔주〕 ① 비자치구(일반시에 소속된 구)는 제외한 수치임
② 괄호( )안의 표시는 전년대비 행정구역의 증감을 나타낸 것
③ 2015.1.1 기준 행정구역 현황 중 2015.1.1 변경사항 제외
④ 2014년 7월 1일 충청북도 청주시와 청원군 통합
〔출처〕 지방자치단체 행정구역 및 인구현황(행정자치부, 2015.1.1.)

2) 주민등록상 현재 인구 및 과거 인구추이 조사

인구조사는 통계청 주민등록인구와 행정자치부 자료를 이용하여 행정구역별 인구를 조사한 후, 이를 토대로 GIS tool을 이용하여 표준유역으로 변환하는 작업을 수행하였다. 유역으로의 변환방법은 통계청의 집계구와 건물지도를 이용하여 산정한 행정-유역변환비(인구비)를 이용하여 계산하였다. 인구조사의 최소행정구역 단위는 읍·면·동이며, 유역의 최소단위는 수자원단위지도상의 표준유역을 기준으로 하였다. 연도별 인구 변천과정은 유역조사 성과를 이용하여 최근 인구 추이를 조사하였다.

2.1.2 행정구역 현황

우리나라의 행정구역은 행정구역 규모에 따라 특별시, 광역시, 도, 특별자치도, 시, 군, 구, 읍, 면, 동, 리로 구획되어 있다. 동은 법정동과 행정동으로 구분된다. 법정동은 대한민국 전통적인 지역 이름으로 법률로 지정된 행정구역이다. 공부(公簿)상의 법정동처럼 자연마을을 바탕으로 하였거나 오랜 전통을 지닌 동과는 달리, 행정관청이 관할구역의 넓

이보다는 주로 인구의 증감에 따라 인구가 많은 하나의 법정동에 여러 행정동을 설정하여 행정을 관할하며, 행정동은 동사무소를 단위로 하는 행정구역이라고 할 수 있다.

본 조사에서는 행정동을 기준으로 2014년 행정구역 현황을 조사하였다. 〈표 2.1-5〉는 행정구역 변경연표를 나타낸 것이며, 〈표 2.1-6〉은 2014년 기준의 행정구역 현황을 나타낸 것이다.

2014년 행정구역은 특별시 1개, 광역시 6개, 특별자치시 1개, 도 8개, 특별자치도 1개, 시 75개, 군 82개, 구 69개, 읍 218개, 면 1,195개, 동 2,083개로 구성된다. 전년도에 비해 군은 1개소 감소하였으며, 이는 청원군이 청주시와 통합되었기 때문이다.

1960년부터 1998년까지 인구증가와 더불어 광역시는 꾸준히 증가하였고 1990년을 기점으로 도·농 통합으로 군이 137개에서 98개로 대폭 축소되었다. 이후 도, 특별시, 광역시에는 변함이 없었으나, 군·읍·면에 행정구역 통폐합 등으로 인하여 소폭의 변화가 발생하였다.

<표 2.1-5> 우리나라 행정구역의 변경연표

연 도	특별시	광역시	도	시	군	구	읍	면	동
1960	1	-	9	26	140	15	85	1,407	-
1975	1	1	9	33	138	30	122	1,346	-
1980	1	1	9	38	139	41	204	1,256	-
1985	1	3	9	46	139	44	200	1,255	-
1990	1	5	9	67	137	67	183	1,258	2,104
1995	1	5	9	67	98	88	193	1,240	2,317
2000	1	6	9	74	89	90	200	1,223	2,089
2005	1	6	9	77	88	91	209	1,208	2,168
2008	1	6	8 (특별자치도1)	75 (행정시2)	86	69 (일반구28)	211	1,205	2,071
2009	1	6	8 (특별자치도1)	75 (행정시2)	86	69 (일반구28)	214	1,202	2,058
2010	1	6	8 (특별자치도1)	73 (행정시2)	86	69 (일반구33)	215	1,201	2,061
2011	1	6	8 (특별자치도1)	74 (행정시2)	85	69 (일반구33)	216	1,198	2,068
2012	1	6 (특별자치시1)	8 (특별자치도1)	75 (행정시2)	84	69 (일반구33)	216	1,198	2,068
2013	1	6 (특별자치시1)	8 (특별자치도1)	75 (행정시2)	83	69 (일반구33)	216	1,196	2,076
2014	1	6 (특별자치시1)	8 (특별자치도1)	75 (행정시2)	82	69 (일반구35)	218	1,195	2,083

〔주〕 ① 북한지역 제외
② 2006년 7월 1일부터 제주도 제주특별자치도로 출범
③ 2010년 7월 1일 경상남도 마산시, 진해시 및 창원시 통합
④ 2012년 1월 1일 당진군에서 당진시로 승격, 7월 1일 충청남도 연기군 폐지, 세종특별자치시 출범
⑤ 2013년 9월 23일 여주군에서 여주시로 승격
⑥ 2014년 7월 1일 충청북도 청주시와 청원군 통합
〔출처〕 지방자치단체 행정구역 및 인구현황(행정자치부, 2015. 1. 1현재)

<표 2.1-6> 우리나라 행정구역 현황

구 분	시·군·구				읍·면·동			
	계	시	군	구	계	읍	면	동
전 국	226(37)	75(2)	82	69(35)	3,496	218	1,195	2,083
특별, 광역시 계	74	-	5	69	1,161	11	45	1,105
서울특별시	25	-	-	25	423	-	-	423
부산광역시	16	-	1	15	210	2	3	205
대구광역시	8	-	1	7	139	3	6	130
인천광역시	10	-	2	8	148	1	19	128
광주광역시	5	-	-	5	95	-	-	95
대전광역시	5	-	-	5	78	-	-	78
울산광역시	5	-	1	4	56	4	8	44
세종특별자치시	-	-	-	-	12	1	9	2
도 계	152(37)	75(2)	77	(35)	2,335	207	1,150	978
경기도	31(20)	28	3	(20)	554	33	108	413
강원도	18	7	11	-	193	24	95	74
충청북도	11(2)	3	8	(4)	153	15	87	51
충청남도	15(2)	8	7	(2)	207	24	137	46
전라북도	14(2)	6	8	(2)	241	14	145	82
전라남도	22	5	17	-	297	33	196	68
경상북도	23(2)	10	13	(2)	332	36	202	94
경상남도	18(5)	8	10	(5)	315	21	175	119
제주특별자치도	(2)	(2)	-	-	43	7	5	31

〔주〕 ① 북한지역 제외
② 경기도, 충청남·북도, 전라북도, 경상남·북도의 ( )는 비자치구(행정구)
③ 제주특별자치도의 ( )는 비자치 행정시로 집계에서 제외
〔출처〕 지방자치단체 행정구역 및 인구현황(행정자치부, 2015. 1. 1 현재)

2.1.3 주민등록인구

가. 행정구역별 인구

주민등록인구는 서류상 등록되어 있는 인구를 말하며 통상적으로 매년 12월 31일을 기준으로 집계한다. 〈표 2.1-7〉은 최근 9년간 행정구역별 주민등록인구 추이를 나타낸 것으로 지속적으로 인구가 증가하는 추세에 있으며, 유역 내 인구현황을 살펴보면 2014년 말 전체 주민등록 인구는 5,133만명으로 조사되었다. 이 중 24.07%인 1,236만명이 경기도에 분포하고 있는 것으로 조사되어 가장 많은 비율을 차지하였으며, 그 다음으로는 서울특별시 1,010만명, 부산광역시 352만명의 주민등록인구가 분포하는 것으로 나타났다. 전년 대비 가장 높은 인구증가율을 보이는 곳은 세종특별자치시로 27.8%의 증가를 보였고, 다음으로 제주특별자치도와 경기도가 각각 2.28%와 1.00%의 증가율을 보였다. 반면, 전년 대비 인구가 감소한 곳은 서울특별시(0.39%), 부산광역시(0.23%), 대구광역시(0.33%), 대전광역시(0.06%), 전라남도(0.07%), 전라북도(0.07%)로 나타났다. 2014년 말 주민등록인구 분포 현황은 〈그림 2.1-1〉과 같다. 유역 외 인구라 함은 수자원단위지도상 포함되지 않는 인천 옹진군 백령면, 대청면, 전남 여수시 삼산면, 전남 신안군 흑산면이며, 유역별 인구 산정 시 주민등록인구에서 4개면의 인구를 제외하여 산정한다.

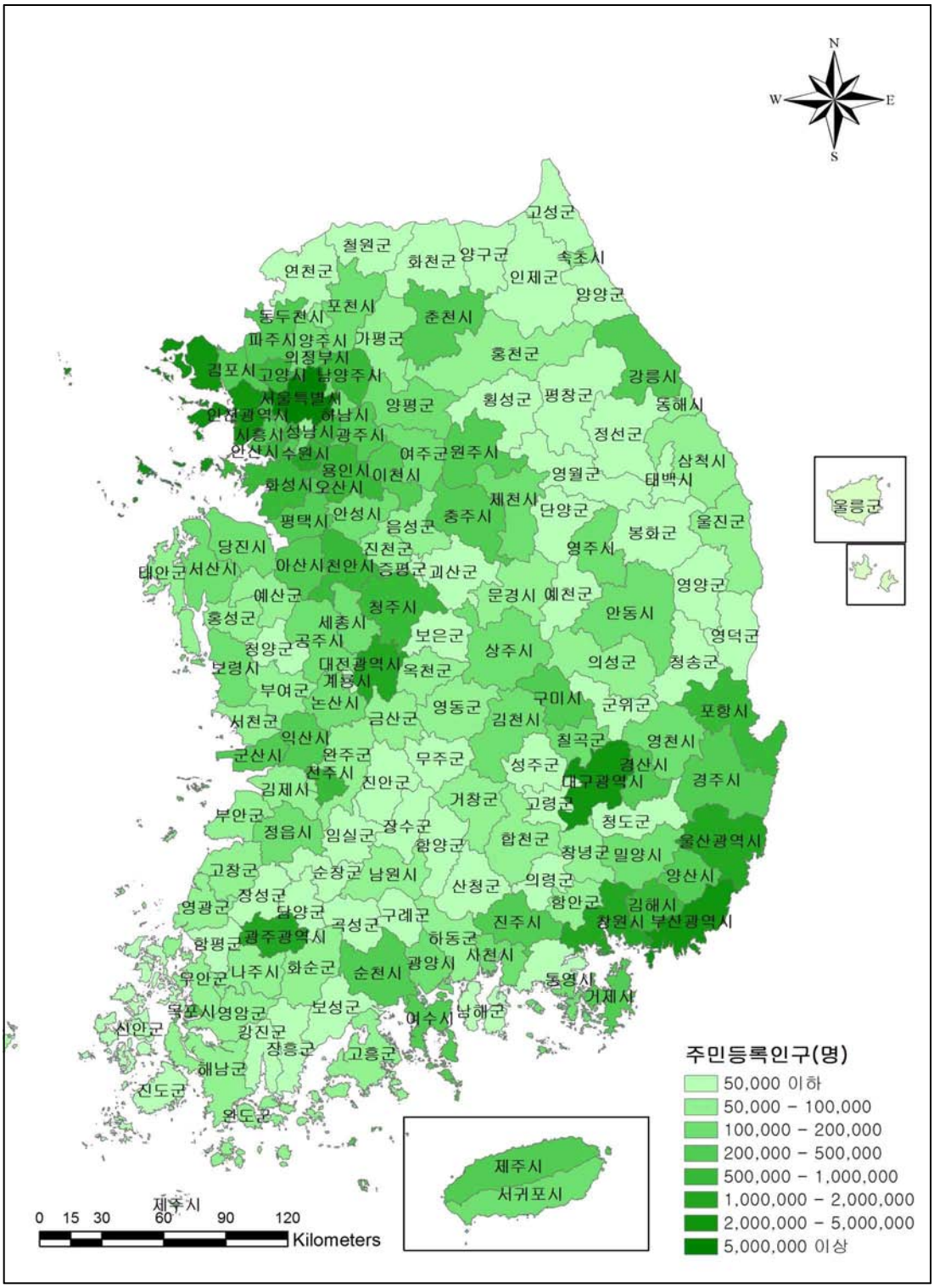
<표 2.1-7> 행정구역별 거주인구 추이(2006~2014)

(단위 : 명)

행정구역	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년
전 국	48,978,272	49,255,339	49,526,708	49,759,365	50,501,696	50,734,284	50,948,272	51,141,463	51,327,916
서울특별시	10,181,166	10,192,710	10,200,827	10,208,302	10,312,545	10,249,679	10,195,318	10,143,645	10,103,233
부산광역시	3,611,992	3,587,439	3,564,577	3,543,030	3,567,910	3,550,963	3,538,484	3,527,635	3,519,401
대구광역시	2,496,115	2,493,261	2,492,724	2,489,781	2,511,676	2,507,271	2,505,644	2,501,588	2,493,264
인천광역시	2,618,199	2,658,273	2,686,349	2,704,045	2,751,720	2,801,274	2,843,981	2,879,782	2,902,608
광주광역시	1,407,798	1,413,444	1,422,702	1,433,640	1,454,636	1,463,464	1,469,216	1,472,910	1,475,884
대전광역시	1,466,158	1,475,659	1,480,895	1,484,180	1,503,664	1,515,603	1,524,583	1,532,811	1,531,809
울산광역시	1,092,494	1,099,995	1,112,407	1,114,866	1,126,298	1,135,494	1,147,256	1,156,480	1,166,377
세종특별자치시	-	-	-	-	-	-	113,117	122,153	156,125
경기도	10,906,033	11,106,211	11,292,264	11,460,610	11,786,622	11,937,415	12,093,299	12,234,630	12,357,830
강원도	1,505,420	1,503,806	1,508,575	1,512,870	1,529,818	1,536,448	1,538,630	1,542,263	1,544,442
충청북도	1,494,559	1,506,608	1,519,587	1,527,478	1,549,528	1,562,903	1,565,628	1,572,732	1,578,933
충청남도	1,974,433	1,995,531	2,018,537	2,037,582	2,075,514	2,101,284	2,028,777	2,047,631	2,062,273
전라북도	1,868,365	1,862,277	1,855,772	1,854,508	1,868,963	1,874,031	1,873,341	1,872,965	1,871,560
전라남도	1,935,610	1,922,550	1,911,688	1,905,758	1,911,091	1,914,339	1,909,618	1,907,172	1,905,780
경상북도	2,688,577	2,681,364	2,673,931	2,669,876	2,689,920	2,699,195	2,698,353	2,699,440	2,700,794
경상남도	3,172,857	3,196,953	3,225,255	3,250,176	3,290,536	3,308,765	3,319,314	3,333,820	3,350,257
제주특별자치도	558,496	559,258	560,618	562,663	571,255	576,156	583,713	593,806	607,346

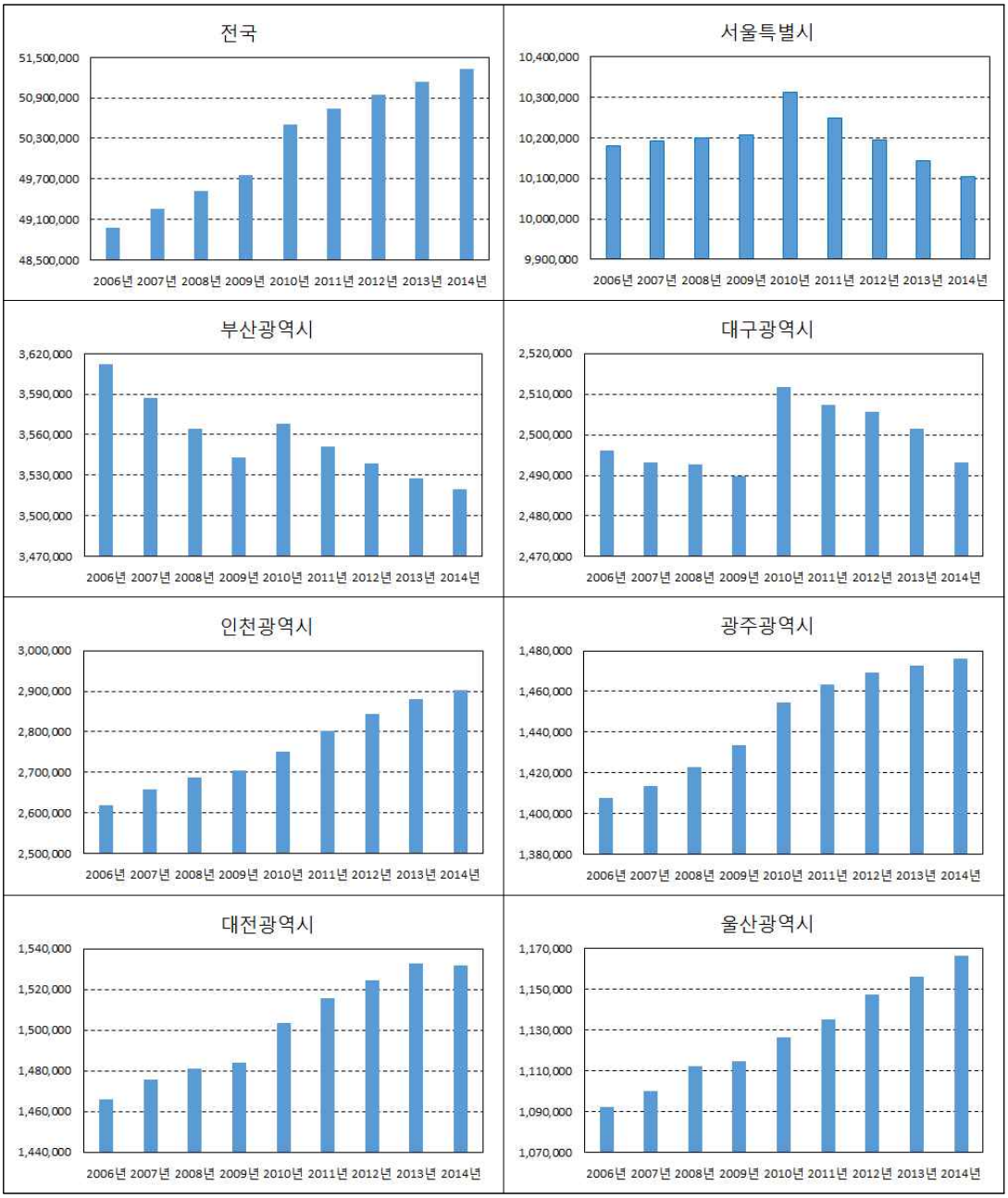
〔주〕 ① 유역 외 인구포함 : 인천 옹진군 백령면, 대청면 , 전남 여수시 삼산면, 전남 신안군 흑산면의 행정구역은 수자원단위지도에 포함이 되지 않는 지역으로 이 구역의 인구를 유역외 인구라 함
② 2014년도 유역 외 인구 : 인천 옹진군 백령면 5,393명, 대청면 1,642명, 전남 여수시 삼산면 2,494명, 전남 신안군 흑산면 4,396명

〔출처〕 2007년 이전통계 : KOSIS국가통계포털(http://www.kosis.kr)
2008년 이후통계 : 행정자치부 주민등록 인구통계
(http://rcps.egov.go.kr:8081/jsp/stat/ppl_stat_jf.jsp)



<그림 2.1-1> 행정구역별 인구분포(2014년)

〈그림 2.1-2〉는 행정구역별 주민등록인구 변화를 나타낸 것으로 서울특별시의 인구는 2006년 이후 계속해서 증가하다가 2010년을 기점으로 계속해서 감소하는 추세이다. 부산광역시와 대구광역시는 2006년 이후 감소하다가 2010년 다시 인구가 증가하였으며, 2010년 이후 다시 감소하는 것으로 조사되었다. 인천광역시, 광주광역시, 울산광역시, 경기도, 강원도, 충청북도, 경상남도, 제주특별자치도는 계속해서 인구가 증가하는 것으로 나타났으며, 그 외 지역은 증가와 감소를 반복하고 있는 것으로 나타났다.



<그림 2.1-2> 연도별 인구변화



<그림 2.1-2> 연도별 인구변화(계속)

나. 성별 및 연령별 인구

〈표 2.1-8〉은 행정구역별 남녀의 인구수(유역 외 인구포함)를 나타낸 것으로 총 인구 51,327,916명 중 남자인구수가 25,669,296명으로 여자인구 25,648,620명보다 10,676명 많은 것으로 나타났다. 남자보다 여성의 인구수가 많은 곳은 서울특별시, 부산광역시, 대구광역시, 광주광역시, 전라남북도로 나타났고 그 외 지역은 남자의 비율이 더 높게 나타났다. 또한 남녀 비율이 차이가 가장 높은 지역은 울산광역시로 나타났다.

<표 2.1-8> 성별에 따른 행정구역별 인구현황(2014)

행정구역	총 인구(명)	남자 인구(명)	여자 인구(명)	남여 비율
전국	51,327,916	25,669,296	25,658,620	1.00
서울특별시	10,103,233	4,979,768	5,123,465	0.97
부산광역시	3,519,401	1,740,417	1,778,984	0.98
대구광역시	2,493,264	1,241,119	1,252,145	0.99
인천광역시	2,902,608	1,459,074	1,443,534	1.01
광주광역시	1,475,884	731,339	744,545	0.98
대전광역시	1,531,809	766,497	765,312	1.00
울산광역시	1,166,377	600,904	565,473	1.06
세종특별자치시	156,125	78,862	77,263	1.02
경기도	12,357,830	6,219,813	6,138,017	1.01
강원도	1,544,442	778,007	766,435	1.02
충청북도	1,578,933	796,141	782,792	1.02
충청남도	2,062,273	1,045,892	1,016,381	1.03
전라북도	1,871,560	931,536	940,024	0.99
전라남도	1,905,780	951,975	953,805	1.00
경상북도	2,700,794	1,356,182	1,344,612	1.01
경상남도	3,350,257	1,687,114	1,663,143	1.01
제주특별자치도	607,346	304,656	302,690	1.01

〔주〕 ① 유역 외 인구포함 : 인천 옹진군 백령면, 대청면 , 전남 여수시 삼산면, 전남 신안군 흑산면의 행정구역은 수자원단위지도에 포함이 되지 않는 지역으로 이 구역의 인구를 유역외 인구라 함

② 2014년도 유역 외 인구 : 인천 옹진군 백령면 5,393명, 대청면 1,642명, 전남 여수시 삼산면 2,494명, 전남 신안군 흑산면 4,396명

〔출처〕 KOSIS국가통계포털(http://www.kosis.kr)

〈표 2.1-9〉는 행정구역별 연령에 따른 인구수를 나타낸 것으로 총 인구는 40~49세에 8,930,216명으로 가장 많은 인구가 분포한 것으로 나타났다. 그 다음으로 인구가 많이 분포된 연령은 50~59세에 8,216,161명, 30~39세에 7,811,847명의 순으로 나타났다. 연령별 인구수는 60~69세부터 급격히 감소하는 것으로 나타났으며, 90~99세에는 155,509명, 100세 이상은 15,006명으로 나타났다.

<표 2.1-9> 연령에 따른 행정구역별 인구현황(2014)

행정구역	0-9세	10-19세	20-29세	30-39세	40-49세	50-59세	60-69세	70-79세	80-89세	90-99세	100+
전국	4,591,374	5,988,904	6,642,044	7,811,847	8,930,216	8,216,161	4,706,108	3,146,604	1,124,143	155,509	15,006
서울특별시	793,992	1,044,513	1,457,951	1,713,666	1,729,469	1,604,160	980,220	568,848	177,339	28,404	4,671
부산광역시	263,767	366,769	456,897	504,816	576,487	630,397	401,805	235,574	72,728	8,754	1,407
대구광역시	208,524	307,096	323,936	353,237	446,088	415,681	235,408	148,568	48,605	5,620	501
인천광역시	270,156	339,868	398,391	461,260	521,070	482,300	232,989	138,554	49,951	7,451	618
광주광역시	145,156	207,671	197,540	227,820	260,090	212,836	119,644	74,942	26,232	3,653	300
대전광역시	148,662	196,196	210,031	237,696	271,600	237,648	124,378	74,926	26,713	3,699	260
울산광역시	114,860	148,060	156,137	182,664	216,238	196,210	90,542	44,785	14,847	1,906	128
세종 특별자치시	19,524	17,155	17,532	27,648	26,757	20,781	12,369	9,688	4,081	556	34
경기도	1,243,973	1,533,881	1,608,430	1,991,551	2,303,367	1,896,033	936,958	599,700	210,845	30,333	2,759
강원도	124,511	178,979	181,760	194,502	252,750	267,736	160,635	130,099	45,895	7,021	554
충청북도	142,815	188,890	194,013	220,756	265,726	255,182	146,731	115,403	43,469	5,548	400
충청남도	196,099	237,378	242,365	300,806	333,778	313,612	196,659	163,686	68,455	8,814	621
전라북도	161,307	228,459	217,542	239,288	303,136	293,042	198,061	157,179	64,428	8,515	603
전라남도	157,224	220,929	204,149	228,077	296,355	304,092	214,646	192,592	76,455	10,560	701
경상북도	222,679	291,169	312,801	356,199	433,992	451,711	292,417	235,172	92,195	11,767	692
경상남도	316,462	402,689	391,686	486,893	585,426	542,595	309,526	218,473	86,183	9,768	556
제주 특별자치도	61,663	79,202	70,883	84,968	107,887	92,145	53,120	38,415	15,722	3,140	201

〔주〕 음영표시는 연령에 따른 행정구역별 최대 인구수
〔출처〕 KOSIS국가통계포털(http://www.kosis.kr)

2.1.4 유역별 인구

전유역의 인구는 51,313,991천명이며, 이 중에서 약 53.6%인 27,485천명이 한강권역에 분포하고 있다. 낙동강권역은 전체인구의 약 25.8%인 13,237천명이며, 금강권역은 6,360천명으로서 12.4%, 섬진강권역은 1,186천명으로 2.3%, 영산강권역은 2,434천명으로 4.8%, 제주도는 607천명으로 1.2%이다. 한강권역은 2006년에 비하여 6.6%가 증가하였으며, 같은 기간 낙동강권역은 1.2%가 증가하였으며, 금강권역은 6.8%가 증가, 섬진강권역은 2.2% 감소, 영산강권역은 1.9% 증가, 제주도는 8.7%가 증가하였다.

〈표 2.1-10〉과 〈그림 2.1-3〉은 유역별 인구변화를 나타낸 것이고, 〈그림 2.1-4〉는 중권역별 인구분포를 나타낸 것이다. 중권역별 인구현황은 부록에 수록하였다.

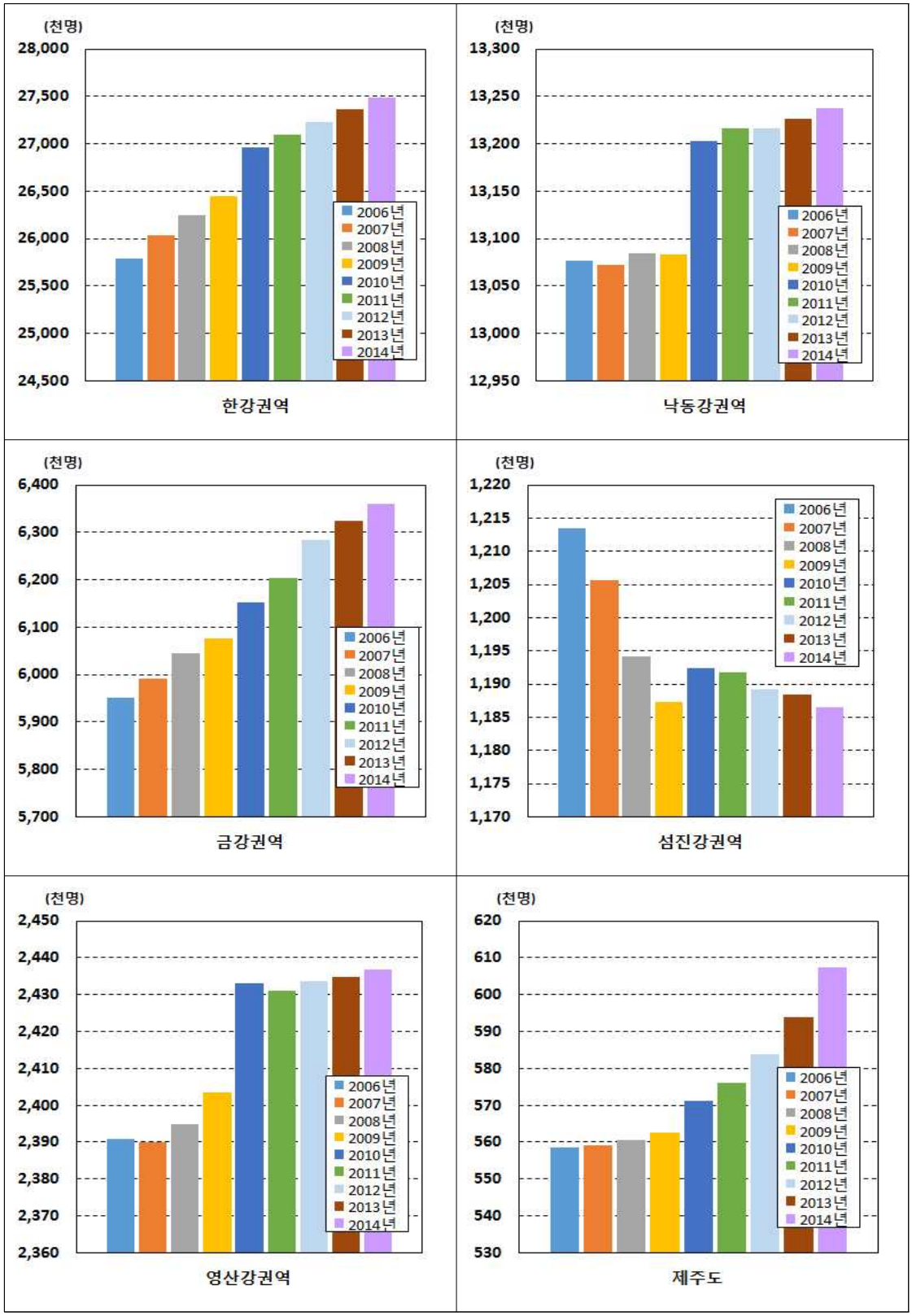
<표 2.1-10> 유역별 인구변화(2006~2014)

(단위 : 명)

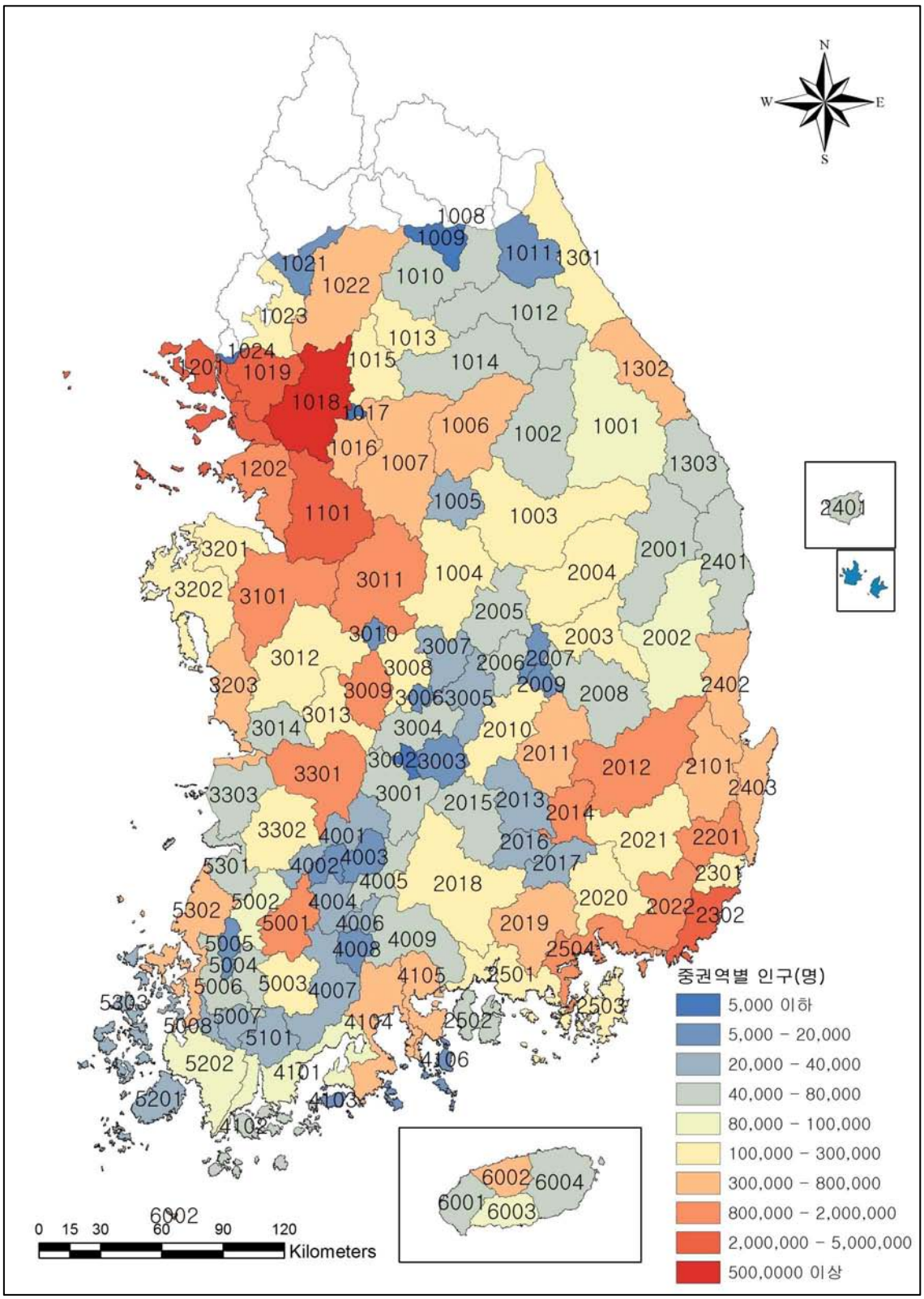
유 역	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년	2012년	2013년	2014년
전 국	48,978,272	49,255,339	49,526,708	49,759,365	50,515,666	50,720,279	50,934,012	51,127,074	51,313,991
한강권역	25,786,448	26,037,130	26,247,585	26,444,914	26,964,377	27,101,128	27,227,793	27,359,771	27,485,064
10(한강)	19,911,777	20,022,248	20,194,653	20,291,100	20,681,829	20,724,822	20,773,245	20,814,841	20,840,203
11(안성천)	2,345,673	2,431,107	2,471,222	2,534,780	2,570,061	2,620,639	2,667,881	2,727,701	2,797,383
12(한강서해)	2,994,551	3,054,382	3,056,785	3,095,288	3,187,119	3,230,998	3,263,818	3,293,858	3,327,320
13(한강동해)	534,447	529,393	524,925	523,746	525,369	524,669	522,850	523,371	520,158
낙동강권역	13,077,094	13,072,551	13,084,778	13,083,768	13,203,295	13,216,511	13,216,669	13,226,429	13,237,685
20(낙동강)	6,583,998	6,575,013	6,584,509	6,583,345	6,631,829	6,648,725	6,627,804	6,632,976	6,640,663
21(형산강)	380,037	380,632	379,410	377,034	378,354	376,243	373,562	372,023	369,533
22(태화강)	796,461	808,589	833,852	839,170	837,047	842,586	867,599	873,206	882,295
23(회야·수영)	3,078,832	3,068,971	3,043,558	3,027,984	3,066,153	3,058,898	3,045,835	3,041,866	3,038,291
24(낙동강동해)	697,882	688,407	679,072	677,002	681,294	685,226	687,806	692,115	690,710
25(낙동강남해)	1,539,884	1,549,937	1,564,376	1,579,232	1,608,617	1,604,833	1,614,064	1,614,243	1,616,193
금강권역	5,952,048	5,990,592	6,044,594	6,077,126	6,151,340	6,203,610	6,282,930	6,323,711	6,360,513
30(금강)	3,202,801	3,220,960	3,222,483	3,230,185	3,274,749	3,299,659	3,320,856	3,341,940	3,374,894
31(삽교천)	732,964	747,563	795,294	814,582	824,547	843,431	890,522	904,870	904,716
32(금강서해)	646,177	659,172	671,603	678,686	732,908	738,348	745,666	750,843	754,553
33(만경·동진)	1,370,107	1,362,896	1,355,215	1,353,674	1,319,136	1,322,171	1,325,886	1,326,059	1,326,350
섬진강권역	1,213,487	1,205,711	1,194,204	1,187,292	1,192,403	1,191,757	1,189,210	1,188,430	1,186,557
40(섬진강)	312,183	310,400	302,427	297,737	296,580	296,829	295,270	294,255	292,708
41(섬진강남해)	901,305	895,311	891,777	889,555	895,823	894,928	893,940	894,174	893,850
영산강권역	2,390,698	2,390,098	2,394,929	2,403,603	2,432,995	2,431,116	2,433,697	2,434,927	2,436,825
50(영산강)	1,768,577	1,771,082	1,770,716	1,779,246	1,803,612	1,810,093	1,833,642	1,837,082	1,842,318
51(탐진강)	39,311	38,858	39,189	38,977	40,193	40,251	39,306	39,370	39,347
52(영산강남해)	130,325	127,938	128,868	128,622	126,254	124,903	120,784	119,902	118,949
53(영산강서해)	452,485	452,219	456,156	456,758	462,936	455,870	439,965	438,574	436,210
제주도	558,496	559,258	560,618	562,663	571,255	576,156	583,713	593,806	607,346

〔주〕 ① 2014년도 유역 외 인구 : 인천 옹진군 백령면 5,393명, 대청면 1,642명, 전남 여수시 삼산면 2,494명, 전남 신안군 흑산면 4,396명

② 행정구역별 거주인구를 행정-유역변환비의 인구비로 유역별 인구 산정



<그림 2.1-3> 유역별 인구변화(2006~2014)



<그림 2.1-4> 중권역별 인구분포(2014년)

2.2 자원조사

2.2.1 조사개요

가. 조사목적

자원조사는 자연자원 및 인공자원을 총괄 조사하여 수자원분야와 관련분야에서의 자원의 효율적 이용을 위함이며 이를 위해서 유역내 산재한 자원의 잠재력을 관련계획, 지자체 등의 관련자료 수집 및 현장 확인조사를 통해 파악함으로써 유역자원의 활성화 방안을 위한 기초자료 집대성과 이의 적절한 이용성을 확보하는데 그 목적이 있다.

자원조사 항목은 토지자원조사, 산림자원조사, 광물 및 골재자원조사, 담수어 어원조사로 분류하며 이 중 토지자원조사와 골재자원조사는 1년 주기 항목이며 그 외 항목은 5년 주기 항목에 포함된다. 2014년 기준 유역조사에서는 1년 주기 항목인 토지자원과 골재자원을 대상으로 조사를 실시하였다.

나. 조사내용 및 방법

1) 토지자원조사

토지자원은 생산 기초자원으로서 필수 불가결한 자연자원으로 본 조사에서는 자원으로서 토지현황을 지목조사 및 분류를 통하여 정량화하였다. 조사방법은 1년 주기 항목에 대하여 국토이용에 관한 연차보고서를 통해 1991년부터 2001년까지의 자료를 조사·정리하였으며 2002년부터 국토교통부 지적통계연보를 활용하여 조사를 실시하였다.

2) 하천골재자원조사

하천골재 채취현황 및 예정지 현황을 조사하기 위해 지자체 통계연보, 관련기관 방문조사 등을 통하여 조사·정리하였다.

2.2.2 토지자원조사

토지자원이란 땅을 기초로 한 생산기반을 뜻하며 크게 두 가지로 구분된다. 우선 상품자원으로서의 토지가 있는데 이는 농경지, 공업용지, 상업용지, 택지 등의 경우와 같이 자연적인 상태에서 자본을 투입하여 경제적 이익을 발생시키는 것을 의미한다. 그리고 현장자원으로서의 토지가 있는데 이는 임야, 지표수, 동식물을 보유하는 토지 등 인위적인 노력 없이 자연 상태로 존재하면서도 여러 가지 사회적 이익을 발생시키는 토지를 의미한다.

이러한 토지자원은 하나의 생산 기초로서 역할을 하고 있을 뿐만 아니라 인간의 생활에서 공기나 물과 마찬가지로 필수 불가결한 자연자원이라는 성격 또한 지니고 있다.

본 조사에서는 토지자원을 지목 조사·분류를 통하여 정량화하였다.

가. 토지지목현황

토지지목별 면적조사는 권역에 해당하는 국토교통부 지적통계연보상의 각 지자체 통계자료 조사를 통해 1차 조사를 수행하였고 통계자료가 상이할 경우, 해당 지자체에 토지지목 현황을 요청하여 검토하였다. 과거 2001년까지 지목은 토지의 주된 사용목적 또는 용도에 따라 전·답·과수원·목장용지·임야·광천지·염전·대·공장용지·학교용지·도로·철도용지·하천·제방·구거·유지·수도용지·공원·체육용지·유원지·종교용지·사적지·묘지·잡종지의 24개 지목으로 구분하였으나 2008년 주차장, 주유소, 창고용지, 양어장 지목이 추가되어 현재 기준 28개 지목으로 구분되어 있다. 그러나 본 조사에서는 토지의 이용도 측면에서 중요한 대지, 산림과 같은 주요 토지지목은 개별항목으로 나타내고 전, 답, 과수원 등과 같은 유사한 범주의 지목들은 함께 묶어 나타냄으로써 시간에 따른 토지이용의 변화특성을 보다 쉽게 파악할 수 있도록 하였다. 〈표 2.2-1〉은 분류항목별 토지지목의 분류기준을 나타낸 것으로 산림과 대지, 공장용지, 하천은 본래의 지목면적을 그대로 수록하였고 전, 답, 과수원, 목장용지를 합하여 농경지로, 학교용지, 도로용지, 철도용지를 합하여 공공용지로 나타내었다. 그밖에 17개 항목들은 모두 합하여 기타로 나타내었다.

<표 2.2-1> 토지이용 분류

분류항목	토 지 지 목
농 경 지	전, 답, 과수원, 목장용지
산 림 지	임야
대 지	대지
공장용지	공장용지
공공용지	학교용지, 도로용지, 철도용지
하 천	하천
기 타	광천지, 염전, 제방, 구거, 유지, 수도용지, 공원, 체육용지, 유원지, 종교용지, 사적지, 묘지, 잡종지, 주유소, 양어장, 주차장, 창고용지

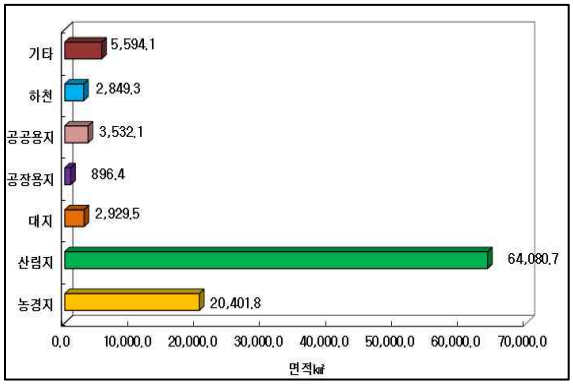
〈표 2.2-2〉에서 보면 2014년 지목별 전체면적은 100,283.9㎢로 조사되었으며 농경지는 지목별 전체면적의 20.3%인 20,401.8㎢, 산림지는 63.9%인 64,080.7㎢을 차지하는 것으로 조사되었고 대지는 2.9%, 공장용지는 0.9%, 공공용지는 3.5%, 하천 및 기타용지는 각각 2.8%, 5.6%를 차지하는 것으로 조사되었다. 서울특별시의 경우 대지의 토지이용이 36%로 가장 큰 것으로 조사되었고, 타 광역시도에서는 산림지의 토지이용이 가장 큰 것으로 조사되었다. 〈그림 2.2-1〉은 각 시도별 토지이용현황을 나타낸 것이다.

<표 2.2-2> 2014년 전국의 토지이용

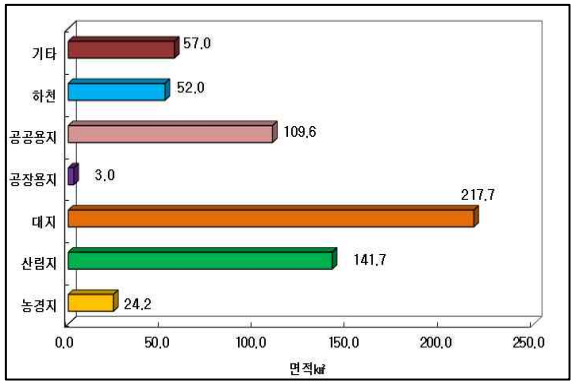
(단위 : ㎢, (%))

행정구역		합계	농경지	산림지	대지	공장용지	공공용지	하천	기타
2014년	전 국	100,283.9	20,401.8	64,080.7	2,929.5	896.4	3,532.1	2,849.3	5,594.1
		(100.0)	(20.3)	(63.9)	(2.9)	(0.9)	(3.5)	(2.8)	(5.6)
	서울특별시	605.2	24.2	141.7	217.7	3.0	109.6	52.0	57.0
		(100.0)	(4.0)	(23.4)	(36.0)	(0.5)	(18.1)	(8.6)	(9.4)
	부산광역시	769.8	103.7	349.0	105.5	25.0	70.9	43.7	72.0
		(100.0)	(13.5)	(45.3)	(13.7)	(3.3)	(9.2)	(5.7)	(9.3)
	대구광역시	883.5	125.7	476.7	85.1	23.3	70.0	44.2	58.5
		(100.0)	(14.2)	(54.0)	(9.6)	(2.6)	(7.9)	(5.0)	(6.6)
	인천광역시	1,047.6	260.7	399.3	101.9	24.0	88.5	5.9	167.3
		(100.0)	(24.9)	(38.1)	(9.7)	(2.3)	(8.4)	(0.6)	(16.0)
	광주광역시	501.2	126.3	190.4	57.7	14.9	49.1	20.3	42.2
		(100.0)	(25.2)	(38.0)	(11.5)	(3.0)	(9.8)	(4.1)	(8.4)
	대전광역시	539.3	63.6	279.9	64.7	7.9	51.0	19.4	52.7
		(100.0)	(11.8)	(51.9)	(12.0)	(1.5)	(9.5)	(3.6)	(9.8)
	울산광역시	1,060.7	151.9	674.7	46.3	54.3	49.5	30.6	53.5
		(100.0)	(14.3)	(63.6)	(4.4)	(5.1)	(4.7)	(2.9)	(5.0)
	세종특별	464.9	120.6	250.8	14.6	9.1	17.3	24.8	27.7
	자치시	(100.0)	(25.9)	(53.9)	(3.1)	(2.0)	(3.7)	(5.3)	(6.0)
	경기도	10,172.7	2,323.2	5,411.6	522.6	195.9	473.8	405.0	840.6
		(100.0)	(22.8)	(53.2)	(5.1)	(1.9)	(4.7)	(4.0)	(8.3)
	강원도	16,825.6	1,679.9	13,795.6	169.9	23.8	291.5	380.1	484.9
		(100.0)	(10.0)	(82.0)	(1.0)	(0.1)	(1.7)	(2.3)	(2.9)
	충청북도	7,407.1	1,369.5	4,960.9	159.7	69.5	255.8	208.5	383.2
		(100.0)	(18.5)	(67.0)	(2.2)	(0.9)	(3.5)	(2.8)	(5.2)
	충청남도	8,213.7	2,585.9	4,131.5	251.4	109.4	299.2	210.8	625.4
		(100.0)	(31.5)	(50.3)	(3.1)	(1.3)	(3.6)	(2.6)	(7.6)
	전라북도	8,067.2	2,222.9	4,493.6	209.7	52.9	331.7	273.5	483.0
		(100.0)	(27.6)	(55.7)	(2.6)	(0.7)	(4.1)	(3.4)	(6.0)
	전라남도	12,309.0	3,340.8	7,004.7	288.5	78.4	463.1	244.9	888.6
		(100.0)	(27.1)	(56.9)	(2.3)	(0.6)	(3.8)	(2.0)	(7.2)
	경상북도	19,029.3	3,236.2	13,620.4	308.2	100.6	451.5	566.7	745.7
		(100.0)	(17.0)	(71.6)	(1.6)	(0.5)	(2.4)	(3.0)	(3.9)
	경상남도	10,538.0	1,972.9	7,023.6	263.0	101.1	368.3	294.7	514.4
		(100.0)	(18.7)	(66.7)	(2.5)	(1.0)	(3.5)	(2.8)	(4.9)
	제주도	1,849.0	693.7	876.2	63.0	3.3	91.2	24.3	97.4
		(100.0)	(37.5)	(47.4)	(3.4)	(0.2)	(4.9)	(1.3)	(5.3)

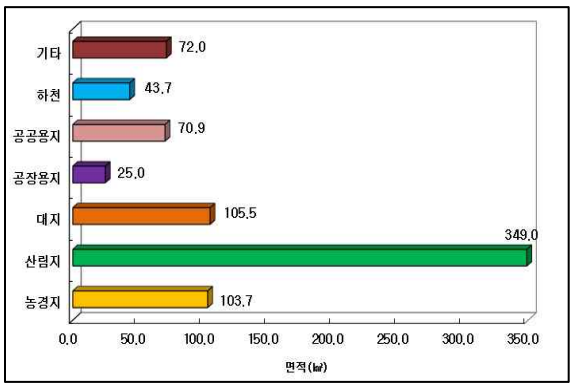
〔주〕 지적통계연보(2014년) (국토교통부)



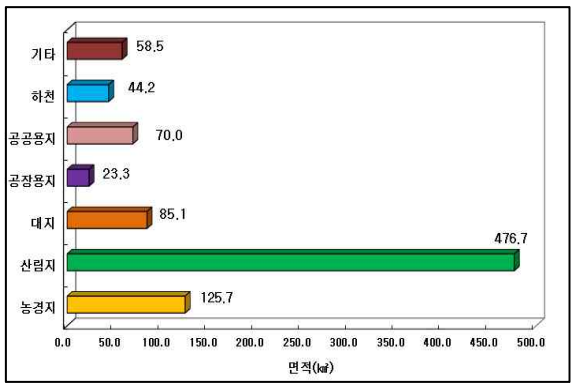
전국



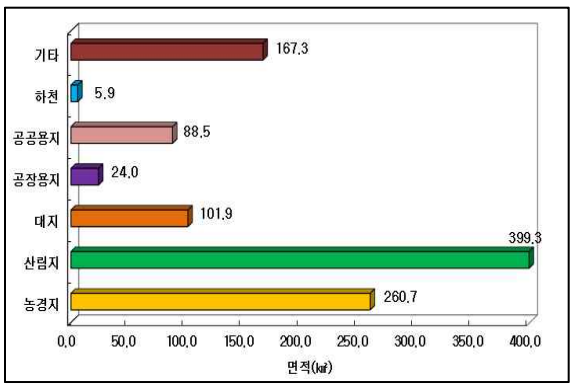
서울특별시



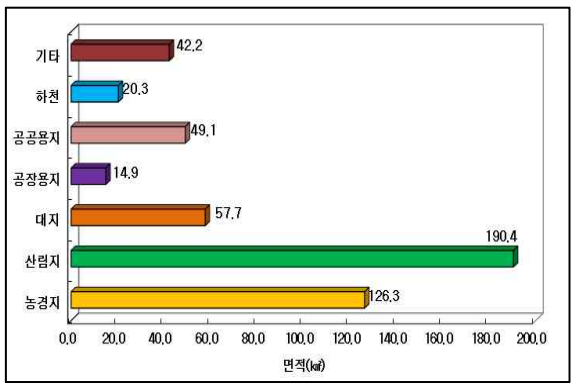
부산광역시



대구광역시

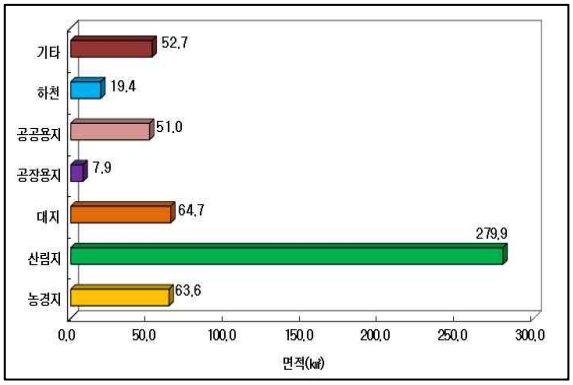


인천광역시

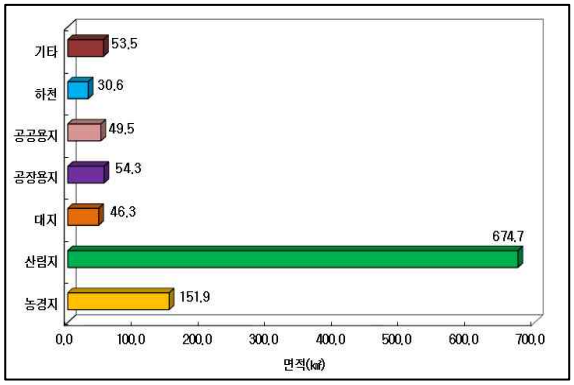


광주광역시

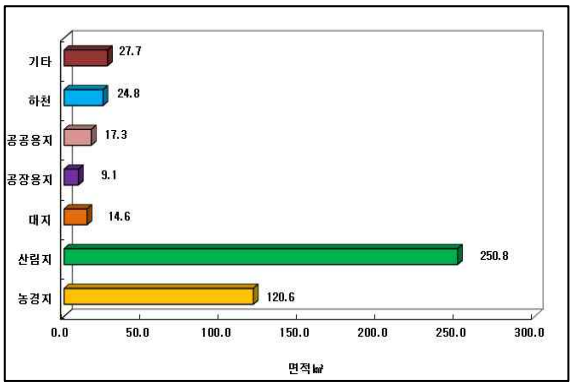
<그림 2.2-1> 시도별 토지지목별 이용현황(2014년)



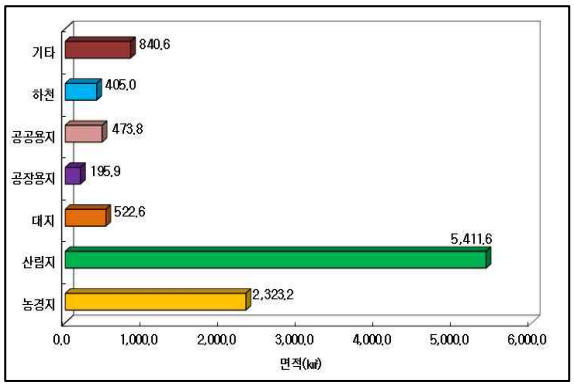
대전광역시



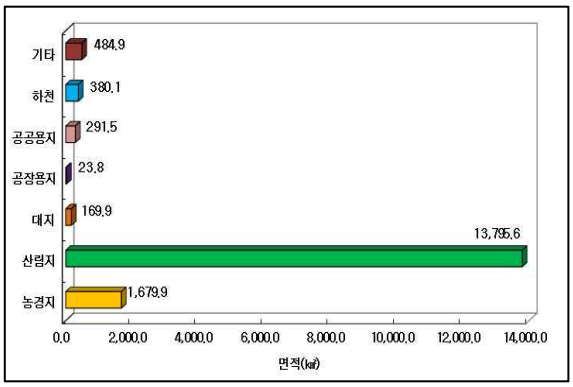
울산광역시



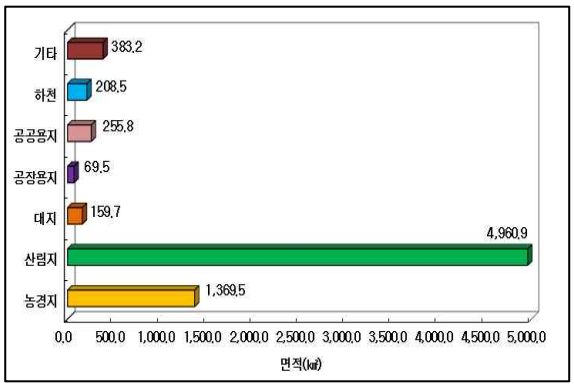
세종특별자치시



경기도

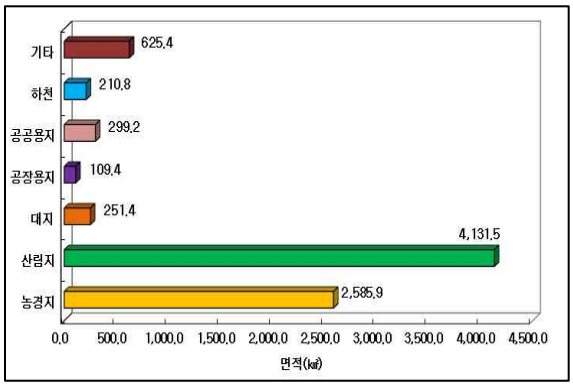


강원도

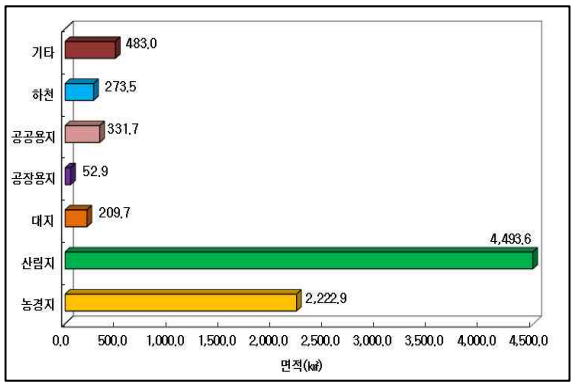


충청북도

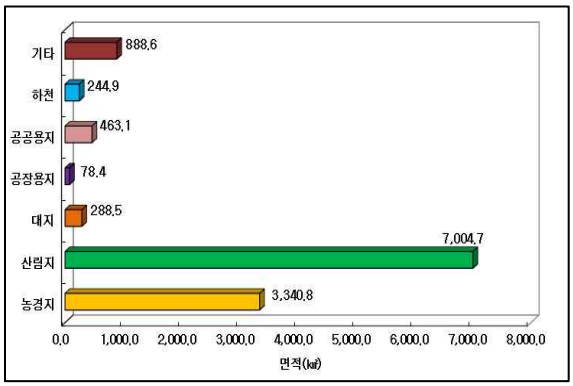
<그림 2.2-1> 시도별 토지지목별 이용현황(2014년, 계속)



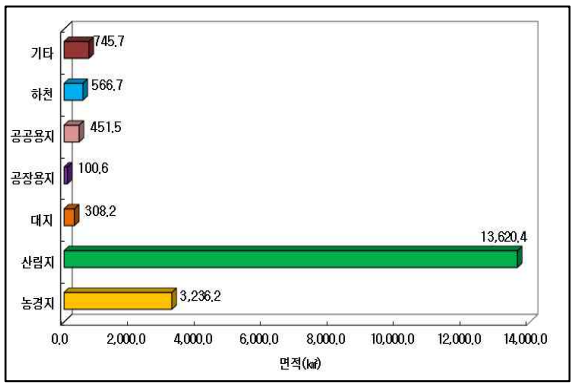
충청남도



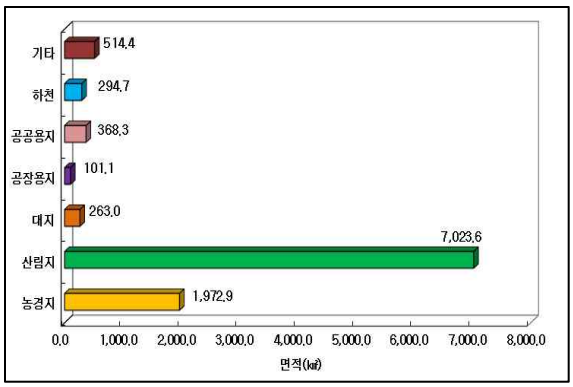
전라북도



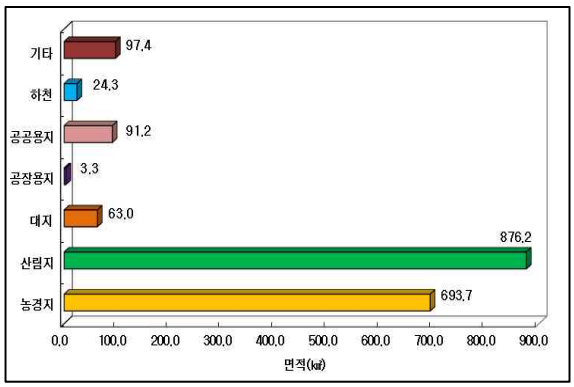
전라남도



경상북도



경상남도



제주특별자치도

<그림 2.2-1> 시도별 토지지목별 이용현황(2014년, 계속)

나. 연도별 토지이용

<표 2.2-3> 전국 지목별 토지이용현황 변화

(단위 : ㎢, (%))

연도	합 계	농 경 지	산 림 지	대 지	공장용지	공공용지	하 천	기 타
1991	98,974.9 (100.0)	22,266.5 (22.5)	65,701.9 (66.4)	1,966.0 (2.0)	267.5 (0.3)	2,156.2 (2.2)	2,902.5 (2.9)	3,602.2 (3.6)
1992	99,010.3 (100.0)	22,185.2 (22.4)	65,688.9 (66.3)	2000.2 (2.0)	289.6 (0.3)	2,198.9 (2.2)	2,863.0 (2.9)	3,669.7 (3.7)
1993	99,183.9 (100.0)	22,128.4 (22.2)	65,710.5 (66.3)	2,038.9 (2.1)	321.6 (0.3)	2,253.8 (2.2)	2,859.1 (2.9)	3,755.2 (3.8)
1994	99,202.6 (100.0)	22,024.0 (22.2)	65,665.1 (66.2)	2,075.9 (2.1)	345.7 (0.3)	2,279.8 (2.2)	2,860.9 (2.9)	3,837.8 (3.9)
1995	99,286.4 (100.0)	21,988.7 (22.1)	65,506.1 (66.0)	2,124.4 (2.1)	385.6 (0.4)	2,340.1 (2.4)	2,839.7 (2.9)	3,986.5 (4.0)
1996	99,313.5 (100.0)	21,924.9 (22.1)	65,395.8 (65.8)	2,177.5 (2.2)	412.6 (0.4)	2,398.2 (2.4)	2,822.2 (2.8)	4,066.3 (4.1)
1997	99,373.0 (100.0)	21,851.5 (22.0)	65,325.2 (65.7)	2,218.1 (2.2)	443.8 (0.4)	2,455.7 (2.5)	2,819.2 (2.8)	4,143.5 (4.2)
1998	99,407.9 (100.0)	21,748.4 (21.9)	65,274.2 (65.7)	2,265.3 (2.2)	467.8 (0.5)	2,525.0 (2.5)	2,810.3 (2.8)	4,200.3 (4.2)
1999	99,434.3 (100.0)	21,675.8 (21.8)	65,204.9 (65.6)	2,302.4 (2.2)	489.7 (0.5)	2,579.7 (2.6)	2,809.1 (2.8)	4,255.0 (4.3)
2000	99,460.7 (100.0)	21,595.6 (21.7)	65,138.8 (65.5)	2,349.1 (2.4)	513.7 (0.5)	2,636.2 (2.7)	2,804.1 (2.8)	4,304.7 (4.3)
2001	99,538.0 (100.0)	21,520.8 (21.6)	65,100.3 (65.4)	2,387.3 (2.4)	534.4 (0.5)	2,699.3 (2.7)	2,801.2 (2.8)	4,494.9 (4.5)
2002	99,602.2 (100.0)	21,438.6 (21.5)	64,994.0 (65.3)	2,425.2 (2.4)	560.9 (0.6)	2,766.2 (2.8)	2,785.8 (2.8)	4,631.5 (4.6)
2003	99,617.4 (100.0)	21,357.5 (21.4)	64,919.1 (65.2)	2,459.5 (2.5)	579.5 (0.6)	2,821.8 (2.8)	2,783.1 (2.8)	4,696.8 (4.7)
2004	99,635.2 (100.0)	21,283.1 (21.4)	64,842.6 (65.1)	2,497.3 (2.5)	598.5 (0.6)	2,869.0 (2.9)	2,784.5 (2.8)	4,760.2 (4.8)
2005	99,664.9 (100.0)	21,201.4 (21.3)	64,760.4 (65.0)	2,531.9 (2.5)	621.8 (0.6)	2,947.9 (3.0)	2,732.2 (2.7)	4,869.2 (4.9)
2006	99,678.2 (100.0)	21,125.6 (21.2)	64,730.6 (64.9)	2,574.5 (2.6)	644.0 (0.6)	3,015.1 (3.0)	2,824.0 (2.8)	4,764.4 (4.8)
2007	99,784.7 (100.0)	21,025.5 (21.1)	64,638.5 (64.8)	2,611.1 (2.6)	673.6 (0.7)	3,066.4 (3.1)	2,830.8 (2.8)	4,875.8 (4.9)
2008	99,827.8 (100.0)	20,924.1 (21.0)	64,545.6 (64.7)	2,659.5 (2.7)	702.7 (0.7)	3,143.3 (3.1)	2,839.5 (2.8)	5,013.2 (5.0)
2009	99,897.5 (100.0)	20,844.6 (20.9)	64,472.0 (64.5)	2,705.8 (2.7)	719.9 (0.7)	3,212.2 (3.2)	2,837.3 (2.9)	5,105.7 (5.1)
2010	100,033.0 (100.0)	20,744.6 (20.7)	64,504.4 (64.5)	2,743.5 (2.7)	749.3 (0.8)	3,269.1 (3.3)	2,833.4 (2.8)	5,188.7 (5.2)
2011	100,148.3 (100.0)	20,745.6 (20.7)	64,336.7 (64.2)	2,784.7 (2.8)	781.4 (0.8)	3,330.0 (3.3)	2,840.6 (2.8)	5,329.3 (5.3)
2012	100,188.2 (100.0)	20,666.6 (20.6)	64,216.4 (64.1)	2,826.6 (2.8)	813.8 (0.8)	3,398.6 (3.4)	2,842.2 (2.8)	5,424.0 (5.4)
2013	100,266.2 (100.0)	20,553.7 (20.5)	64,175.7 (64.0)	2,872.1 (2.9)	847.3 (0.8)	3,464.1 (3.5)	2,840.3 (2.8)	5,513.0 (5.5)
2014	100,283.9 (100.0)	20,401.8 (20.5)	64,080.7 (64.0)	2,929.5 (2.9)	896.4 (0.8)	3,532.1 (3.5)	2,849.3 (2.8)	5,594.1 (5.5)

〔출처〕① 국토이용에 관한 연차보고서(1991년~2001년)
② 지적통계연보(2002년~2014년) (국토교통부)

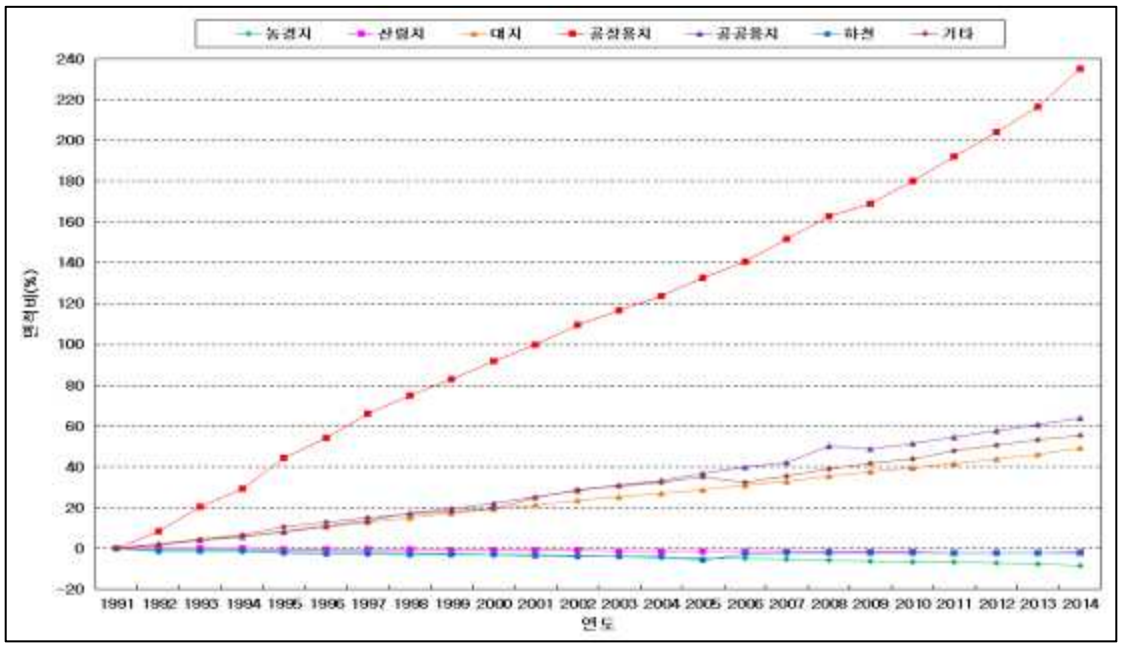
〈표 2.2-3〉은 지목별 토지이용변화를 연도별로 나타낸 것이고, 〈그림 2.2-1〉은 1991년도의 면적을 100%로 가정하였을 때, 연도에 따른 면적의 변화를 나타낸 것이다. 1991년도부터 2001년까지는 "국토이용에 관한 연차보고서(건설교통부)"를 참조하였으며 2002년부터 2014년까지는 지적통계연보상에 나타나 있는 행정구역 면적 및 지번수 통계자료를 활용하였다.

2014년 국토면적 증가의 주된 요인은 산업용지 확보를 위한 충남 당진시 석문국가 산단 8.8㎢, 여수 국가산업단지 4단계 4.5㎢ 등의 간척지 신규 등록으로 면적이 증가하였고, 이 외에도 미등록 토지등록 등 관리되지 못했던 토지를 정비하면서 매년 국토 면적이 증가하는 것으로 조사되었다.

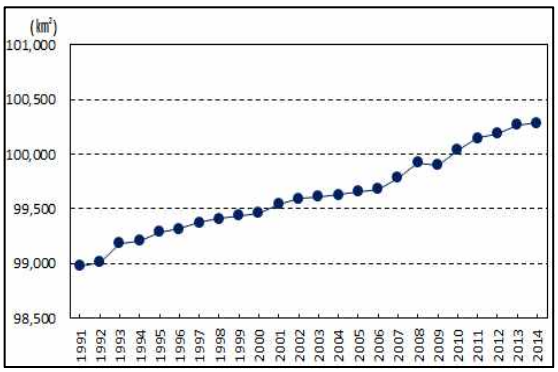
토지이용현황을 연도별로 살펴보면 1991년 대비 2014년 토지이용현황은 대지, 공장용지, 공공용지 등이 꾸준히 증가하고 있으며 기타용지는 2005년까지 증가를 보이다가 2006년에 다소 감소를 나타내었고 2007년을 기점으로 다시 소폭 증가 경향을 보였다. 산림지는 지속적으로 감소하는 추세를 보이고 있으며, 하천의 경우 매년 소폭 증가하거나 감소하는 추세를 보이고 있다. 특히 2014년 공장용지와 공공용지의 증가율은 1991년 대비 235.1%와 63.8%로 다른 항목들에 비하여 높은 증가율을 나타내고 있다.

농경지는 전반적으로 감소하는 추세를 보이고 있는데 1991년 22,266.5㎢에서 2014년 20,401.7㎢로 감소(1991년 대비 8.3%감소)하였고, 산림지의 경우 1991년 65,701.9㎢에서 2014년 64,080.6㎢로 감소(1991년 대비 2.4%감소)하고 있다.

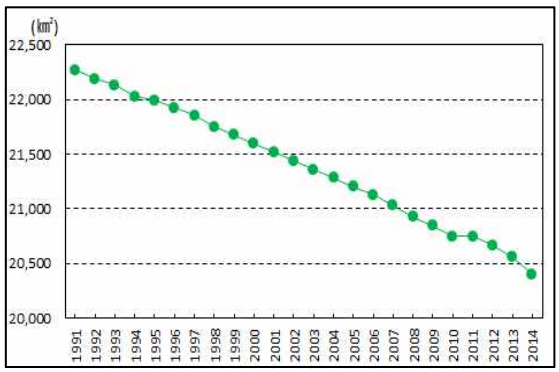
〈표 2.2-3〉은 전국 토지이용현황을 시도별로 나타낸 것이며 〈그림 2.2-2〉와 〈그림 2.2-3〉은 1991년 대비 연도별 토지면적 변화율 및 연도에 따른 지목별 토지이용변화를 나타낸 것이다.



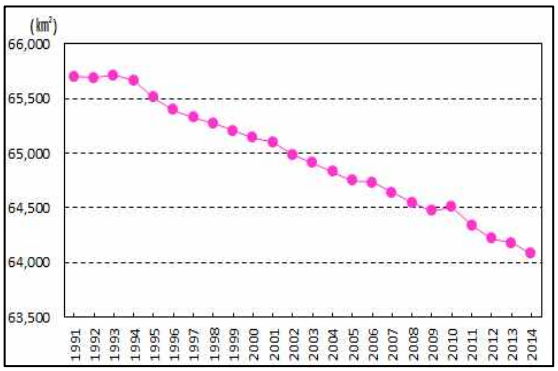
<그림 2.2-2> 1991년 대비 연도별 토지면적 변화율(전국)



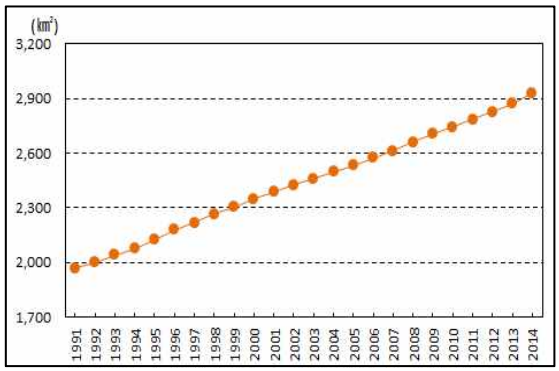
전체



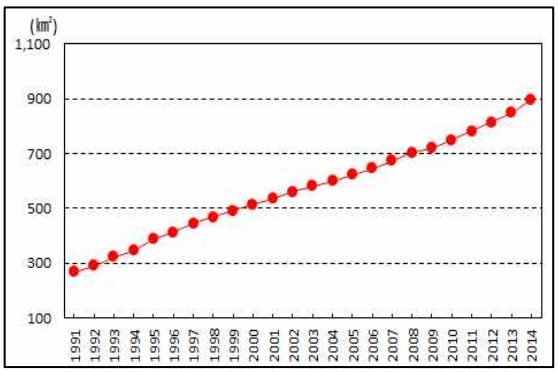
농경지



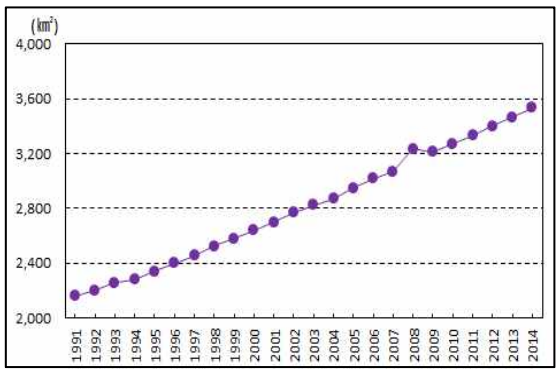
산림지



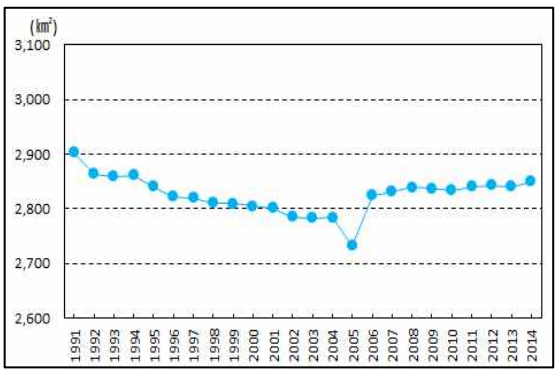
대지



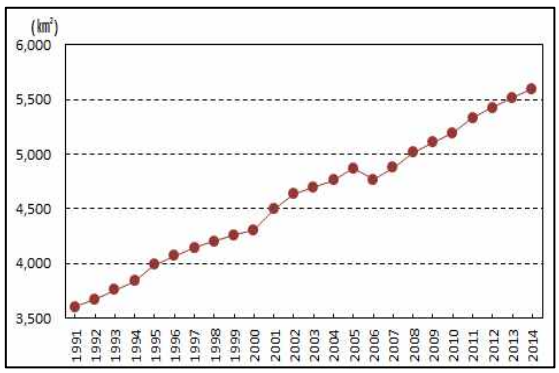
공장용지



공공용지



하천



기타

<그림 2.2-3> 연도에 따른 지목별 이용변화(1991~2014년)

2.2.3 하천골재자원조사

골재자원의 수요가 급증하기 이전의 골재는 주로 하천유역에 퇴적되어 있는 모래나 자갈을 대상으로 개발이 이루어져 왔다. 그 이유는 골재의 수요가 많은 대도시 주변은 대체로 큰 하천유역이 발달되어 있어 골재자원의 개발이 용이하며 운송거리가 짧을 뿐만 아니라 하천골재가 곧바로 건설 재료로 이용될 수 있기 때문이었다. 또한, 하상의 모래는 석영으로 구성되어 있는 입자들이 대부분이며 유수에 의하여 표면이 이미 마모되어 있는데 일반적으로 마모율이 적고 강도가 크기 때문에 양질의 골재자원으로써 이용될 수 있다. 그러나 1980년대 이후 무분별한 하천골재의 개발은 골재자원의 고갈뿐만 아니라 자연환경의 훼손에 대한 문제도 야기되기 시작했다. 따라서 하천에서의 골재개발은 부존자원에 대한 합리적 개발을 위하여 종합적인 평가조사와 함께 실시될 필요가 있다.

골재 채취법 제2조에 정의된 골재는 하천·산림·공유수면 등 지상·지하에 부존된 암석(쇄석용)·모래·자갈로 건설공사의 기초재료가 되는 중요한 자원을 말한다. 또한, 『콘크리트 표준시방서』 및 『건축공사 표준시방서』에는 모르타르 또는 콘크리트를 만들기 위하여 시멘트와 물에 혼합하는 모래, 자갈 기타 이와 비슷한 재료로 정의되어 있고 한국산업규격에서 사용되는 구체적인 골재의 정의로는 콘크리트, 모르타르, 석회반죽, 역청질 혼합물 등과 같이 결합재에 의하여 뭉쳐서 한 덩어리를 이룰 수 있는 건설용 광물질 재료로서 화학적으로 안정한 것이라고 말할 수 있다. 다만, 물, 혼합재 및 결합재는 제외한다(한국 산업규격 KS F 2523).

하천골재란 하천구역에서 채취하는 골재로서 수중골재와 하상골재로 나누어진다. 수중골재는 수중장비에 의하여 하천구역의 수면 밑에서 채취하는 골재를 말하며 하상골재는 하천구역에서 채취하는 골재 중 수중골재 이외의 골재를 말한다.

여기서 하천구역이란 하천법 제10조 제1항의 규정에 의하면 여섯 가지 구역을 말한다. 첫째, 하천기본계획에 완성제방(하천시설의 설치계획을 수립함에 있어서 기준이 되는 홍수량만큼의 물이 소통하는데 필요한 단면을 가지고 있어서 구조적 안정성이 이미 확보된 제방)이 있는 곳은 그 완성제방의 부지 및 그 완성제방으로부터 하심측(河心側)의 토지 둘째, 하천기본계획에 계획제방(제방을 보강하거나 새로이 축조하도록 계획된 제방)이 있는 곳은 그 계획제방의 부지 및 그 계획제방으로부터 하심측의 토지 셋째, 하천기본계획에 제방의 설치계획이 없는 구간에서는 계획하폭(하천시설의 설치계획을 수립함에 있어서 기준이 되는 홍수량만큼의 물이 소통하는데 필요한 양안 사이의 폭)에 해당하는 토지 넷째, 댐·하구둑·홍수조절지·저류지의 계획홍수위(하천시설의 설치계획을 수립함에 있어서 기준이 되는 홍수량만큼의 물이 소통하는 경우 그 수위) 아래에 해당하는 토지 다섯째, 철도·도로 등 선형 공작물이 제방의 역할을 하는 곳에 있어서는 선형 공작물의 하천측 비탈머리를 제방의 비탈머리로 보아 그로부터 하심측에 해당하는 토지 여섯째, 하천기본계획이 수립되지 아니한 하천에 있어서는 하천에 물이 계속하여 흐르고 있는 토지 및 지형, 그 토지 주변에서 풀과 나무가 자라는 지형의 상황, 홍수흔적, 그 밖의 상황을 기초로 대통령령으로 정하는 방법에 따라 평균하여 매년 1회 이상 물이 흐를 것으로 판단되는 수면 아래에 있는 토지의 구역이다.

골재자원조사 항목은 크게 골재채취현황과 예정지현황 및 부존량 조사의 3가지로 분류할 수 있으며 이 중 골재채취현황과 예정지현황은 1년 주기 항목이며 부존량 조사 항목은

5년 주기에 포함된다. 금회 유역조사에서는 1년 주기 항목인 골재채취현황과 예정지현황을 대상으로 조사를 실시하였다.

가. 하천골재 채취현황

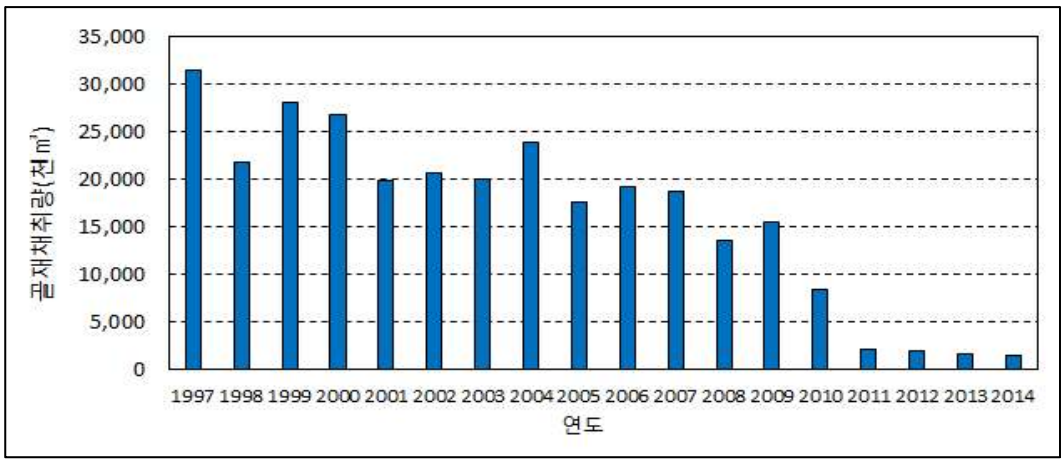
국토교통부 통계자료 연도별 하천골재 채취 실적으로 보면 1997년 31,501천㎥에서 2014년에는 1,523천㎥으로 하천골재 채취량은 급격히 감소한 것으로 나타났다. 이는 하천골재가 그 질이 우수하고 바다골재에 비해 상대적으로 골채채취가 용이하다는 장점이 있었으나 댐 건설·산림녹화 등으로 골재 자원의 하천유입이 감소되어 점유비가 낮아지고 있기 때문이다. 또한 2009년 이후 하천의 골재채취량이 급격히 감소하는 것으로 나타났는데, 이는 4대강 공사(준설)의 영향으로 골재 채취량이 감소한 것으로 판단된다.

금회 하천골재 채취현황 조사는 지자체 방문 및 유선으로 실시하였는데 국토교통부 통계자료에 기록되어 있는 총 채취량은 1,532천㎥으로 강원 179천㎥, 전북 29천㎥, 경북 1,324천㎥의 골재를 채취한 것으로 조사되었다. 〈표 2.2-4〉와 〈그림 2.2-4〉는 연도별 하천골재 채취 실적을 나타낸 것이다.

<표 2.2-4> 하천골재 채취량(1997~2014년)

구 분	골재 채취량(천㎥)	구 분	골재 채취량(천㎥)
1997년	31,501	2006년	19,189
1998년	21,848	2007년	18,780
1999년	28,069	2008년	13,547
2000년	26,770	2009년	15,519
2001년	19,781	2010년	8,337
2002년	20,676	2011년	2,078
2003년	19,935	2012년	1,962
2004년	23,797	2013년	1,714
2005년	17,573	2014년	1,532

〔출처〕 국토교통부 통계자료 (각 지자체 골재채취실적, 강원 179천㎥, 전북 29천㎥, 경북 1,324천㎥)



<그림 2.2-4> 연도별 골재 채취량(국토교통부)

지자체 방문 및 유선으로 실시한 조사에서 국토교통부 통계자료와는 다르게 전북의 골재채취량이 없는 것으로 조사되어 금강, 섬진강·영산강권역의 골재채취량은 없는 것으로 조사되었다. 권역별 골재채취현황에 대해 살펴보면 〈표 2.2-5〉와 같이 한강권역은 총 188.6천㎥의 채취실적이 있었으며 골재채취가 이뤄진 곳은 경기도 여주시와 강원도 홍천군, 평창군으로 조사되었다. 낙동강권역은 경상북도 김천시, 구미시, 의성군에서 1,317.0천㎥ 채취한 것으로 조사되었다. 〈표 2.2-5〉에서 지정년도는 골재채취를 시작한 연도이며 실적량은 2014년도에 채취한 양을 나타낸 것이다.

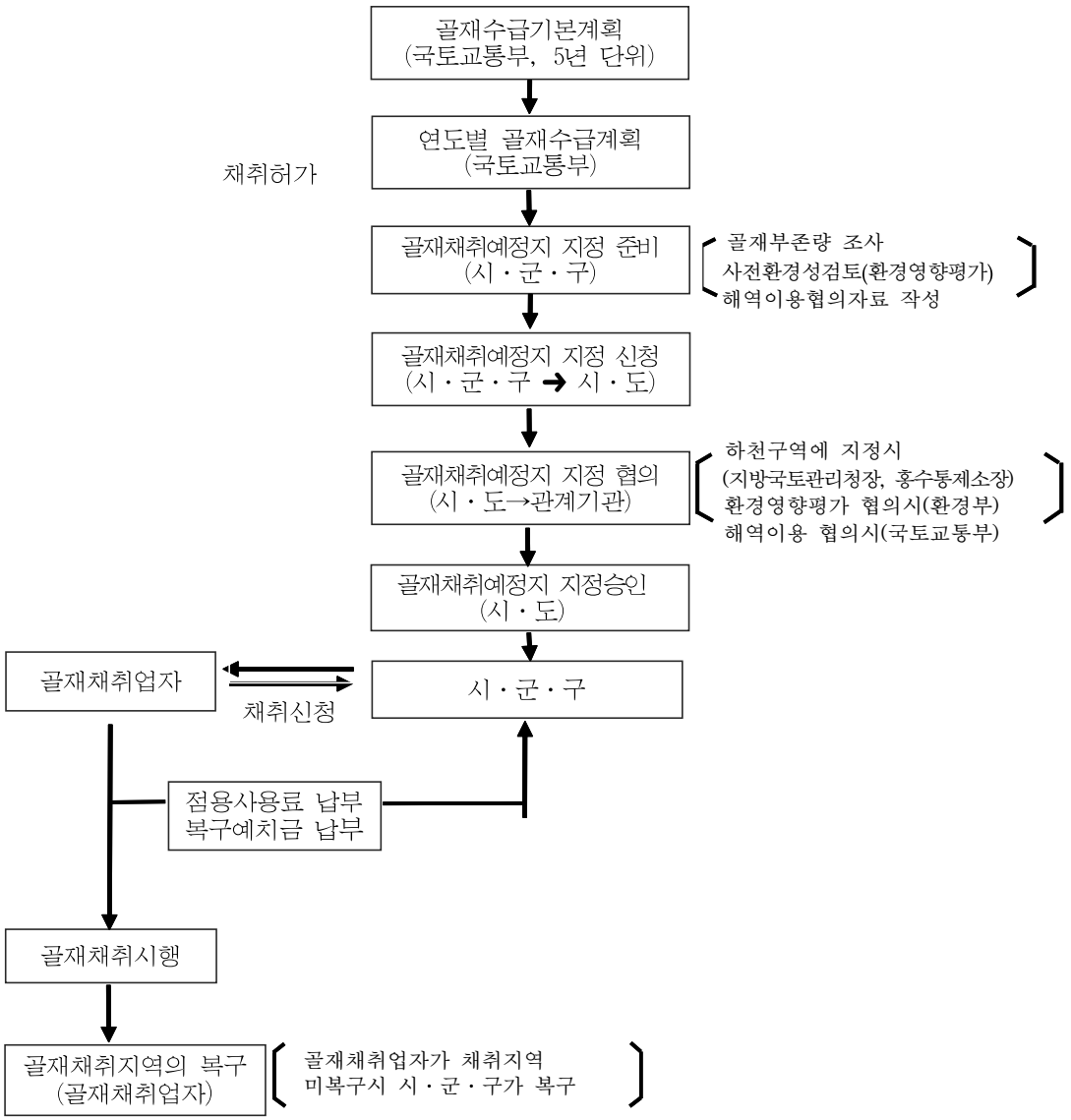
<표 2.2-5> 하천골재 채취현황

권역	행정구역	시/군	위 치	하천명	하천구분	실적량(천㎥)			지정년도
						계	잔골재	굵은골재	
총 계		계				1,505.6	1,317.0	188.6	
한 강		계				188.6	0.0	188.6	
	강원도	홍천군	서면 반곡리 산 99번지	홍천강	지방	9.7	0.0	9.7	2014
			서면 반곡리 산99번지	홍천강	지방	6.2	0.0	6.2	2014
			두촌면 철정리 1246-15번지	홍천강	지방	11.9	0.0	11.9	2014
			남면 유치리 1631-13번지 외 2필지	양덕원천	지방	2.3	0.0	2.3	2014
			두촌면 철정리 1246-15번지 외 1필지	홍천강	지방	10.0	0.0	10.0	2014
			두촌면 철정리 1246-15번지 외 5필지	홍천강	지방	7.6	0.0	7.6	2014
			내촌면 도관리 942번지	내촌천	지방	5.0	0.0	5.0	2014
			두촌면 철정리 1246-15번지	홍천강	지방	9.8	0.0	9.8	2014
			내촌면 도관리 933번지	내촌천	지방	8.6	0.0	8.6	2014
			내촌면 도관리 942번지	내촌천	지방	0.8	0.0	0.8	2014
			내촌면 철정리 1246-15 외 3필지	홍천강	지방	7.7	0.0	7.7	2014
			북방면 하화계리 65-4번지 외 1필지	홍천강	지방	7.5	0.0	7.5	2014
			북방면 하화계리 103-2번지 외 7필지(103-2번지선)	홍천강	지방	4.0	0.0	4.0	2014
			북방면 상화계리 천387-1번지, 화동리 천395-1번지 외1필지	성동천	지방	2.7	0.0	2.7	2014
			화촌면 주음치리 592번지 외 1필지	홍천강	지방	11.9	0.0	11.9	2014
			두촌면 철정리 1246-15번지	홍천강	지방	12.0	0.0	12.0	2014
			북방면 하화계리 산71-1번지 외 1필지, 홍천읍 하오안리 산118-1번지	홍천강	지방	5.7	0.0	5.7	2014
		평창군	평창군 용평면 백옥포리 482번지외1필지	평창강	지방	0.6	0.0	0.6	2014
			평창군 진부면 마평리 753번지외4필지	오대천	지방	0.8	0.0	0.8	2014
			평창군 대관령면 유천리 872-1번지외1필	월정천	지방	0.8	0.0	0.8	2014
			평창군 대관령면 횡계리 661	송천	지방	0.9	0.0	0.9	2014
			평창읍 중리 1번지외4필지	평창강	지방	11.3	0.0	11.3	2014
			평창읍 천동리 351번지외1필지	평창강	지방	9.5	0.0	9.5	2014
			진부면 거문리 897본지외4필	오대천	지방	0.6	0.0	0.6	2014
			평창읍 여만리 347-1번지외9필	평창강	지방	12.6	0.0	12.6	2014
			평창읍 천동리 351번지, 응암리 산6-1	평창강	지방	13.4	0.0	13.4	2014
			대관령면 수하리 산50-1번지외 3필지	송천	지방	4.3	0.0	4.3	2014
			진부면 송정리 2353번지외2필	오대천	지방	0.8	0.0	0.8	2014
			평창읍 천동리 345번지외7필지	평창강	지방	9.0	0.0	9.0	2014
			대관령면 횡계리 661번지	송천	지방	0.3	0.0	0.3	2014
			용평면 도사리 863-1번지외3필지	도사천	지방	0.3	0.0	0.3	2014
낙 동 강		계				1,317.0	1,317.0	0.0	
	경상북도	김천시	감문면 태촌리 일원	감천	국가	322.0	322.0	0.0	2014
		구미시	선산읍 동부리 686번지 외 2개지구	감천	국가	905.0	905.0	0.0	2013
		의성군	단북면 이연리 1554-2	위천	지방	90.0	90.0	0.0	2012

〔출처〕 국토관리청 및 지자체 수집자료

나. 하천골재 채취예정지 현황

시·도지사는 골재 채취법 제6조에 의하여 매년 10월 31일까지 다음 연도의 골재수급계획을 작성하여 국토교통부장관에게 제출하여야 한다. 다만, 둘 이상의 특별시·광역시·도·특별자치도에 걸쳐 골재수급계획이 필요한 경우 해당 시·도지사는 대통령령으로 정하는 바에 따라 서로 협의하여 광역 단위의 골재수급계획을 수립한다. 국토교통부장관은 골재수급계획을 총괄·조정한 후 매년 12월 31일까지 다음 연도의 골재수급계획을 수립하고 관계 중앙행정기관의 장 및 시·도지사에게 알려야한다. 〈그림 2.2-5〉는 하천골재채취 예정지 지정절차를 도시해 놓은 것이다.



<그림 2.2-5> 골재채취예정지 지정절차

2014년 지정된 〈표 2.2-6〉의 하천골재 채취예정지는 각 지자체의 관보 및 공고/고시 현황을 통하여 자료를 수집하였다. 2014년 이후 골재채취예정량이 지정된 현황을 보면 총 채취면적은 1,540천㎡로 채취예정량은 3,281.9천㎥이다. 채취예정량 중 잔골재와 굵은 골재로 구분된 예정지는 각각 구분하여 표기하였다.

<표 2.2-6> 하천골재채취 예정지 현황

권역	시도	고시명	하천명	위치	채취 면적 (천㎡)	채취예정량(천㎥)			
						계	잔골재	굵은골재	채취기간
합 계					1,540	3,281.9	3,237.5	44.4	
한 강				계	102	75.6	53.2	22.4	
1	강원도	강원도고시 제2013 - 229호	소양강	인제군 남면 남전리 347-1	23	19.4	7.5	11.9	2013.6~ 2016.12.31
2		강원도고시 제2013 - 229호	한계천	인제군 북면 한계리 1526-8	33	18.8	8.3	10.5	2013.6~ 2016.12.31
3		강원도고시 제2015 - 229호	소양강	인제군 남면 남전리 347-1 외 14필지	45	37.5	37.5	-	2015.9~ 2019.12.31
낙 동 강				계	1,437	3,206.3	3,184.3	22.0	
4	경상북도	경상북도 고시 제2013 - 473호	낙동강	안동시 풍천면 신성리	51	403.0	403.0	-	2013.11.14.~ 2018.11.13
5		경상북도 고시 제2013 - 474호	감천	구미시 선산읍 동부리 686번지 외 2개 지구	565	331.0	331.0	-	2013.11.14.~ 2018.11.13
6		경상북도고시 제2012 - 호	위천	의성군 단밀면 속암리 774-1 외 2지구	246	227.0	205.0	22.0	2012.12.20.~ 2015.12.31.
7		경상북도 고시 제2015 - 252호	회천	고령군 우곡면 사촌리 899-1	84	1,455.3	1,455.3	-	2015.7.20.~ 2016.7.20
8		경상북도 고시 제2013 - 호	회천	고령군 우곡면 사촌리154	81	299.0	299.0	-	2013.11.25.~ 2016.11.24
9	경상남도	경상남도고시 제2014 - 30호	남강	의령군 화정면 상일리 일원	172	240.0	240.0	-	2015.2.9.~ 2016.2.16
10		경상남도고시 제2015 - 304호	남강	함안군 군북면 박곡리 일원	235	251.0	251.0	-	2016.1. ~ 2016.12.

〔출처〕 지방국토관리청 및 지자체 수집자료

2.3 기후 및 기상조사

2.3.1 조사개요

가. 조사목적

기상(atmospheric phenomena)이라고 하는 것은 일반적으로 구름·비·바람 등 대기의 중간권 이하에서 일어나는 현상의 총칭을 말하며 중간권 이상의 열권에서의 현상은 기상과는 구별된 현상으로 다루는 것이 일반적이다. 기상학(meteorology)은 대기를 대상으로 한 학문으로 주로 기상현상에 관하여 취급한다. 기상의 1개월 또는 1년 등에 대한 평균상태에 주목했을 때 이것을 기후(climate)라고 하며 정확한 정의는 "지구상의 어느 지점, 또는 지역에서 1년을 주기로 매년 정해진 순서로 되풀이되는 출현 확률이 가장 큰 대기의 종합 상태"를 말한다. 또한, 기후에 대하여 기상이라는 말을 사용할 때에는 시시각각으로 변화해 가는 상태를 주목했을 경우를 말한다. 기후학(climatology)은 기후에 대해서 연구하는 학문으로 일반기후학, 계통적 기후학, 지방기후학, 기후지 등으로 분류되며 넓은 뜻으로는 기상학의 한 분야를 말한다. 다른 기준에서는 물리적 기후학과 지리적 기후학으로 분류된다.

기후 및 기상에 관련된 기왕의 조사는 획일적으로 권역별 또는 한반도 전체를 단일한 조사 대상으로 하여 조사되어 왔고 점차적으로 그 분석대상의 범위를 국내의 단위에서 아시아 등으로 확대되고 있다. 최근 기후 및 기상 현상을 보면 동일 권역 내에서도 다양한 기후 변화 등이 목격되므로 기상특성 및 이상강우 현상 등에 대한 공간적인 세분화와 그 원인 규명 및 예보를 위한 장기예측 시스템 개발 및 범지구적인 조사의 필요성이 대두되고 있다.

본 조사에서는 전국유역을 대상으로 기상관측소별 기후 및 기상 자료에 대한 관측기록 등을 수집·검토하고 지역별 기후특성을 파악하기 위하여 지역구분에 따른 각 지역별 대상관측소에 대한 극값을 파악하며 각종 수자원분야 계획의 수문 분석시 기본이 되는 기초자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

나. 조사내용 및 방법

전국 기상관측소에 대한 제원, 연혁, 관측이력, 자료 보유기간 및 관측환경에 대한 특기사항 등의 현황을 문헌 및 인터넷을 이용하여 조사하고 기상청과 MOU체결로 협조를 통해 일자료를 수집하였다. 현지조사를 통하여 관측소의 운영실태 및 GPS를 이용한 위치정보를 조사하였으며 문헌조사 및 분석을 통하여 지역적으로나 기후·기상학적으로 동질성을 가지는 지역을 구분하였다.

또한, 본 조사 결과 수집된 각종 기후 및 기상자료는 DB화하여 수자원관리종합정보시스템(WAMIS)을 통하여 일반인 및 관계 전문가들이 공유할 수 있도록 하였다.

강수, 습도, 기온 등의 15개 기상인자에 대한 관측소별 평균치 분석을 통한 현황 및 특성을 파악하고 지역별 기후특성을 파악하기 위하여 지역구분에 따른 각 지역별 대상관측소에 대한 관측값을 파악하였다.

2.3.2 기상관측소

기상관서에서 행하는 관측의 종류는 지상기상관측, 고층기상관측, 해양기상관측, 지상기후관측, 고층기후관측, 항공기상관측, 농업기상관측, 위성기상관측, 레이더기상관측, 지진관측, 특수기상관측(낙뢰관측, 일사관측, 황사관측), 위탁시상관측 등이 있다.

최근 기후 및 기상 현상을 보면 동일 권역 내에서도 다양한 기후 변화 등이 목격되므로 기상특성 및 이상강우 현상 등에 대한 공간적인 세분화와 그 원인 규명 및 예보를 위한 장기예측 시스템 개발 및 범지구적인 조사의 필요성이 대두되고 있다.

가. 기상관측소 현황

2014년 기준 전국의 유역내에 위치한 지상기상관측소는 진도군기상관측소가 2013년 10월 신설되어 총 관측소수는 전년도보다 1개소 증가된 78개소로 조사되었다. 각 권역별 지상기상관측소 현황은 〈표 2.2-1〉과 같다. 지상기상관측소 78개 중 한강권역에 21개소, 낙동강권역에 26개소, 금강권역에 14개소, 섬진강권역에 6개소, 영산강권역에 7개소, 제주도에 4개소가 위치하고 있다. 유역내에 위치한 기상관측소를 행정구역별로 살펴보면 경상북도와 강원도가 각각 12개소로 가장 많은 관측소가 존재하였으며, 전라남도 9개소, 경상남도 9개소, 전라북도 8개소, 경기도 5개소, 충청남도 5개소, 충청북도 5개소, 제주도 4개소, 인천광역시와 대구광역시가 각각 2개소 등으로 나타났다.

전국 78개의 기상관측소 중 66개소는 1990년 이전부터 관측해 왔으며 동해관측소는 1992년, 영월관측소는 1995년, 동두천관측소는 1998년, 문산, 상주, 진도(첨찰산)관측소에서는 2002년부터 관측이 개시되었으며 북강릉관측소는 2008년 7월에 관측을 개시하였다. 고창관측소는 운휴중이였으나 2009년 1월부터 관측을 개시하였다. 마산관측소는 2010년말 행정구역이 통합되면서 창원관측소로 관측소명이 변경되었다. 2011년 4월 기존의 순천관측소는 순천시 주암면에서 순천시 승주읍으로 이전하였고 기존의 순천관측소는 주암관측소로 명칭이 변경되었으나 2012년 7월 2일부터 주암관측소의 기상관측이 중단되었다. 2013년에는 기존 문산기상관측소의 지점명이 파주기상관측소로 변경 되었으며, 10월 1일 대구(기)기상관측소가 신설되었다. 2014년에는 기존 진도기상관측소가 진도(첨찰산)기상관측소로 명칭이 변경되었고, 진도군기상관측소가 신설되어 5월 9일부터 관측을 개시하였다.

한강권역내 기상관측소는 총 21개소로서, 한강유역 14개소, 안성천유역 1개소, 그리고 한강서해유역 2개소, 한강동해유역에 4개소가 위치하고 있다. 한강권역내 기상관측소 중 인천관측소가 1904년 4월, 서울관측소가 1907년 10월부터 관측을 개시하여 가장 오래된 관측기록을 보유하고 있으며 북강릉관측소가 2008년 7월부터 관측을 개시하여 가장 적은 관측기록을 보유하고 있는 것으로 나타났다. 또한, 21개의 관측소 중 15개의 관측소가 30년 이상의 관측기록을 보유하고 있으며 영월, 철원, 동두천, 문산, 동해, 북강릉관측소의 6개소는 30년 미만인 것으로 조사되었다.

낙동강권역내 기상관측소는 총 26개소로서 낙동강유역 16개소, 태화강유역 1개소, 회야수영유역 1개소, 낙동강동해유역 4개소 및 낙동강남해유역 4개소가 위치하고 있다. 낙동강권역내 기상관측소 중 부산관측소가 1904년 4월, 대구관측소가 1907년 1월부터 관측을 개시하여 가장 오래된 관측기록을 보유하고 있으며 상주관측소가 2002년 1월부터 관측을 개시하여 가장 적은 관측기록을 보유하고 있는 것으로 나타났다. 또한, 25개의 관측소 중

20개의 관측소가 30년 이상의 관측기록을 보유하고 있으며 태백, 봉화, 안동, 상주, 창원 관측소의 5개소는 30년 미만인 것으로 조사되었다.

금강권역내 기상관측소는 총 14개소로서, 금강유역 7개소, 삽교천유역 1개소, 금강서해유역 3개소, 만경강·동진강유역에 3개소가 위치하고 있다. 금강권역내 기상관측소 중 전주관측소가 1918년 5월부터 관측을 개시하여 가장 오래된 관측기록을 보유하고 있으며 장수관측소가 1988년 1월부터 관측을 개시하여 가장 적은 관측기록을 보유하고 있는 것으로 나타났다. 또한, 장수관측소를 제외한 나머지 13개의 관측소는 모두 30년 이상의 관측기록을 보유하고 있는 것으로 조사되었다.

섬진강권역과 영산강권역 및 제주도 내의 기상관측소는 총 17개소로서 섬진강권역에 6개소, 영산강권역에 7개소, 제주도에 4개소가 위치하고 있고, 섬진강유역 3개소, 섬진강남해유역 3개소, 영산강유역 1개소, 탐진강유역 1개소, 영산강남해유역 3개소, 영산강서해유역 2개소, 제주도 4개소가 각각 위치하고 있다. 섬진강과 영산강권역 및 제주도 내의 기상관측소 중 목포관측소가 1904년 4월부터 관측을 개시하여 가장 오래된 관측기록을 보유하고 있으며 진도군관측소가 2014년 5월부터 관측을 개시하여 가장 적은 관측기록을 보유하고 있는 것으로 나타났다. 또한, 16개의 관측소 중 14개의 관측소가 15년 이상의 관측기록을 보유하고 있으며 진도(첨찰산), 고창, 순천, 진도군관측소 4개소는 15년 미만인 것으로 조사되었다.

<표 2.3-1> 전국 지상기상관측소 현황

권역	대권역	관측지점	표준유역코드	위치 주소	동경(° ′ ″)			북위(° ′ ″)			H (EL.m)	Hb (EL.m)	ht (m)	ha (m)	hr (m)	관측개시일 (연월일)		
한강	한 강	대관령	100105	강원.평창.도압.횡계.산1-133	128	43	-	37	41	-	772.4	773.9	1.5	10	0.6	1971	7	15
		영월	100213	강원.영월.하송.322	128	27	35.6	37	10	42.6	240.6	236.9	1.5	10	0.6	1994	12	1
		제천	100314	충북.제천시.신월.348	128	11	46.6	37	9	23.3	263.6	263.9	1.5	13.3	0.5	1972	1	11
		충주	100414	충북.충주시.안림 521-5	127	57	17.2	36	58	3.2	115.1	114.7	1.8	10	0.5	1972	1	1
		원주	100606	강원.원주시.명륜.218	127	56	56	37	20	4.7	148.6	152.2	1.6	10	0.6	1971	9	6
		이천	100714	경기.이천.부발읍.신하3.287-5	127	29	10.8	37	15	40.6	78	91	1.9	10	0.5	1972	1	11
		양평	100718	경기.양평.양근.192-25	127	29	47.6	37	29	8.8	48	48.6	1.7	10	0.6	1972	1	11
		인제	101206	강원.인제).남북.462-1	128	10	9.2	38	3	26	200.2	199.7	1.5	10	0.5	1971	12	1
		춘천	101302	강원.춘천시.우두동.406-1	127	44	15.9	37	53	59.6	77.7	77.8	1.5	10	0.6	1966	1	1
		홍천	101408	강원.홍천.연봉.466-9	127	52	57.2	37	40	50.9	140.9	147.2	1.6	13	0.5	1971	9	27
		서울	101809	서울.종로구.송월.1	126	58	4.2	37	34	6.9	85.8	86.2	1.5	10	0.6	1907	10	1
		철원	102204	강원.철원.군탄.964-2	127	18	0	38	9	0	153.7	156.2	1.8	12.6	0.6	1988	1	1
		동두천	102213	경기.동두천.생연.산51-1	127	4	0	37	54	0	109.1	113.6	1.7	10	0.6	1998	2	1
		파주	102304	경기.파주.문산.운천.103-17	126	45	0	37	53	0	29.4	31.4	1.7	10	0.5	2001	12	7
	안성천	수원	110112	경기.수원시.권선.서둔.208-16	126	59	14.2	37	16	9.7	34.1	35.5	1.5	18.5	0.5	1964	1	1
	한 강 서 해	인천	120102	인천.중.전.25 자유공원내	126	37	35.3	37	28	29.4	68.2	55.6	1	10	0.6	1904	8	29
		강화	120104	인천.강화.불은.삼성2. 811-1	126	26	55.2	37	42	17.2	47	47.2	1.6	10	0.6	1972	1	11
	한 강 동 해	속초	130104	강원.고성.토성.봉포.111-3	128	34	0.8	38	14	53.3	18.1	24.3	1.9	10	0.7	1968	1	1
		북강릉	130202	강원.강릉시.사천.방동리 501	128	51	19.2	37	48	11.6	79.2	80.3	1.6	10	0.5	2008	7	28
		강릉	130204	강원.강릉시.용강.63-2	128	53	35.8	37	44	55.3	26	27.5	1.7	17.9	0.6	1911	10	3
		동해	130207	강원.동해시 용정동 227-3	129	7	36.1	37	30	15.5	39.9	35.6	1.7	10	0.6	1992	5	1
낙동강	낙동강	태백	200101	강원.태백.황지1동 49-84	128	59	30	37	10	3	712.8	715.3	1.7	16	0.6	1985	8	1
		봉화	200107	경북.봉화.춘양.의양3리 218-3	128	54	55	36	56	36	319.8	322.3	1.6	10	0.6	1988	1	1
		안동	200304	경북.안동.운안동 433-1	128	42	36	36	34	13	140.1	142.1	1.7	10	0.6	1973	1	1
		영주	200404	경북.영주.풍기.성내리 240-55	128	31	8	36	52	8	210.8	211.7	1.5	10	0.6	1972	11	28
		문경	200507	경북.문경.유곡동 603-2	128	9	4	36	37	28	170.6	171	1.5	10	0.6	1973	1	1
		상주	200602	경북.상주.낙양.216-2	128	9	26	36	24	30	96.2	99.4	1.6	10	0.5	2002	1	1
		의성	200807	경북.의성.의성읍.원당리 6-4	128	41	29	36	21	12	81.8	84	1.5	10	0.6	1973	1	1

<표 2.3-1> 전국 지상기상관측소 현황(계속)

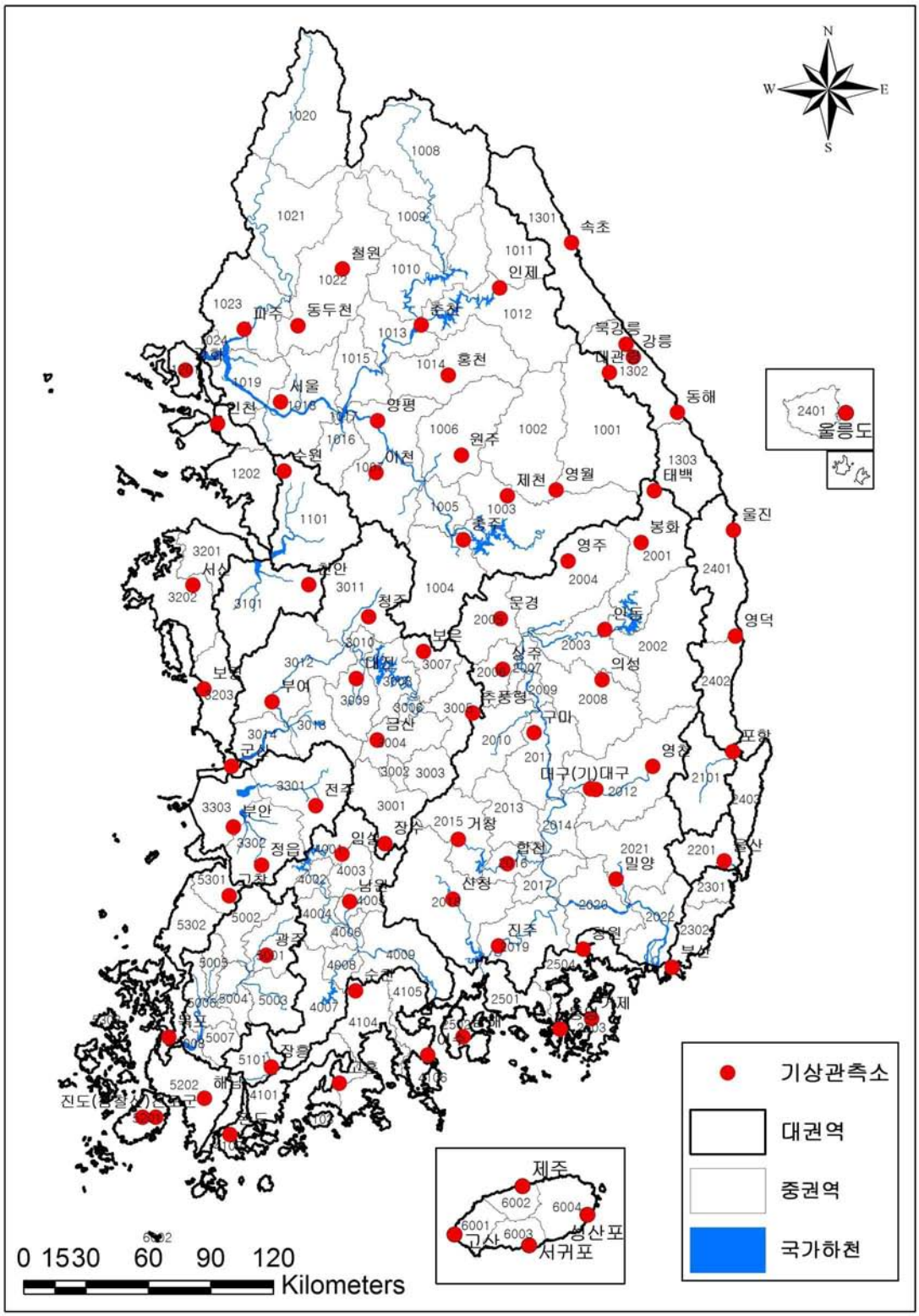
권역	대권역	관측지점	표준유역코드	위치 주소	동경(° ′ ″)			북위(° ′ ″)			H (EL.m)	Hb (EL.m)	ht (m)	ha (m)	hr (m)	관측개시일 (연월일)		
낙동강	낙동강	구미	201101	경북. 구미. 남통동 363-73	128	19	20	36	7	39	48.9	48.9	1.5	10	0.5	1973	1	1
		대구	201216	대구. 동구. 신암1동 716-1	128	37	14	35	52	56	64.1	58.4	1.8	10	0.6	1907	1	31
		대구(기)	201211	대구. 동구. 효목동	128	39	7.92	35	52	41.5	49	50.2	1.8	10	0.6	2013	9	30
		영천	201206	경북. 영천. 망정동 216-2	128	57	13	35	58	27	93.6	94.5	1.7	10	0.5	1972	1	21
		거창	201505	경남. 거창. 거창. 김천리 169-9	127	54	48	35	40	8	226	222.6	1.5	15	0.5	1972	1	24
		합천	201602	경남. 합천. 합천. 합천리 129-4	128	10	19	35	33	44	33.1	34.1	1.5	10	0.6	1973	1	1
		산청	201806	경남. 산청. 산청. 지리 311	127	52	53	35	24	35	138.1	139.4	1.5	10	0.6	1972	3	30
		진주	201903	경남. 진주. 초전동 426	128	7	17	35	12	21	30.2	28.3	1.5	10	0.6	1969	3	1
		밀양	202109	경남. 밀양. 내이동 1073-3	128	44	48	35	29	19	11.2	12.1	1.5	10	0.5	1973	1	1
	태화강	울산	220106	울산. 중구. 북정동 315-4	129	19	21	35	33	25	34.6	35.8	1.5	12.2	0.5	1932	1	6
	회야남영	부산	230206	부산. 중구. 대청동 1가 9	129	2	5	35	6	5	69.6	70.2	1.6	17.8	0.6	1904	4	9
	낙동강 동해	울진	240102	경북. 울진. 울진. 연지리 143-16	129	24	56	36	59	20	50	50.6	1.8	13	0.6	1971	1	12
		영덕	240110	경북. 영덕. 영해. 성내리 233	129	24	41	36	31	49	42.1	41.8	1.6	10	0.6	1972	1	3
		울릉도	240111	경북 울릉 울릉 589-1	130	55		37	30		222.5	223.8	1.6	10	0.6	1938	8	10
		포항	240208	경북. 포항. 남구. 송도동 311-8	129	22	55	36	1	47	2.3	2.7	1.6	15.4	0.6	1943	1	1
	낙동강 남해	남해	250202	경남. 남해. 이동. 다정리 797-2	127	55	43	34	48	49	50	44.5	1.6	10	0.6	1972	1	24
		거제	250302	경남. 거제. 신현. 장평리 770-27	128	36	24	34	53	5	46.3	45.6	1.5	10	0.5	1972	1	24
		창원	250406	경남 창원 마산합포구 가포순환로 172	128	34	4	35	11	14	37.2	37.9	1.7	10	0.5	2004	12	16
		통영	250403	경남. 통영. 정량동 844	128	26	17	34	50	32	32.7	31.5	1.5	15.2	0.6	1968	1	1
금강	금강	금산	300403	충남. 금산. 금산. 아인리 134-5	127	29	1.7	36	6	9.7	170.4	172.9	1.5	10	0.6	1972	1	9
		대전	300906	대전. 유성. 구성. 22	127	22	27.4	36	22	8.6	68.9	71.5	1.6	22.8	0.6	1969	1	1
		보은	300703	충북. 보은. 보은. 성주리 61	127	44	10.6	36	29	5.3	175	175.5	1.5	10	0.5	1972	1	9
		부여	301214	충남. 부여. 부여. 가탑리 395-1	126	55	22.8	36	16	9.9	11.3	13.6	1.5	10	0.5	1972	1	9
		장수	300101	전북. 장수. 장수. 선창리 373-3	127	31	21.7	35	39	14.7	406.5	408.3	1.5	10	0.6	1988	1	1
		청주	301113	충북. 청주. 흥덕. 복대동 265-14	127	26	34.2	36	38	11	57.2	59.2	1.5	19	0.5	1967	1	1
		추풍령	300501	충북. 영동. 추풍령. 관리 205	127	59	47.5	36	13	1.4	244.7	244.8	1.5	20.7	0.5	1937	1	11
	삽교천	천안	310111	충남. 천안. 신방동 645-1	127	7	16.5	36	46	36	21.3	26.1	1.5	22	0.5	1972	1	8
	금강 서해	보령	320304	충남. 보령. 요암동 132-1	126	33	34	36	19	27.3	15.5	17	1.5	22	0.5	1972	1	24
		서산	320204	충남. 서산. 수석동 188	126	29	45.5	36	46	25.4	28.9	26.9	1.4	20.2	0.5	1968	1	1
		군산	330113	전북. 군산. 금동 9-7	126	42	28.1	35	59	24.3	23.2	30.7	1.5	18	0.6	1968	1	1
	만경 동진강	부안	330302	전북. 부안. 행안. 역리 315-1	126	43	6.9	35	43	36	12	12.1	1.5	10.1	0.6	1972	3	1
		전주	330109	전북. 전주. 완산. 남노송동 515	127	9	25.5	35	49	7	53.4	55.2	1.5	18.4	0.6	1918	6	23
		정읍	330203	전북. 정읍. 상동 362-1	126	52	5.5	35	33	36.2	44.6	45.6	1.5	18.4	0.5	1970	1	5
섬진강	섬진강	임실	400104	전북. 임실. 임실. 미도리 265-3	127	17	43.8	35	36	33.4	247.9	249.3	1.7	10	0.6	1970	6	2
		남원	400504	전북. 남원. 대산. 수덕리 353-1	127	20	6.6	35	24	8	90.3	91.1	1.6	10	0.6	1972	1	4
		순천	410401	전남. 순천. 승주. 평중리. 261-1	127	22		35	1		165	180.4	1.8	10.3	0.6	2011	4	1
	섬진강 남 해	완도	410201	전남. 완도. 군외. 불목리 26번지	126	42	13.7	34	23	33.9	35.2	28.4	1.6	15.4	0.5	1971	1	31
		고흥	410409	전남. 고흥. 행정리 산16번지	127	16	40.1	34	36	54.6	53.1	63.9	1.5	10	0.6	1972	1	22
		여수	410506	전남. 여수. 고소동 304번지	127	44	34.1	34	44	9.9	64.6	74.6	1.5	20.8	0.7	1942	3	1
영산강	영산강	광주	500107	광주. 북구 운암동 산1번지	126	53	37.2	35	10	12.5	72.4	75.3	1.5	17.5	0.6	1939	5	1
	탐진강	장흥	510102	전남. 장흥. 장흥. 원도리 274번지	126	55	17.8	34	41	8.3	45	45.3	1.5	14.3	0.5	1972	1	21
	영산강 남 해	진도	520103	전남. 진도. 의신. 사천	126	19	0	34	28	0	476.5	477.9	1.2	10	0.5	2001	11	3
		해남	520204	전남. 해남. 해남. 남천리 175-1	126	34	15.8	34	33	1.8	13	5.6	1.4	10	0.6	1971	2	3
		진도군	520103	전남 진도 전도 남동리	126	15		34	28		5.3	6.8	1.9	41	0.6	2014	5	9
	영산강 서 해	목포	530209	전남. 목포. 연산동 726-3	126	22	59.2	34	48	49.3	38	38.1	1.5	15.5	0.6	1904	4	8
		고창	530103	전북. 고창. 고창. 덕산리 209-1	126	41	56.1	35	25	40.8	52	55.3	1.8	10	0.7	2010	12	1
제주도	제주도	고산	600101	제주. 북제주. 한경. 고산리 3762	126	9	53.3	33	17	26	74.3	72.4	1.8	10	0.5	1988	1	1
		제주	600203	제주. 제주. 건입동 1123-13	126	31	54	33	30	39.5	20.4	21.3	1.8	12.3	0.5	1923	5	1
		서귀포	600303	제주. 서귀포. 서귀동 538	126	34	2.6	33	14	34.3	49	51.8	1.8	10	0.6	1961	1	1
		성산포	600403	제주. 남제주. 성산. 신산리 685-4	126	52	56.7	33	23	1	17.8	20.1	1.7	10	0.6	1971	7	15

〔출처〕 기상연보(2014, 기상청)

〔주〕 ① H:노장의 해발높이, Hb:수은기압계의 해발높이, ht:온도계의 지상높이, ha:풍속계의 지상높이, hr: 우량계의 지상높이

② 백령도, 흑산도 기상관측소 제외(수자원단위지도에서 제외)

③ 2014년 5월 9일 진도군관측소 지점 관측개시



<그림 2.3-1> 전국 지상기상관측소 위치도

〈표 2.3-2〉의 표고별 유역내 기상관측소의 분포를 살펴보면 해발 50m이하, 해발 50~100m 사이에 위치한 기상관측소가 각각 35개소, 17개소로 다수의 관측소가 해발 0~100m 범위에 위치하고 있으며 해발 200m이상에 위치한 기상관측소도 13개소가 위치하고 있다.

표고별 기상관측소의 분포를 살펴보면 한강권역 내의 기상관측소는 100m이하 12개소, 100~200m 5개소, 200m이상이 4개소 위치하였고, 낙동강권역은 100m이하 18개소, 100~200m 3개소, 200m이상이 5개소 위치하였다. 금강권역은 100m이하 10개소, 100~200m 2개소, 200m이상이 2개소 위치하였고, 섬진강권역은 100m이하 4개소, 100~200m의 관측소는 1개소, 200m이상이 1개소 위치하였다. 영산강권역은 100m이하 6개소, 200m이상이 1개소 위치하였고, 제주도에 존재하는 4개소의 관측소는 모두 100m이하의 표고에 위치하고 있었다.

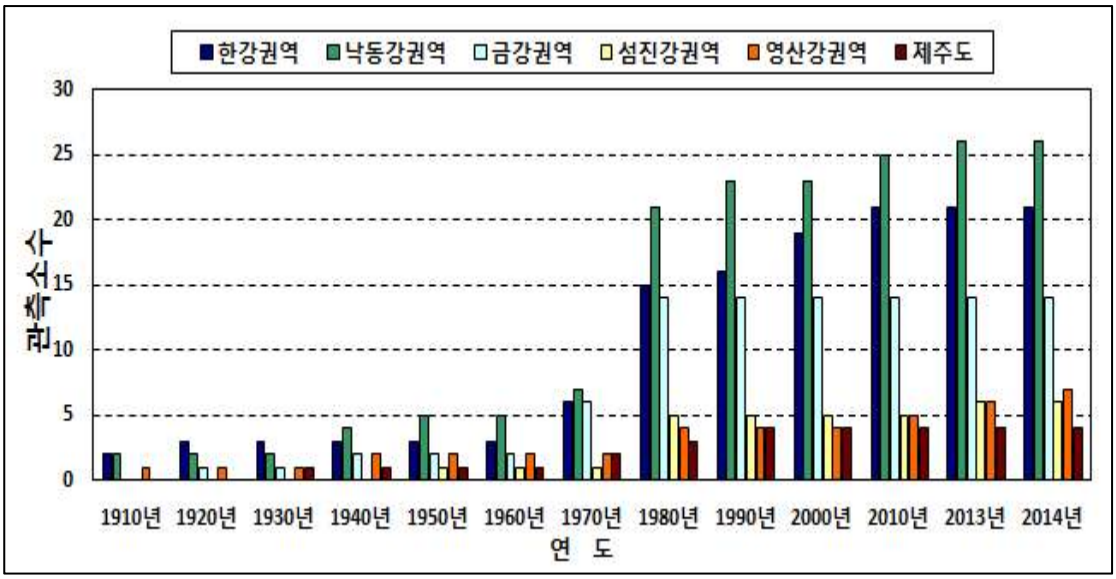
<표 2.3-2> 표고별 기상관측소 분포

표고(EL. m) / 유역명	계	0~50	50~100	100~150	150~200	200 이상
합 계	78	33	21	6	5	13
한강권역	21	7	5	4	1	4
10(한강)	14	2	3	4	1	4
11(안성천)	1	1	-	-	-	-
12(한강서해)	2	1	1	-	-	-
13(한강동해)	4	3	1	-	-	-
낙동강권역	26	11	7	2	1	5
20(낙동강)	16	5	4	2	1	4
21(형산강)	0	-	-	-	-	-
22(태화강)	1	1	-	-	-	-
23(회야·수영)	1	-	1	-	-	-
24(낙동강동해)	4	2	1	-	-	1
25(낙동강남해)	4	3	1	-	-	-
금강권역	14	7	3	-	2	2
30(금강)	7	1	2	-	2	2
31(삽교천)	1	1	-	-	-	-
32(금강서해)	2	2	-	-	-	-
33(만경·동진)	4	3	1	-	-	-
섬진강권역	6	1	3	-	1	1
40(섬진강)	2	-	1	-	-	1
41(섬진강남해)	4	1	2	-	1	-
영산강권역	7	4	2	-	-	1
50(영산강)	1	-	1	-	-	-
51(탐진강)	1	1	-	-	-	-
52(영산강남해)	3	2	-	-	-	1
53(영산강서해)	2	1	1	-	-	-
제주도	4	3	1	-	-	-

기상청 지상기상관측소의 현황을 기준으로 전국 기상관측소의 유역별 개소수를 살펴보면 〈표 2.3-3〉, 〈그림 2.3-2〉와 같다. 우리나라 최초 관측이 시작된 기상관측소는 1904년 인천, 부산, 목포기상관측소 3개소이며, 1907년 서울, 대구기상관측소의 신설로 1910년대에는 총 5개소가 되었다. 1960년대에 24개소에서 1970년대에 62개소로 급격히 증가하였다. 2000년대에 들어와 기상관측소는 74개소로 증가하였으며 2013년도에는 77개소, 2014년도에는 1개소 증가한 78개소로 조사되었다.

<표 2.3-3> 연도별 기상관측소수

구 분	계	한강권역	낙동강권역	금강권역	섬진강권역	영산강권역	제주도
1910년	5	2	2	-	-	1	-
1920년	7	3	2	1	-	1	-
1930년	8	3	2	1	-	1	1
1940년	12	3	4	2	-	2	1
1950년	14	3	5	2	1	2	1
1960년	14	3	5	2	1	2	1
1970년	24	6	7	6	1	2	2
1980년	62	15	21	14	5	4	3
1990년	66	16	23	14	5	4	4
2000년	69	19	23	14	5	4	4
2010년	74	21	25	14	5	5	4
2013년	77	21	26	14	6	6	4
2014년	78	21	26	14	6	7	4



<그림 2.3-2> 연도별 기상관측소수

2.3.3 기상현황 조사

가. 관측소별 기상요소

2014년을 기준으로 전국에 위치한 78개 기상관측소의 기상관측 자료를 바탕으로 기상관측소별 평균값을 산정하였고 행정구역 및 유역별 기상요소 값은 각 구역에 속하는 기상관측소의 기상요소 값의 평균으로 산정하였다.

「기상연보」에서 제공되는 일 기상자료 중 분석대상 기상요소로는 최대풍향, 대형증발량, 최심신적설의 3개 항목을 제외한 평균해면기압, 평균기온, 최고기온, 최저기온, 평균상대습도, 최소상대습도, 이슬점온도, 평균풍속, 최대풍속, 연평균운량, 총 일사량, 연평균 일조시간, 강수량, 강수일수, 증발량의 15개 항목을 선정하였다.

전국 기상관측소들의 기상요소 값은 〈표 2.3-4〉와 같다. 전국의 기상관측소의 기상요소별 자료를 살펴보면 해면기압은 서산관측소가 1,017.1hPa, 일 평균기온의 평균은 서귀포관측소가 17.0℃, 평균상대습도는 목포관측소가 84.5%, 이슬점온도는 고산관측소가 13.3℃, 평균풍속은 고산관측소가 6.4㎧, 연평균 운량은 울릉도관측소가 6.4, 일사량은 대전관측소가 5,551.0MJ/㎡, 일조시간은 인천관측소가 7.0hr/일, 총 강수량은 서귀포관측소가 2,473.2㎜, 강수일수는 울릉도관측소가 155일, 증발량은 포항관측소가 1,406.4㎜로 각각의 최댓값을 나타냈으며, 최솟값은 해면기압이 울릉도관측소가 1,012.8hPa, 일 평균기온의 평균 대관령관측소가 7.7℃, 평균상대습도는 강릉관측소가 57.2%, 이슬점온도는 대관령관측소가 2.5℃, 평균풍속은 진주 및 홍천관측소가 1.1㎧, 연평균 일조시간은 제주관측소가 4.8hr/일, 총 강수량은 강화관측소가 605.4㎜, 강수일수는 강화관측소가 69일로 나타났고 대부분의 관측소에서 관측하지 않고 있는 총 일사량과 증발량의 경우 관측되는 관측소 중 포항관측소가 3,601.4MJ/㎡, 대전관측소가 983.4㎜로 가장 낮게 나타났다.

<표 2.3-4> 기상관측소별 기상요소

요소 / 유역	관측지점	해면기압 (hPa)	기온(℃)			상대습도 (%)		이슬점온도 (℃)	풍속 (㎧)		연평균운량	총일사량 (MJ/㎡)	연평균일조시간 (hr/일)	총강수량 (㎜)	강수일수 (≥0.1㎜)	총증발량 (㎜)
			평균	최고	최저	평균	최소		평균	최대						
한강	대관령	1,016.5	7.7	13.1	2.4	72.0	48.4	2.5	3.2	6.8	5.6	4,896.9	6.5	1,309.6	141	-
	동두천	1,016.2	12.2	18.7	7.0	64.2	37.7	4.7	1.6	4.6	-	-	6.6	741.6	97	-
	문 산	1,016.7	11.4	17.9	5.9	67.6	39.9	4.9	1.6	4.1	-	-	6.9	642.7	92	-
	서 울	1,016.4	13.4	18.3	9.4	62.9	40.2	5.8	2.7	5.5	4.7	4,313.8	6.7	808.9	101	1,001.8
	양 평	1,016.7	12.5	18.5	7.3	69.1	40.1	6.0	1.4	3.7	-	-	5.8	790.1	98	-
	영 월	1,016.7	11.9	18.7	6.2	68.0	38.6	5.2	1.4	4.4	-	-	6.3	876.5	111	-
	원 주	1,016.4	12.8	18.7	7.7	66.9	41.3	6.0	1.4	3.7	4.8	5,255.7	6.6	801.3	109	-
	이 천	1,016.7	12.0	18.4	6.4	62.8	36.5	4.2	1.3	3.4	-	-	6.4	791.5	103	-
	인 제	1,016.7	11.1	17.5	5.9	66.4	38.2	4.2	1.8	4.4	-	-	5.9	705.2	99	-
	제 천	1,016.7	10.6	17.4	4.6	68.9	38.7	4.2	1.5	4.2	-	-	5.8	913.6	112	-
	철 원	1,016.6	11.0	17.3	5.2	67.3	37.5	4.2	1.6	4.5	4.9	-	6.8	684.4	104	1,175.0
	춘 천	1,016.8	12.2	18.1	7.1	70.4	40.7	6.1	1.4	3.6	5.0	4,680.8	6.3	677.4	90	1,161.3

<표 2.3-4> 기상관측소별 기상요소(계속)

요소 / 유역	관측지점	해면기압 (hPa)	기온(℃) 평균	기온(℃) 최고	기온(℃) 최저	상대습도(%) 평균	상대습도(%) 최소	이슬점온도 (℃)	풍속(㎧) 평균	풍속(㎧) 최대	연평균운량	총일사량 (MJ/㎡)	연평균일조시간 (hr/일)	총강수량 (㎜)	강수일수 (≥0.1㎜)	총증발량 (㎜)
한강	충 주	1,016.8	12.3	18.4	6.9	64.7	36.7	4.8	1.6	4.0	-	-	6.4	899.6	102	-
	홍 천	1,016.8	11.8	18.7	6.2	65.1	33.8	4.2	1.1	3.4	-	-	6.4	703.5	95	-
안성천	수 원	1,016.7	13.1	18.6	8.5	67.9	42.4	6.6	1.8	4.4	4.8	4,417.5	6.5	1,029.1	97	1,100.0
한강	인 천	1,016.6	12.8	16.6	9.6	77.7	56.3	8.7	3.1	5.8	4.8	4,658.6	7.0	788.1	96	1,159.9
서해	강 화	1,016.8	11.8	17.0	7.0	72.2	47.9	6.3	2.0	4.6	-	-	6.2	605.4	69	-
한강	속 초	1,015.7	13.2	17.2	9.3	68.0	49.4	6.5	2.2	5.1	5.2	-	6.5	1,104.0	116	-
동해	북강릉	1,015.7	12.9	17.2	8.6	60.1	41.2	4.2	2.0	4.4	5.2	4,663.6	6.3	1,371.0	111	1,297.5
	강 릉	1,015.8	13.8	18.0	9.9	57.2	38.8	4.3	2.3	4.8	-	4,347.4	6.0	1,388.8	118	-
	동 해	1,012.9	13.4	17.6	9.4	62.3	43.6	5.4	2.6	6.0	-	-	6.1	1,411.1	113	-
낙동강	거 창	1,016.0	12.0	18.6	6.3	65.8	37.2	4.8	1.6	4.8	5.2	-	6.3	1,242.4	115	-
	구 미	1,016.6	13.6	19.5	8.4	64.3	39.8	6.0	1.6	3.7	-	-	6.2	1,222.8	107	-
	대 구	1,017.0	15.0	20.3	10.5	57.3	34.2	5.3	1.9	4.3	-	5,425.2	6.7	1,072.1	103	-
	대구(기)	1,015.7	14.0	19.3	9.3	64.8	41.2	6.6	2.1	5.0	5.0	13.4	5.7	1,023.0	103	-
	문 경	1,016.4	12.3	18.3	7.0	61.0	36.7	3.9	1.8	4.2	-	-	5.8	1,006.0	107	-
	밀 양	1,016.2	14.0	20.8	8.4	62.8	36.2	6.0	1.4	4.0	-	-	5.6	1,212.4	109	-
	봉 화	1,013.5	9.9	16.9	3.7	68.9	36.8	3.3	1.5	4.2	-	-	5.6	991.7	111	-
	산 청	1,016.3	13.0	19.1	7.9	63.8	35.8	5.0	1.6	4.4	-	-	6.1	1,538.9	112	-
	상 주	1,016.5	12.7	18.6	7.7	62.0	38.2	4.7	1.5	3.7	-	-	6.4	1,184.9	108	-
	안 동	1,016.4	12.5	18.8	7.1	63.0	36.9	4.6	1.6	4.3	5.0	5,338.7	6.7	960.4	102	1,297.4
	영 주	1,016.3	12.0	18.1	6.4	64.8	38.2	4.7	2.5	5.5	-	-	5.9	1,156.4	109	-
	영 천	1,016.3	12.9	19.2	7.2	65.6	37.7	5.4	1.8	4.4	-	-	5.5	1,193.9	111	-
	의 성	1,016.6	11.7	19.4	5.2	68.2	35.1	4.7	1.2	3.8	-	-	5.6	869.4	106	-
	진 주	1,016.4	13.3	19.6	7.8	68.4	38.2	6.3	1.1	3.4	4.8	5,132.6	6.6	1,644.9	115	1,103.6
	태 백	1,015.9	9.4	15.2	4.3	68.3	41.5	2.7	1.7	4.2	-	-	5.3	1,171.2	144	-
	합 천	1,016.5	13.1	20.0	7.5	65.0	35.4	5.5	1.3	3.7	-	-	5.7	1,292.1	108	-
태화강	울 산	1,016.0	14.8	19.7	10.6	64.4	42.9	7.2	2.2	5.3	5.0	-	6.0	1,398.7	118	-
회야·수영	부 산	1,016.0	15.1	19.3	12.0	66.4	48.3	8.2	3.2	6.4	4.9	4,995.1	6.8	1,693.1	120	1,136.1
낙동강	영 덕	1,016.1	13.0	18.2	8.4	63.4	40.9	5.0	2.9	6.2	-	-	5.7	1,234.3	116	-
동해	울릉도	1,012.8	12.8	16.0	10.3	66.6	48.3	6.3	3.8	7.5	6.4	-	5.7	1,527.7	155	1,361.5
	울 진	1,016.0	12.9	17.4	8.6	68.2	48.8	6.4	2.7	5.3	5.1	-	6.4	1,282.6	107	-
	포 항	1,016.1	14.6	18.7	11.0	64.4	46.3	7.2	2.7	5.2	5.0	3,601.4	6.3	1,338.2	116	1,406.4
낙동강	거 제	1,016.1	14.9	19.7	10.9	62.4	41.0	7.1	1.8	4.4	-	-	5.5	2,257.1	116	-
남해	남 해	1,013.4	14.7	19.8	10.6	66.2	42.8	7.7	1.3	2.9	-	-	5.8	2,058.4	115	-
	창 원	1,016.1	14.9	19.6	11.2	61.9	41.5	6.9	1.8	4.4	4.9	-	6.6	1,525.8	116	-
	통 영	1,016.2	14.7	19.0	11.2	70.5	49.8	8.9	2.3	5.4	4.8	-	6.3	1,697.1	109	-

<표 2.3-4> 기상관측소별 기상요소(계속)

요소 / 유역	관측지점	해면기압 (hPa)	기온(℃) 평균	기온(℃) 최고	기온(℃) 최저	상대습도(%) 평균	상대습도(%) 최소	이슬점온도(℃)	풍속(m/s) 평균	풍속(m/s) 최대	연평균운량	총일사량 (MJ/㎡)	연평균일조시간 (hr/일)	총강수량 (㎜)	강수일수 (≥0.1㎜)	총증발량 (㎜)
금강	금 산	1,016.6	12.1	18.7	6.5	69.6	40.4	5.8	1.2	3.5	-	-	5.4	1,131.0	123	-
	대 전	1,016.8	13.5	18.9	8.8	72.4	47.7	8.0	1.5	4.0	5.0	5,551.0	6.5	1,117.7	112	983.4
	보 은	1,016.9	11.6	18.2	5.9	72.4	40.7	5.8	1.3	4.0	-	-	5.6	1,089.2	115	-
	부 여	1,016.7	12.8	18.9	7.7	75.3	46.0	7.8	1.3	3.8	-	-	5.6	1,142.1	121	-
	장 수	1,016.5	11.1	17.4	5.4	76.4	43.4	6.2	1.7	4.8	-	-	5.3	1,321.4	134	-
	청 주	1,016.6	13.9	19.2	9.4	62.5	38.9	6.0	1.4	3.2	4.9	5,087.1	6.3	913.7	108	1,081.5
	추풍령	1,016.6	11.8	17.4	6.6	66.0	41.4	4.7	2.6	5.9	-	5,294.8	6.2	1,136.4	118	-
삽교천	천 안	1,016.0	12.8	18.8	7.6	66.9	38.2	5.9	1.9	4.8	4.9	-	6.6	1,020.5	108	-
금강 서해	서 산	1,017.1	12.4	17.8	7.6	78.0	51.7	8.2	1.9	4.7	5.0	4,523.1	6.4	1,000.1	118	997.9
	보 령	1,016.6	13.0	17.6	8.9	75.6	51.2	8.3	1.9	4.5	5.0	-	6.5	1,010.1	119	-
만경강	군 산	1,016.7	13.1	18.1	9.0	81.6	57.4	9.7	2.1	5.1	5.2	-	6.3	1,141.0	122	-
동진강	전 주	1,016.6	14.0	19.8	9.1	67.8	39.1	7.1	1.4	3.6	5.2	4,699.0	6.1	1,206.8	124	1,188.3
	부 안	1,016.8	13.1	18.4	8.6	71.0	46.7	7.5	1.7	4.3	-	-	5.6	1,188.5	113	-
	정 읍	1,013.9	13.7	19.4	9.0	68.8	42.1	7.3	1.4	3.5	-	-	6.1	1,261.2	127	-
섬진강	임 실	1,016.8	11.5	18.2	5.8	71.6	40.0	5.5	1.3	4.0	-	-	5.4	1,340.5	136	-
	남 원	1,015.9	12.8	18.7	7.7	68.2	41.5	6.3	1.8	4.2	-	-	6.0	1,259.5	128	-
	순 천	1,016.1	12.7	18.8	7.4	70.1	43.2	6.6	1.8	4.7	5.2	-	5.7	1,910.8	123	1,028.4
섬진강	여 수	1,015.9	14.8	18.2	11.9	59.2	41.6	6.3	3.9	8.1	5.1	-	6.7	1,575.3	99	1,379.9
남해	완 도	1,016.4	14.5	19.1	10.6	69.1	49.1	8.4	3.1	6.6	5.3	-	6.4	1,862.6	129	-
	고 흥	1,016.2	14.1	19.5	9.1	72.6	46.4	8.5	1.8	4.8	-	-	5.6	1,851.4	120	-
영산강	광 주	1,016.7	14.3	19.7	10.0	64.9	41.0	7.1	1.9	4.8	5.3	4,834.1	6.4	1,290.3	125	-
탐진강	장 흥	1,016.4	13.8	19.5	8.6	75.8	46.2	8.7	2.0	5.2	-	-	5.4	1,546.0	127	-
영산강 남해	진 도	1,016.1	11.9	16.5	8.8	77.7	57.3	7.6	4.8	8.3	5.5	-	6.1	1,538.0	135	-
	해 남	1,016.4	13.8	19.1	8.7	72.9	48.4	8.5	2.1	4.7	-	-	5.5	1,173.1	129	-
영산강	목 포	1,016.6	14.0	18.1	10.7	84.5	62.4	11.1	2.9	6.3	5.4	4,649.6	6.0	1,087.7	130	1,115.9
서해	고 창	1,017.0	13.0	18.2	8.4	79.2	52.8	9.0	2.5	6.5	5.4	5,140.2	5.6	1,291.1	120	-
제주도	제 주	1,016.4	16.3	19.1	13.6	70.1	54.4	10.5	3.2	6.3	6.0	4,695.7	4.8	1,563.4	127	1,285.6
	고 산	1,016.2	15.6	18.5	13.1	76.8	61.5	11.3	6.4	10.5	6.1	4,353.5	5.8	1,271.6	118	-
	성산포	1,015.9	15.7	19.2	12.2	74.7	57.1	10.9	3.1	6.0	6.0	-	5.6	2,240.9	138	-
	서귀포	1,015.5	17.0	20.5	14.1	70.6	53.0	11.2	2.4	4.7	5.6	-	6.3	2,473.2	135	1,169.7

〔주〕 진도군관측소 지점 5월9일부터 관측으로 기상요소값 제외
〔출처〕 기상연보(2014, 기상청)

행정구역별 기상요소는 〈표 2.3-5〉와 같다. 전국의 해면기압 평균값은 1,016.2hPa로 나타났고, 일 평균기온의 평균은 13.0℃, 일 최고기온의 평균은 18.4℃, 일 최저기온의 평균은 8.3℃, 평균상대습도는 68.2%, 최소상대습도의 평균은 43.4%, 이슬점온도는 6.4℃, 평균풍속과 최대풍속 각각 2.1㎧, 4.8㎧, 평균운량은 5.2, 총 일사량은 4,607.0MJ/㎡, 일조시간은 6.1hr/일, 연간 총 강수량은 1,231.1㎜, 강수일수는 114(≥ 0.1㎜), 연간 총 증발량은 1,171.6㎜로 나타났다.

행정구역별 기상요소의 최댓값을 살펴보면 해면기압은 대전광역시, 평균기온, 최저기온, 최소상대습도, 이슬점온도, 평균풍속, 최대풍속, 연평균운량, 총 강수량, 강수일수는 제주도, 최고기온과 총일사량은 대구광역시, 평균상대습도는 인천광역시, 연평균 일조시간은 부산광역시, 총 증발량은 경상북도에서 가장 높게 나타났다.

<표 2.3-5> 행정구역별 기상요소

행정구역	해면기압 (hPa)	기온(℃)			상대습도 (%)		이슬점온도 (℃)	풍속 (㎧)		연평균운량	총일사량 (MJ/㎡)	연평균일조시간 (hr/일)	총강수량 (㎜)	강수일수 (≥0.1㎜)	총증발량 (㎜)
		평균	최고	최저	평균	최소		평균	최대						
전 국	1,016.2	13.0	18.4	8.3	68.2	43.4	6.4	2.1	4.8	5.2	4,607.0	6.1	1,231.1	114	1,171.6
서울특별시	1,016.4	13.4	18.3	9.4	62.9	40.2	5.8	2.7	5.5	4.7	4,313.8	6.7	808.9	101	1,001.8
부산광역시	1,016.0	15.1	19.3	12.0	66.4	48.3	8.2	3.2	6.4	4.9	4,995.1	6.8	1,693.1	120	1,136.1
대구광역시	1,016.3	14.5	19.8	9.9	61.0	37.7	5.9	2.0	4.7	5.0	2,719.3	6.2	1,047.6	103	-
인천광역시	1,016.7	12.3	16.8	8.3	74.9	52.1	7.5	2.5	5.2	4.8	4,658.6	6.6	696.8	83	1,159.9
광주광역시	1,016.7	14.3	19.7	10.0	64.9	41.0	7.1	1.9	4.8	5.3	4,834.1	6.4	1,290.3	125	-
대전광역시	1,016.8	13.5	18.9	8.8	72.4	47.7	8.0	1.5	4.0	5.0	5,551.0	6.5	1,117.7	112	983.4
울산광역시	1,016.0	14.8	19.7	10.6	64.4	42.9	7.2	2.2	5.3	5.0	-	6.0	1,398.7	118	-
경 기 도	1,016.6	12.2	18.4	7.0	66.3	39.3	5.3	1.6	4.0	4.8	4,417.5	6.5	799.0	97	1,100.0
강 원 도	1,016.0	11.8	17.3	6.8	66.0	41.1	4.6	1.9	4.6	5.1	4,768.9	6.3	1,017.0	113	1,211.3
충청북도	1,016.7	12.0	18.1	6.7	66.9	39.3	5.1	1.7	4.3	4.9	5,190.9	6.1	990.5	111	1,081.5
충청남도	1,016.6	12.6	18.4	7.6	73.1	45.5	7.2	1.6	4.3	5.0	4,523.1	6.1	1,060.8	118	997.9
전라북도	1,016.3	12.8	18.5	7.9	73.1	45.4	7.3	1.7	4.5	5.3	4,919.6	5.8	1,251.3	126	1,188.3
전라남도	1,016.3	13.7	18.6	9.5	72.7	49.3	8.2	2.8	6.1	5.3	4,649.6	5.9	1,568.1	124	1,174.7
경상북도	1,015.8	12.6	18.3	7.6	65.0	40.3	5.2	2.1	4.8	5.4	4,470.0	6.0	1,164.0	113	1,355.1
경상남도	1,015.9	13.8	19.6	9.1	65.2	39.8	6.5	1.6	4.1	4.9	5,132.6	6.1	1,607.7	113	1,103.6
제주특별자치도	1,016.0	16.1	19.3	13.3	73.1	56.5	11.0	3.8	6.9	5.9	4,524.6	5.6	1,887.3	130	1,227.7

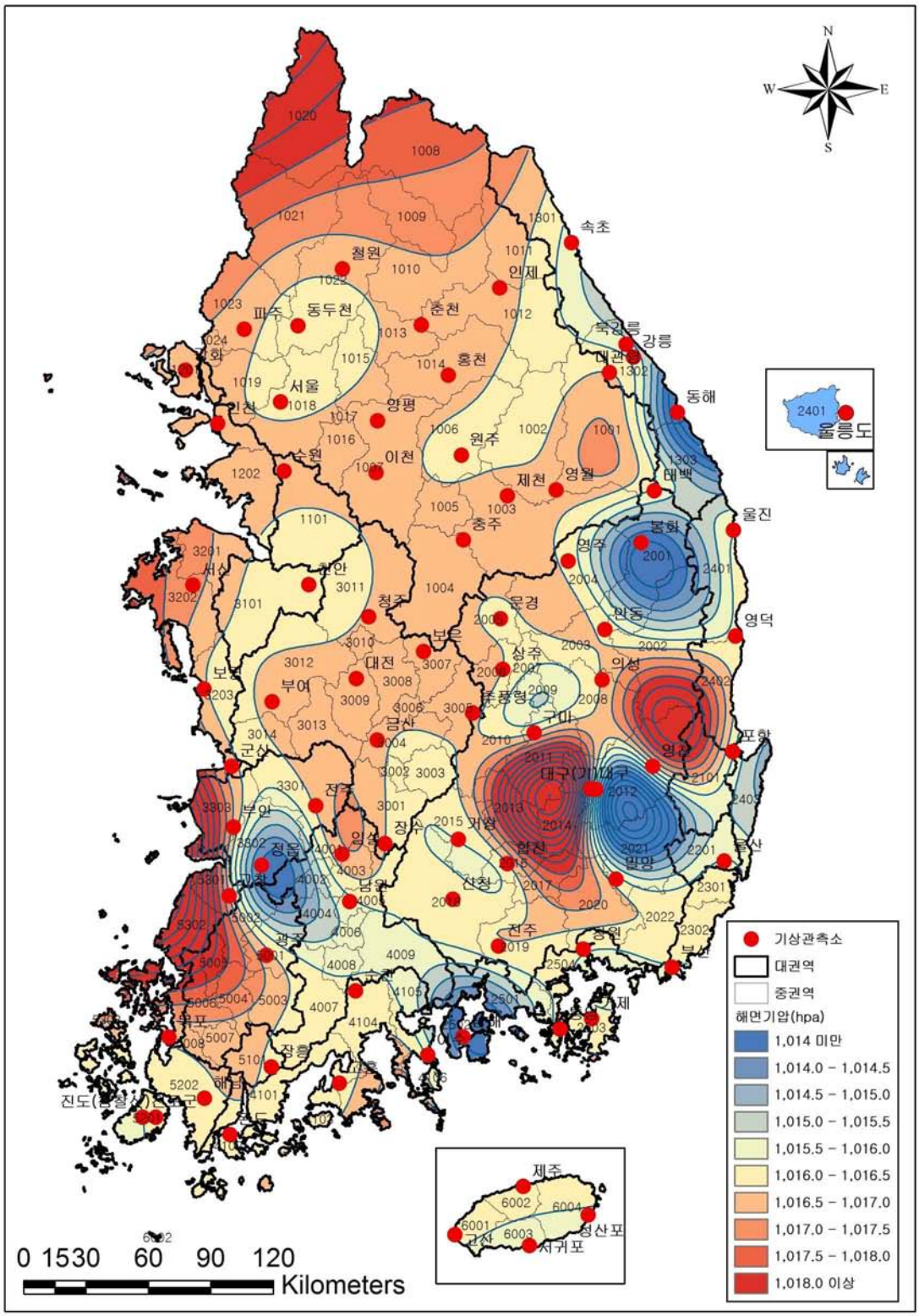
〔주〕 ① 행정구역별 기상요소 값은 행정구역 내 위치한 지상기상관측소 값을 기준으로 작성
② 세종특별자치시는 행정구역 내 위치한 지상기상관측소가 존재하지 않아 미포함
③ 진도군관측소 지점은 2014년 5월 9일부터 기상관측 시작으로 관측소 평균산정에서 제외
④ 음영처리된 부분은 각 기상요소별 최댓값
〔출처〕 기상연보(2014, 기상청)

또한, 유역별 기상요소를 살펴보면 〈표 2.3-6〉와 같고 주요 기상요소의 전국 분포는 〈그림 2.3-3〉~〈그림 2.3-6〉과 같이 나타났다. 유역별 자료는 해당 유역에 위치한 기상관측소들의 기상요소별 평균값으로 나타낸 것이며, 표의 음영으로 표시된 부분은 각 기상요소별 최댓값을 나타낸 것이다.

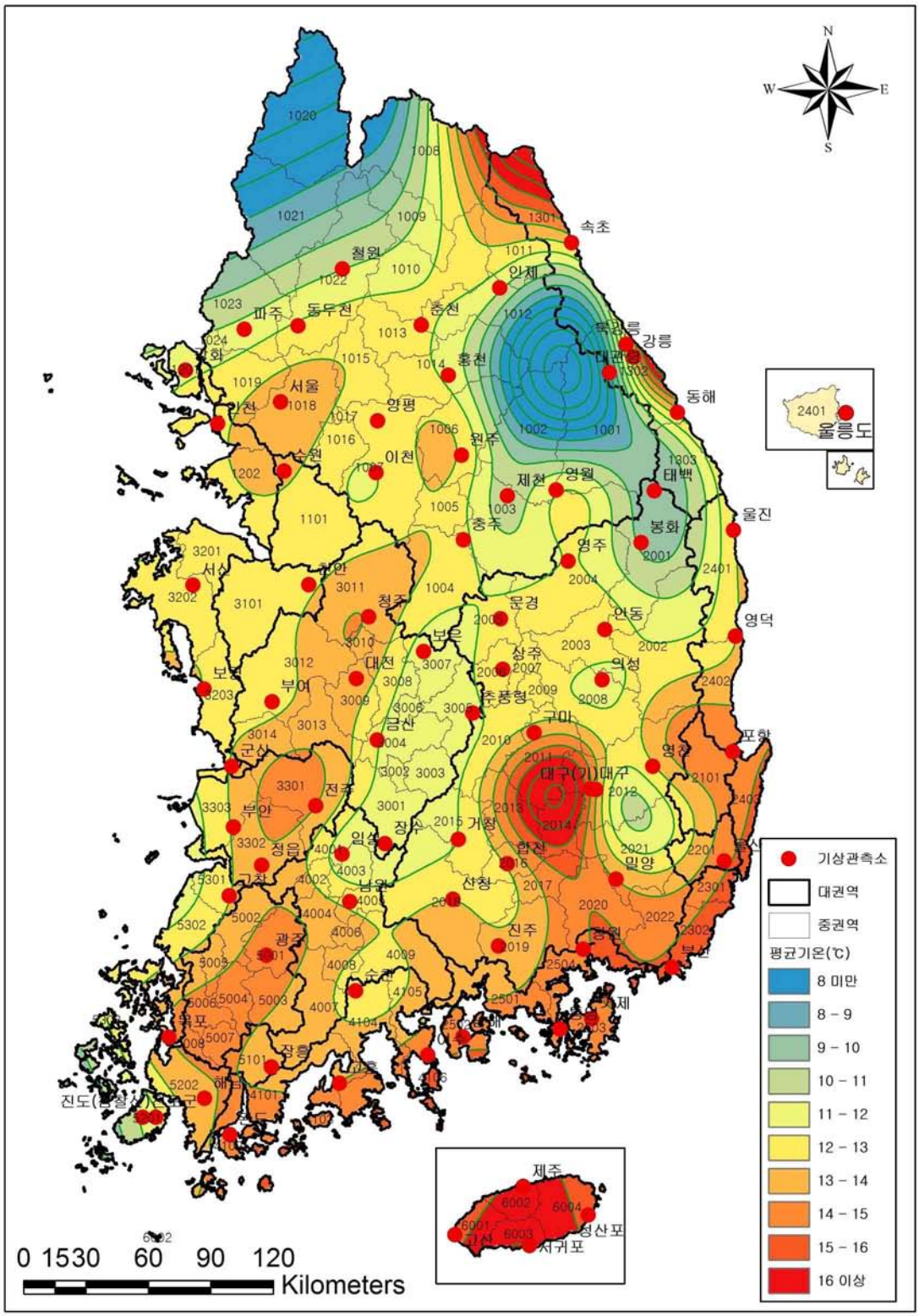
<표 2.3-6> 유역별 기상요소

요소 / 유역	해면기압 (hPa)	기온(℃) 평균	기온(℃) 최고	기온(℃) 최저	상대습도(%) 평균	상대습도(%) 최소	이슬점온도(℃)	풍속(m/s) 평균	풍속(m/s) 최대	연평균운량	총일사량 (MJ/m²)	연평균일조시간 (hr/일)	총강수량 (mm)	강수일수 (≥0.1mm)	총증발량 (mm)
한강권역	1,016.3	12.1	17.7	7.2	66.8	41.3	5.2	1.9	4.5	5.0	4,654.3	6.4	906.8	104	1,149.3
10(한강)	1,016.6	11.6	17.8	6.3	66.9	39.2	4.8	1.7	4.3	5.0	4,786.8	6.4	810.4	104	1,112.7
11(안성천)	1,016.7	13.1	18.6	8.5	67.9	42.4	6.6	1.8	4.4	4.8	4,417.5	6.5	1,029.1	97	1,100.0
12(한강서해)	1,016.7	12.3	16.8	8.3	74.9	52.1	7.5	2.5	5.2	4.8	4,658.6	6.6	696.8	83	1,159.9
13(한강동해)	1,015.0	13.3	17.5	9.3	61.9	43.2	5.1	2.3	5.1	5.2	4,505.5	6.2	1,318.7	115	1,297.5
낙동강	1,015.9	13.2	18.8	8.4	64.9	40.4	5.8	2.0	4.6	5.1	4,084.4	6.0	1,338.3	114	1,261.0
20(낙동강)	1,016.2	12.5	18.8	7.0	64.6	37.2	4.9	1.6	4.2	5.0	5,298.8	6.0	1,184.0	111	929.6
21(형산강)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22(태화강)	1,016.0	14.8	19.7	10.6	64.4	42.9	7.2	2.2	5.3	5.0	-	6.0	1,398.7	118	-
23(회야·수영)	1,016.0	15.1	19.3	12.0	66.4	48.3	8.2	3.2	6.4	4.9	4,995.1	6.8	1,693.1	120	1,136.1
24(낙동강동해)	1,015.2	13.3	17.6	9.6	65.6	46.1	6.2	3.0	6.0	5.5	3,601.4	6.0	1,345.7	124	1,384.0
25(낙동강남해)	1,015.5	14.6	19.5	10.7	65.1	43.3	7.4	1.9	4.4	4.9	-	6.0	1,712.3	112	-
금강권역	1,016.5	12.8	18.5	7.9	71.7	44.6	7.0	1.7	4.3	5.0	5,031.0	6.0	1,120.0	119	1,062.8
30(금강)	1,016.7	12.4	18.4	7.2	70.7	42.7	6.3	1.6	4.2	4.9	5,310.9	5.9	1,121.6	119	1,032.5
31(삽교천)	1,016.0	12.8	18.8	7.6	66.9	38.2	5.9	1.9	4.8	4.9	-	6.6	1,020.5	108	-
32(금강서해)	1,016.9	12.7	17.7	8.2	76.8	51.4	8.2	1.9	4.6	5.0	4,523.1	6.4	1,005.1	119	997.9
33(동진강·만경강)	1,016.0	13.5	18.9	8.9	72.3	46.3	7.9	1.6	4.1	5.2	4,699.0	6.0	1,199.4	122	1,188.3
섬진강권역	1,016.2	13.4	18.7	8.8	68.5	43.6	6.9	2.3	5.4	5.2	-	6.0	1,633.4	123	1,204.2
40(섬진강)	1,016.3	12.3	18.6	7.0	70.0	41.5	6.1	1.6	4.3	5.2	-	5.7	1,503.6	129	1,028.4
41(섬진강남해)	1,016.2	14.4	18.9	10.6	67.0	45.7	7.8	2.9	6.5	5.2	-	6.2	1,763.1	116	1,379.9
영산강권역	1,016.6	13.4	18.5	9.2	75.8	51.3	8.7	2.7	5.9	5.4	4,874.6	5.8	1,321.0	128	1,115.9
50(영산강)	1,016.7	14.3	19.7	10.0	64.9	41.0	7.1	1.9	4.8	5.3	4,834.1	6.4	1,290.3	125	-
51(탐진강)	1,016.4	13.8	19.5	8.6	75.8	46.2	8.7	2.0	5.2	-	-	5.4	1,546.0	127	-
52(영산강남해)	1,016.3	12.8	17.8	8.7	75.3	52.8	8.1	3.4	6.5	5.5	-	5.8	1,355.6	132	-
53(영산강서해)	1,016.8	13.5	18.2	9.5	81.8	57.6	10.0	2.7	6.4	5.4	4,894.9	5.8	1,189.4	125	1,115.9
제주도	1,016.0	16.1	19.3	13.3	73.1	56.5	11.0	3.8	6.9	5.9	4,524.6	5.6	1,887.3	130	1,227.7

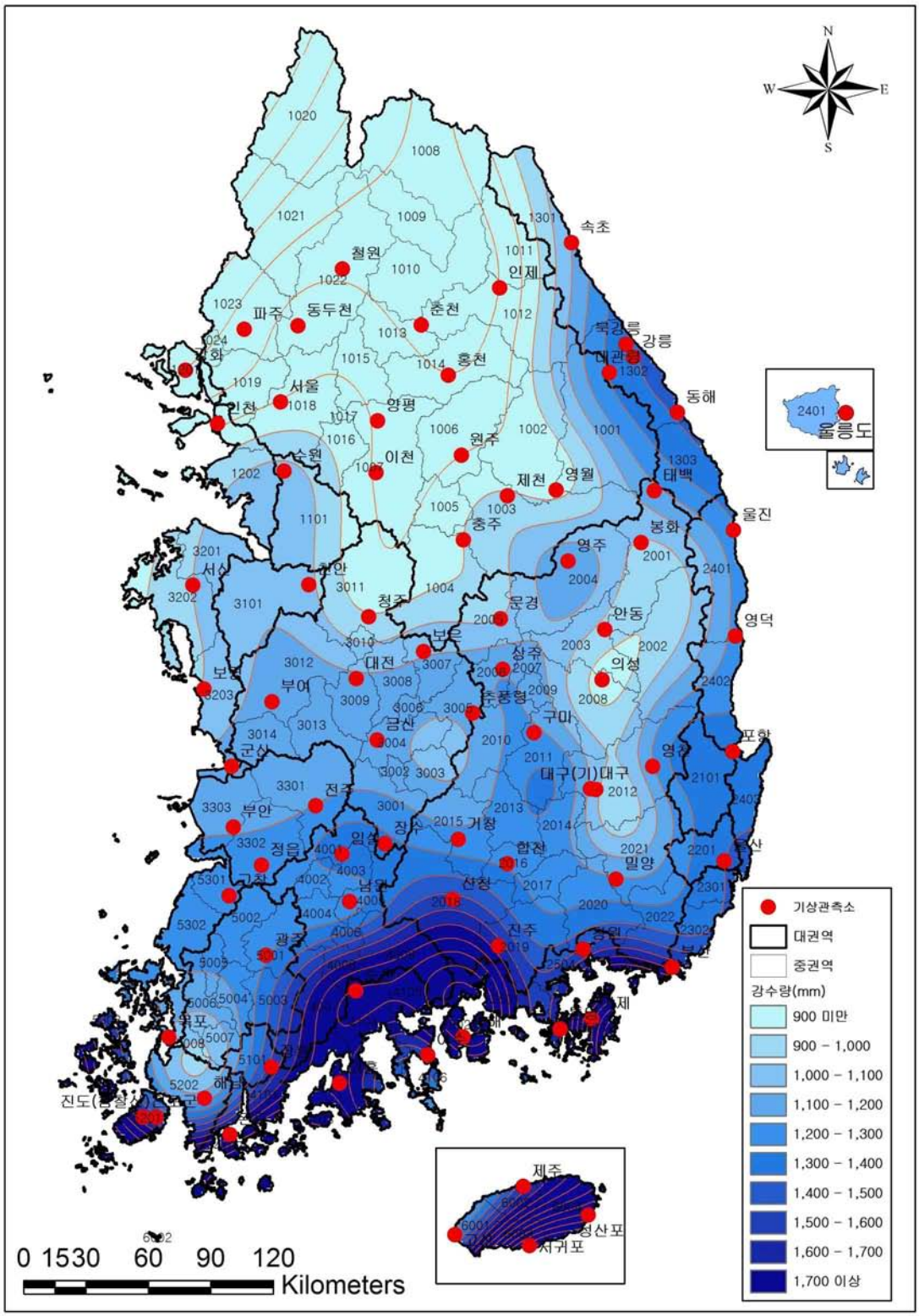
〔주〕 ① 유역별 기상요소 값은 유역내 위치한 지상기상관측소 값을 기준으로 작성
② 음영처리된 부분은 각 기상요소별 최댓값
〔출처〕 기상연보(2014, 기상청)



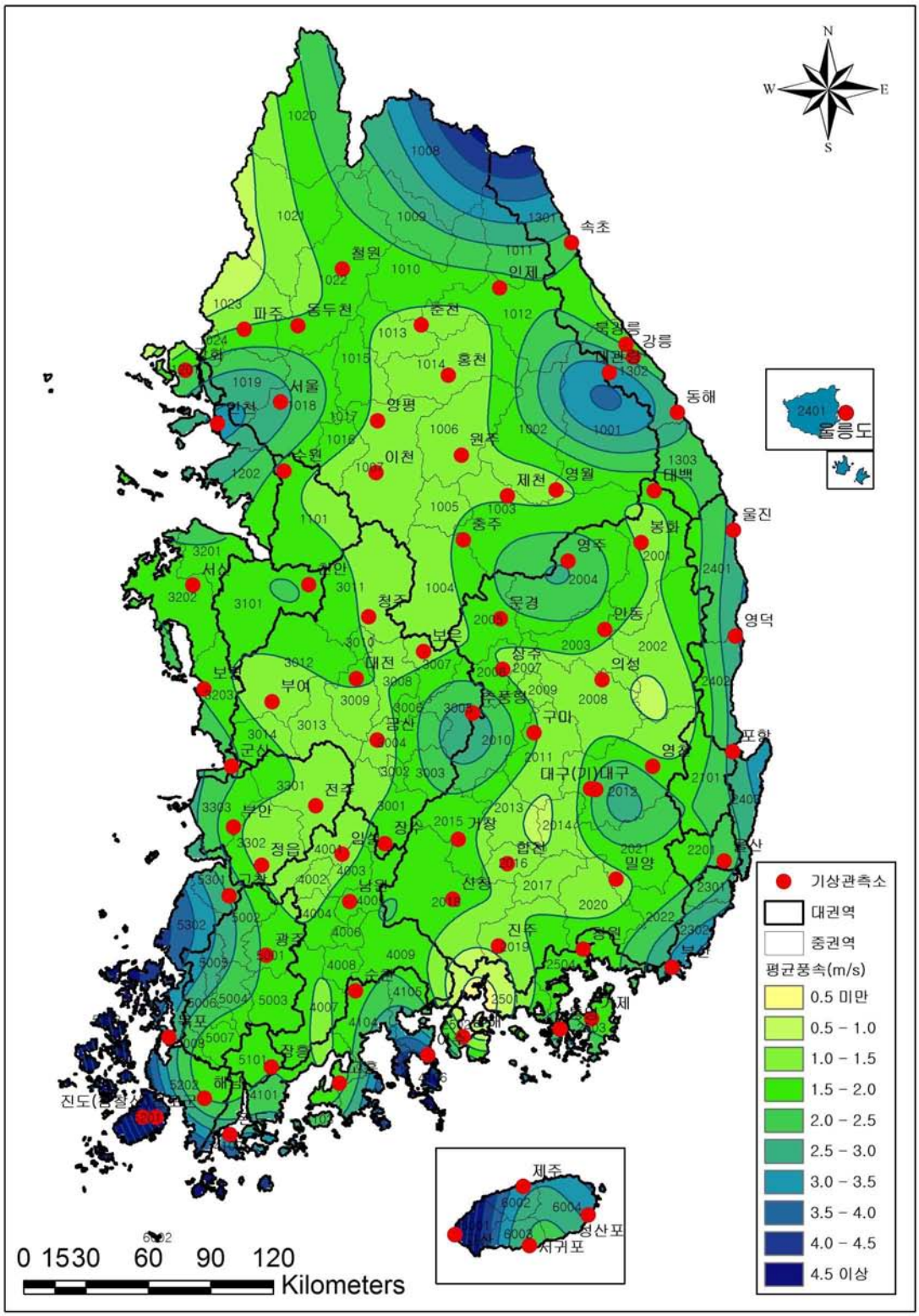
<그림 2.3-3> 평균해면기압 분포도



<그림 2.3-4> 평균기온 분포도



<그림 2.3-5> 총 강수량 분포도



<그림 2.3-6> 평균풍속 분포도

나. 권역별 기후분석

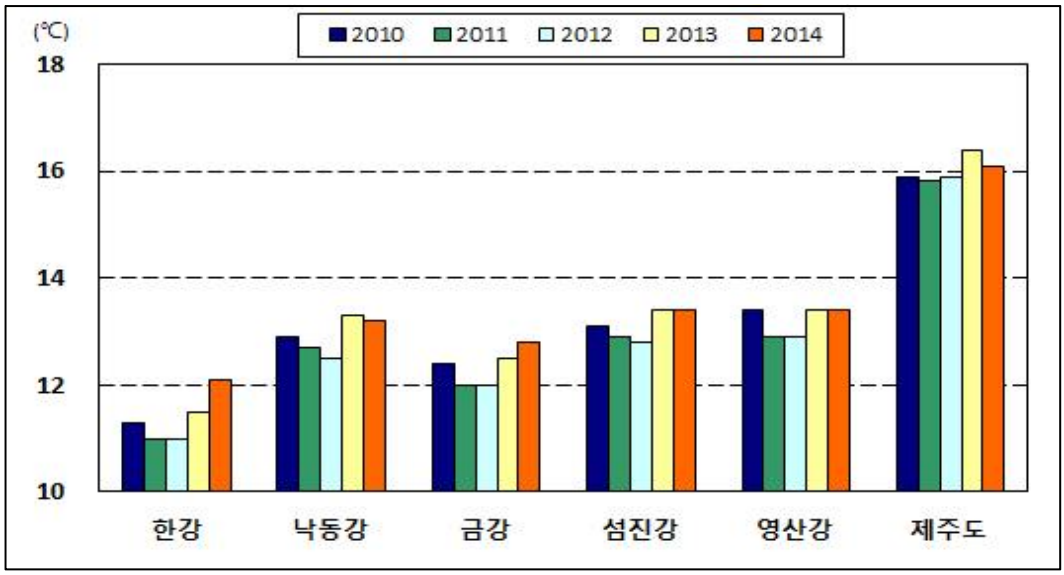
최근 5년 동안의 각 권역별 기상요소의 값은 〈표 2.3-7〉과 같으며, 기상요소 중 평균기온 총 강수량은 변화추이를 〈그림 2.3-7〉~〈그림 2.3-11〉에 나타내었다.

<표 2.3-7> 최근 5년간 권역별 기상요소 값 비교

요소 / 유역	연도	해면기압 (hPa)	기온(℃)			상대습도 (%)		이슬점온도 (℃)	풍속 (m/s)		연평균운량	총일사량 (MJ/m²)	연평균일조시간 (hr/일)	총강수량 (mm)	강수일수 (≥0.1mm)	총증발량 (mm)
			평균	최고	최저	평균	최소		평균	최대						
한강	2010	1,015.9	11.3	16.5	6.7	67.8	43.5	4.7	1.9	4.6	5.4	4,779.4	5.2	1,502.8	134	1,079.9
	2011	1,016.2	11.0	16.3	6.3	66.3	41.9	4.0	1.9	4.5	3.2	4,792.4	5.6	1,942.4	114	1,110.2
	2012	1,015.6	11.0	16.4	6.3	65.8	41.2	4.0	2.0	4.7	5.1	4,856.1	6.2	1,366.8	112	1,274.5
	2013	1,015.7	11.5	16.9	6.8	68.8	44.0	5.2	1.9	4.6	5.0	4,768.5	6.4	1,301.6	124	1,165.1
	2014	1,016.3	12.1	17.7	7.2	66.8	41.3	5.2	1.9	4.5	5.0	4,654.3	6.4	906.8	104	1,149.3
낙동강	2010	1,015.8	12.9	18.4	8.2	66.0	42.1	5.8	2.0	4.8	5.1	5,176.6	5.6	1,344.4	115	1,175.4
	2011	1,016.0	12.7	18.0	8.1	64.3	41.5	5.2	2.1	4.9	4.4	5,202.7	5.7	1,512.3	110	1,175.9
	2012	1,016.4	12.5	17.9	8.0	64.5	40.8	5.1	2.1	4.9	5.2	5,265.1	6.0	1,493.0	113	1,198.3
	2013	1,015.4	13.3	18.9	8.4	64.1	39.8	5.7	2.0	4.8	4.6	5,359.5	6.5	1,083.6	104	1,277.5
	2014	1,015.9	13.2	18.8	8.4	64.9	40.4	5.8	2.0	4.6	5.1	4,084.4	6.0	1,338.3	114	1,261.0
금강	2010	1,016.3	12.4	17.8	7.7	70.2	45.0	6.5	1.9	4.8	5.3	4,873.6	5.3	1,490.7	139	1,000.9
	2011	1,016.7	12.0	17.4	7.3	69.0	43.6	5.8	1.9	4.7	4.3	4,948.3	5.5	1,716.2	120	1,021.0
	2012	1,016.1	12.0	17.3	7.2	68.9	43.7	5.7	1.9	4.7	5.2	4,871.5	5.9	1,497.9	125	1,079.6
	2013	1,016.2	12.5	18.0	7.6	72.0	45.9	6.9	1.8	4.5	4.9	4,750.3	6.2	1,163.8	122	1,058.5
	2014	1,016.5	12.8	18.5	7.9	71.7	44.6	7.0	1.7	4.3	5.0	5,031.0	6.0	1,120.0	119	1,062.8
섬진강	2010	1,016.4	13.1	18.5	8.5	70.4	45.3	7.1	2.3	5.7	5.6	-	5.2	1,706.5	133	1,123.6
	2011	1,016.8	12.9	18.3	8.3	68.3	43.5	6.5	2.3	5.5	2.8	-	5.6	1,589.0	113	765.4
	2012	1,016.0	12.8	17.9	8.4	68.7	44.1	6.5	2.5	5.9	5.4	-	5.9	1,669.9	122	1,408.2
	2013	1,016.0	13.4	18.8	8.6	69.4	44.3	7.1	2.3	5.6	4.7	-	6.6	1,285.7	101	1,271.2
	2014	1,016.2	13.4	18.7	8.8	68.5	43.6	6.9	2.3	5.4	5.2	-	6.0	1,633.4	123	1,204.2
영산강	2010	1,016.1	13.4	18.3	9.3	74.3	51.6	8.4	2.9	6.0	5.6	4,647.1	5.0	1,591.1	137	1,016.9
	2011	1,016.8	12.9	18.0	8.8	73.9	50.1	7.8	2.9	6.3	5.6	5,067.5	5.5	1,340.1	124	1,047.0
	2012	1,016.9	12.9	17.8	8.9	74.3	50.1	7.9	3.0	6.4	5.7	4,907.2	5.6	1,712.8	132	1,091.8
	2013	1,014.9	13.4	18.6	9.1	75.4	50.8	8.6	2.9	6.2	5.1	5,037.5	6.2	1,175.7	111	1,166.6
	2014	1,016.6	13.4	18.5	9.2	75.8	51.3	8.7	2.7	5.9	5.4	4,874.6	5.8	1,321.0	128	1,115.9
제주도	2010	1,015.1	15.9	19.1	13.0	70.2	53.8	10.1	4.1	7.5	6.2	5,010.7	4.8	1,856.7	147	1,100.6
	2011	1,016.3	15.8	18.9	13.1	71.2	55.1	10.2	4.0	7.0	6.1	5,278.5	5.0	1,579.0	128	1,211.4
	2012	1,015.4	15.9	19.0	13.1	72.3	55.3	10.5	3.9	7.1	6.2	5,161.0	5.1	2,206.4	142	1,204.3
	2013	1,015.8	16.4	19.7	13.3	72.8	55.9	11.2	3.9	7.1	5.5	5,380.5	6.1	1,001.7	110	1,305.7
	2014	1,016.0	16.1	19.3	13.3	73.1	56.5	11.0	3.8	6.9	5.9	4,524.6	5.6	1,887.3	130	1,227.7

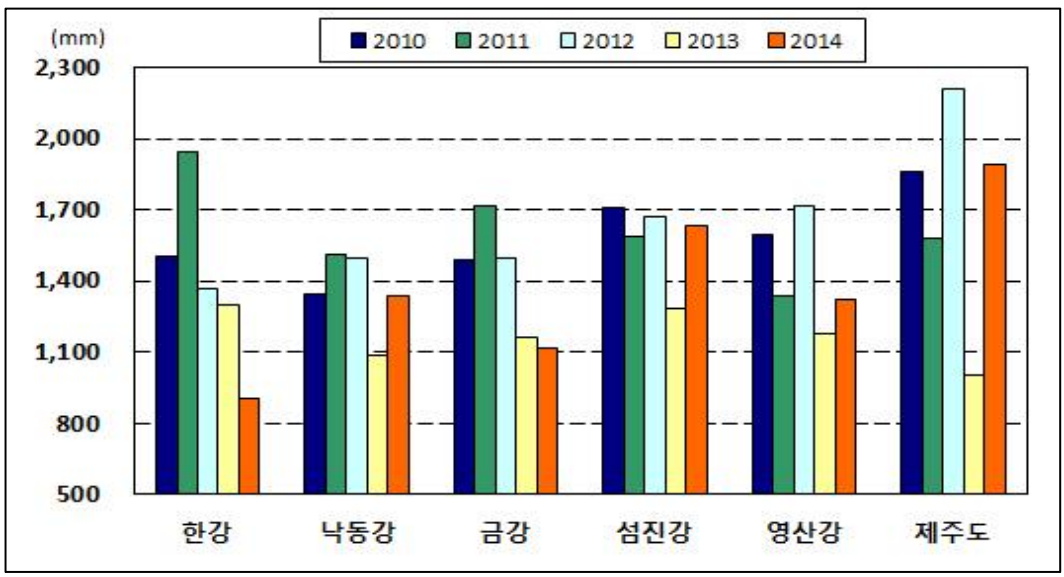
〔출처〕 한국기후변화백서(2011, 기상청), 기상연보(2012~2014 기상청)

〈그림 2.3-7〉은 최근 5년간 권역별 평균기온을 나타낸 것이며, 2014년도 권역별 평균기온을 살펴보면 한강권역과 금강권역에서는 최근 5년간 가장 높은 평균기온을 나타냈다. 또한 낙동강권역과 제주도에서는 평균기온이 전년도보다 다소 낮아진 것으로 나타났고, 섬진강과 영산강은 전년도와 비슷한 것으로 나타났다.



<그림 2.3-7> 권역별 평균기온 변화

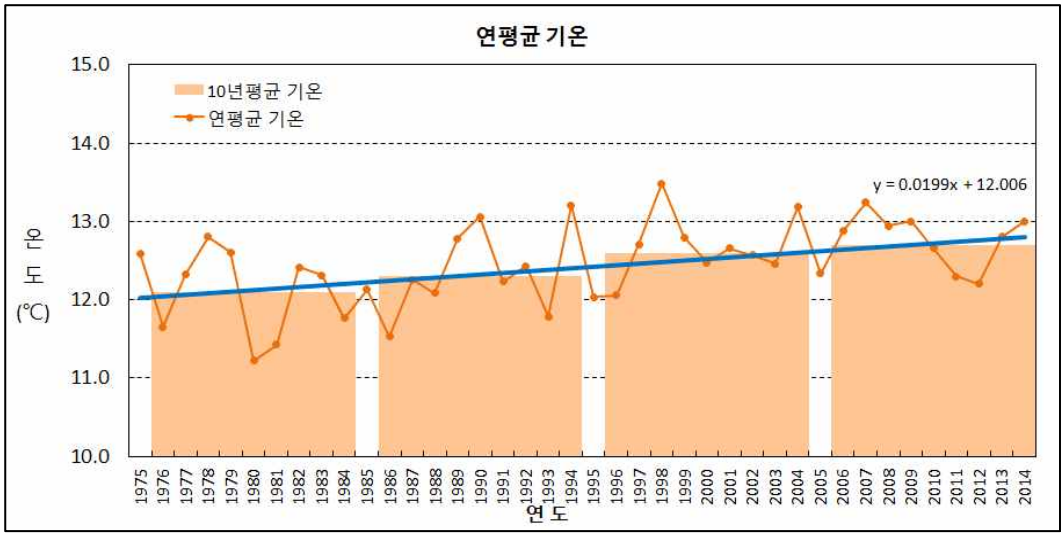
〈그림 2.3-8〉은 최근 5년간 권역별 총 강수량을 나타낸 것이며, 2014년도 권역별 강수량을 비교해 보면 한강, 금강권역에서는 최근 5년간 가장 적은 강수량으로 나타났고 낙동강, 섬진강, 영산강, 제주도 권역에서는 2013년의 강수량이 가장 낮은 것으로 나타났다.



<그림 2.3-8> 권역별 총 강수량 변화

다. 연도별 기후분석

한국기후변화 백서(2011, 기상청)와 2012년~2014년 기상자료 분석을 통해 1975년부터 2014년까지 우리나라의 연평균기온 〈표 2.3-8〉, 〈그림 2.3-9〉와 같이 나타났다. 연도별 연평균기온은 1998년에 13.5℃로 가장 높고, 1980년에 11.2℃로 가장 낮게 나타났다. 10년 평균값을 살펴보면 지속적으로 평균기온이 상승하여 2005년~2014년에 12.7℃로 가장 높게 나타났으며, 변화경향은 점차적으로 증가하는 것으로 나타났다.



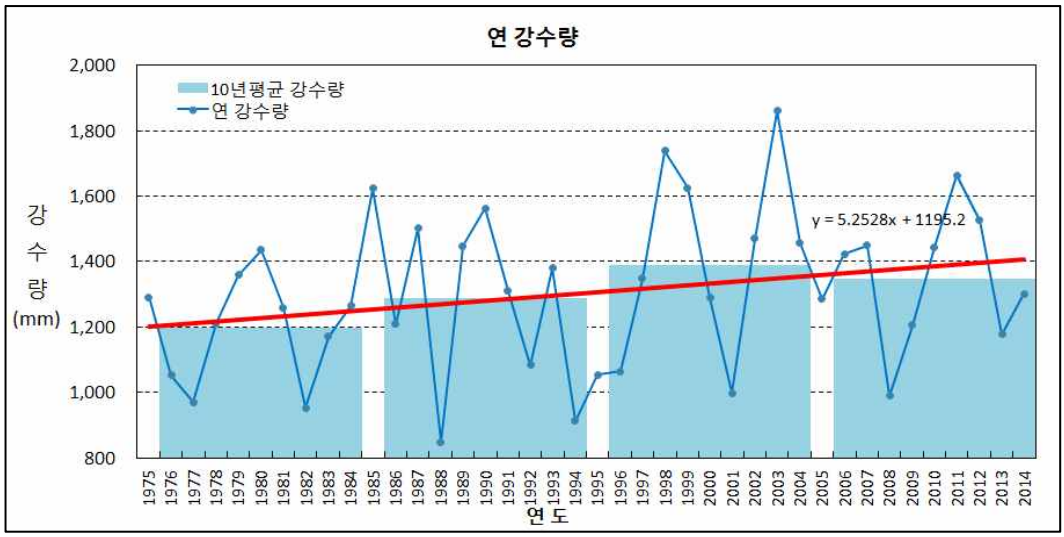
<그림 2.3-9> 전국 연평균기온(1975년 ~ 2014년)

<표 2.3-8> 전국 연평균기온(1975년 ~ 2014년)

연 도	연평균 기온(℃)	10년 평균 기온(℃) (표준편차)	연 도	연평균 기온(℃)	10년 평균 기온(℃) (표준편차)
1975	12.6		1995	12.0	
1976	11.7		1996	12.1	
1977	12.3		1997	12.7	
1978	12.8		1998	13.5	
1979	12.6	12.1	1999	12.8	12.6
1980	11.2	(0.55)	2000	12.5	(0.45)
1981	11.4		2001	12.7	
1982	12.4		2002	12.6	
1983	12.3		2003	12.5	
1984	11.8		2004	13.2	
1985	12.1		2005	12.3	
1986	11.5		2006	12.9	
1987	12.3		2007	13.2	
1988	12.1		2008	12.9	
1989	12.8	12.3	2009	13.0	12.7
1990	13.1	(0.53)	2010	12.7	(0.35)
1991	12.2		2011	12.3	
1992	12.4		2012	12.2	
1993	11.8		2013	12.8	
1994	13.2		2014	13.0	

〔출처〕 한국기후변화백서(2011, 기상청), 기상연보(2012~2014, 기상청)

우리나라의 연강수량은 〈표 2.3-9〉, 〈그림 2.3-10〉과 같고, 2003년에 1,861㎜로 가장 많고, 1988년에 848.5㎜로 가장 적어서 분석기간(1975년~2014년) 동안 그 변동폭이 매우 크다. 10년 평균값은 최근 10년(1995년~2004년)에 1,390.5㎜로 가장 많은 것으로 나타났으며, 변화경향은 점차적으로 증가하는 것으로 나타났다.



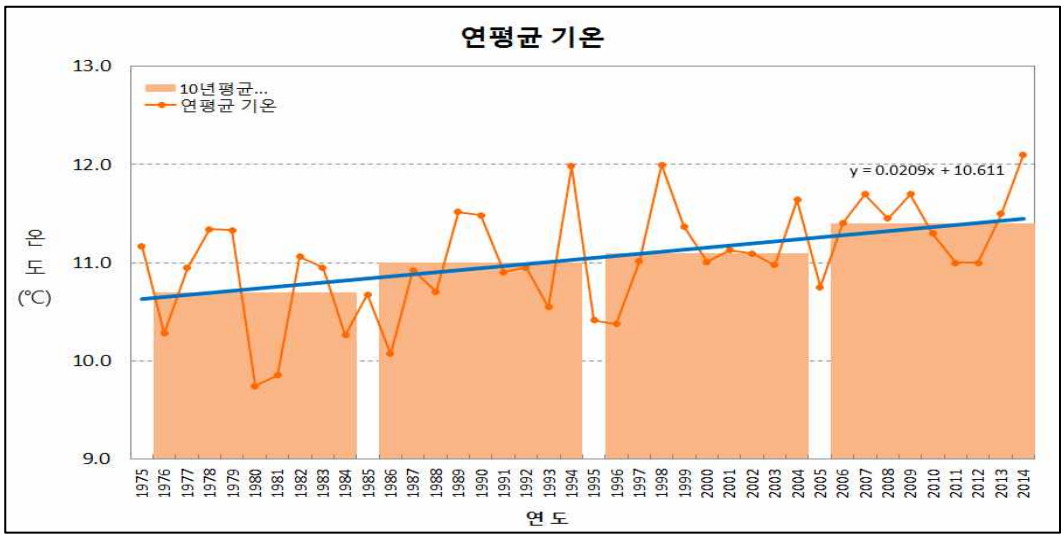
<그림 2.3-10> 전국 연강수량(1975년 ~ 2014년)

<표 2.3-9> 전국 연강수량(1975년 ~ 2014년)

연 도	연도별 총 강수량 (㎜)	10년 평균 강수량(㎜) (표준편차)	연 도	연도별 총 강수량 (㎜)	10년 평균 강수량(㎜) (표준편차)
1975	1,291.7		1995	1,053.5	
1976	1,051.7		1996	1,063.5	
1977	969.8		1997	1,348.0	
1978	1,211.1		1998	1,738.9	
1979	1,359.3	1,196.6	1999	1,625.4	1,390.5
1980	1,436.1	(161.44)	2000	1,289.7	(297.37)
1981	1,259.5		2001	997.3	
1982	952.1		2002	1,470.6	
1983	1,170.3		2003	1,861.0	
1984	1,264.5		2004	1,456.9	
1985	1,623.4		2005	1,286.4	
1986	1,208.9		2006	1,424.3	
1987	1,502.4		2007	1,450.1	
1988	848.5		2008	988.7	
1989	1,448.1	1,288.1	2009	1,204.9	1,346.9
1990	1,563.4	(269.01)	2010	1,444.9	(194.99)
1991	1,310.7		2011	1,664.7	
1992	1,082.8		2012	1,526.0	
1993	1,379.7		2013	1,177.5	
1994	912.6		2014	1,301.6	

〔출처〕 한국기후변화백서(2011, 기상청), 기상연보(2012~2014, 기상청)

〈표 2.3-10〉, 〈그림 2.3-11〉는 한강권역에 속한 지상기상관측소들의 연평균기온을 산정하여 40년 기간인 1975년부터 2014년까지의 연평균기온을 나타낸 것이다.



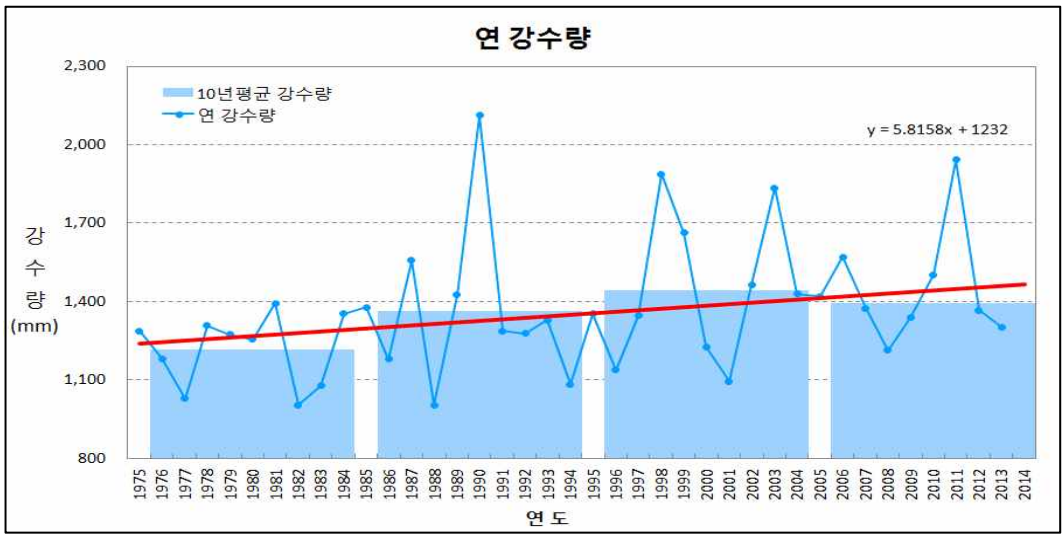
<그림 2.3-11> 한강권역 연평균기온(1975년 ~ 2014년)

<표 2.3-10> 한강권역 연평균기온(1975년 ~ 2014년)

연 도	연평균 기온 (℃)	10년 평균 기온(℃) (표준편차)	연 도	연평균 기온 (℃)	10년 평균 기온(℃) (표준편차)
1975	11.2		1995	10.4	
1976	10.3		1996	10.4	
1977	10.9		1997	11.0	
1978	11.3		1998	12.0	
1979	11.3	10.7	1999	11.4	11.1
1980	9.7	(0.60)	2000	11.0	(0.49)
1981	9.9		2001	11.1	
1982	11.1		2002	11.1	
1983	11.0		2003	11.0	
1984	10.3		2004	11.6	
1985	10.7		2005	10.7	
1986	10.1		2006	11.4	
1987	10.9		2007	11.7	
1988	10.7		2008	11.5	
1989	11.5	11.0	2009	11.7	11.4
1990	11.5	(0.55)	2010	11.3	(0.40)
1991	10.9		2011	11.0	
1992	11.0		2012	11.0	
1993	10.5		2013	11.5	
1994	12.0		2014	12.1	

〔출처〕 한국기후변화백서(2011, 기상청), 기상연보(2012-2014, 기상청)

〈표 2.3-11〉, 〈그림 2.3-12〉는 한강권역에 속한 지상기상관측소들의 연강수량의 평균을 산정하여 40년 기간인 1975년부터 2014년까지의 연강수량을 나타낸 것이다.



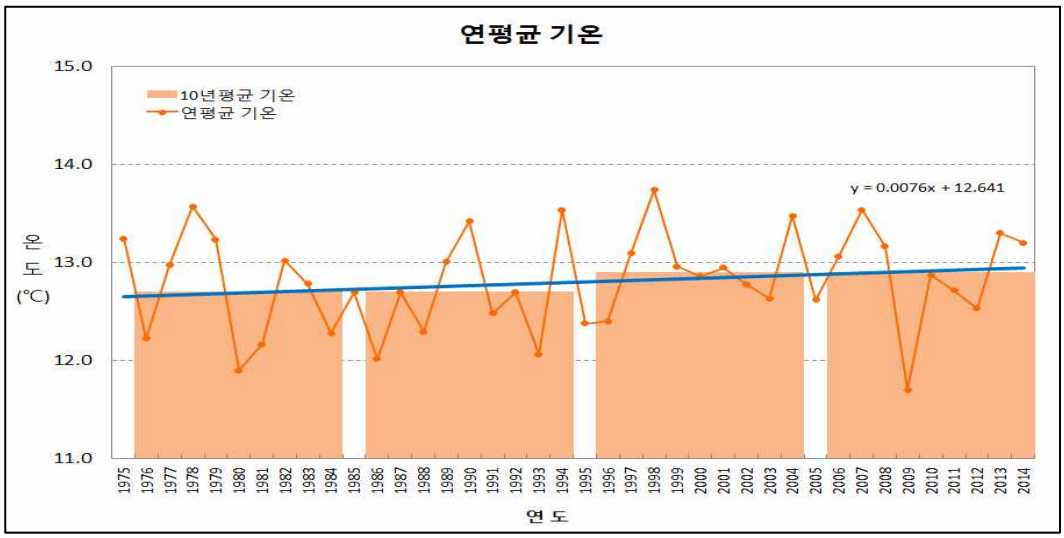
<그림 2.3-12> 한강권역 연강수량(1975년 ~ 2014년)

<표 2.3-11> 한강권역 연강수량(1975년 ~ 2014년)

연 도	연도별 총 강수량 (㎜)	10년 평균 강수량(㎜) (표준편차)	연 도	연도별 총 강수량 (㎜)	10년 평균 강수량(㎜) (표준편차)
1975	1,287.8		1995	1,353.5	
1976	1,181.1		1996	1,138.7	
1977	1,029.3		1997	1,346.5	
1978	1,307.7		1998	1,888.0	
1979	1,273.8	1,216.1	1999	1,662.0	1,443.8
1980	1,254.3	(136.94)	2000	1,227.6	(274.63)
1981	1,393.0		2001	1,093.6	
1982	1,003.1		2002	1,465.0	
1983	1,078.4		2003	1,835.1	
1984	1,352.9		2004	1,428.1	
1985	1,377.7		2005	1,418.6	
1986	1,179.3		2006	1,569.8	
1987	1,557.5		2007	1,374.9	
1988	1,004.4		2008	1,212.7	
1989	1,424.1	1,363.1	2009	1,337.3	1,393.4
1990	2,112.0	(308.76)	2010	1,502.8	(265.98)
1991	1,288.0		2011	1,942.4	
1992	1,277.5		2012	1,366.8	
1993	1,328.3		2013	1,301.6	
1994	1,082.4		2014	906.8	

〔출처〕 한국기후변화백서(2011, 기상청), 기상연보(2012~2014, 기상청)

〈표 2.3-12〉, 〈그림 2.3-13〉는 낙동강권역에 속한 지상기상관측소들의 연평균기온을 산정하여 40년 기간인 1975년부터 2014년까지의 연평균기온을 나타낸 것이다.



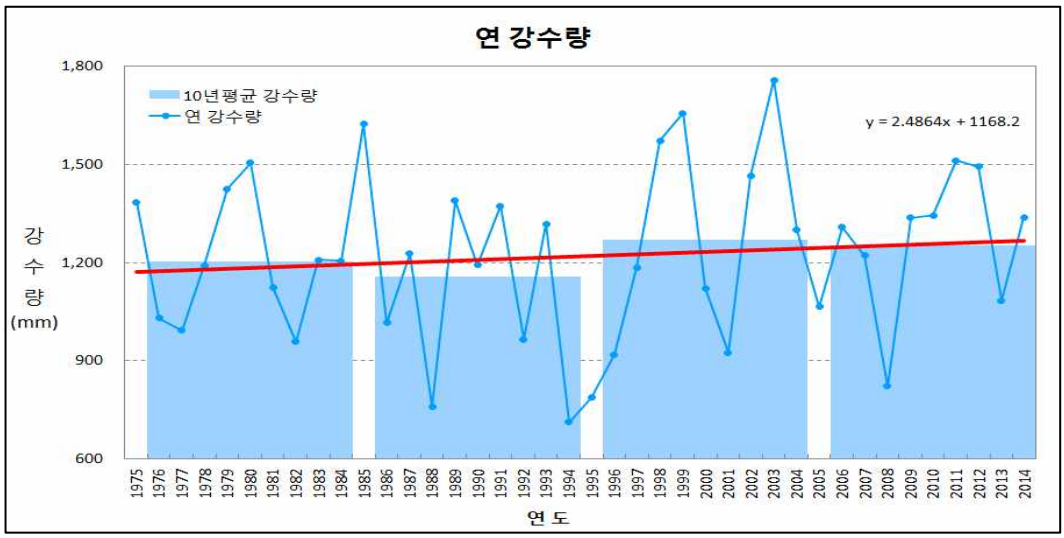
<그림 2.3-13> 낙동강권역 연평균기온(1975년 ~ 2014년)

<표 2.3-12> 낙동강권역 연평균기온(1975년 ~ 2014년)

연 도	연평균 기온 (℃)	10년 평균 기온(℃) (표준편차)	연 도	연평균 기온 (℃)	10년 평균 기온(℃) (표준편차)
1975	13.2		1995	12.4	
1976	12.2		1996	12.4	
1977	13.0		1997	13.1	
1978	13.6		1998	13.7	
1979	13.2	12.7	1999	13.0	12.9
1980	11.9	(0.56)	2000	12.9	(0.43)
1981	12.2		2001	12.9	
1982	13.0		2002	12.8	
1983	12.8		2003	12.6	
1984	12.3		2004	13.5	
1985	12.7		2005	12.6	
1986	12.0		2006	13.1	
1987	12.7		2007	13.5	
1988	12.3		2008	13.2	
1989	13.0	12.7	2009	11.7	12.9
1990	13.4	(0.52)	2010	12.9	(0.52)
1991	12.5		2011	12.7	
1992	12.7		2012	12.5	
1993	12.1		2013	13.3	
1994	13.5		2014	13.2	

〔출처〕 한국기후변화백서(2011, 기상청), 기상연보(2012-2014, 기상청)

〈표 2.3-13〉, 〈그림 2.3-14〉는 낙동강권역에 속한 지상기상관측소들의 연강수량의 평균을 산정하여 40년 기간인 1975년부터 2014년까지의 연강수량을 나타낸 것이다.



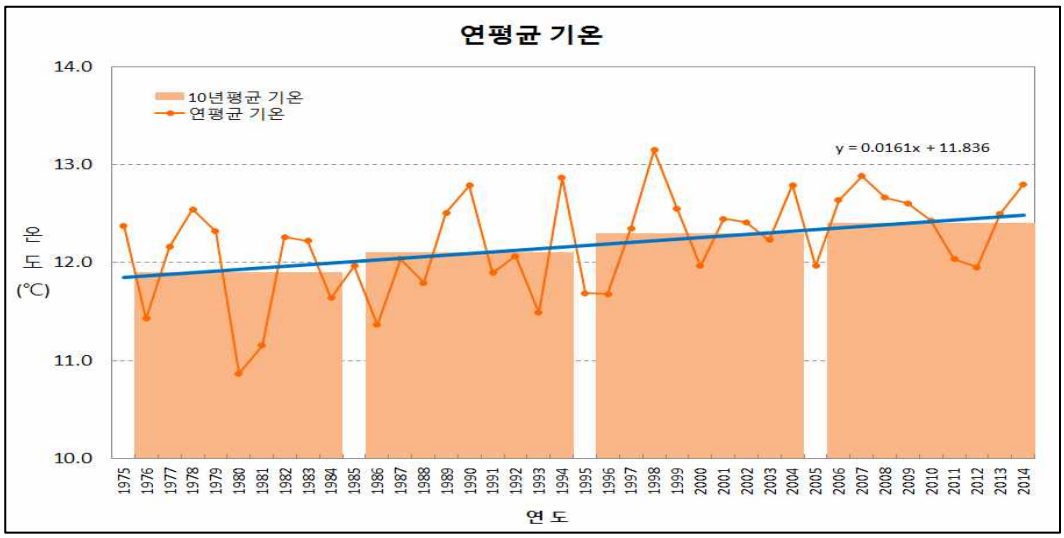
<그림 2.3-14> 낙동강권역 연강수량(1975년 ~ 2014년)

<표 2.3-13> 낙동강권역 연강수량(1975년 ~ 2014년)

연 도	연도별 총 강수량 (㎜)	10년 평균 강수량(㎜) (표준편차)	연 도	연도별 총 강수량 (㎜)	10년 평균 강수량(㎜) (표준편차)
1975	1,384.5		1995	787.5	
1976	1,030.7		1996	919.4	
1977	992.6		1997	1,184.6	
1978	1,190.3		1998	1,573.9	
1979	1,425.9	1,218.6	1999	1,657.3	1,210.4
1980	1,505.6	(193.99)	2000	1,121.0	(380.19)
1981	1,124.8		2001	924.3	
1982	957.3		2002	1,465.6	
1983	1,208.9		2003	1,759.1	
1984	1,204.7		2004	1,300.1	
1985	1,624.3		2005	1,065.0	
1986	1,015.7		2006	1,307.8	
1987	1,226.6		2007	1,221.0	
1988	759.2		2008	822.3	
1989	1,389.9	1,206.8	2009	1,337.3	1,248.7
1990	1,191.9	(245.83)	2010	1,344.4	(209.73)
1991	1,372.9		2011	1,512.3	
1992	964.7		2012	1,493.0	
1993	1,317.7		2013	1,083.6	
1994	711.6		2014	1,338.3	

〔출처〕 한국기후변화백서(2011, 기상청), 기상연보(2012~2014, 기상청)

〈표 2.3-14〉, 〈그림 2.3-15〉는 금강권역에 속한 지상기상관측소들의 연평균기온을 산정하여 40년 기간인 1975년부터 2014년까지의 연평균기온을 나타낸 것이다.



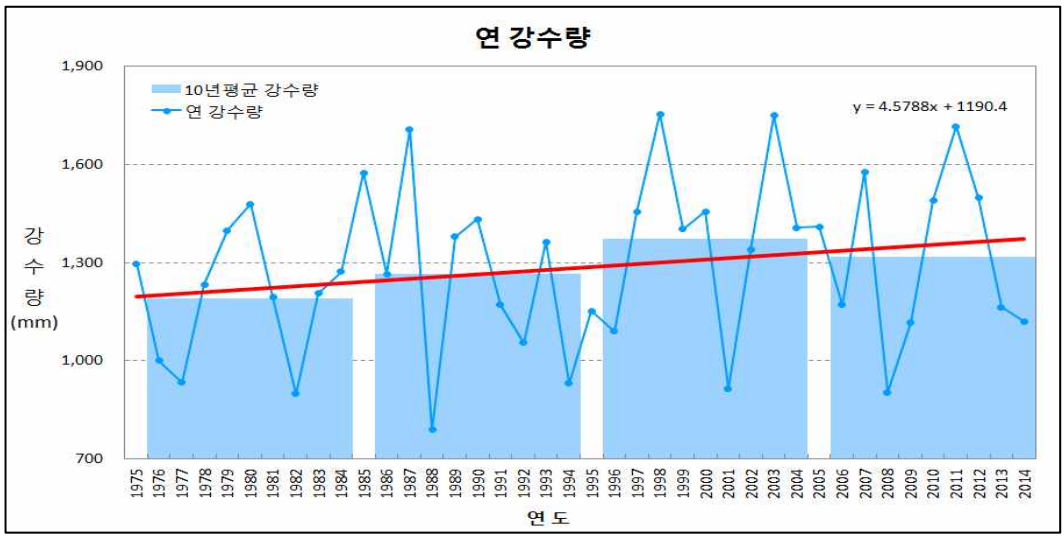
<그림 2.3-15> 금강권역 연평균기온(1975년 ~ 2014년)

<표 2.3-14> 금강권역 연평균기온(1975년 ~ 2014년)

연 도	연평균 기온 (℃)	10년 평균 기온(℃) (표준편차)	연 도	연평균 기온 (℃)	10년 평균 기온(℃) (표준편차)
1975	12.4		1995	11.7	
1976	11.4		1996	11.7	
1977	12.2		1997	12.4	
1978	12.5		1998	13.1	
1979	12.3	11.9	1999	12.5	12.3
1980	10.9	(0.58)	2000	12.0	(0.46)
1981	11.2		2001	12.4	
1982	12.3		2002	12.4	
1983	12.2		2003	12.2	
1984	11.6		2004	12.8	
1985	12.0		2005	12.0	
1986	11.4		2006	12.6	
1987	12.0		2007	12.9	
1988	11.8		2008	12.7	
1989	12.5	12.1	2009	12.6	12.4
1990	12.8	(0.50)	2010	12.4	(0.35)
1991	11.9		2011	12.0	
1992	12.1		2012	12.0	
1993	11.5		2013	12.5	
1994	12.9		2014	12.8	

〔출처〕 한국기후변화백서(2011, 기상청), 기상연보(2012-2014, 기상청)

〈표 2.3-15〉, 〈그림 2.3-16〉는 금강권역에 속한 지상기상관측소들의 연강수량의 평균을 산정하여 40년 기간인 1975년부터 2014년까지의 연강수량을 나타낸 것이다.



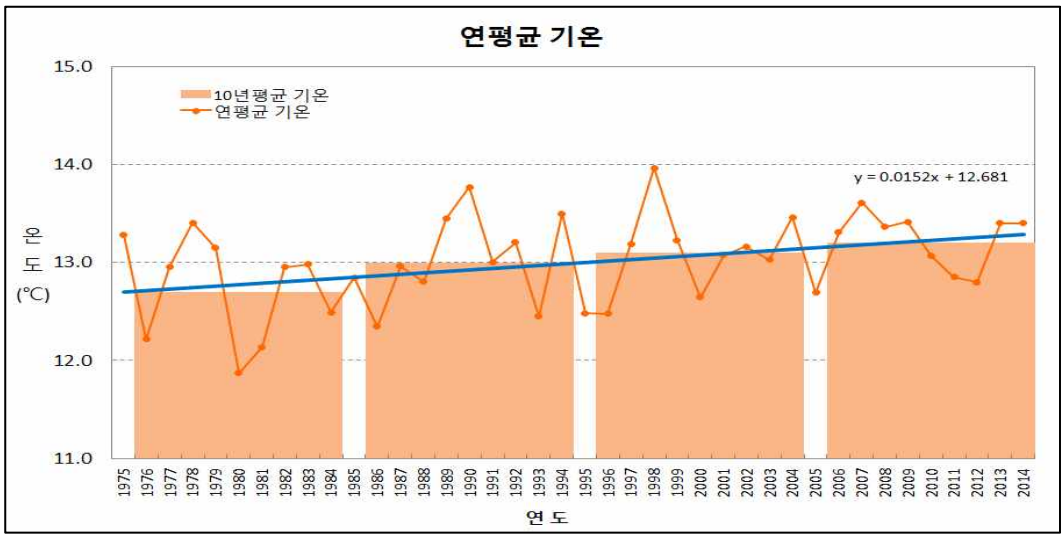
<그림 2.3-16> 금강권역 연강수량(1975년 ~ 2014년)

<표 2.3-15> 금강권역 연강수량(1975년 ~ 2014년)

연 도	연도별 총 강수량 (㎜)	10년 평균 강수량(㎜) (표준편차)	연 도	연도별 총 강수량 (㎜)	10년 평균 강수량(㎜) (표준편차)
1975	1296.4		1995	1151.6	
1976	999.4		1996	1089.2	
1977	932.8		1997	1454.1	
1978	1232.4		1998	1753.8	
1979	1398.7	1,190.9	1999	1403.1	1,371.7
1980	1479.2	(192.90)	2000	1455.5	(267.32)
1981	1194.1		2001	914.5	
1982	898.3		2002	1339.5	
1983	1205.5		2003	1749.6	
1984	1272.5		2004	1406.5	
1985	1575.2		2005	1409.1	
1986	1264.4		2006	1171.1	
1987	1707.6		2007	1578.4	
1988	788.0		2008	902.5	
1989	1380.0	1,266.8	2009	1117.1	1,316.7
1990	1433.4	(285.97)	2010	1490.7	(256.99)
1991	1170.2		2011	1716.2	
1992	1055.0		2012	1497.9	
1993	1363.5		2013	1163.8	
1994	930.4		2014	1120.0	

〔출처〕 한국기후변화백서(2011, 기상청), 기상연보(2012~2014, 기상청)

〈표 2.3-16〉, 〈그림 2.3-17〉는 섬진강권역에 속한 지상기상관측소들의 연평균기온을 산정하여 40년 기간인 1975년부터 2014년까지의 연평균기온을 나타낸 것이다.



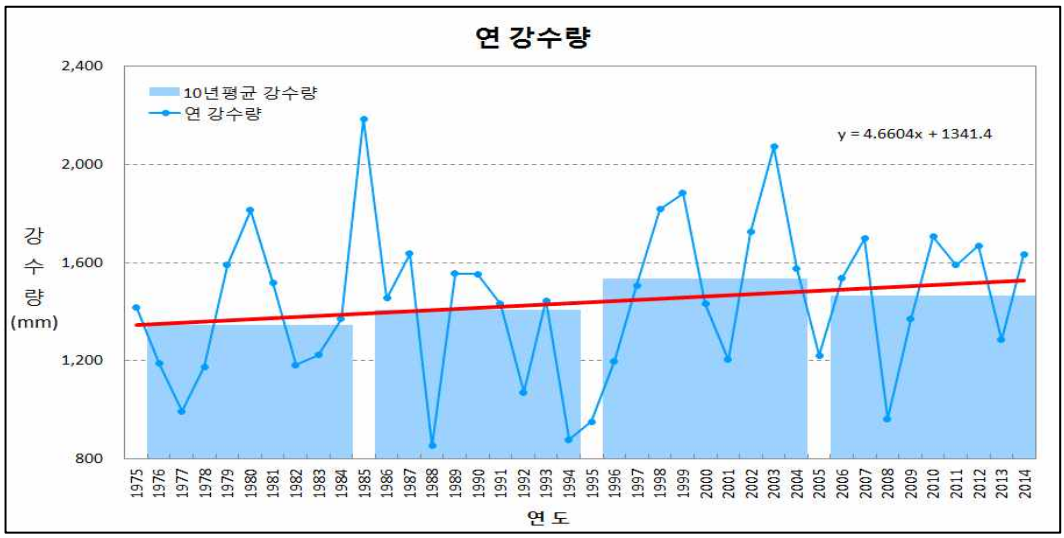
<그림 2.3-17> 섬진강권역 연평균기온(1975년 ~ 2014년)

<표 2.3-16> 섬진강권역 연평균기온(1975년 ~ 2014년)

연 도	연평균 기온 (℃)	10년 평균 기온(℃) (표준편차)	연 도	연평균 기온 (℃)	10년 평균 기온(℃) (표준편차)
1975	13.3		1995	12.5	
1976	12.2		1996	12.5	
1977	13.0		1997	13.2	
1978	13.4		1998	14.0	
1979	13.1	12.7	1999	13.2	13.1
1980	11.9	(0.53)	2000	12.6	(0.46)
1981	12.1		2001	13.1	
1982	13.0		2002	13.2	
1983	13.0		2003	13.0	
1984	12.5		2004	13.5	
1985	12.8		2005	12.7	
1986	12.3		2006	13.3	
1987	13.0		2007	13.6	
1988	12.8		2008	13.4	
1989	13.4	13.0	2009	13.4	13.2
1990	13.8	(0.45)	2010	13.1	(0.31)
1991	13.0		2011	12.9	
1992	13.2		2012	12.8	
1993	12.5		2013	13.4	
1994	13.5		2014	13.4	

〔출처〕 한국기후변화백서(2011, 기상청), 기상연보(2012~2014, 기상청)

〈표 2.3-17〉, 〈그림 2.3-18〉는 섬진강권역에 속한 지상기상관측소들의 연강수량의 평균을 산정하여 40년 기간인 1975년부터 2014년까지의 연강수량을 나타낸 것이다.



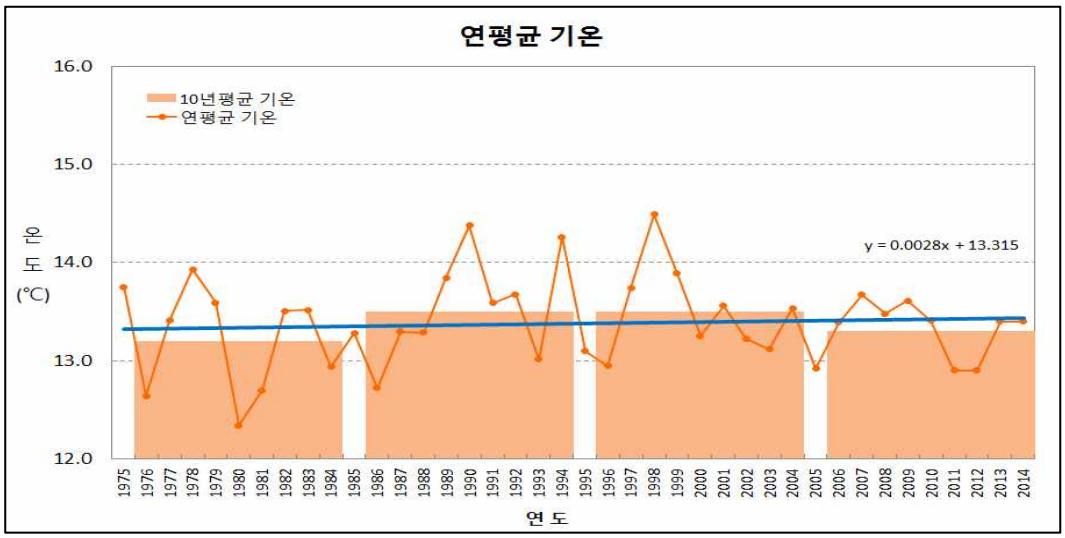
<그림 2.3-18> 섬진강권역 연강수량(1975년 ~ 2014년)

<표 2.3-17> 섬진강권역 연강수량(1975년 ~ 2014년)

연 도	연도별 총 강수량 (㎜)	10년 평균 강수량(㎜) (표준편차)	연 도	연도별 총 강수량 (㎜)	10년 평균 강수량(㎜) (표준편차)
1975	1,416.5		1995	951.5	
1976	1,189.4		1996	1,198.1	
1977	992.6		1997	1,506.3	
1978	1,173.9		1998	1,817.7	
1979	1,589.4	1,346.9	1999	1,882.5	1,536.4
1980	1,813.4	(243.58)	2000	1,432.4	(350.13)
1981	1,519.1		2001	1,202.8	
1982	1,182.8		2002	1,725.0	
1983	1,223.0		2003	2,072.9	
1984	1,369.4		2004	1,574.7	
1985	2,186.7		2005	1,221.2	
1986	1,454.8		2006	1,537.4	
1987	1,636.2		2007	1,697.9	
1988	851.5		2008	962.3	
1989	1,554.8	1,406.4	2009	1,369.0	1,467.2
1990	1,553.4	(395.83)	2010	1,706.5	(248.78)
1991	1,432.2		2011	1,589.0	
1992	1,070.9		2012	1,669.9	
1993	1,445.6		2013	1,285.7	
1994	877.5		2014	1,633.4	

〔출처〕 한국기후변화백서(2011, 기상청), 기상연보(2012~2014, 기상청)

〈표 2.3-18〉, 〈그림 2.3-19〉는 영산강권역에 속한 지상기상관측소들의 연평균기온을 산정하여 40년 기간인 1975년부터 2014년까지의 연평균기온을 나타낸 것이다.



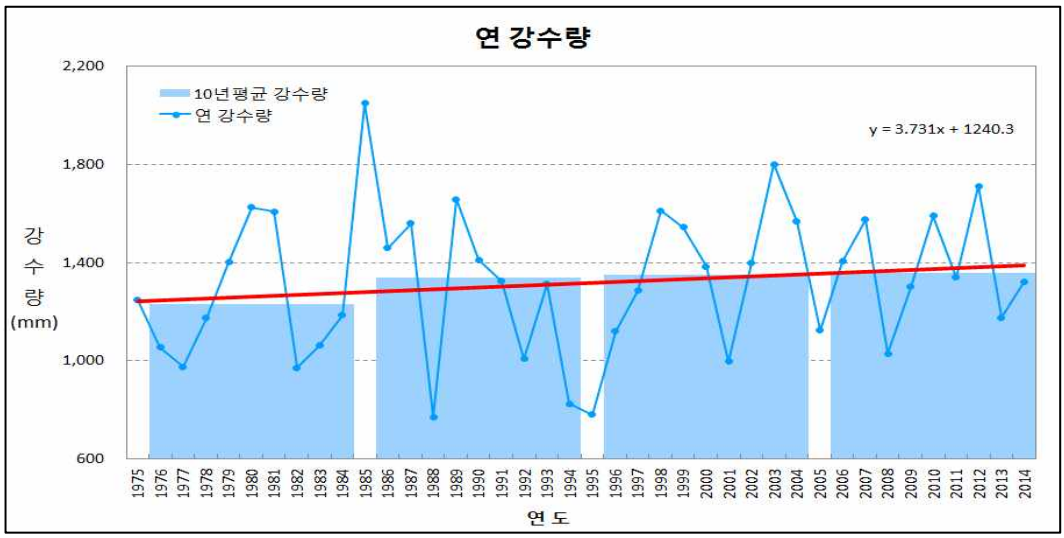
<그림 2.3-19> 영산강권역 연평균기온(1975년 ~ 2014년)

<표 2.3-18> 영산강권역 연평균기온(1975년 ~ 2014년)

연 도	연평균 기온 (℃)	10년 평균 기온(℃) (표준편차)	연 도	연평균 기온 (℃)	10년 평균 기온(℃) (표준편차)
1975	13.8		1995	13.1	
1976	12.6		1996	12.9	
1977	13.4		1997	13.7	
1978	13.9		1998	14.5	
1979	13.6	13.2	1999	13.9	13.5
1980	12.3	(0.54)	2000	13.3	(0.46)
1981	12.7		2001	13.6	
1982	13.5		2002	13.2	
1983	13.5		2003	13.1	
1984	12.9		2004	13.5	
1985	13.3		2005	12.9	
1986	12.7		2006	13.4	
1987	13.3		2007	13.7	
1988	13.3		2008	13.5	
1989	13.8	13.5	2009	13.6	13.3
1990	14.4	(0.52)	2010	13.4	(0.29)
1991	13.6		2011	12.9	
1992	13.7		2012	12.9	
1993	13.0		2013	13.4	
1994	14.3		2014	13.4	

〔출처〕 한국기후변화백서(2011, 기상청), 기상연보(2012~2014, 기상청)

〈표 2.3-19〉, 〈그림 2.3-20〉는 영산강권역에 속한 지상기상관측소들의 연강수량의 평균을 산정하여 40년 기간인 1975년부터 2014년까지의 연강수량을 나타낸 것이다.



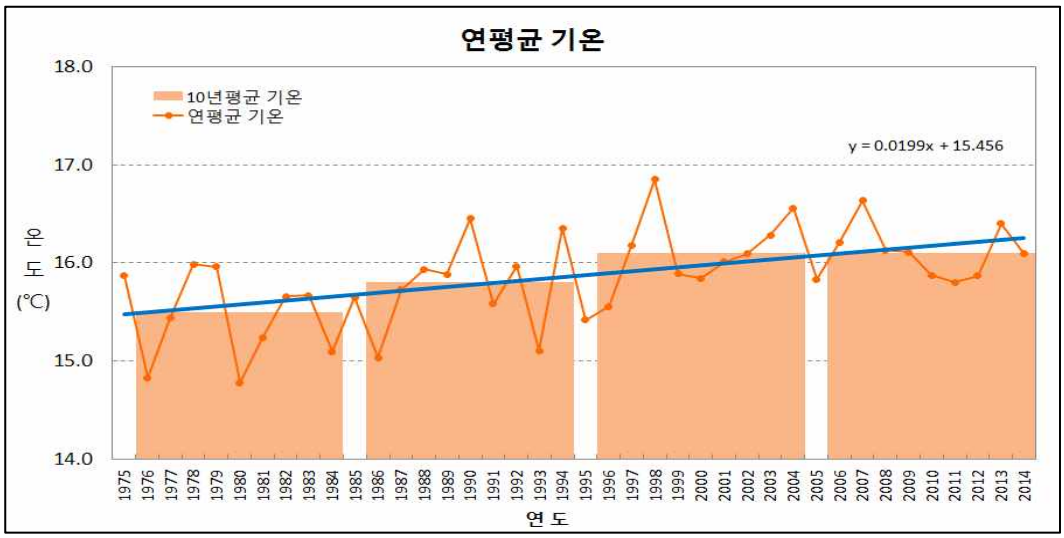
<그림 2.3-20> 영산강권역 연강수량(1975년 ~ 2014년)

<표 2.3-19> 영산강권역 연강수량(1975년 ~ 2014년)

연 도	연도별 총 강수량 (㎜)	10년 평균 강수량(㎜) (표준편차)	연 도	연도별 총 강수량 (㎜)	10년 평균 강수량(㎜) (표준편차)
1975	1,247.9		1995	779.8	
1976	1,054.7		1996	1,120.1	
1977	975.0		1997	1,286.0	
1978	1,173.7		1998	1,612.5	
1979	1,401.2	1,230.3	1999	1,543.5	1,349.1
1980	1,624.6	(241.41)	2000	1,384.3	(310.77)
1981	1,608.0		2001	995.5	
1982	971.1		2002	1,400.0	
1983	1,061.7		2003	1,801.7	
1984	1,184.9		2004	1,567.6	
1985	2,049.4		2005	1,122.6	
1986	1,459.9		2006	1,405.1	
1987	1,559.0		2007	1,575.0	
1988	769.3		2008	1,029.6	
1989	1,657.8	1,337.7	2009	1,301.5	1,357.5
1990	1,411.8	(390.72)	2010	1,591.1	(218.81)
1991	1,324.4		2011	1,340.1	
1992	1,008.2		2012	1,712.8	
1993	1,312.9		2013	1,175.7	
1994	824.7		2014	1,321.0	

〔출처〕 한국기후변화백서(2011, 기상청), 기상연보(2012~2014, 기상청)

〈표 2.3-20〉, 〈그림 2.3-21〉는 제주도에 속한 지상기상관측소들의 연평균기온을 산정하여 40년 기간인 1975년부터 2014년까지의 연평균기온을 나타낸 것이다.



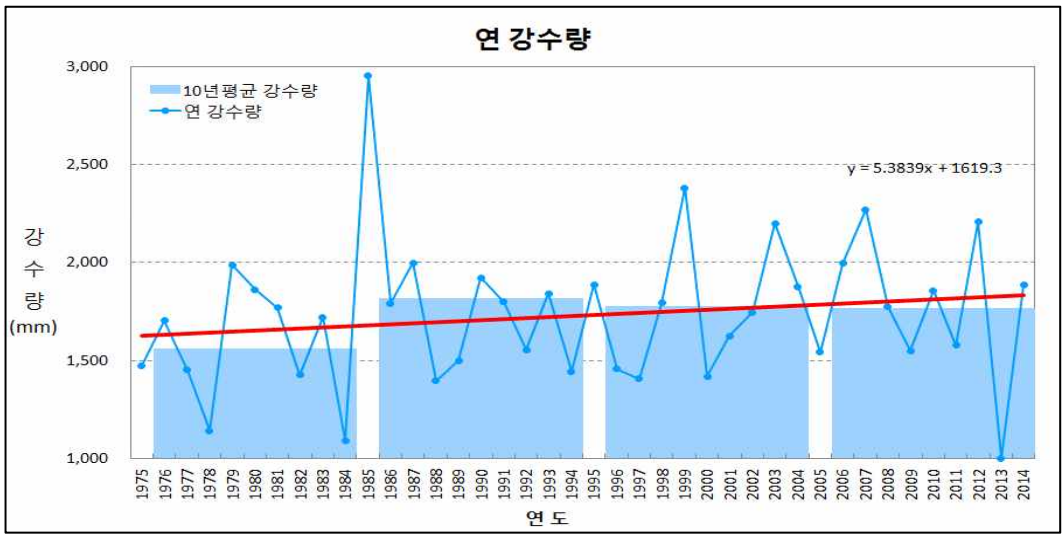
<그림 2.3-21> 제주도 연평균기온(1975년 ~ 2014년)

<표 2.3-20> 제주도 연평균기온(1975년 ~ 2014년)

연 도	연평균 기온 (℃)	10년 평균 기온(℃) (표준편차)	연 도	연평균 기온 (℃)	10년 평균 기온(℃) (표준편차)
1975	15.9		1995	15.4	
1976	14.8		1996	15.6	
1977	15.4		1997	16.2	
1978	16.0		1998	16.8	
1979	16.0	15.5	1999	15.9	16.1
1980	14.8	(0.45)	2000	15.8	(0.43)
1981	15.2		2001	16.0	
1982	15.7		2002	16.1	
1983	15.7		2003	16.3	
1984	15.1		2004	16.6	
1985	15.6		2005	15.8	
1986	15.0		2006	16.2	
1987	15.7		2007	16.6	
1988	15.9		2008	16.1	
1989	15.9	15.8	2009	16.1	16.1
1990	16.5	(0.46)	2010	15.9	(0.27)
1991	15.6		2011	15.8	
1992	16.0		2012	15.9	
1993	15.1		2013	16.4	
1994	16.4		2014	16.1	

〔출처〕 한국기후변화백서(2011, 기상청), 기상연보(2012~2014, 기상청)

〈표 2.3-21〉, 〈그림 2.3-22〉는 제주도에 속한 지상기상관측소들의 연강수량의 평균을 산정하여 40년 기간인 1975년부터 2014년까지의 연강수량을 나타낸 것이다.



<그림 2.3-22> 제주도 연강수량(1975년 ~ 2014년)

<표 2.3-21> 제주도 연강수량(1975년 ~ 2014년)

연 도	연도별 총 강수량 (㎜)	10년 평균 강수량(㎜) (표준편차)	연 도	연도별 총 강수량 (㎜)	10년 평균 강수량(㎜) (표준편차)
1975	1,473.8		1995	1,887.3	
1976	1,703.8		1996	1,456.2	
1977	1,451.8		1997	1,407.7	
1978	1,143.4		1998	1,794.8	
1979	1,988.8	1,563.4	1999	2,381.0	1,779.5
1980	1,861.4	(296.92)	2000	1,418.2	(326.17)
1981	1,768.4		2001	1,625.8	
1982	1,427.2		2002	1,747.4	
1983	1,722.5		2003	2,199.5	
1984	1,093.1		2004	1,877.1	
1985	2,952.9		2005	1,541.8	
1986	1,792.0		2006	1,996.1	
1987	19,98.6		2007	2,269.2	
1988	1,395.7		2008	1,773.6	
1989	1,500.4	1,820.5	2009	1,549.5	1,766.1
1990	1,923.0	(449.91)	2010	1,856.7	(371.09)
1991	1,800.6		2011	1,579.0	
1992	1,554.3		2012	2,206.4	
1993	1,843.4		2013	1,001.7	
1994	1,444.2		2014	1,887.3	

〔출처〕 한국기후변화백서(2011, 기상청), 기상연보(2012~2014, 기상청)

라. 지역별 기후특성

기상요소별 기후특성을 파악하기 위하여 각 기상관측소별 기온의 최대치와 최소치의 특성과 강수량, 적설량, 증발량, 최대풍속의 최대치의 특성 등을 통하여 각 지역별 기후특성을 조사한 결과는 다음과 같다.

1) 기온

〈표 2.3-22〉은 일 평균기온에 대한 각 유역별, 관측소별 최대·최소치 및 관측일자를 나타낸 것이다.

전국적으로 분석기간 중 평균기온의 최댓값을 나타낸 지점은 포항기상관측소로 2013년 8월 9일에 33.5℃를 기록하였고 최솟값은 양평관측소에서 1981년 1월 4일에 -23.3℃를 기록하였다. 권역별로 살펴보면 한강권역에서 최댓값은 2013년 8월 8일에 강릉관측소에서 33.2℃를 최솟값은 양평관측소에서 1981년 1월 4일에 -23.3℃를 기록하였고 낙동강권역에서의 최댓값은 포항관측소에서 2013년 8월 9일에 33.5℃를 최솟값은 태백관측소에서 1986년 1월 5일에 -17.6℃를 기록하였다. 금강권역에서의 최댓값은 전주관측소에서 1994년 7월 13일에 32.1℃를 최솟값은 보은관측소에서 1974년 1월 24일에 -18.3℃를 기록하였고 섬진강·영산강권역 및 제주도에서의 최댓값은 제주관측소에서 1998년 8월 15일에 32.5℃를 최솟값은 임실관측소에서 1994년 1월 4일에 -14.9℃를 기록하였다.

〈표 2.3-23〉는 일 최고기온과 일 최저기온에 대한 각 유역별, 관측소별 최대·최소치 및 관측일자를 나타낸 것이다.

전국적으로 최고기온의 최댓값을 나타낸 지점은 대구기상관측소로 1942년 8월 1일에 40.0℃를 기록하였고 최저기온의 최솟값은 양평기상관측소에서 1981년 1월 5일에 -32.6℃를 기록하였다. 권역별로 살펴보면 최고기온의 최댓값은 한강권역에서 1942년 7월 25일에 강릉관측소에서 39.4℃를 낙동강권역에서는 대구관측소에서 1942년 8월 1일에 40.0℃를 금강권역에서는 추풍령관측소에서 1939년 7월 21일에 39.8℃를 섬진강·영산강권역 및 제주도에서는 장흥관측소에서 1994년 7월 21일에 38.7℃를 기록하였고 최소기온의 최솟값은 한강권역에서 양평관측소에서 1981년 1월 5일에 -32.6℃를 낙동강권역에서는 봉화관측소에서 2012년 2월 3일에 -27.7℃를 금강권역에서는 청주관측소에서 1969년 2월 6일에 -26.4℃를 섬진강·영산강권역 및 제주도에서는 임실관측소에서 1971년 1월 5일에 -24.4℃를 기록하였다.

<표 2.3-22> 유역별 관측소별 평균기온

요소 / 유역	관측지점	평균기온(℃)							
		최대	관측일			최소	관측일		
한강	대관령	25.6	2010	8	5	-21.9	1986	1	5
	영월	29.5	2012	8	6	-16.3	2001	1	15
	제천	29.1	1973	7	17	-18.9	1973	12	24
	충주	30.8	1994	7	24	-19.6	1981	1	4
	원주	30.9	2012	8	6	-20.4	1973	12	24
	이천	31.0	1994	7	23	-18.0	1981	1	5
	양평	30.7	2012	8	2	-23.3	1981	1	4
	인제	28.6	2005	7	22	-18.2	1981	1	5
	춘천	30.2	1994	7	29	-20.3	1986	1	5
	홍천	30.6	1994	7	29	-20.6	1986	1	5
	서울	33.1	1994	7	24	-19.2	1915	1	13
	철원	29.6	1994	7	23	-21.3	2001	1	15
	동두천	30.0	2012	8	4	-19.4	2001	1	15
	파주	29.8	2013	8	9	-17.3	2010	1	6
안성천	수원	31.9	2012	8	5	-18.0	1973	12	24
한강 서해	인천	31.7	1994	8	13	-18.7	1915	1	13
	강화	30.5	2014	8	2	-17.9	2001	1	15
한강 동해	속초	33.0	2013	8	8	-11.9	2004	1	21
	북강릉	32.0	2013	8	8	-9.2	2011	1	16
	강릉	33.2	2013	8	8	-16.1	1931	1	10
	동해	32.5	2013	8	9	-10.1	2001	1	15
낙동강	태백	28.1	2013	8	8	-17.6	1986	1	5
	봉화	28.0	1997	7	22	-16.6	2013	1	4
	안동	30.6	2013	8	9	-13.3	1986	1	5
	영주	29.7	1994	7	21	-14.5	2013	1	4
	문경	31.1	1977	7	31	-12.9	2001	1	15
	상주	29.9	2013	8	9	-12.1	2012	2	2
	의성	30.0	2014	7	25	-14.4	2013	1	4
	구미	30.3	1995	8	14	-13.7	1974	1	26
	영천	31.7	1994	7	14	-10.6	2001	1	15
	대구	32.9	2013	8	9	-14.9	1915	1	13
	거창	30.3	1978	7	4	-11.2	1977	2	16
	합천	31.0	1994	7	14	-10.0	1974	1	25
	산청	30.5	1994	7	21	-9.6	1977	2	16
	진주	31.2	1994	7	21	-8.5	2011	1	16
	밀양	31.3	2009	8	15	-8.9	1977	2	16

<표 2.3-22> 유역별 관측소별 평균기온(계속)

요소 / 유역	관측지점	평균기온(℃)							
		최대	관측일			최소	관측일		
태화강	울산	33.1	2013	8	9	-9.2	1977	2	16
회야수영	부산	30.8	1983	8	4	-11.3	1915	1	13
낙동강 동해	울진	32.7	2013	8	9	-10.6	1986	1	5
	영덕	32.5	2013	8	9	-10.5	2001	1	15
	울릉도	31.3	2013	8	8	-11.5	1981	2	26
	포항	33.5	2013	8	9	-9.8	1959	1	17
낙동강 남해	남해	31.7	1983	8	3	-7.4	1977	2	16
	거제	30.8	2013	8	11	-7.2	1977	2	16
	통영	30.7	1994	7	25	-8.0	1977	2	16
	창원	32.3	1994	7	24	-7.3	2001	1	15
금강	장수	27.5	2013	8	9	-15.0	2013	1	4
	금산	29.8	1994	7	25	-14.9	1974	1	25
	추풍령	29.9	1994	8	6	-14.0	1958	1	16
	보은	29.1	1994	7	24	-18.3	1974	1	24
	대전	31.9	2012	8	6	-14.2	1973	12	24
	청주	31.7	1994	7	23	-16.4	1971	1	5
	부여	31.5	1994	7	23	-12.9	1981	1	4
삽교천	천안	31.0	1994	7	23	-15.7	2001	1	15
금강 서해	서산	30.5	1994	7	28	-12.9	2001	1	16
	보령	31.2	2012	8	1	-11.7	1990	1	25
만경강 동진강	전주	32.1	1994	7	13	-13.3	1931	1	10
	군산	30.9	2012	8	1	-10.1	2004	1	21
	정읍	31.8	2012	8	1	-11.2	1990	1	25
	부안	30.9	2012	8	1	-11.8	1976	1	23
섬진강	임실	28.9	2012	8	1	-14.9	1981	1	4
	남원	30.1	1994	8	13	-12.8	2001	1	15
	순천	29.3	2012	8	1	-8.7	2012	2	2
섬진강 남해	완도	30.4	2013	8	20	-6.7	1977	2	16
	고흥	30.5	1994	8	13	-8.1	1977	2	16
	여수	31.3	1966	8	3	-8.9	1977	2	16
영산강	광주	31.8	1951	8	19	-11.0	1963	1	24
탐진강	장흥	30.3	1983	8	3	-10.3	1990	1	25
영산강 남해	진도(첨찰산)	27.5	2012	8	5	-9.1	2012	2	2
	해남	30.1	2013	8	10	-9.2	1990	1	25
영산강 서해	고창	30.4	2012	8	3	-8.5	2012	2	2
	목포	30.9	1951	8	19	-11.6	1915	1	13
제주도	고산	29.8	1996	7	31	-1.2	2013	2	8
	제주	32.5	1998	8	15	-3.6	1931	1	10
	성산	30.2	2004	7	31	-4.1	1977	2	16
	서귀포	31.5	1994	7	24	-4.1	1977	2	16

〔출처〕 연도별 기후자료 극값(기상청 홈페이지)

<표 2.3-23> 유역별 관측소별 최고기온과 최저기온

요소 / 유역	관측지점	최고기온(℃)				최저기온(℃)			
		최대	관측일			최소	관측일		
한강	대관령	32.7	1973	8	12	-28.9	1974	1	24
	영월	38.7	2012	8	5	-23.5	2001	1	16
	제천	36.9	2012	8	5	-27.4	1981	1	4
	충주	37.9	1994	7	25	-28.5	1981	1	5
	원주	38.0	1994	7	22	-27.6	1981	1	5
	이천	38.3	1977	7	24	-26.5	1981	1	5
	양평	37.6	1994	7	23	-32.6	1981	1	5
	인제	37.3	1988	8	1	-25.9	1981	1	6
	춘천	36.8	2012	8	5	-27.9	1969	2	6
	홍천	38.0	1994	7	23	-28.1	1981	1	5
	서울	38.4	1994	7	24	-23.1	1927	12	31
	철원	36.9	1988	8	10	-29.2	2001	1	16
	동두천	36.4	2012	8	4	-26.2	2001	1	15
	파주	36.5	2012	8	3	-25.9	2010	1	6
안성천	수원	37.4	2012	8	5	-25.8	1969	2	6
한강 서해	인천	38.9	1949	8	16	-21.0	1931	1	11
	강화	35.8	2014	8	2	-22.5	1981	1	4
	속초	37.1	2004	7	23	-16.2	1981	2	26
	북강릉	36.3	2010	8	5	-16.2	2011	1	16
	강릉	39.4	1942	7	25	-20.2	1915	1	13
	동해	37.1	2008	7	6	-14.0	2001	1	15
낙동강	태백	35.6	2013	8	14	-21.7	2013	1	4
	봉화	37.4	1988	8	4	-27.7	2012	2	3
	안동	38.0	2012	8	5	-20.4	2013	1	4
	영주	37.5	2012	8	5	-23.8	1981	1	17
	문경	37.2	1977	7	31	-20.0	1974	1	26
	상주	36.6	2006	8	8	-15.8	2011	1	16
	의성	38.5	1994	7	22	-23.3	1981	1	17
	구미	37.4	1994	7	16	-24.0	1974	1	26
	영천	39.4	1994	7	20	-20.5	1981	1	17
	대구	40.0	1942	8	1	-20.2	1923	1	19
	거창	37.8	1994	7	19	-18.9	1994	1	24
	합천	39.2	1994	7	20	-16.9	1974	1	25
	산청	39.3	1994	7	21	-14.4	1974	1	28
	진주	38.9	1994	7	21	-15.9	1984	1	20
	밀양	39.4	1994	7	20	-15.8	2011	1	16
태화강	울산	38.8	2013	8	8	-14.3	1967	1	16
회야수영	부산	36.7	1983	8	4	-14.0	1915	1	13
낙동강 동해	울진	37.8	2013	8	8	-14.1	1981	2	26
	영덕	38.0	1983	8	6	-15.1	2011	1	16
	울릉도	35.4	2013	8	8	-13.6	1981	2	26
	포항	38.6	1994	7	14	-14.4	1970	1	5

<표 2.3-23> 유역별 관측소별 최고기온과 최저기온(계속)

요소 / 유역	관측지점	최고기온(℃)				최저기온(℃)			
		최대	관측일			최소	관측일		
낙동강 남해	남해	37.8	1994	7	20	-12.8	1976	1	24
	거제	38.6	1994	7	20	-10.4	2011	1	16
	통영	36.9	1994	7	23	-11.6	1977	2	16
	창원	39.0	1994	7	20	-13.1	2011	1	16
금강	장수	34.7	1994	7	24	-25.8	1991	2	23
	금산	37.5	1994	7	23	-22.2	1974	1	25
	추풍령	39.8	1939	7	21	-17.8	1970	1	5
	보은	36.5	1994	7	24	-25.4	1974	1	24
	대전	37.7	1994	7	24	-19.0	1969	2	6
	청주	37.8	1994	7	23	-26.4	1969	2	6
	부여	37.7	1994	7	23	-22.1	1981	1	17
삽교천	천안	37.7	1994	7	23	-23.9	2001	1	15
금강 서해	서산	37.3	1994	7	26	-18.7	2001	1	17
	보령	37.8	1994	7	25	-17.6	1990	1	26
만경강 동진강	전주	38.6	1930	7	11	-17.1	1933	1	27
	군산	36.9	1994	7	24	-14.7	2004	1	22
	정읍	37.8	2012	8	1	-20.0	1974	2	26
	부안	36.6	1994	8	13	-22.6	1981	1	27
섬진강	임실	37.1	1994	7	23	-24.4	1971	1	5
	남원	37.5	1990	7	29	-21.9	1994	1	24
	순천	35.7	2013	8	11	-12.9	2013	1	11
섬진강 남해	완도	36.9	2013	8	20	-10.7	1977	2	17
	고흥	38.5	1994	7	20	-14.4	1985	1	30
	여수	37.1	1994	7	20	-12.6	1977	2	16
영산강	광주	38.5	1994	7	19	-19.4	1943	1	5
탐진강	장흥	38.7	1994	7	21	-15.5	1990	1	25
영산강 남해	진도(첨찰산)	33.6	2013	8	8	-11.4	2006	2	4
	해남	36.9	2013	8	10	-14.5	1977	2	17
영산강 서해	고창	37.0	2012	8	5	-13.9	2011	1	2
	목포	37.0	1994	7	24	-14.2	1915	1	13
제주도	고산	34.3	2001	8	3	-4.5	2004	1	22
	제주	37.5	1942	7	25	-6.0	1977	2	16
	성산	36.2	1994	7	20	-7.0	1990	1	23
	서귀포	35.9	1966	8	3	-6.3	1977	2	16

〔출처〕 연도별 기후자료 극값(기상청 홈페이지)

2) 강수 및 최심적설

〈표 2.3-24〉은 강수와 최심적설량에 대한 각 유역별, 관측소별 최댓값과 관측일자를 나타낸 것이다.

전국적으로 일강수량의 최댓값을 나타낸 지점은 강릉기상관측소로 2002년 8월 31일에 870.5㎜를 기록하였다. 권역별로 살펴보면 한강권역에서 2002년 8월 31일에 강릉관측소에서 870.5㎜를 낙동강권역에서는 포항관측소에서 1998년 9월 30일에 516.4㎜를 금강권역에서는 부여관측소에서 1987년 7월 22일에 517.6㎜를 섬진강·영산강권역 및 제주도에서는 장흥관측소에서 1981년 9월 2일에 547.4㎜를 기록하였다.

또한, 전국의 최심적설량 중 최댓값은 울릉도관측소에서 1955년 1월 20일에 150.9㎝를 기록하였다. 권역별로 살펴보면 한강권역에서는 1992년 1월 31일 대관령관측소에서 92.0㎝를 낙동강권역에서는 울릉도관측소에서 1955년 1월 20일에 150.9㎝를 금강권역에서는 대전관측소에서 2004년 3월 5일에 49.0㎝를 섬진강·영산강권역 및 제주도에서는 목포관측소에서 1946년 12월 9일에 51.7㎝를 기록하였다.

3) 최대풍속

〈표 2.3-25〉는 최대풍속에 대한 각 유역별, 관측소별 최댓값과 관측일자를 나타낸 것이다.

전국적으로 최대풍속의 최댓값을 나타낸 지점은 고산기상관측소로 2003년 9월 12일에 51.1m/s를 기록하였다. 권역별로 살펴보면 한강권역에서는 1958년 1월 15일에 강릉관측소에서 36.7m/s를 낙동강권역에서는 울릉도관측소에서 1954년 9월 14일에 45.0m/s를 금강권역에서는 군산관측소에서 1980년 10월 25일에 31.7m/s를 섬진강·영산강권역 및 제주도에서는 고산관측소에서 2003년 9월 12일에 51.1m/s를 기록하였다.

<표 2.3-24> 유역별 관측소별 강수량과 최심적설량

요소 / 유역	관측지점	강수량(㎜)				최심적설(㎝)			
		최대	관측일			일최대	관측일		
한강	대관령	712.5	2002	8	31	92.0	1992	1	31
	영월	226.0	2002	8	7	21.4	2010	1	4
	제천	276.5	1988	7	20	20.0	1981	1	1
	충주	263.0	1994	6	30	22.5	1981	1	15
	원주	308.3	1972	8	19	20.3	1981	1	1
	이천	376.0	1972	8	19	28.4	2001	1	7
	양평	346.0	1998	8	8	26.2	2001	2	15
	인제	275.8	1984	9	1	19.3	1997	1	7
	춘천	308.5	1991	7	25	29.1	1969	1	31
	홍천	276.0	1990	9	11	24.3	1973	1	7
	서울	354.7	1920	8	2	25.8	2010	1	4
	철원	280.3	1999	8	1	15.7	1991	12	27
	동두천	449.5	2011	7	27	20.0	2001	1	7
	파주	322.5	2011	7	27	23.0	2004	3	4
안성천	수원	333.2	2000	7	22	21.9	1981	1	1
한강	인천	347.5	1922	8	22	30.0	1973	12	22
서해	강화	481.0	1998	8	6	27.2	2001	2	15
한강	속초	314.2	1984	9	2	89.6	1969	2	20
동해	북강릉	166.5	2012	9	17	77.7	2011	2	11
	강릉	870.5	2002	8	31	67.9	1990	1	31
	동해	319.5	2002	8	31	70.2	2011	2	11
낙동강	태백	338.5	1990	9	11	70.2	1987	2	3
	봉화	250.0	1994	6	30	23.5	1997	1	5
	안동	170.7	2000	7	23	27.0	2004	3	5
	영주	259.5	1994	6	30	35.8	2004	3	5
	문경	173.3	1987	7	22	49.0	2004	3	5
	상주	192.5	2002	8	31	30.6	2004	3	5
	의성	215.5	2004	8	18	21.9	1974	1	21
	구미	221.0	1998	9	30	27.3	1974	1	21
	영천	190.1	1981	8	30	16.6	2005	3	5
	대구	225.8	1998	9	30	51.0	1953	1	18
	거창	253.0	2004	8	18	23.5	2001	1	20
	합천	288.5	2002	8	31	17.9	1998	1	8
	산청	332.5	1998	9	30	23.5	1994	2	11
	진주	318.0	2011	7	9	23.5	1994	2	11
	밀양	271.4	1979	8	25	14.8	1997	1	5
태화강	울산	417.8	1991	8	23	21.4	2011	2	14
회야수영	부산	439.0	1991	8	23	29.5	2005	3	5
낙동강	울진	279.0	1991	8	23	41.0	2011	2	11
동해	영덕	296.0	1991	8	23	61.0	2005	3	5
	울릉도	257.8	1981	9	3	150.9	1955	1	20
	포항	516.4	1998	9	30	28.7	2011	1	3

<표 2.3-24> 유역별 관측소별 강수량과 최심적설량(계속)

요소 / 유역	관측지점	강수량(㎜)				최심적설(㎝)			
		최대	관측일			일최대	관측일		
낙동강 남해	남해	410.0	2003	9	12	33.5	1994	2	11
	거제	438.3	1985	5	5	19.6	2001	1	13
	통영	340.5	1979	8	25	16.5	1994	2	11
	창원	268.0	2009	7	7	21.8	2001	1	13
금강	장수	189.5	2013	7	5	21.0	2006	2	7
	금산	202.0	1995	8	30	24.8	1974	1	21
	추풍령	280.0	2002	8	31	32.8	2001	1	7
	보은	407.5	1998	8	12	39.9	2004	3	5
	대전	303.3	1987	7	22	49.0	2004	3	5
	청주	293.0	1995	8	25	32.0	2004	3	5
	부여	517.6	1987	7	22	29.8	2004	3	5
삽교천	천안	273.5	1995	8	9	30.4	1981	1	15
금강 서해	서산	274.5	1999	8	2	23.7	1969	1	6
	보령	361.5	1995	8	25	21.8	2008	12	5
만경강 동진강	전주	336.1	1942	8	9	26.6	1969	12	2
	군산	310.0	2000	8	26	29.6	1983	11	17
	정읍	420.0	2011	8	9	45.6	2005	12	21
	부안	250.5	2007	8	29	39.0	2005	12	21
섬진강	임실	234.0	2011	8	9	29.2	1980	12	12
	남원	218.0	2004	8	18	35.6	1978	11	28
	순천	284.5	2014	8	2	12.5	2012	12	28
섬진강 남해	완도	414.3	1981	9	2	17.0	2014	12	17
	고흥	487.1	1981	9	2	21.5	1994	2	11
	여수	308.9	2012	8	24	14.7	1994	2	11
영산강	광주	335.6	1989	7	25	35.2	2005	12	21
탐진강	장흥	547.4	1981	9	2	36.3	2005	12	4
영산강 남해	진도(첨찰산)	235.5	2012	8	30	18.1	2014	12	17
	해남	477.5	1981	9	2	35.2	2005	12	4
영산강 서해	고창	235.5	2011	8	9	22.0	2010	12	30
	목포	394.7	1981	9	2	51.7	1946	12	9
제주도	고산	240.3	1999	7	1	6.0	2004	1	24
	제주	420.0	2007	9	16	13.9	1984	1	18
	성산	302.0	1995	7	2	16.6	1994	1	21
	서귀포	365.5	1995	7	2	14.5	1963	1	25

〔출처〕 연도별 기후자료 극값(기상청 홈페이지)

<표 2.3-25> 유역별 관측소별 최대풍속

요소 / 유역	관측지점	최대풍속(㎧)			
		최대	관측일		
한강	대관령	28.3	1990	4	8
	영월	15.0	1995	4	25
	제천	14.0	1983	4	26
	충주	14.4	2000	7	4
	원주	13.3	1995	5	5
	이천	15.4	1999	8	3
	양평	14.7	2000	6	9
	인제	14.5	1983	4	27
	춘천	22.8	1976	1	22
	홍천	11.3	2000	3	28
	서울	25.0	1954	4	19
	철원	16.3	1995	5	4
	동두천	15.4	2002	8	31
	파주	10.8	2013	11	25
안성천	수원	16.0	1996	6	29
한강 서해	인천	35.0	1954	8	26
	강화	15.5	1980	4	19
한강 동해	속초	30.5	2006	10	23
	북강릉	12.5	2009	12	5
	강릉	36.7	1958	1	15
	동해	26.7	1997	1	1
낙동강	태백	17.2	2000	9	1
	봉화	11.5	2012	9	17
	안동	18.5	1986	8	28
	영주	21.7	1998	1	19
	문경	20.0	1978	7	18
	상주	15.5	2003	9	13
	의성	13.5	1991	2	21
	구미	17.0	1987	4	21
	영천	18.4	2000	9	16
	대구	25.3	1959	9	17
	거창	15.7	2012	8	28
	합천	20.2	2003	9	12
	산청	15.8	2006	4	20
	진주	18.9	2003	9	12
	밀양	21.2	2000	9	16
태화강	울산	31.7	1959	9	17
회야수영	부산	35.0	1904	8	20
낙동강 동해	울진	35.0	1983	4	27
	영덕	19.0	1975	4	21
	울릉도	45.0	1954	9	14
	포항	39.8	1951	10	14

<표 2.3-25> 유역별 관측소별 최대풍속(계속)

요소 / 유역	관측지점	최대풍속(㎧)			
		최대	관측일		
낙동강 남해	남해	18.5	1991	2	21
	거제	19.0	1987	8	31
	통영	31.8	2003	9	12
	창원	25.3	1987	7	16
금강	장수	15.9	1999	8	3
	금산	15.1	1999	8	3
	추풍령	23.7	1978	2	28
	보은	16.2	1999	8	3
	대전	20.0	1970	8	30
	청주	23.3	1972	7	26
	부여	19.6	1999	8	3
삽교천	천안	20.1	1972	1	8
금강 서해	서산	27.3	2010	9	2
	보령	20.2	2010	9	2
만경강 동진강	전주	19.0	1945	8	3
	군산	31.7	1980	10	25
	정읍	20.7	1999	8	3
	부안	17.3	1999	8	3
섬진강	임실	19.3	1999	8	3
	남원	23.7	1999	8	3
	순천	17.2	2012	8	28
섬진강 남해	완도	36.3	2012	8	28
	고흥	25.5	1977	6	28
	여수	35.9	2003	9	12
영산강	광주	26.3	1945	8	3
탐진강	장흥	23.9	1999	8	3
영산강 남해	진도(첨찰산)	33.6	2012	8	28
	해남	22.7	1999	8	3
영산강 서해	고창	22.2	2012	8	28
	목포	42.4	1904	8	18
제주도	고산	51.1	2003	9	12
	제주	39.5	2003	9	12
	성산	25.9	2007	9	16
	서귀포	27.0	1961	8	12

〔출처〕 연도별 기후자료 극값(기상청 홈페이지)

2.4 수문특성조사

2.4.1 조사개요

가. 조사목적

우리는 강수로 발생되는 물을 이용하기도 하고 그로 인하여 막대한 피해를 입기도 한다. 이러한 물을 이용하고 막아내면서 문명은 발전해 왔으며 현재에 이르러서도 물의 양을 분석하여 대비책을 마련하는데 많은 노력을 기울이고 있다. 강수로 발생된 물은 모여서 실개천을 이루고 실개천이 모여서 큰 강을 이루어 바다로 흐르게 된다. 이러한 일련의 과정을 해석하여 지표를 흐르는 물을 양적으로 해석하는 것을 유출분석이라 하며 유출분석은 크게 단기와 장기로 구분된다.

장기 유출분석은 특정 홍수사상이 아닌 장기간의 수문년을 모의대상으로 하며 모의기간은 1년에서 수십년 이상도 가능하고 유출총량, 유출률, 유황분석 등 이수계획에 필요한 유출량을 재현, 모의함을 목적으로 한다.

단기 유출분석은 과거 또는 가상의 홍수사상을 모의대상으로 하며 모의기간은 수시간 또는 수일 정도이며 첨두홍수량, 총 홍수량, 임계지속시간 등 치수계획에 필요한 유출량을 재현, 모의함을 목적으로 한다.

유출분석을 위해 수위-유량관계곡선식, 가지야마(Kajiyama) 유출량 공식, TANK 모형, PRMS 모형 등이 이용되고 있다. 이 중에서 수위-유량관계곡선식은 미계측유역이 많기 때문에 모든 유역에 적용한다는 것이 사실상 불가능하다.

가지야마 유출량 공식은 계산이 간단하여 그동안 실무에서 많이 사용되어 왔다. 그러나 월 강우의 유무에 상관없이 기저유량을 10.2㎜로 가정하여 유출량을 산정하기 때문에 유역내 수문환경의 특성이나 강우의 형태에 따른 유출변화 등을 고려하기 힘들다는 단점이 있다. 또한, 월 단위 또는 10일 단위로 유출량을 계산하기 때문에 용수수급의 일 단위 해석에 활용되기 어려운 한계를 가지고 있다.

TANK 모형은 일 단위 유출량 계산이 가능한 장기유출모형으로서 일별 유출해석에 널리 이용되어 지고 있으며, 또한 지속적으로 연구와 보완이 이루어지고 있다. TANK 모형은 집중형 모형으로서 적용하기가 쉽고 효과적인 운영이 가능하다는 장점이 있지만 유역 수문량의 공간적 분포를 파악하기가 쉽지 않으며 유역특성인자의 변화에 따른 수문 특성 변화를 재현하기가 어렵다. 따라서 이와 같은 집중형 모형의 단점을 보완하기 위해서는 유역의 토지이용형태, 특성인자의 변화 등을 고려할 수 있는 분포형 수문모형의 도입이 필요하며 이에 대한 검토와 연구가 활발히 진행되고 있다.

PRMS(Precipitation Runoff Modeling System)모형은 미국 지질조사국(US Geological Survey, 1983)에서 개발한 모형으로서 유역의 토지이용, 첨두홍수량, 토양 유출관계, 지하수 함양 등의 다양한 결합의 효과를 평가하기 위해 개발한 확정론적 분포모형이다. PRMS 모형은 각 요소의 물 유입을 연속적으로 모의하고 매일 최대, 최소 온도를 근거로 융설과 증산과정을 계산하는데 유역을 수문응답단위(Hydrologic Response Unit, HRU)로

구분하여 각 수문응답단위별로 물수지와 에너지수지를 계산한다. 수문응답단위는 경사, 경사향, 식생형, 토지형과 같은 유역특성을 기초로 유역을 구분한 것이며 각 단위는 수문응답에 대해 동질한 것으로 가정된다. 각 수문응답단위에서 나타난 수문응답의 합은 유역의 일별 하천유량과 시스템에서 비교된다. 이와 같이 유역을 수문응답단위로 구분함으로써 유역의 일부 혹은 전체의 토지 이용이나 기후 변화를 적용시킬 수 있으며 각 수문응답단위와 유역 전체에 대한 수문영향을 평가할 수 있다.

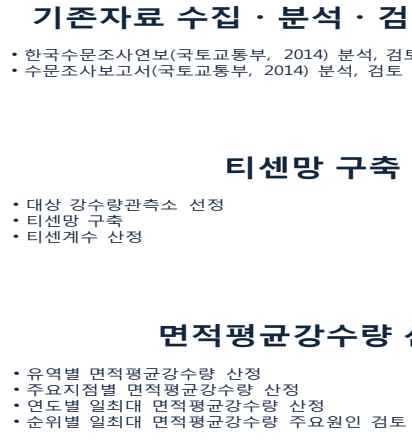
강우-유출분석은 유역의 제반 수문량을 평가함에 있어서 국내에서 적용되어 왔던 유출분석 방법을 검토한다. 또한, 유역의 방대한 수문학적 지형정보와 유역특성 자료를 분석할 수 있는 RS(Remote Sensing), GIS(Geometry Information System) 기법과 연계할 수 있는 강우-유출모형을 도입하여 미계측유역의 유출분석을 시행함으로써 유역의 수문 및 수리현상의 특성을 규명한다. 즉, 최종적으로 유역이 보유하고 있는 수자원 잠재력을 파악하여 향후, 이치수 계획 수립을 위한 기초자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

유사는 하천이 강우에 의한 유역의 유출수 뿐만 아니라, 유역의 하도 내에서 발생된 토사를 하류로 운송시키는 역할을 하는 과정에서 발생된다. 이는 하천의 이수, 치수, 그리고 환경생태 기능에 영향을 주게 된다. 일반적으로, 유사량 자료는 하도 유지관리를 목적으로 생산된다.

물 순환 연구는 강수량, 지표 유출량, 지하수 함양량, 증발산량, 토양수분량 등에 대한 정량화가 이루어질 때 비로소 실제적으로 규명될 수 있다. 그러나 기존의 물 순환 연구에서는 수문분야에서 수자원 개발 및 물수지 평가에 중요한 부분을 차지하는 증발산량을 관측값을 사용하기보다는 단순한 가정이나 경험식에 의한 추정치들을 사용하고 있어 그 자료의 신뢰성에 문제가 있을 수 있다. 따라서, 본 수문특성조사의 증발산량 관측자료는 한정된 공간에서 관측된 자료이지만 물 순환 과정에서 손실량의 상당 부분을 차지하는 증발산량을 정량화 하는데 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

나. 조사내용 및 방법

본 과업은 면적평균강수량의 산정, 수위-유량관계곡선식에 의한 유출분석, 강우-유출모형에 의한 유출분석, 홍수유출특성분석, 유사량 특성분석, 증발산량 특성분석 등으로 구성되어 있으며, 이에 대한 조사내용과 방법은 〈표 2.4-1〉에 수록하였다.



<그림 2.4-1> 면적평균강수량 산정 흐름도

<표 2.4-1> 조사내용 및 방법

조 사 내 용	조 사 방 법
1) 면적평균강수량 산정	- 분석기간별 강수량관측소 선정 및 티센망 구축 - 면적평균강수량 산정
2) 수위-유량관계곡선식에 의한 유출분석	- 대상 수위관측소 선정 및 수위자료 이상치와 결측치 보완 - 수위-유량관계곡선식 검토 - 유출분석 및 유황분석 시행
3) 강수-유출모형에 의한 유출분석	- 미계측유역 적용을 위한 매개변수 지역화 - 최적화기법 및 GIS/RS를 활용한 최적 매개변수 추정 - PRMS 모형에 의한 장기유출량 산정
4) 홍수유출특성분석	- 분석 지점의 홍수자료 수집 - 주요 홍수사상 분석
5) 유사량 특성분석	- 부유사량 및 하상토 입경분석 - 총유사량 산정 - 유량-유사량 관계 분석
6) 증발산량 특성분석	- 증발산량 측정자료 수집 및 분석 - 유출 연관 분석 - 증발산량지도 작성 및 분석

2.4.2 면적평균강수량

유역의 유출을 분석함에 있어 가장 지배적인 매개변수는 강수이다. 그러므로 강수의 총량 및 시·공간적 분포의 추정은 유역의 유출량을 보다 정확히 구하기 위하여 신중을 기하고 정밀하게 산정하여야 한다. 그러나 유역에 내리는 강수는 시간과 공간에 따라 연속적으로 변화하는 변량으로 그 총량과 분포를 정확하게 추정하기란 거의 불가능한 일이다. 이에 따라, 적정한 공간적 분포를 가지는 강수량 관측망을 구성하고 강수량 관측지점별로 연속적인 시간 값을 관측하여 시간간격에 따른 이상적인 관측 자료를 구축하여 왔다. 이렇게 관측된 수많은 강수자료의 처리 및 강수의 공간적 분포와 총량을 산정하기 위한 기법의 연구가 다방면으로 수행되어 왔다.

본 과업에서는 유출분석의 입력 자료로 사용하기 위하여 여러 가지 면적평균강수량 산정방법을 검토하고, 관측소별 일강수량 자료를 이용하여 면적평균강수량을 산정하였다. 또한, 면적평균강수량을 산정하기 위해서는 각 강수량관측소의 정확한 위치자료가 필요하므로 본 현장조사에서 GPS(Global Positioning System)장비를 이용하여 추적한 강수량관측소 위치좌표를 이용하였다.

실무에서 일반적으로 가장 많이 사용되고 있는 티센망법에 의해 면적평균강수량을 산정하였으며, 산정된 티센망, 티센계수 및 각 유역별 면적평균강수량을 DB화하여 향후 수행될 이수 및 치수 목적의 수자원계획을 수립하기 위한 유출분석 등의 기초자료로 활용될 수 있도록 하였다. 면적평균강수량을 산정하는 전체적인 흐름은 〈그림 2.4-1〉과 같다.

가. 티센망 구축

1) 티센망법

티센망법은 가장 빈번히 사용되는 면적평균강수량 산정방법 중의 하나로서 〈그림 2.4-2〉에서 보는 바와 같이 인접한 관측소를 직선으로 연결하여 삼각형을 만든 후, 각 변의 수직이등분선을 그어 각 관측점의 주위에 다각형을 만듦으로써 그 다각형의 면적으로 가중치를 부여하는 방법이다. 즉, 면적평균강수량 $\overline{R}$는 다음과 같이 나타내어진다.

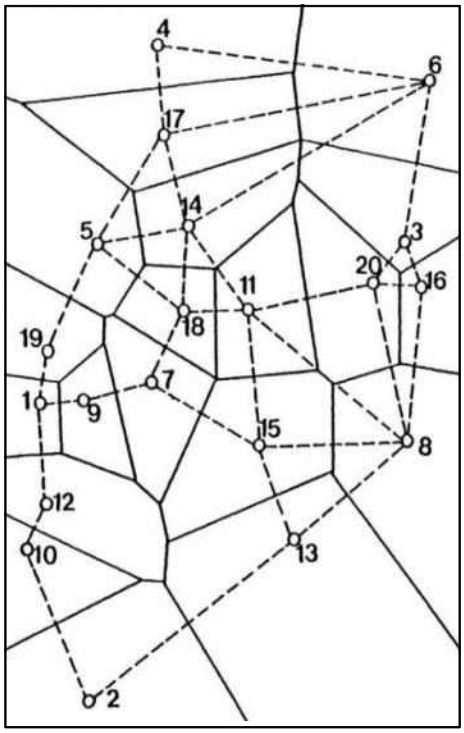
$$\overline{R} = \sum_{i=1}^{N} \frac{A_i}{A} r_i \qquad (2.4\text{-}1)$$

여기서, A : 총면적(㎢)

A_i : i번째 면적(㎢)

r_i : i번째 강우(㎜)

이 방법의 장점은 대상유역 바깥쪽 관측소의 영향도 고려할 수 있다는 것이다. 그러므로 관측망이 균일하게 분포되고 면적평균강수량이 큰 변화가 없는 지역인 경우 비교적 정확한 결과를 얻을 수 있으며 각 관측소의 가중값을 기계적인 방법으로 계산하여 즉시 할당할 수가 있다. 그러나 단점으로는 기존의 관측망이 변동될 경우 가중계수를 다시 계산하여야 한다는 것이다.



<그림 2.4-2> 티센망법

2) 티센망 구축대상 강수량관측소

정확도 높은 유출분석을 수행하기 위해서는 가능한 한 많은 강수량관측소에서 장기간에 걸쳐 관측된 강수량자료를 이용한 티센망 구축이 필요하다. 그러나 강수량관측소는 결측, 폐국 등의 원인으로 기존의 관측망이 지속적으로 변동되기 때문에 기존에 산정된 가중계수를 다시 활용하기가 어렵다. 따라서 이러한 단점을 보완하기 위하여 매년 티센망 구축에 가용 가능한 강수량관측소를 선별하여 티센망을 구축하고 가중계수를 다시 계산하여야 한다.

본 과업에서는 티센망 구축에 필요한 강수량관측소를 〈표 2.4-2〉와 같이 한국수문조사연보(국토교통부, 2014)상의 강수량관측소를 바탕으로 강수량자료의 가용여부를 검토하였다.

<표 2.4-2> 티센망 구축 조사대상 강수량관측소 현황

유 역	국토교통부	한국수자원공사	기상청	한국수력원자력	합 계
합 계	422	171	93	7	693
한강권역	147	57	23	6	233
낙동강권역	137	66	32	-	235
금강권역	85	28	14	-	127
섬진강권역	29	16	10	1	56
영산강권역	24	4	8	-	36
기타	-	-	6	-	6

〔출처〕 한국수문조사연보(국토교통부, 2014)

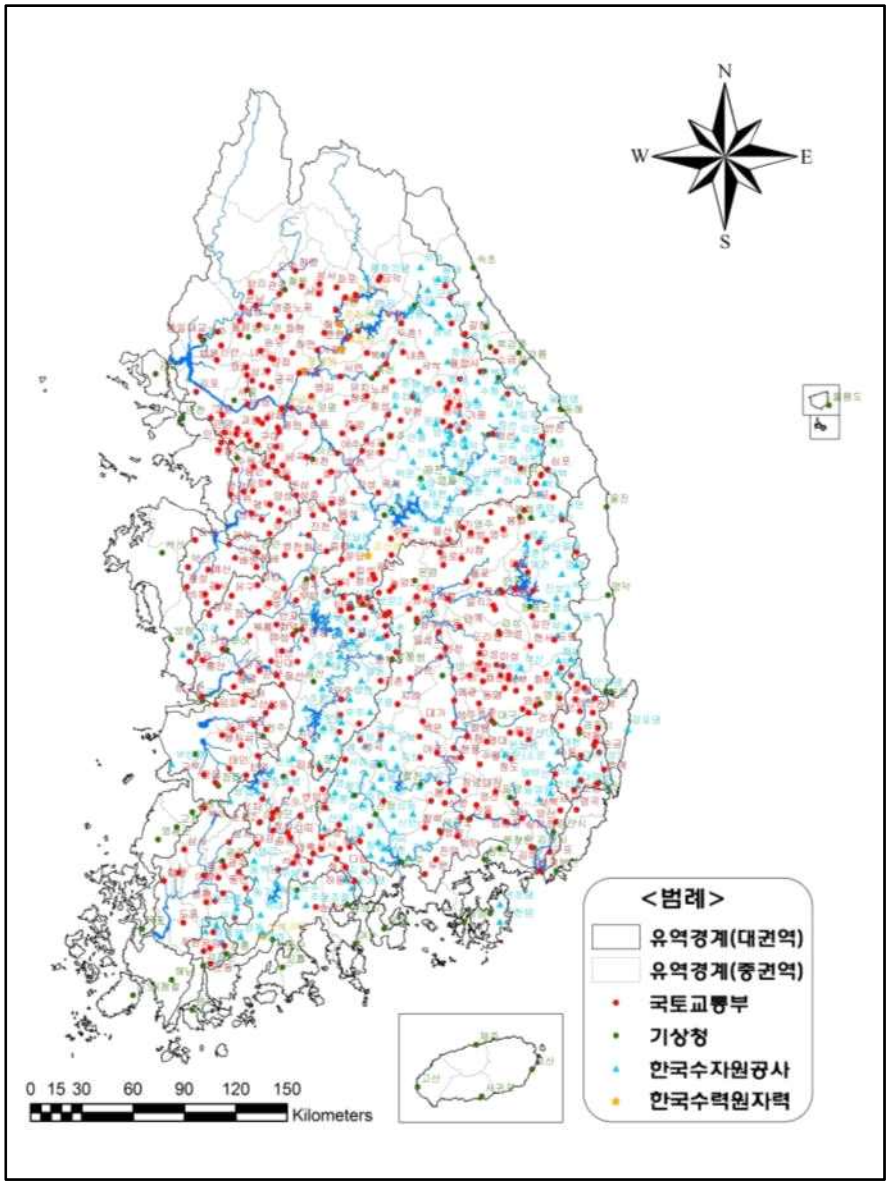
이와 같이 한국수문조사연보(국토교통부, 2014)에 수록된 강수량관측소는 총 693개소이며, 이중 면적평균강수량 산정에 활용한 지점은 국토교통부, 한국수자원공사, 기상청, 한국수력원자력의 총 681개 관측소이다. 유역조사에서 활용한 강수량관측소는 한강권역 233개소, 낙동강권역 234개소, 금강권역 121개소, 섬진강과 영산강 및 기타지역 93개소이며 이에 대한 정보는 〈표 2.4-3〉과 〈그림 2.4-3〉에 나타내었다.

국토교통부 관측소 중 낙동강권역의 동화원관측소, 대율관측소는 장비 이상으로 결측이 발생하였다. 금강권역의 대불관측소는 8월 강우기간 동안 관측기기 이상으로 결측되었고, 원통사관측소는 낙뢰로 결측되었으며 묘금관측소, 안내관측소, 현도관측소, 한산관측소는 관측국사 개선 공사로 결측이 발생하였다. 영산강권역의 담양댐관측소, 장성댐관측소는 둑 높임 공사로 결측이 발생하였다. 기상청 관측소 중 섬진강권역의 주암관측소는 2012년 7월 폐국되었다.

강수량관측소는 결측, 폐국 등의 영향이 없거나, 5일 이내 단기간 결측의 경우 결측된 시기에 인근관측소에서 강수가 발생하지 않아 보정 가능한 관측소만을 대상으로 하였다. 이를 통해 한강권역, 낙동강권역, 금강권역, 섬진강권역, 영산강권역에 대한 티센망을 구축하여 면적평균강수량을 산정하였다. 조사대상 강수량관측소 현황과 관할기관, 유역별 특성등에 대한 정보는 〈부록-2.4.2-가. 티센망 구축대상 강수량관측소 총괄〉에 수록하였다.

<표 2.4-3> 티센망 구축에 사용된 강수량관측소 현황

유 역	국토교통부	한국수자원공사	기상청	한국수력원자력	합 계
합 계	411	171	92	7	681
한강권역	147	57	23	6	233
낙동강권역	136	66	32	-	234
금강권역	79	28	14	-	121
섬진강권역	28	16	10	1	55
영산강권역	21	4	9	-	34
기타	-	-	4	-	4

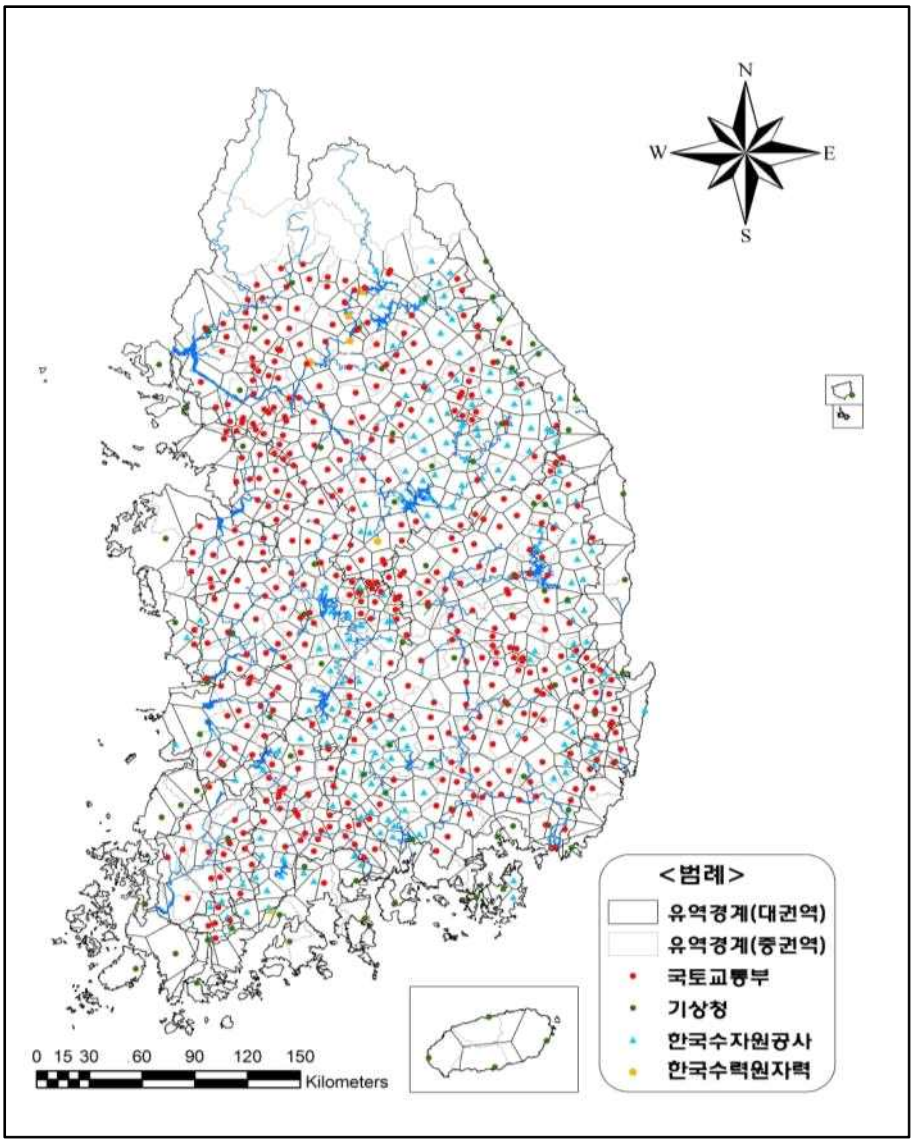


<그림 2.4-3> 조사대상 강수량관측소

3) 티센망

강수량관측소 자료를 바탕으로 표준유역 단위로 구분하여 수문특성조사의 기본이 되는 관측소별 지배면적 및 티센계수는 〈그림 2.4-4〉와 같은 티센망으로 산정하였다. 그러나 본 과업에서 구축한 티센망은 관측밀도가 낮은 해안가, 특히 태백산맥이 있는 동해안은 적용하기가 어려울 것으로 판단된다. 따라서 향후에는 기상청의 AWS(Automatic Weather Station)의 정보를 고려하는 등의 노력이 필요할 것으로 보인다.

표준유역과 단위유역, 중권역, 대권역, 주요지점에 대한 티센계수 산정결과는 〈부록 2.4.2 나. 표준유역별 티센계수〉, 〈부록 2.4.2 다. 단위유역별 티센계수〉, 〈부록 2.4.2 라. 중권역별 티센계수〉, 〈부록 2.4.2 마. 대권역별 티센계수〉, 〈부록 2.4.2 바. 주요지점별 티센계수〉에 수록하였다.



<그림 2.4-4> 티센망도

나. 면적평균강수량 산정

앞에서 산정한 각 권역별 분석기간에 대한 관측소별 티센계수를 이용하여 6개 권역, 21개 대권역, 117개 중권역, 165개 단위유역, 850개 표준유역 및 68개 주요지점에 대하여 면적평균강수량을 일단위로 산정하였다. 본 보고서에는 권역, 대권역, 중권역, 주요 지점별 월 단위의 면적평균강수량을 수록하였으며, 일단위의 면적평균강수량은 〈부록 2.4.2 사. 표준유역별 면적평균강수량〉, 〈부록 2.4.2 아. 단위유역별 면적평균강수량〉, 〈부록 2.4.2 자. 중권역별 면적평균강수량〉, 〈부록 2.4.2 차. 대권역별 면적평균강수량〉, 〈부록 2.4.2 카. 권역별 면적평균강수량〉에 수록하였다.

1) 유역별 면적평균강수량

2014년 전국 면적평균강수량은 1,071.7㎜로 산정되었으며 이는 1966년부터 2014년까지의 평균 면적평균강수량의 84.2%에 해당된다. 아울러 2014년의 면적평균강수량은 〈표 2.4-4〉와 같이 1966년부터 2014년까지 49년 동안의 면적평균강수량 중 39위의 강수량으로 기록되었다.

권역별로 살펴보면 한강권역 808.5㎜, 낙동강권역 1,207.9㎜, 금강권역 1,062.1㎜, 섬진강권역 1,543.6㎜, 영산강권역 1,277.4㎜, 제주도권역 1,906.4㎜로 산정되었다.

대권역별로 면적평균강수량을 살펴보면, 한강권역은 한강동해유역 1,146.6㎜로 가장 많고, 한강유역이 763.9㎜로 가장 적은 강수량을 나타냈다. 낙동강권역은 낙동강남해유역이 1,647.2㎜로 가장 많고 낙동강유역이 1,138.0㎜로 가장 적은 강수량을 나타냈다. 금강권역은 만경동진강유역이 1,169.6㎜로 가장 많은 강수량을, 삽교천유역이 1,007.9㎜로 가장 적은 강수량을 나타냈다. 섬진강·영산강권역은 섬진강남해유역이 1,715.9㎜로 가장 많고 영산강서해유역이 1,252.2㎜로 가장 적은 강수량을 보였다.

중권역별 월강수량 중 최대값은 2502(남해도)에서 8월에 787.0㎜를 보였으며 최소값은 2011(낙동왜관)에서 1월에 0.3㎜를 나타내었다.

〈표 2.4-5〉는 중권역에 대한 면적평균강수량이며, 〈그림 2.4-6〉은 권역별 2014년 일최대 면적평균강수량의 특성을 나타내고 있다. 또한 〈그림 2.4-7〉~〈그림 2.4-9〉는 중권역, 단위유역, 표준유역의 면적평균강수량이며, 〈그림 2.4-10〉은 2014년 권역별 누가 월강수량을 나타내고 있다.

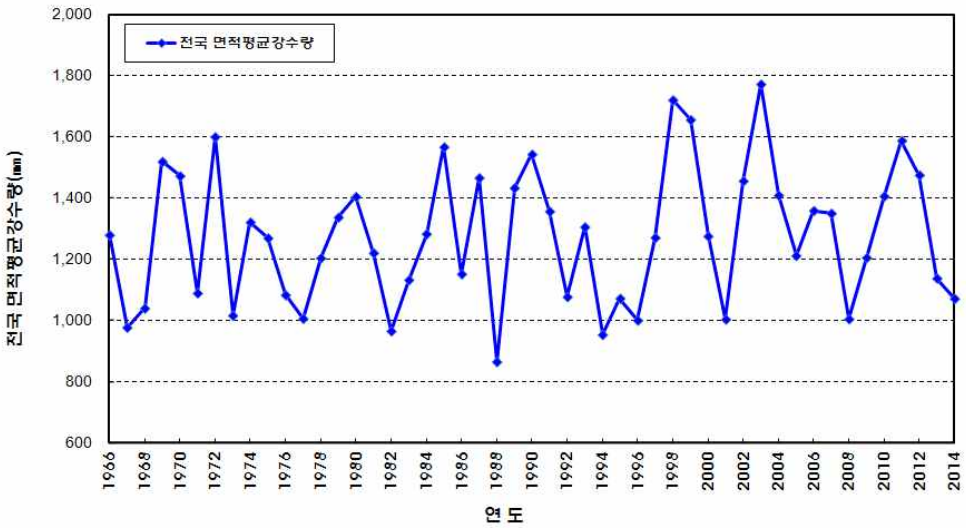
<표 2.4-4> 권역별 연면적평균강수량 추이

연도	한강권역		낙동강권역		금강권역		섬진강권역		영산강권역		제주도권역		전국	
	면적평균 강수량(㎜)	순위	면적평균 강수량(㎜)	순위	면적평균 강수량(㎜)	순위	면적평균 강수량(㎜)	순위	면적평균 강수량(㎜)	순위	면적평균 강수량(㎜)	순위	면적평균 강수량(㎜)	순위
1966	1,654.7	5	1,060.3	30	1,176.7	30	1,465.0	23	1,156.7	34	1,799.2	17	1,279.8	24
1967	1,065.8	38	901.9	44	999.5	40	1,006.4	44	801.6	46	1,086.3	46	977.2	46
1968	1,129.0	32	926.3	42	977.0	42	1,067.2	43	815.9	45	1,412.1	39	1,040.0	40
1969	1,468.8	7	1,470.1	8	1,551.4	5	1,864.2	3	1,563.6	9	1,756.1	19	1,519.4	8
1970	1,391.4	13	1,487.2	7	1,345.3	17	1,576.0	17	1,265.3	28	1,510.7	32	1,472.7	10
1971	1,001.0	43	930.3	41	1,192.6	28	1,278.8	32	1,306.6	22	1,142.8	45	1,089.5	35
1972	1,444.6	10	1,520.9	6	1,335.6	19	1,849.2	4	1,797.6	3	2,014.6	5	1,600.3	4
1973	982.6	44	998.0	35	959.5	43	1,247.2	34	1,113.9	36	1,435.9	36	1,016.4	41
1974	1,105.7	36	1,275.3	21	1,264.0	23	1,635.4	16	1,672.1	6	1,681.1	23	1,321.6	21
1975	1,223.5	28	1,331.9	17	1,231.6	25	1,433.3	26	1,292.1	25	1,480.0	33	1,269.6	27
1976	1,109.8	35	966.9	37	982.2	41	1,158.1	38	1,035.8	39	1,698.4	22	1,083.5	36
1977	972.6	45	921.9	43	908.9	45	972.7	46	934.0	44	1,450.3	34	1,006.3	42
1978	1,301.8	20	1,101.9	29	1,206.4	26	1,241.2	35	1,232.7	31	1,156.4	44	1,204.2	31
1979	1,285.7	22	1,251.6	23	1,354.7	16	1,559.5	18	1,332.8	19	2,008.7	6	1,337.4	20
1980	1,144.6	30	1,360.8	15	1,462.4	9	1,790.2	7	1,616.4	8	1,809.3	16	1,405.0	16
1981	1,309.2	18	994.3	36	1,173.0	31	1,491.4	22	1,480.6	15	1,745.2	20	1,221.0	28
1982	963.2	47	841.8	46	897.5	46	1,120.6	40	936.3	43	1,432.0	37	965.3	47
1983	1,024.8	42	1,184.5	28	1,167.1	32	1,213.7	37	1,047.5	38	1,702.4	21	1,132.7	34
1984	1,263.0	25	1,234.2	25	1,236.2	24	1,400.3	27	1,223.2	32	1,078.9	47	1,283.0	23
1985	1,247.2	27	1,595.3	4	1,544.5	6	2,137.5	1	1,928.7	1	2,939.5	1	1,567.1	6
1986	1,041.9	41	1,040.3	32	1,193.0	27	1,395.2	28	1,442.9	16	1,789.3	18	1,151.9	32
1987	1,452.6	9	1,315.7	18	1,617.3	4	1,660.4	13	1,521.9	11	1,963.7	10	1,466.3	11
1988	903.0	48	806.5	48	716.7	49	822.3	49	783.4	47	1,329.5	42	865.1	49
1989	1,304.9	19	1,467.7	9	1,286.7	22	1,803.6	6	1,672.8	5	1,571.4	29	1,433.4	13
1990	1,902.0	1	1,296.8	19	1,337.8	18	1,443.6	25	1,422.3	17	1,982.9	8	1,543.3	7
1991	1,116.8	34	1,424.8	11	1,154.9	33	1,371.3	31	1,298.6	23	1,879.1	14	1,356.6	18
1992	1,081.8	37	964.6	38	1,028.1	39	1,073.7	42	983.3	41	1,654.5	26	1,077.3	37
1993	1,140.3	31	1,422.1	12	1,287.0	21	1,378.6	30	1,297.1	24	1,922.3	12	1,305.6	22
1994	1,049.6	40	745.0	49	926.0	44	836.8	48	781.8	48	1,533.4	31	953.6	48
1995	1,296.2	21	843.2	45	1,177.3	29	980.4	45	778.2	49	1,966.1	9	1,072.0	38
1996	972.2	46	953.5	39	1,028.7	38	1,086.7	41	1,120.2	35	1,406.9	40	1,000.7	45
1997	1,271.1	24	1,212.9	26	1,360.4	15	1,448.0	24	1,265.0	29	1,429.0	38	1,271.1	26
1998	1,662.3	4	1,607.3	3	1,676.0	2	1,845.4	5	1,691.1	4	1,946.4	11	1,720.7	2
1999	1,573.2	6	1,615.6	2	1,382.6	13	1,784.2	8	1,553.8	10	2,650.1	2	1,656.2	3
2000	1,119.0	33	1,274.2	22	1,433.0	11	1,522.7	21	1,317.9	20	1,246.8	43	1,275.4	25
2001	1,059.8	39	951.0	40	861.8	48	1,134.3	39	1,025.5	40	1,339.2	41	1,003.9	44
2002	1,256.7	26	1,567.6	5	1,313.9	20	1,748.7	10	1,398.3	18	1,675.4	24	1,456.1	12
2003	1,666.1	3	1,846.0	1	1,678.9	1	1,998.2	2	1,821.1	2	2,114.5	4	1,772.4	1
2004	1,344.8	16	1,399.7	13	1,384.7	12	1,651.2	14	1,508.3	13	1,654.9	25	1,409.2	14
2005	1,283.8	23	1,055.2	31	1,379.8	14	1,215.9	36	1,060.7	37	1,016.8	48	1,212.0	29
2006	1,403.9	12	1,354.3	16	1,141.2	34	1,541.7	20	1,315.6	21	1,573.2	28	1,359.1	17
2007	1,319.1	17	1,239.7	24	1,510.4	7	1,724.9	11	1,490.9	14	1,985.6	7	1,350.3	19
2008	1,152.9	29	832.6	47	873.8	47	887.9	47	946.9	42	1,450.2	35	1,004.8	43
2009	1,355.9	14	1,037.9	33	1,064.3	36	1,393.6	29	1,291.5	26	1,564.1	30	1,205.5	30
2010	1,453.8	8	1,283.6	20	1,438.2	10	1,761.0	9	1,515.1	12	1,875.1	15	1,406.6	15

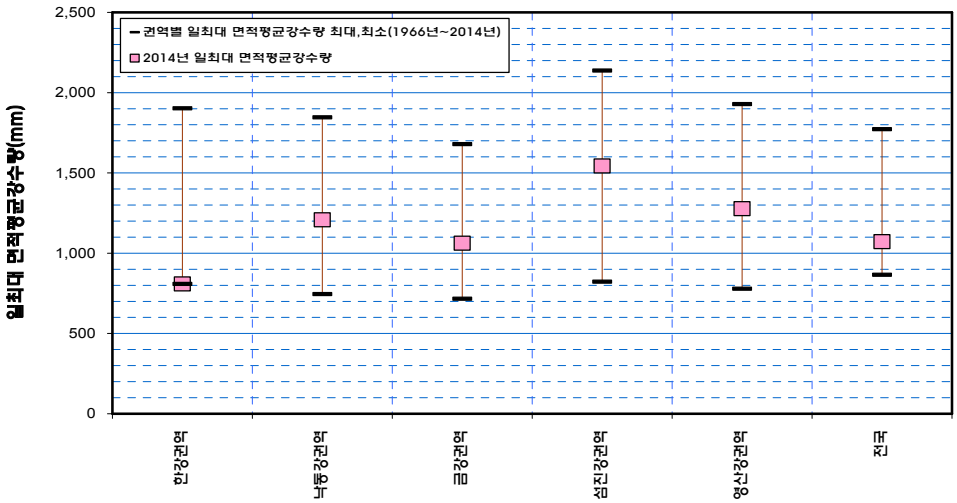
<표 2.4-4> 권역별 연면적평균강수량 추이(계속)

연도	한강권역		낙동강권역		금강권역		섬진강권역		영산강권역		제주도권역		전국	
	면적평균 강수량(㎜)	순위	면적평균 강수량(㎜)	순위	면적평균 강수량(㎜)	순위	면적평균 강수량(㎜)	순위	면적평균 강수량(㎜)	순위	면적평균 강수량(㎜)	순위	면적평균 강수량(㎜)	순위
2011	1,800.3	2	1,428.0	10	1,670.9	3	1,640.6	15	1,256.2	30	1,612.3	27	1,587.8	5
2012	1,347.3	15	1,372.0	14	1,474.3	8	1,721.9	12	1,633.6	7	2,256.5	3	1,475.4	9
2013	1,408.9	11	1,019.7	34	1,138.8	35	1,267.8	33	1,172.8	33	1,013.6	49	1,137.8	33
2014	808.5	49	1,207.9	27	1,062.1	37	1,543.6	19	1,277.4	27	1,906.4	13	1,071.7	39
평균	1,257.9		1,202.9		1,236.0		1,432.5		1,289.7		1,666.3		1,273.3	
	(64.3)		(100.4)		(85.9)		(107.8)		(99.0)		(114.4)		(84.2)	

〔주〕 ( )는 평균대비 2014년 강수량비율(%)



<그림 2.4-5> 연도별 전국 면적평균강수량 추이



<그림 2.4-6> 권역별 2014년 일최대 면적평균강수량 경향

<표 2.4-5> 중권역별 면적평균강수량

중권역	월강수량(㎜)												합 계 (㎜)
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
전 국	9.2	24.1	62.0	68.0	57.7	81.1	159.3	321.6	112.8	104.0	50.6	21.3	1,071.7
한강권역	10.7	26.6	18.3	43.9	53.4	79.7	141.6	199.3	106.5	81.9	34.6	12.0	808.5
10(한강)	9.6	20.0	16.3	33.6	55.8	80.9	137.8	186.8	101.5	76.9	32.7	12.0	763.9
1001(남한강상류)	13.0	35.9	36.0	69.8	34.1	84.3	107.6	267.2	131.6	121.3	28.1	11.1	940.0
1002(평창강)	13.1	26.9	25.5	40.5	44.7	91.6	117.6	231.3	110.4	95.6	23.2	16.7	837.1
1003(충주댐)	10.6	15.6	45.6	47.5	33.1	90.2	83.3	289.2	128.5	146.1	25.6	14.2	929.5
1004(달천)	8.7	10.0	56.1	42.7	32.8	84.5	139.5	262.3	127.5	155.7	29.5	21.7	971.0
1005(충주댐하류)	7.2	23.7	31.8	41.1	33.8	42.2	145.3	205.4	98.7	145.3	19.9	16.1	810.5
1006(섬강)	12.2	27.9	16.6	38.1	45.5	80.3	124.5	196.1	85.2	84.4	25.6	13.5	749.9
1007(남한강하류)	11.1	25.8	18.5	42.8	53.5	85.5	144.7	188.3	96.2	103.4	29.5	15.1	814.4
1008(금강산댐)	7.5	17.7	3.9	23.3	64.9	83.0	117.9	160.1	109.8	44.2	35.2	9.2	676.7
1009(평화의댐)	7.3	18.3	3.4	20.9	71.3	84.0	130.7	156.7	107.4	47.2	39.0	8.8	695.0
1010(춘천댐)	7.3	20.3	4.8	28.2	67.9	57.9	117.3	168.2	114.1	51.6	30.5	14.0	682.1
1011(인북천)	12.7	25.1	10.6	60.9	47.7	65.1	105.3	221.3	135.8	55.6	31.0	9.2	780.3
1012(소양강)	13.5	20.3	14.9	46.1	52.5	75.0	119.0	197.2	119.8	63.4	28.7	11.9	762.3
1013(의암댐)	8.6	18.2	4.6	25.9	70.2	45.9	134.6	161.7	81.3	56.2	29.6	10.1	646.9
1014(홍천강)	9.9	17.2	11.0	31.9	53.4	87.6	197.6	190.1	105.3	65.5	28.1	12.4	810.0
1015(청평댐)	12.8	17.6	5.1	26.8	72.8	84.9	194.6	203.8	89.5	62.7	35.8	15.2	821.6
1016(경안천)	13.8	20.9	17.8	42.8	61.8	93.3	145.5	212.4	85.0	83.1	38.2	13.2	827.8
1017(팔당댐)	14.8	13.6	8.8	25.6	59.9	128.6	190.6	211.7	81.5	63.2	35.8	8.9	843.0
1018(한강서울)	10.2	15.8	8.4	31.2	68.2	112.3	207.3	188.1	89.4	60.2	38.5	14.7	844.3
1019(한강고양)	6.9	16.6	4.4	26.5	69.1	83.3	184.4	163.5	98.1	51.9	47.4	14.4	766.5
1020(고미탄천)	8.0	14.8	3.6	12.0	70.0	93.8	142.9	107.6	76.6	41.6	41.2	5.4	617.5
1021(임진강상류)	7.4	14.6	3.4	13.6	67.8	76.4	136.7	105.1	71.0	41.9	42.3	7.7	587.9
1022(한탄강)	9.1	16.8	5.6	15.2	70.0	72.9	162.1	119.4	81.9	46.3	40.2	8.6	648.1
1023(임진강하류)	4.7	19.0	3.8	16.0	62.6	50.1	164.7	123.9	69.9	52.0	37.9	13.3	617.9
1024(한강하류)	4.1	16.1	3.5	18.9	75.4	47.2	162.8	111.6	72.1	57.3	38.1	10.8	617.9
11(안성천)	7.6	21.2	23.4	52.8	52.1	73.1	238.6	220.2	94.7	112.2	31.3	25.6	952.8
1101(안성천)	7.6	21.2	23.4	52.8	52.1	73.1	238.6	220.2	94.7	112.2	31.3	25.6	952.8
12(한강서해)	6.8	14.0	9.5	39.5	65.7	60.5	218.8	172.8	80.9	67.6	39.9	16.6	792.6
1201(한강서해)	6.4	14.4	5.7	32.7	79.8	53.0	191.8	120.3	84.2	61.0	42.8	13.8	705.9
1202(시화호)	7.2	13.9	13.4	46.5	50.6	68.4	247.3	227.4	77.6	74.5	37.3	19.6	883.7
13(한강동해)	22.5	93.5	38.5	132.5	26.5	83.7	92.5	314.1	167.1	121.1	50.3	4.3	1,146.6
1301(양양남대천)	18.0	73.8	22.4	90.4	39.5	67.0	98.7	265.3	155.5	64.4	40.6	6.6	942.2
1302(강릉남대천)	37.7	161.2	50.4	184.0	14.0	76.9	89.4	344.4	190.1	151.5	68.6	1.7	1,369.9
1303(삼척오십천)	14.6	57.5	56.0	155.9	15.5	123.0	82.6	373.9	164.8	194.6	48.8	3.1	1,290.3

<표 2.4-5> 중권역별 면적평균강수량(계속)

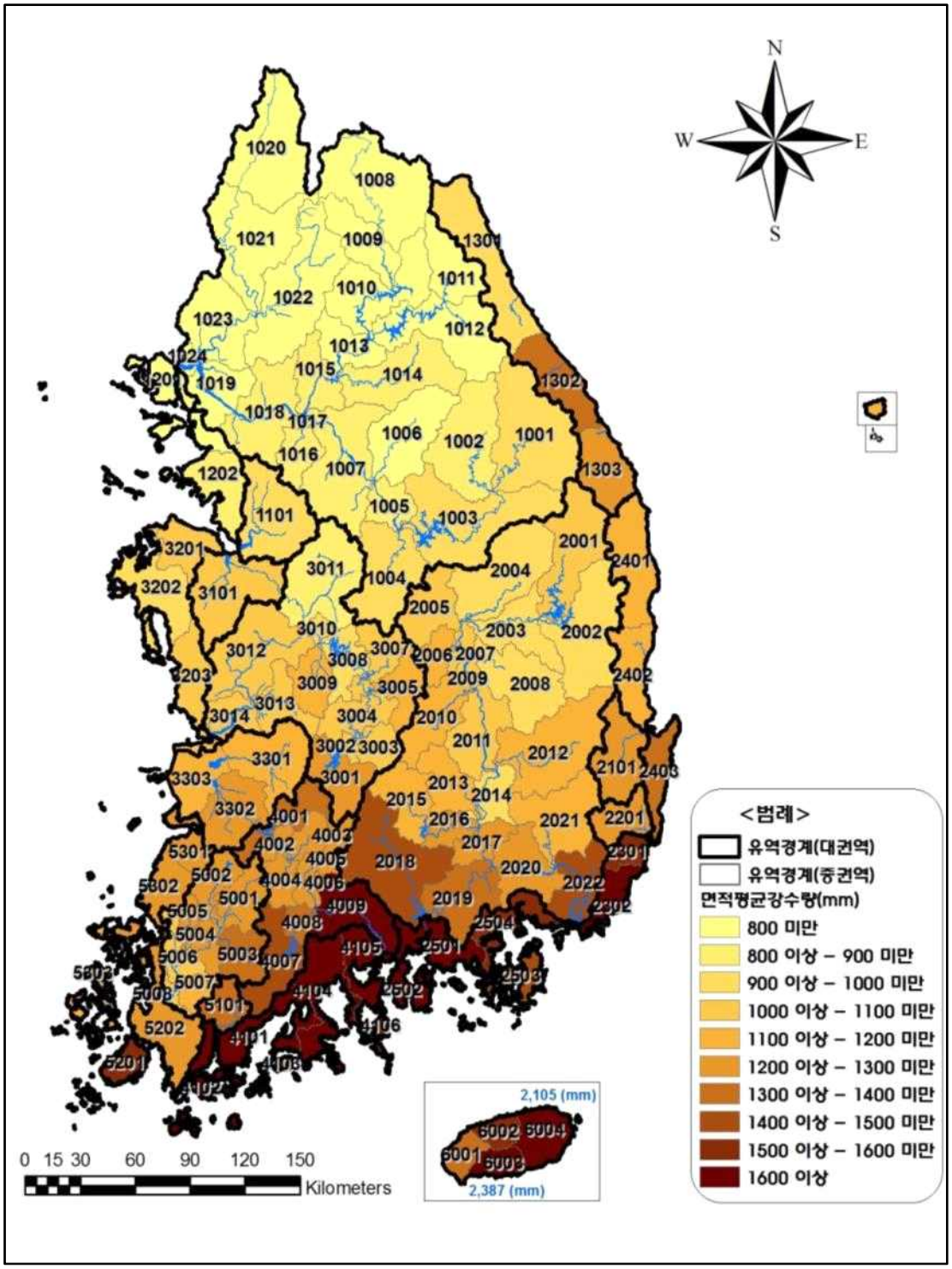
중권역	월강수량(㎜)												합 계 (㎜)
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
낙동강권역	6.6	28.1	91.9	88.9	52.9	72.0	132.2	437.2	116.5	119.7	52.7	9.2	1,207.9
20(낙동강)	6.1	19.2	84.8	80.0	48.8	69.5	133.5	404.4	116.5	114.4	51.5	9.3	1,138.0
2001(안동댐)	4.1	10.6	59.2	69.6	41.9	92.5	68.0	347.4	138.6	143.0	36.7	7.5	1,019.1
2002(임하댐)	0.6	21.1	78.5	72.2	28.1	58.1	71.6	374.7	101.3	116.3	50.3	5.8	978.6
2003(안동댐하류)	1.5	6.3	82.1	54.4	25.1	55.1	57.2	344.5	114.3	120.1	49.5	7.4	917.5
2004(내성천)	4.7	4.6	56.4	50.4	41.8	88.3	57.0	331.5	135.7	154.7	33.7	7.9	966.7
2005(영강)	7.4	6.5	78.4	54.7	45.0	99.8	98.1	301.9	114.5	175.8	42.3	17.9	1,042.3
2006(병성천)	6.8	9.1	89.0	78.2	28.5	98.6	110.3	414.2	107.4	161.7	62.2	17.7	1,183.7
2007(낙동상주)	2.7	4.3	83.5	61.5	20.9	76.6	91.0	353.7	113.2	149.2	57.1	8.8	1,022.5
2008(위천)	0.4	8.2	93.2	68.4	20.4	51.9	76.3	381.4	111.1	95.3	54.3	8.5	969.4
2009(낙동구미)	0.5	5.7	91.3	70.5	12.8	84.4	116.6	370.9	117.3	120.9	61.6	7.4	1,059.9
2010(감천)	2.2	10.1	86.4	121.1	15.1	83.5	119.7	393.0	111.8	112.9	57.1	9.2	1,122.1
2011(낙동왜관)	0.3	8.2	81.8	102.6	11.3	72.3	118.8	401.8	113.3	91.9	49.5	5.1	1,056.9
2012(금호강)	2.0	19.9	104.3	92.9	32.8	55.7	109.6	453.8	111.8	98.6	46.3	6.8	1,134.5
2013(회천)	3.2	12.3	83.1	126.8	31.0	81.9	157.3	414.7	121.9	94.3	52.9	7.0	1,186.4
2014(낙동고령)	2.0	6.6	89.6	74.4	27.8	76.7	113.2	370.0	95.3	73.3	43.2	5.3	977.4
2015(합천댐)	20.8	40.1	64.9	80.9	95.2	65.7	263.3	277.6	129.6	83.1	58.0	11.1	1,190.3
2016(황강)	5.9	23.4	76.5	90.6	68.4	60.7	229.1	378.4	121.8	101.2	60.8	3.6	1,220.4
2017(낙동창녕)	3.1	11.7	96.5	91.1	42.8	63.6	137.9	527.9	105.9	106.3	59.2	7.4	1,253.4
2018(남강댐)	22.3	53.8	79.5	92.5	120.9	81.0	314.0	322.2	138.7	100.4	76.3	10.9	1,412.5
2019(남강)	9.1	24.3	90.9	90.8	72.7	73.3	183.7	534.6	108.0	114.5	61.6	12.5	1,376.0
2020(낙동밀양)	5.5	15.4	104.4	72.0	52.2	39.8	143.6	587.4	99.6	100.0	49.9	12.7	1,282.5
2021(밀양강)	6.1	26.0	106.7	80.5	54.9	57.3	122.4	481.7	92.2	110.2	45.0	13.7	1,196.7
2022(낙동강하구언)	8.4	34.1	116.1	70.6	86.0	46.6	160.9	642.0	115.3	113.4	44.5	13.7	1,451.6
21(형산강)	3.2	67.3	108.5	98.1	38.2	82.5	97.4	517.2	117.4	116.9	40.7	7.8	1,295.2
2101(형산강)	3.2	67.3	108.5	98.1	38.2	82.5	97.4	517.2	117.4	116.9	40.7	7.8	1,295.2
22(태화강)	10.5	71.9	109.5	91.2	83.2	99.2	126.9	432.5	92.5	114.4	47.5	7.6	1,286.9
2201(태화강)	10.5	71.9	109.5	91.2	83.2	99.2	126.9	432.5	92.5	114.4	47.5	7.6	1,286.9
23(회야·수영)	6.9	58.9	124.4	109.7	85.5	54.7	141.4	731.1	136.8	121.4	44.6	12.1	1,627.5
2301(회야강)	6.0	73.7	119.9	107.2	63.6	64.4	127.7	675.1	134.0	112.1	46.0	8.6	1,538.3
2302(수영강)	7.5	50.3	127.2	111.4	98.5	48.7	149.5	765.2	138.4	126.9	43.8	14.4	1,681.8
24(낙동강동해)	9.6	62.1	90.4	136.3	20.9	85.6	77.2	413.9	118.7	145.6	57.2	4.1	1,221.6
2401(왕피천)	15.1	42.3	71.3	156.6	17.1	84.1	64.2	366.2	122.2	168.2	61.7	3.0	1,172.0
2402(영덕오십천)	3.6	64.8	97.4	109.7	23.3	95.4	74.4	420.2	110.6	130.6	59.9	5.3	1,195.2
2403(대종천)	5.7	102.2	121.1	130.1	25.6	75.2	109.4	507.9	121.8	119.1	43.7	5.5	1,367.3
25(낙동강남해)	10.2	26.7	140.9	103.5	117.6	71.7	197.7	636.4	117.3	140.8	70.5	13.9	1,647.2
2501(가화천)	10.3	21.4	121.6	101.5	99.3	82.9	193.6	687.6	119.8	141.7	71.5	12.0	1,663.2
2502(남해도)	13.6	21.7	183.9	127.4	155.2	94.6	231.1	787.0	141.8	187.9	99.4	13.8	2,057.4
2503(거제도)	11.2	43.6	144.0	103.5	149.0	77.1	226.8	412.0	91.5	140.7	68.5	15.3	1,483.2
2504(낙동강남해)	8.1	23.0	139.2	94.5	98.0	46.0	166.2	668.3	121.4	118.2	57.1	14.9	1,554.9

<표 2.4-5> 중권역별 면적평균강수량(계속)

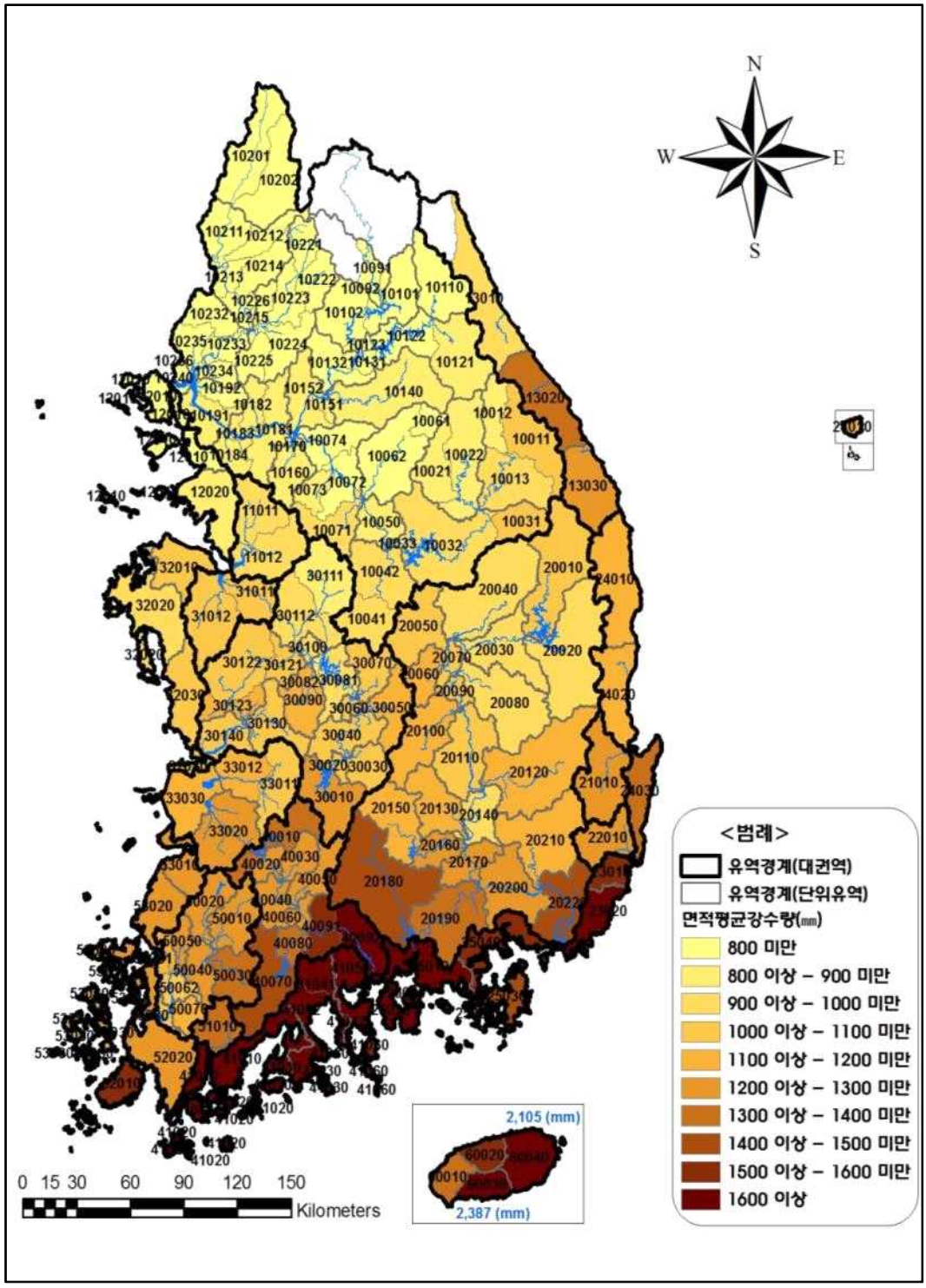
중권역	월강수량(㎜)												합 계 (㎜)
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
금강권역	5.4	9.6	68.5	72.7	42.4	84.0	161.4	280.7	110.3	131.6	50.6	44.9	1,062.1
30(금강)	5.4	8.1	74.0	69.4	39.9	85.4	143.6	287.3	112.3	140.4	48.3	33.3	1,047.4
3001(용담댐)	8.7	2.8	119.5	70.5	34.5	110.9	167.1	359.6	94.5	113.5	76.7	42.6	1,200.9
3002(용담댐하류)	5.0	1.9	108.6	73.6	24.1	65.3	138.4	339.0	85.3	111.2	69.4	32.6	1,054.4
3003(무주남대천)	2.8	4.5	95.7	99.7	26.5	72.2	126.4	364.4	80.5	108.1	68.4	26.3	1,075.5
3004(영동천)	4.4	2.8	92.3	79.5	26.0	45.3	120.3	356.7	80.3	120.2	65.2	26.1	1,019.1
3005(초강)	4.8	6.2	86.3	97.6	26.1	93.2	114.0	389.6	82.1	126.0	66.1	22.8	1,114.8
3006(대청댐상류)	3.7	2.0	76.5	68.7	31.8	58.5	116.8	360.1	82.7	147.5	57.8	30.3	1,036.4
3007(보청천)	7.5	4.7	75.7	52.9	40.2	69.3	168.4	302.6	90.4	151.3	46.5	24.0	1,033.5
3008(대청댐)	5.1	4.4	65.5	54.2	37.2	88.3	146.1	262.9	89.6	148.4	42.4	23.0	967.1
3009(갑천)	4.1	6.3	72.6	67.1	46.4	111.6	144.4	332.9	101.3	159.3	52.0	32.9	1,130.9
3010(대청댐하류)	4.7	6.8	57.0	55.0	38.0	77.6	131.3	222.8	130.6	151.0	32.2	17.9	924.9
3011(미호천)	6.3	12.6	47.1	44.3	33.6	64.5	154.1	215.7	128.9	138.0	24.7	26.4	896.2
3012(금강공주)	5.0	13.1	60.0	78.3	53.9	95.5	157.0	225.2	158.5	163.5	38.3	45.3	1,093.6
3013(논산천)	3.8	7.5	78.3	71.8	52.8	107.5	111.7	306.2	95.9	142.3	51.1	39.0	1,067.9
3014(금강하구언)	4.2	8.4	80.2	84.4	56.1	101.4	118.3	260.3	124.0	146.3	52.4	50.1	1,086.1
31(삽교천)	4.3	17.7	41.4	74.5	39.6	85.6	208.7	183.8	135.5	139.8	31.1	45.9	1,007.9
3101(삽교천)	4.3	17.7	41.4	74.5	39.6	85.6	208.7	183.8	135.5	139.8	31.1	45.9	1,007.9
32(금강서해)	5.5	17.8	44.0	80.5	52.8	86.3	148.7	221.2	121.2	134.6	41.7	68.9	1,023.2
3201(대호방조제)	5.9	21.2	31.4	79.2	60.8	81.9	200.1	238.4	105.8	121.3	39.0	67.0	1,052.0
3202(부남방조제)	6.2	17.5	35.7	80.0	48.4	76.0	145.7	215.5	115.8	126.9	37.5	72.7	977.9
3203(금강서해)	4.8	16.0	64.4	82.4	52.4	103.5	115.9	216.6	139.7	154.7	50.1	64.6	1,065.1
33(만경·동진)	5.9	3.2	86.7	74.9	41.8	77.3	203.5	361.5	82.5	99.8	75.3	57.2	1,169.6
3301(만경강)	5.6	3.4	84.7	72.0	42.3	85.2	174.5	335.6	80.1	109.0	68.5	40.6	1,101.5
3302(동진강)	7.1	2.4	91.8	74.0	36.5	68.5	261.5	394.2	74.6	91.8	78.2	60.3	1,240.9
3303(직소천)	4.5	4.2	83.9	80.0	47.8	76.5	175.1	361.6	96.5	95.1	82.9	79.7	1,187.8
섬진강권역	9.8	15.6	107.5	80.7	92.8	116.7	246.6	518.1	145.9	105.6	79.3	25.0	1,543.6
40(섬진강)	8.1	8.7	102.9	75.2	66.7	102.8	254.9	466.2	132.4	101.4	79.4	28.3	1,427.0
4001(섬진강댐)	9.1	2.6	103.1	75.0	45.0	83.2	260.5	411.5	93.6	116.1	74.2	54.5	1,328.4
4002(섬진강댐하류)	6.3	3.3	98.4	72.5	45.4	82.1	259.5	334.7	97.3	98.7	73.2	46.1	1,217.5
4003(오수천)	6.2	3.7	91.8	72.2	44.6	98.3	278.7	352.2	99.1	98.2	65.7	36.9	1,247.6
4004(순창)	9.9	5.7	93.6	72.6	49.8	96.4	212.8	380.7	133.7	92.5	88.6	38.1	1,274.4
4005(요천)	12.0	9.8	93.9	72.4	49.5	92.6	239.0	386.8	112.5	97.4	80.1	30.6	1,276.6
4006(섬진곡성)	7.6	5.7	89.5	66.0	42.5	128.6	223.7	368.7	106.9	80.8	81.5	18.5	1,220.0
4007(주암댐)	7.3	12.4	89.3	66.8	88.1	85.6	275.9	526.3	157.0	92.1	81.5	15.3	1,497.6
4008(보성강)	6.8	7.1	107.8	60.9	56.7	86.1	316.9	386.7	142.1	87.8	85.5	22.7	1,367.1
4009(섬진강하류)	8.2	14.2	127.9	91.4	94.8	144.8	236.1	615.4	164.2	114.2	81.5	14.6	1,707.3

<표 2.4-5> 중권역별 면적평균강수량(계속)

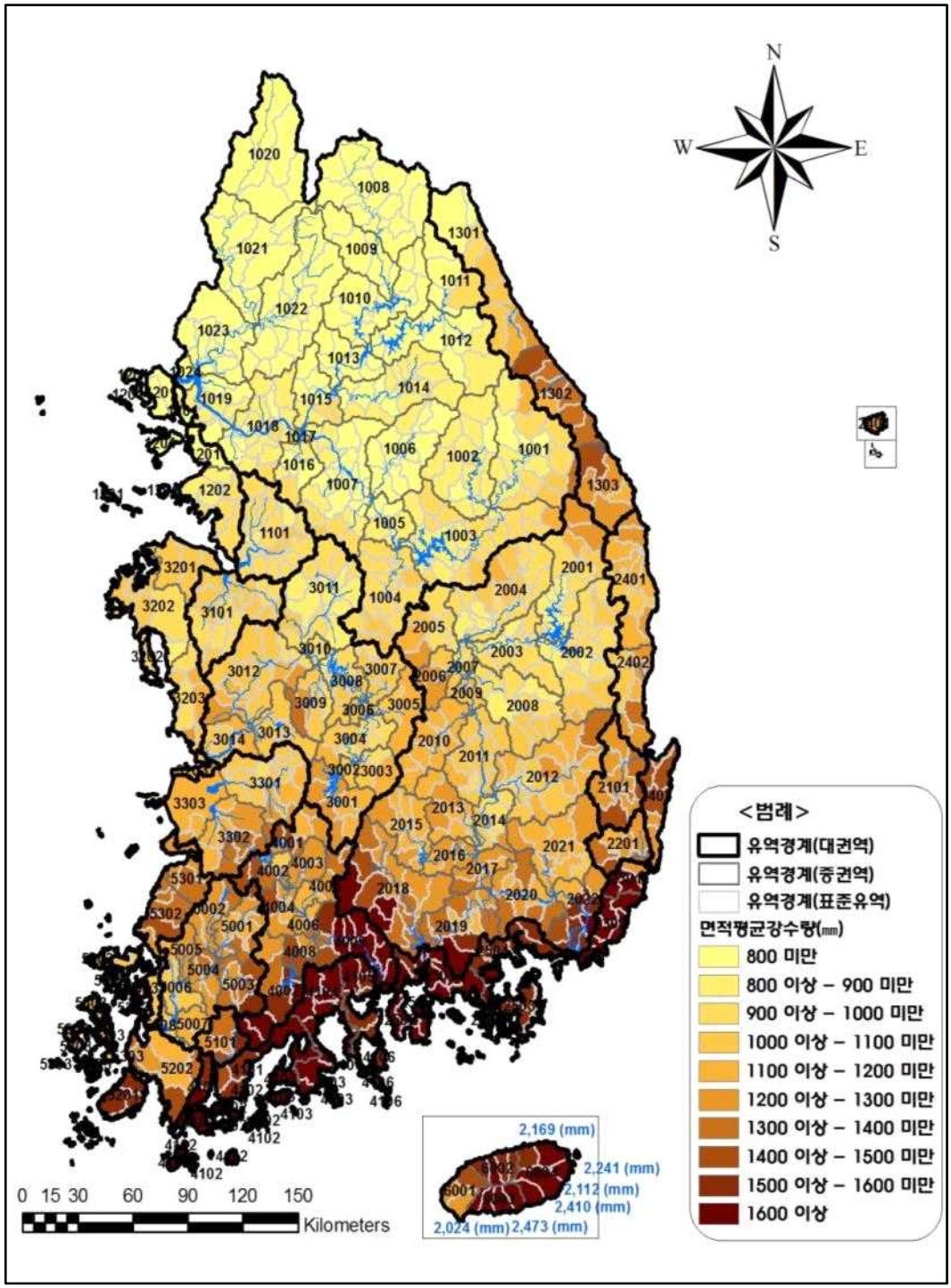
중권역	월강수량(㎜)												합 계 (㎜)
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
41(섬진강남해)	12.5	26.3	114.7	89.3	130.4	136.7	234.7	594.0	165.8	111.6	79.8	20.1	1,715.9
4101(섬진강서남해)	14.1	29.9	98.8	84.6	135.6	121.2	245.0	538.4	174.6	100.7	81.6	24.7	1,649.2
4102(완도)	22.4	45.8	125.3	146.1	168.8	116.5	236.2	501.5	219.3	126.7	103.3	48.8	1,860.7
4103(금산면)	13.6	37.4	111.2	95.5	123.1	185.5	302.2	655.7	121.3	111.5	85.1	9.1	1,851.2
4104(이사천)	8.9	20.7	113.0	82.7	118.9	147.1	249.7	630.9	170.4	107.4	78.6	12.0	1,740.3
4105(수어천)	9.4	15.4	136.4	78.1	122.5	151.1	193.1	659.0	136.5	124.2	66.9	12.9	1,705.5
4106(여수시)	11.4	19.9	126.9	64.1	109.9	128.2	161.6	662.2	87.1	131.5	61.6	12.8	1,577.2
영산강권역	12.7	13.5	96.0	76.5	74.8	62.3	230.2	371.7	99.2	95.1	91.0	54.4	1,277.4
50(영산강)	10.9	9.5	95.9	61.5	60.3	53.2	276.7	350.3	105.1	94.7	92.6	42.7	1,253.4
5001(영산강상류)	10.4	7.4	103.2	66.5	57.0	55.6	250.0	366.2	113.8	106.4	89.2	40.3	1,266.0
5002(황룡강)	11.2	5.4	95.7	73.5	60.9	58.5	257.7	397.5	83.7	108.9	86.2	58.0	1,297.2
5003(지석천)	9.5	11.4	95.6	55.9	68.8	57.1	381.3	371.5	135.6	87.1	91.7	26.6	1,392.1
5004(영산강중류)	11.7	11.2	96.0	53.5	62.1	40.4	348.1	337.8	103.0	90.8	91.4	35.5	1,281.5
5005(고막원천)	9.4	9.3	94.6	66.2	63.2	54.3	278.5	363.9	82.8	93.8	95.3	42.7	1,254.0
5006(영산강하류)	11.1	10.6	94.3	58.2	48.9	48.3	219.4	304.7	85.3	76.8	96.6	43.0	1,097.2
5007(영암천)	14.3	12.8	84.6	49.7	58.8	49.5	188.9	291.8	118.1	89.2	107.3	49.3	1,114.3
5008(영산강하구언)	12.9	15.0	91.4	62.2	66.3	61.6	153.6	266.5	89.1	95.3	99.3	75.5	1,088.7
51(탐진강)	13.5	20.5	86.3	56.0	111.9	82.3	203.2	437.6	153.9	84.2	85.1	26.0	1,360.5
5101(탐진강)	13.5	20.5	86.3	56.0	111.9	82.3	203.2	437.6	153.9	84.2	85.1	26.0	1,360.5
52(영산강남해)	19.2	25.0	103.9	116.4	114.9	84.0	149.8	360.8	97.7	106.5	92.9	71.1	1,342.2
5201(진도)	21.2	28.5	126.9	181.5	134.6	104.5	166.9	388.9	83.8	124.3	99.3	77.6	1,538.0
5202(영암방조제)	18.4	23.8	94.9	89.5	107.0	75.8	142.9	349.2	103.6	99.1	90.2	68.8	1,263.2
53(영산강서해)	10.7	9.7	92.7	78.7	61.7	57.2	218.2	399.2	77.5	90.1	88.2	68.3	1,252.2
5301(주진천)	9.5	4.0	86.9	76.0	44.0	70.3	243.6	442.7	75.7	88.7	81.8	68.3	1,291.5
5302(와탄천)	9.8	8.4	91.9	71.6	58.4	41.7	237.9	428.8	78.7	85.2	87.6	60.1	1,260.1
5303(신안군)	14.2	18.3	100.5	96.6	85.9	76.6	150.7	292.1	76.6	102.2	95.9	85.2	1,194.8
제주도권역	41.8	122.0	144.5	122.6	178.8	157.6	325.7	440.8	124.7	100.5	93.6	53.8	1,906.4
60(제주도)	41.8	122.0	144.5	122.6	178.8	157.6	325.7	440.8	124.7	100.5	93.6	53.8	1,906.4
6001(제주서해)	41.7	80.4	108.6	71.4	175.6	86.9	268.0	269.8	87.4	44.2	58.6	35.7	1,328.3
6002(제주북해)	49.4	135.6	93.1	58.3	94.3	74.9	294.5	464.1	96.9	91.3	100.2	47.4	1,600.0
6003(제주남해)	29.4	90.3	200.0	189.2	269.3	285.3	422.4	532.4	171.7	51.6	92.9	52.6	2,387.1
6004(제주동해)	44.4	151.9	159.2	145.9	175.6	169.5	322.7	471.6	133.7	156.2	108.7	66.3	2,105.7



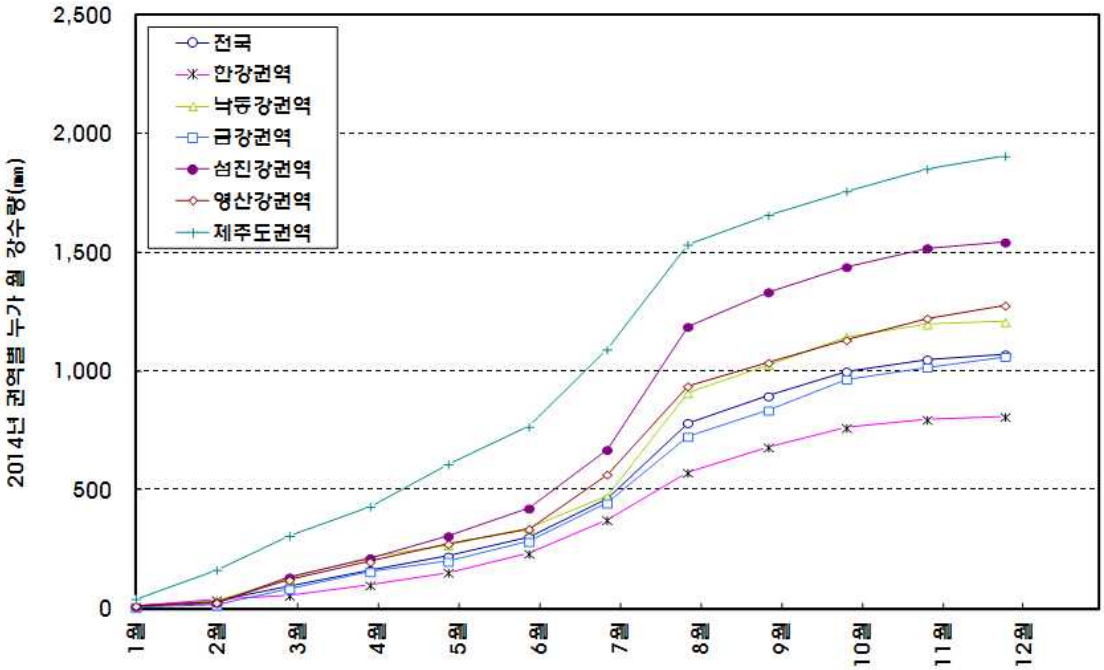
<그림 2.4-7> 중권역별 면적평균강수량



<그림 2.4-8> 단위유역별 면적평균강수량



<그림 2.4-9> 표준유역별 면적평균강수량



<그림 2.4-10> 2014년 권역별 누가 월강수량

2) 주요지점별 면적평균강수량

유역조사의 모든 자료조사와 제공은 단위유역 기준(일부 표준유역단위)이며, 이를 토대로 유역조사를 수행하였으나, 유역특성조사 및 수문특성조사 등에서는 분석지점에 대한 누가자료를 필요로 한다. 이에 따라 본 과업에서는 단위유역, 중권역, 대권역으로 표현되지 않는 주요 댐 지점, 주요 지류 합류점, 주요 수위표 지점을 전국에서 총 68개 지점을 선정하여 각종 분석치를 누가하였다.

전국 68개 주요지점의 월면적평균강수량은 〈표 2.4-6〉과 같으며 4개 권역의 주요지점에 대한 모식도를 〈그림 2.4-11〉~〈그림 2.4-14〉에 나타내었다. 월별 강수량 중 최대값은 낙동강권역의 회야강에서 8월에 765.3㎜를 보였으며 최소값은 낙동강권역의 용곡수위표에서 1월에 0.3㎜를 나타내었다.

<표 2.4-6> 주요지점별 월면적평균강수량

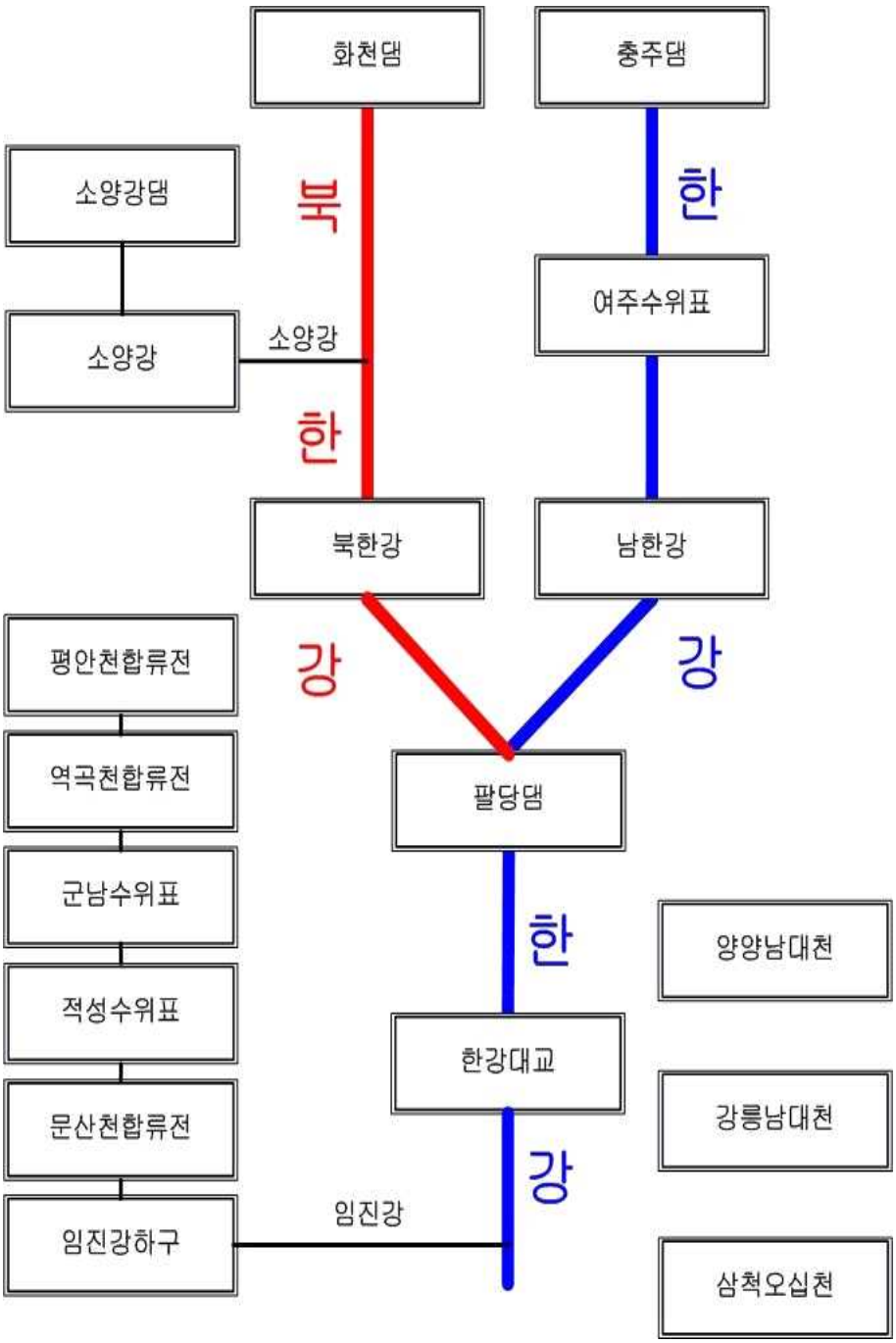
(단위 : ㎜)

권역	지점	월면적평균강수량												연 강수량
		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
한강 권역	충주댐	12.0	26.0	36.5	54.0	36.3	88.6	101.1	265.9	125.0	123.6	26.0	13.8	908.8
	여주수위표	11.0	23.9	35.7	49.1	37.6	83.6	115.6	248.2	116.9	124.6	26.0	15.1	887.3
	남한강	11.3	24.0	33.6	47.9	39.8	84.4	118.0	241.5	114.4	120.6	26.5	14.9	876.9
	화천댐	7.3	18.3	3.8	23.6	65.2	78.4	117.5	159.6	110.6	45.6	34.1	9.9	673.9
	소양강댐	13.4	22.1	13.5	51.8	50.4	69.7	114.6	206.8	126.4	61.0	29.7	10.9	770.3
	소양강	13.2	22.0	13.4	51.0	50.7	71.9	114.6	205.3	125.2	60.9	29.5	10.9	768.6
	북한강	9.6	19.1	7.4	32.7	61.6	74.8	136.1	180.3	110.2	55.1	32.1	11.0	730.0
	팔당댐	10.5	21.7	21.5	40.9	50.0	80.5	127.5	213.1	111.8	90.0	29.3	13.2	810.0
	한강대교	10.5	21.4	20.8	40.4	51.2	81.8	130.9	212.0	110.9	88.5	29.7	13.4	811.5
	평안천합류전	7.9	14.8	3.5	12.4	69.6	89.8	139.9	106.6	74.9	41.5	41.4	5.8	608.1
	역곡천합류전	7.9	14.6	3.4	12.6	69.2	88.1	139.1	106.6	74.2	41.4	41.4	6.1	604.6
	군남수위표	7.6	14.7	3.5	12.7	68.9	86.0	139.1	106.0	73.8	41.6	41.7	6.4	602.0
	적성수위표	8.1	15.5	4.2	13.7	69.3	80.3	147.8	111.2	76.9	43.6	41.3	7.1	619.0
	문산천합류전	8.0	15.9	4.2	13.9	68.5	76.7	149.8	112.3	76.3	44.6	40.8	7.5	618.5
	임진강하구	7.4	16.1	4.1	14.1	68.4	75.2	151.1	113.2	75.5	44.7	40.6	8.2	618.6
	양양남대천	20.9	83.5	30.7	137.9	35.1	84.9	74.5	324.8	169.8	103.4	49.0	6.1	1,120.6
	강릉남대천	35.2	122.6	49.5	163.8	16.3	73.0	108.1	338.6	179.0	142.0	61.7	4.5	1,294.3
	삼척오십천	19.3	83.3	55.2	172.0	12.9	118.4	88.9	392.8	156.7	216.6	55.8	3.2	1,375.1
낙동강 권역	안동댐	4.1	10.7	58.8	69.8	42.3	93.5	68.6	347.7	139.1	143.4	36.5	7.4	1,021.9
	임하댐	0.7	23.0	75.0	73.6	27.4	62.1	70.2	368.6	97.4	120.8	49.7	5.5	974.0
	길안천	0.8	19.3	87.7	71.3	30.0	50.0	79.1	395.1	110.7	102.9	52.6	6.4	1,005.9
	월포수위표	4.5	5.1	50.9	52.8	40.1	91.5	56.8	350.2	144.7	151.7	31.6	6.8	986.7
	점촌수위표	8.1	6.1	75.8	51.5	46.6	105.2	94.9	284.9	119.3	170.8	39.6	18.5	1,021.3
	용곡수위표	0.3	8.4	93.6	69.2	20.5	50.0	76.5	383.9	110.7	93.3	54.1	8.6	969.1
	낙동수위표	3.1	10.1	74.1	63.3	33.2	75.1	72.2	353.5	119.3	134.2	45.1	8.7	991.9
	김천수위표	2.5	11.2	85.7	132.5	15.0	84.6	119.8	386.5	110.7	112.7	53.0	8.9	1,123.1
	왜관수위표	2.8	10.2	75.9	70.0	30.3	76.0	79.8	359.2	118.0	130.5	47.0	8.4	1,008.1

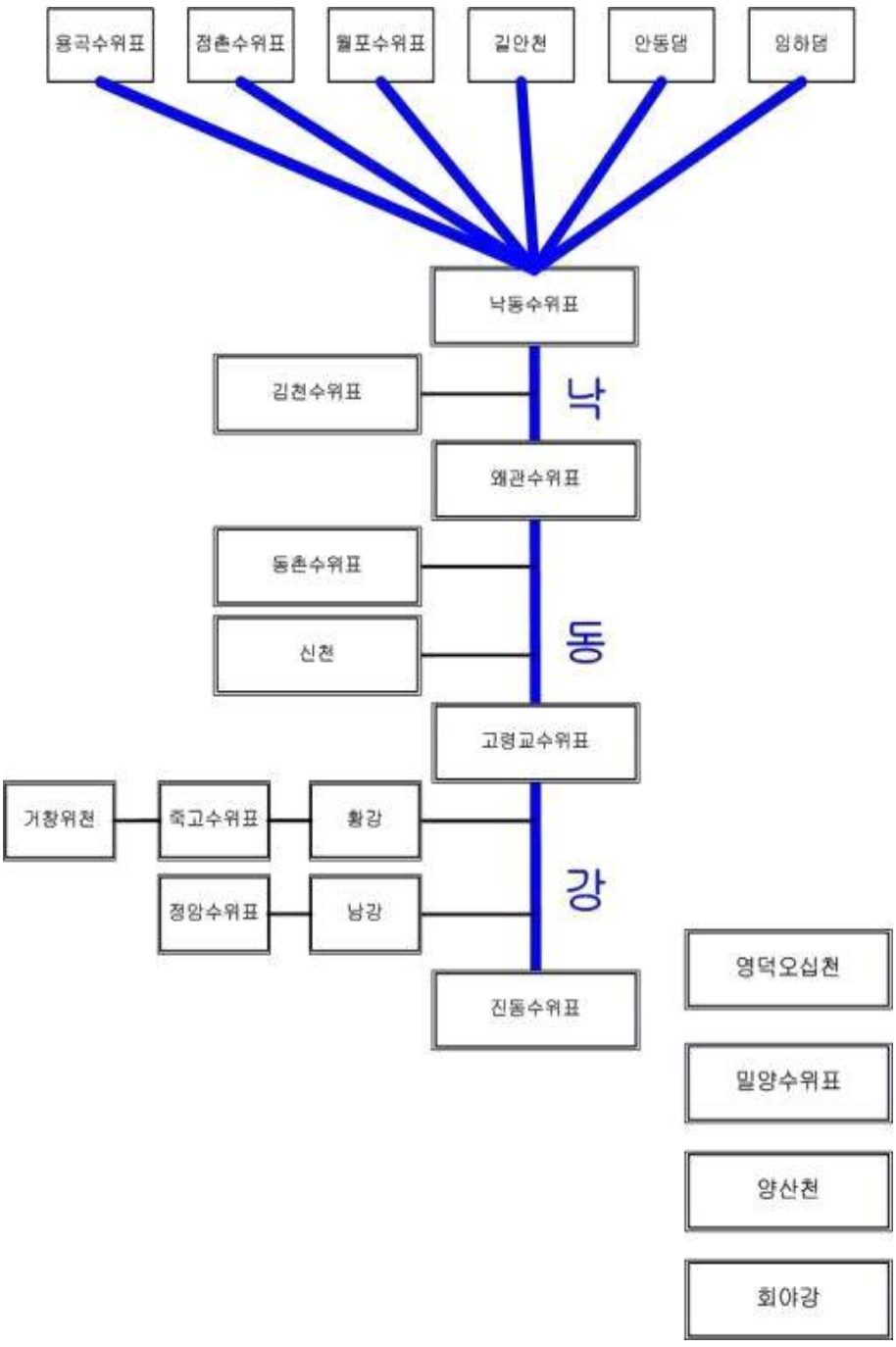
<표 2.4-6> 주요지점별 월면적평균강수량(계속)

(단위 : ㎜)

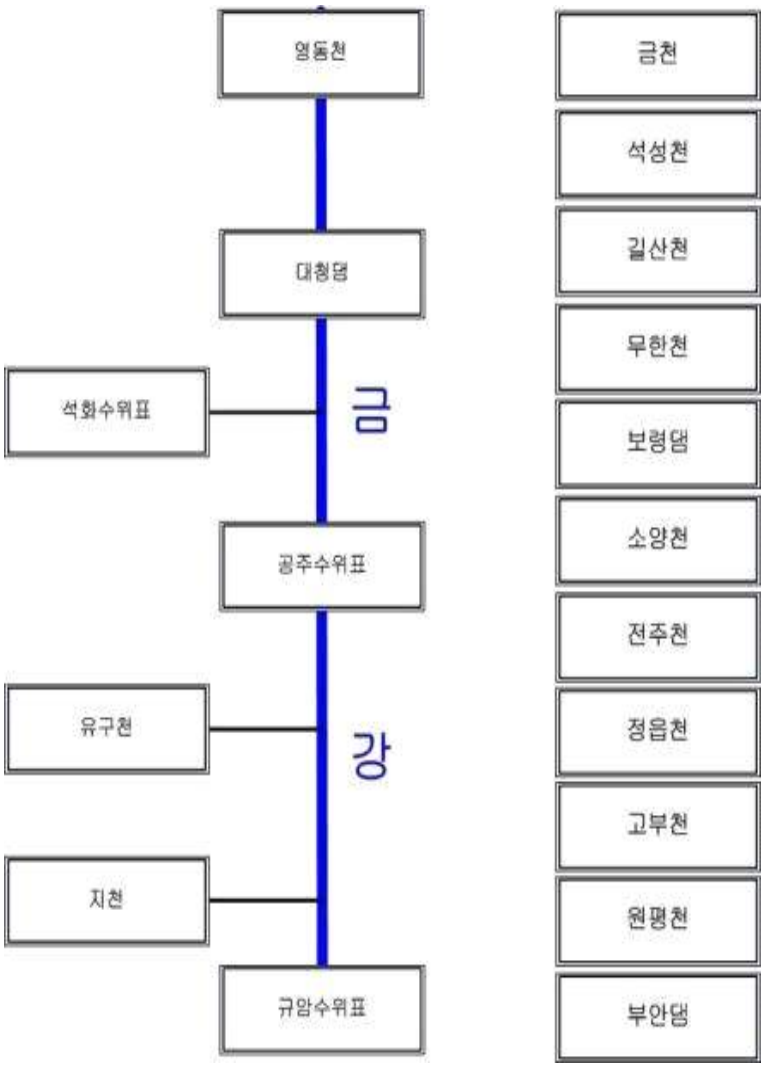
권 역	지 점	월면적평균강수량												연 강수량
		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
낙동강 권역	동촌수위표	2.1	23.6	106.7	89.9	36.2	60.2	101.6	483.3	109.4	102.8	47.2	6.8	1,169.8
	신천	4.7	15.7	102.5	113.3	27.3	64.0	92.6	347.2	118.5	91.9	47.2	8.2	1,033.1
	고령교수위표	2.6	11.3	80.7	75.3	29.5	72.5	85.9	375.3	116.7	122.6	46.8	8.1	1,027.3
	거창위천	21.1	39.9	79.3	94.1	91.5	76.8	250.8	321.6	117.4	84.9	72.6	15.1	1,265.1
	죽고수위표	17.5	36.8	66.6	83.1	91.1	64.4	259.4	296.2	128.7	87.8	58.2	9.3	1,199.1
	황강	16.1	35.1	68.4	83.8	86.8	63.8	252.9	308.3	127.3	88.5	59.1	8.7	1,198.8
	정암수위표	19.5	48.4	81.3	92.0	112.2	81.1	288.4	371.1	133.3	104.1	73.2	10.7	1,415.3
	남강	17.6	43.5	83.3	91.7	104.5	78.3	269.4	394.7	128.1	105.6	71.3	11.2	1,399.2
	진동수위표	6.0	18.6	80.8	80.8	46.5	73.3	132.8	379.5	118.9	115.3	52.3	8.4	1,113.2
	밀양수위표	6.5	27.0	106.5	83.4	56.2	57.7	120.4	476.2	92.7	112.6	45.3	13.8	1,198.3
	양산천	8.6	43.0	108.7	62.7	66.2	63.8	152.5	626.2	109.5	101.2	40.8	12.5	1,395.7
	회야강	5.5	68.6	123.3	117.3	66.2	65.7	141.1	765.3	149.4	111.8	47.6	10.4	1,672.2
	영덕오십천	1.5	50.5	89.2	102.9	21.2	82.7	65.7	383.1	105.7	133.1	63.7	4.3	1,103.6
금강 권역	영동천	3.8	2.9	82.2	83.6	24.6	46.2	115.2	352.5	73.9	103.2	64.8	15.3	968.2
	대청댐	5.7	3.9	91.6	75.0	31.6	80.9	140.8	342.2	86.5	127.1	62.2	28.9	1,076.4
	석화수위표	6.5	13.2	45.8	41.2	32.0	58.9	160.0	210.7	124.2	137.4	23.6	25.5	879.0
	공주수위표	5.6	6.9	76.1	65.2	34.4	80.4	146.1	300.7	102.8	135.0	49.7	28.7	1,031.6
	유구천	7.7	11.4	52.4	68.7	44.7	86.1	143.2	226.2	166.9	156.1	31.4	44.6	1,039.4
	지천	4.9	13.4	56.4	87.3	54.5	108.7	150.2	210.5	165.8	154.7	39.8	56.9	1,103.1
	규암수위표	5.6	7.6	73.7	66.9	36.9	82.2	146.6	290.0	110.7	137.9	47.9	30.9	1,036.9
	금천	5.8	14.0	69.3	99.4	62.9	91.6	170.6	241.6	173.7	196.1	52.4	73.8	1,251.2
	석성천	3.0	13.0	67.8	87.6	59.8	99.3	145.7	224.8	130.6	165.6	39.8	45.3	1,082.3
	길산천	4.0	8.4	73.0	82.4	54.0	94.9	122.4	251.8	137.6	143.9	50.7	58.5	1,081.6
	무한천	4.5	17.0	46.3	74.3	35.6	97.8	177.1	168.3	146.0	143.9	32.7	47.6	991.1
	보령댐	6.6	17.5	68.2	97.1	62.9	112.0	119.5	237.3	155.4	177.7	58.9	80.2	1,193.3
	소양천	4.4	2.2	99.6	71.3	37.4	79.5	171.9	360.7	79.2	99.6	69.4	34.1	1,109.3
	전주천	6.9	1.7	96.5	77.5	36.4	77.0	266.3	369.3	86.2	106.4	72.8	52.0	1,249.0
	정읍천	9.3	2.9	91.2	75.9	40.2	62.2	265.8	413.7	87.2	112.1	80.5	73.5	1,314.5
	고부천	7.2	2.9	86.8	74.9	37.4	80.7	218.0	392.6	59.5	54.6	83.2	69.1	1,166.9
	원평천	6.3	2.1	95.6	74.7	36.3	57.1	265.2	384.6	76.8	96.8	74.1	51.8	1,221.4
	부안댐	3.0	4.0	82.0	74.0	46.9	84.8	222.5	374.3	98.9	84.8	92.0	91.3	1,258.5
섬진강 권역	압록수위표	9.0	5.0	96.5	72.6	46.7	92.9	247.9	381.9	106.8	101.3	76.9	40.8	1,278.3
	보성강	7.4	11.1	93.5	65.5	81.4	85.7	284.8	496.3	153.8	91.1	82.4	16.9	1,469.9
	송정수위표	8.2	7.7	98.0	70.5	59.9	97.9	257.4	431.8	126.5	96.4	79.0	30.8	1,364.1
영산강 권역	담양댐	12.2	4.7	107.3	86.4	58.5	85.4	258.1	474.0	123.9	109.9	89.5	78.0	1,487.9
	광주댐	11.3	10.2	109.1	71.0	65.3	44.3	273.9	416.6	135.5	93.2	90.4	27.8	1,348.6
	광주천	11.9	9.5	113.2	71.1	66.7	65.5	274.7	395.0	132.5	100.8	96.4	40.9	1,378.2
	장성댐	12.1	4.7	99.5	75.4	55.4	72.5	236.7	414.7	92.6	112.2	84.1	65.5	1,325.4
	나주댐	11.1	13.0	93.0	52.3	64.0	59.8	381.3	331.7	122.3	82.4	91.0	30.9	1,332.8
	나주수위표	10.3	8.2	98.4	64.6	62.9	55.9	300.5	375.3	111.5	101.1	89.0	40.7	1,318.4
	장흥댐	13.5	15.6	84.6	62.5	112.3	77.9	204.6	419.3	144.4	82.6	95.8	26.9	1,340.0



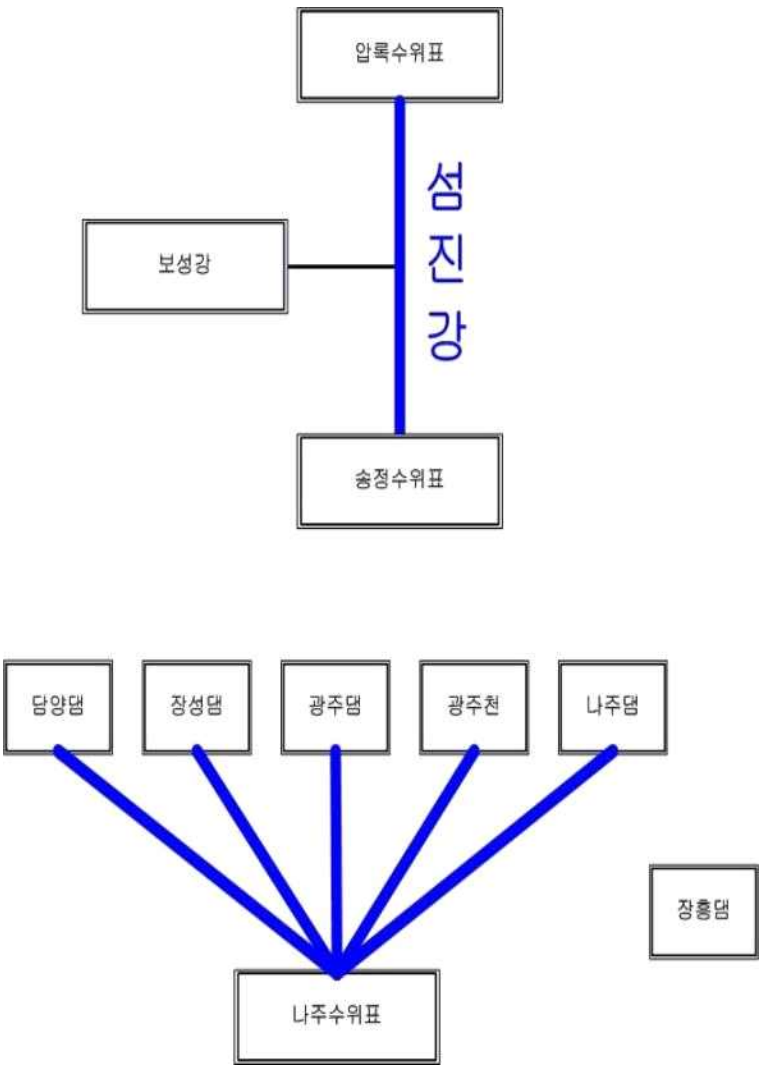
<그림 2.4-11> 한강권역 주요지점 모식도



<그림 2.4-12> 낙동강권역 주요지점 모식도



<그림 2.4-13> 금강권역 주요지점 모식도



<그림 2.4-14> 섬진강권역, 영산강권역 주요지점 모식도

3) 연도별 일최대 면적평균강수량

가) 한강권역

한강권역 일최대 면적평균강수량은 〈표 2.4-7〉과 같으며 대권역별로 살펴보면 한강권역에서 1972년 169.0㎜, 안성천 권역에서 2002년 234.3㎜, 한강서해 권역에서 1990년에 230.7㎜, 한강동해 권역에서 2002년 266.5㎜로 최대값을 기록하였다. 〈그림 2.4-15〉는 한강권역 2014년 일최대 면적평균강수량의 경향을 나타낸다. 1966년부터 2014년까지 일최대 면적평균강수량은 〈그림 2.4-16〉~〈그림 2.4-19〉와 같이 점차 증가하는 추세를 보였다.

순위별 일최대 면적평균강수량과 발생한 주요원인은 〈표 2.4-8〉과 같다. 한강권역과 한강서해 권역은 집중호우로 인하여 1순위 일강수량을 기록하였으며, 안성천과 한강동해 권역은 2002년 태풍 루사의 영향으로 1순위 일강수량을 기록하였다.

<표 2.4-7> 한강권역 일최대 면적평균강수량

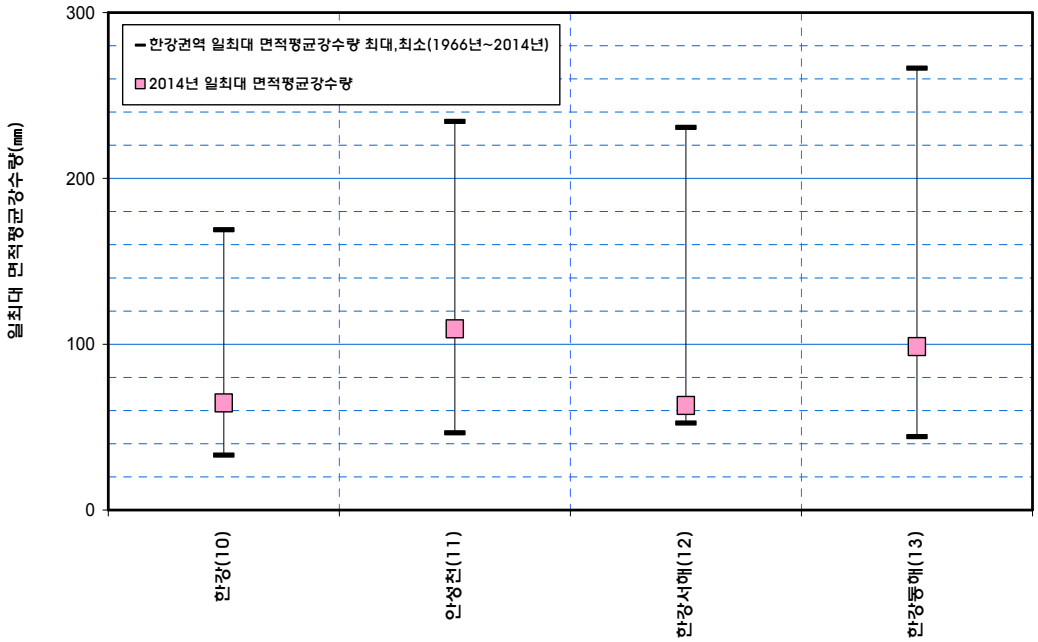
(단위 : ㎜)

연도	한강(10)		안성천(11)		한강서해(12)		한강동해(13)	
	강수량	순위	강수량	순위	강수량	순위	강수량	순위
1966	104.0	17	152.7	12	90.6	27	73.2	41
1967	45.1	48	60.3	47	52.4	48	44.2	49
1968	71.9	31	73.0	41	89.9	29	105.8	18
1969	76.4	28	72.9	42	90.6	27	97.1	22
1970	55.4	42	116.5	16	104.1	23	89.8	27
1971	33.1	49	74.6	40	76.5	36	92.3	26
1972	169.0	1	142.6	13	185.3	4	158.8	5
1973	49.5	45	46.5	49	65.5	43	61.6	46
1974	49.6	44	90.9	32	79.8	35	93.0	24
1975	66.0	35	63.6	45	59.3	47	82.5	30
1976	142.3	8	89.3	34	96.7	25	155.3	6
1977	59.9	38	90.7	33	189.9	3	64.9	45
1978	120.2	11	114.2	18	136.5	15	72.9	42
1979	61.4	37	96.9	26	74.5	39	78.3	37
1980	68.5	34	77.5	38	92.7	26	81.3	32
1981	108.5	15	83.6	36	130.1	16	123.6	14
1982	84.8	24	104.6	23	106.4	21	173.4	4
1983	46.9	47	57.0	48	65.9	42	73.4	39
1984	150.6	7	156.8	11	165.6	5	201.5	3
1985	58.1	41	101.9	24	69.1	40	114.8	16
1986	55.1	43	64.3	44	81.6	34	88.1	28
1987	105.6	16	108.7	21	124.4	19	151.4	7
1988	58.7	40	92.5	30	69.1	40	61.1	48
1989	59.1	39	76.7	39	76.3	38	80.0	34
1990	163.4	2	179.6	6	230.7	1	215.5	2

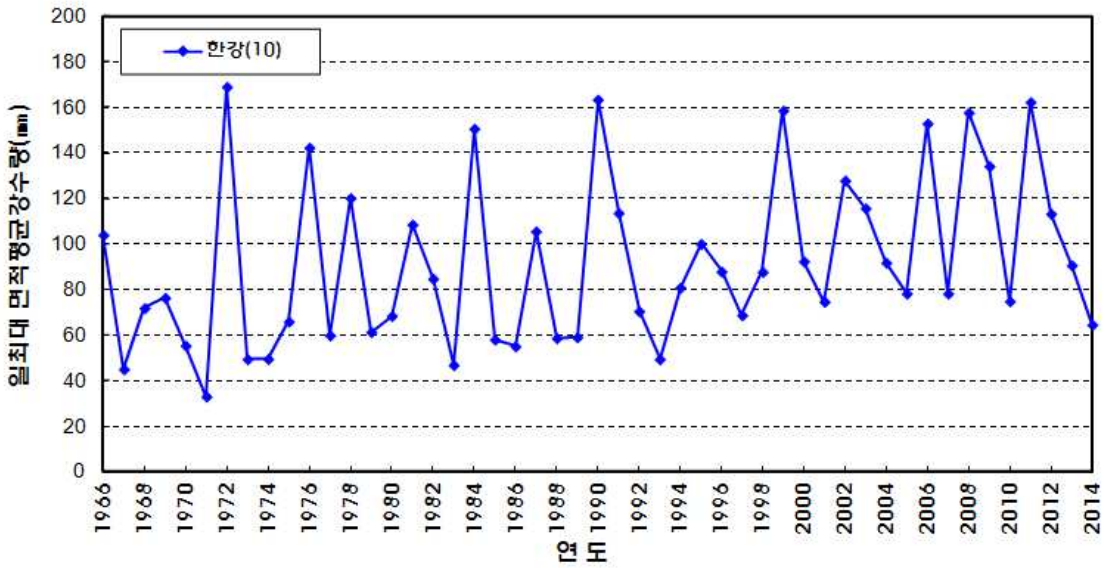
<표 2.4-7> 한강권역 일최대 면적평균강수량(계속)

(단위 : ㎜)

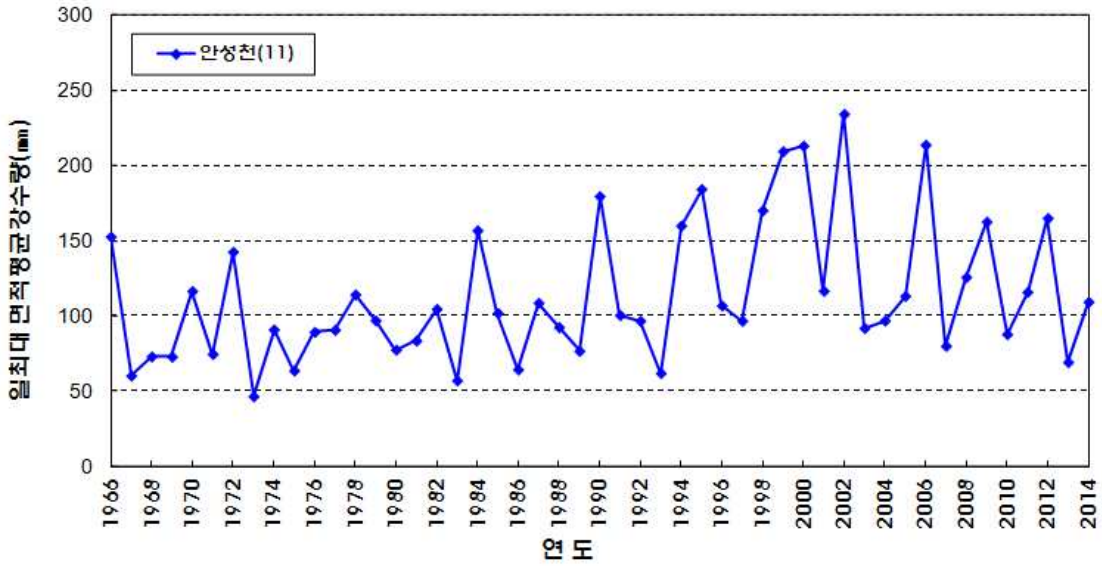
연도	한강(10)		안성천(11)		한강서해(12)		한강동해(13)	
	강수량	순위	강수량	순위	강수량	순위	강수량	순위
1991	113.6	13	100.5	25	84.9	32	93.0	24
1992	70.5	32	96.7	28	109.6	20	61.2	47
1993	49.5	45	61.9	46	60.8	45	140.4	8
1994	80.9	25	160.0	10	83.3	33	78.7	36
1995	100.1	18	184.3	5	127.6	17	93.3	23
1996	87.9	22	106.8	22	59.7	46	69.2	44
1997	68.8	33	96.7	28	155.1	9	79.5	35
1998	87.8	23	170.2	7	144.6	11	100.7	19
1999	158.6	4	209.5	4	212.4	2	137.2	9
2000	92.4	19	213.2	3	87.6	30	82.1	31
2001	74.7	30	116.6	15	138.1	14	88.1	28
2002	127.9	10	234.3	1	144.3	12	266.5	1
2003	115.7	12	91.9	31	125.4	18	126.4	13
2004	91.8	20	96.9	26	76.4	37	108.4	17
2005	78.3	26	113.2	19	99.2	24	81.1	33
2006	152.9	6	213.8	2	164.2	6	134.3	11
2007	78.3	26	80.0	37	52.4	48	73.3	40
2008	157.7	5	125.8	14	138.2	13	135.6	10
2009	134.2	9	162.7	9	155.7	8	132.3	12
2010	74.9	29	87.8	35	105.9	22	70.9	43
2011	162.3	3	115.9	17	152.1	10	97.6	21
2012	113.3	14	165.1	8	157.6	7	118.2	15
2013	90.7	21	69.2	43	87.0	31	78.1	38
2014	64.6	36	109.3	20	63.0	44	98.5	20
평균	**91.6**		**113.7**		**110.0**		**105.7**	



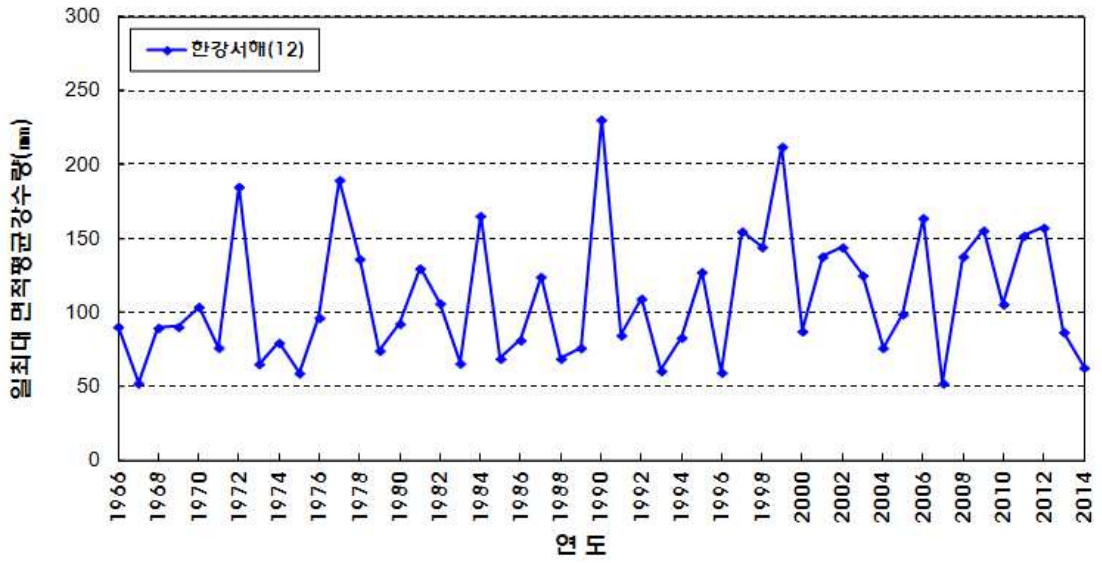
<그림 2.4-15> 한강권역 2014년 일최대 면적평균강수량 경향



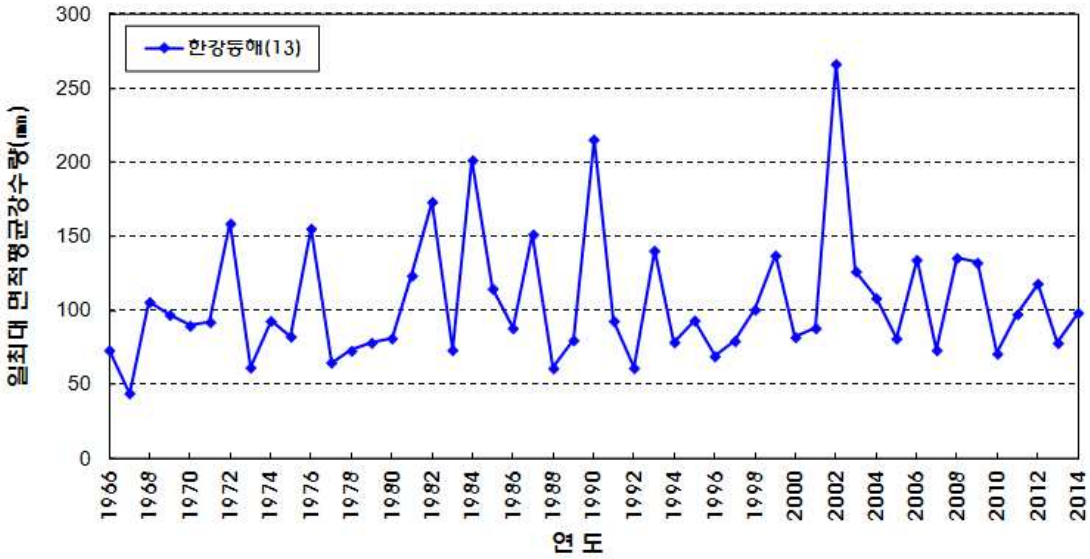
<그림 2.4-16> 한강권역 연도별 일최대 면적평균강수량



<그림 2.4-17> 안성천권역 연도별 일최대 면적평균강수량



<그림 2.4-18> 한강 서해권역 연도별 일최대 면적평균강수량



<그림 2.4-19> 한강 동해권역 연도별 일최대 면적평균강수량

<표 2.4-8> 한강권역 순위별 일최대 면적평균강수량과 주요원인

대권역	순위	일최대 면적평균강수량 (㎜)	연도	주요원인
한강 (10)	1	169.0	1972	태풍(BETTY)
	2	163.4	1990	기압골
	3	162.3	2011	기압골
	4	158.6	1999	기압골
	5	157.7	2008	장마전선
	6	152.9	2006	장마전선, 태풍(BILIS)
	7	150.6	1984	기압골
	8	142.3	1976	태풍(BILLIE)
	9	134.2	2009	기압골, 장마전선
	10	127.9	2002	기압골
	11	120.2	1978	장마전선
	12	115.7	2003	기압골, 장마전선
	13	113.6	1991	장마전선
	14	113.3	2012	기압골
	15	108.5	1981	장마전선
	16	105.6	1987	장마전선
	17	104.0	1966	장마전선
	18	100.1	1995	기압골, 태풍(JANIS)
	19	92.4	2000	태풍(BILIS)
	20	91.8	2004	장마전선

<표 2.4-8> 한강권역 순위별 일최대 면적평균강수량과 주요원인(계속)

대권역	순위	일최대 면적평균강수량 (㎜)	연도	주요원인
안성천 (11)	1	234.3	2002	기압골
	2	213.8	2006	장마전선, 태풍(KAEMI)
	3	213.2	2000	기압골
	4	209.5	1999	기압골
	5	184.3	1995	기압골
	6	179.6	1990	기압골
	7	170.2	1998	기압골
	8	165.1	2012	기압골
	9	162.7	2009	기압골, 장마전선
	10	160.0	1994	기압골
	11	156.8	1984	기압골
	12	152.7	1966	장마전선
	13	142.6	1972	태풍(BETTY)
	14	125.8	2008	장마전선
	15	116.6	2001	장마전선
	16	116.5	1970	장마전선
	17	115.9	2011	장마전선
	18	114.2	1978	장마전선
	19	113.2	2005	기압골
	20	109.3	2014	기압골
한강서해 (12)	1	230.7	1990	기압골
	2	212.4	1999	기압골
	3	189.9	1977	장마전선
	4	185.3	1972	태풍(BETTY)
	5	165.6	1984	기압골
	6	164.2	2006	장마전선, 태풍(BILIS)
	7	157.6	2012	기압골
	8	155.7	2009	기압골, 장마전선
	9	155.1	1997	기압골
	10	115.9	2011	기압골
	11	144.6	1998	기압골
	12	144.3	2002	기압골
	13	138.2	2008	장마전선
	14	138.1	2001	장마전선
	15	136.5	1978	장마전선
	16	130.1	1981	장마전선
	17	127.6	1995	기압골, 태풍(JANIS)
	18	125.4	2003	장마전선, 기압골
	19	124.4	1987	장마전선, 태풍(THELMA)
	20	109.6	1992	기압골, 태풍(JANIS)

<표 2.4-8> 한강권역 순위별 일최대 면적평균강수량과 주요원인(계속)

대권역	순위	일최대 면적평균강수량 (㎜)	연도	주요원인
한강동해 (13)	1	266.5	2002	태풍(RUSA)
	2	215.5	1990	기압골
	3	201.5	1984	기압골
	4	173.4	1982	태풍(ELLIS)
	5	158.8	1972	태풍(BETTY)
	6	155.3	1976	태풍(BILLIE)
	7	151.4	1987	태풍(THELMA)
	8	140.4	1993	태풍(ROBYN)
	9	137.2	1999	기압골
	10	135.6	2008	장마전선
	11	134.3	2006	기압골
	12	132.3	2009	기압골, 장마전선
	13	126.4	2003	태풍(MAEMI)
	14	123.6	1981	태풍(AGNES)
	15	118.2	2012	태풍(SANBA)
	16	114.8	1985	태풍(KIT)
	17	108.4	2004	태풍(MEGI)
	18	105.8	1968	기압골
	19	100.7	1998	태풍(YANNI)
	20	98.9	2014	기압골

나) 낙동강권역

낙동강권역 일최대 면적평균강수량은 〈표 2.4-9〉와 같으며 대권역별로 살펴보면 낙동강권역에서 2002년 164.8㎜, 형산강 권역에서 2002년 224.3㎜, 태화강 권역에서 1991년에 284.8㎜ 회화수영 권역에서 1991년에 397.7㎜, 낙동강 동해 권역에서 1991년에 251.3㎜, 낙동강남해 권역에서 1979년 287.1㎜로 최대값을 기록하였다. 〈그림 2.4-20〉은 2014년 일최대 면적평균강수량의 경향을 나타내며, 1966년부터 2014년까지 일최대 면적평균강수량은 〈그림 2.4-21〉~〈그림 2.4-26〉과 같이 점차 증가하는 추세를 보였다.

순위별 일최대 면적평균강수량과 발생한 주요원인은 〈표 2.4-10〉과 같다. 낙동강권역과 형산강 권역은 2002년 태풍 루사로 인하여 1순위 일강수량을 기록하였으며, 태화강, 회화수영, 낙동강동해 권역은 1991년 태풍 글래디스의 영향으로 1순위 일강수량을 기록하였고, 낙동강남해 권역은 1979년 태풍 주디와 어빙의 영향으로 1순위 일강수량을 기록하였다.

<표 2.4-9> 낙동강권역 일최대 면적평균강수량

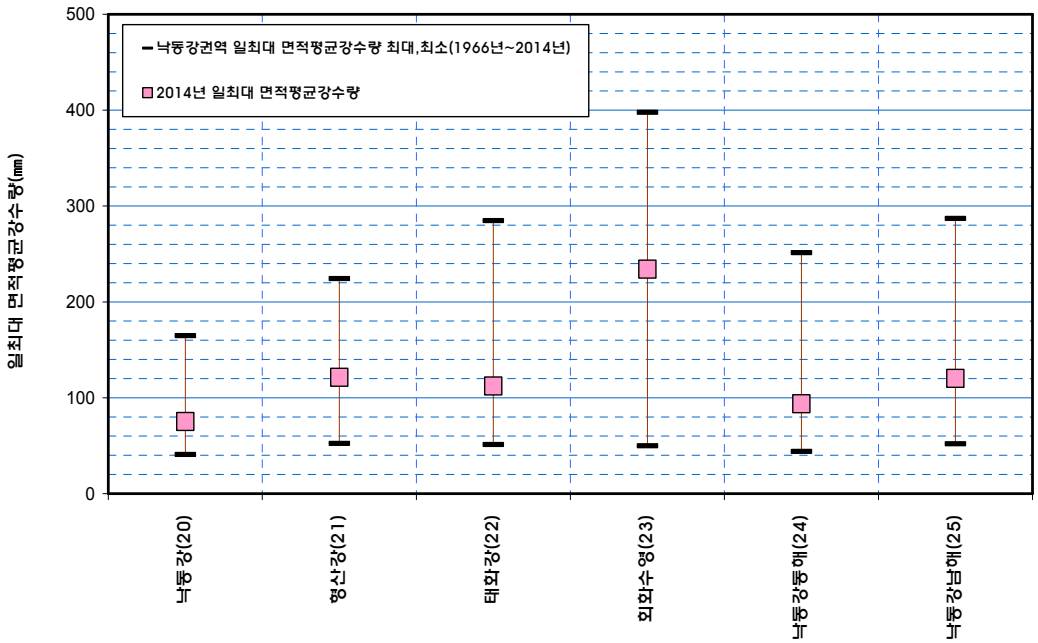
(단위 : ㎜)

연도	낙동강(20)		형산강(21)		태화강(22)		회화수영(23)		낙동강동해(24)		낙동강남해(25)	
	강수량	순위	강수량	순위	강수량	순위	강수량	순위	강수량	순위	강수량	순위
1966	43.1	48	53.6	48	61.4	46	60.1	47	44.5	48	64.1	47
1967	40.8	49	54.7	47	51.3	49	70.7	45	57.7	42	60.6	48
1968	87.4	19	92.2	29	58.0	47	102.8	34	109.0	14	104.7	31
1969	94.8	14	202.2	4	225.4	3	229.6	4	148.8	5	201.6	5
1970	76.5	31	127.1	14	104.4	29	129.6	24	76.8	27	90.2	39
1971	45.3	47	59.7	46	90.1	34	105.0	33	63.8	37	52.0	49
1972	92.1	16	152.3	8	111.4	27	188.8	7	118.8	9	93.1	38
1973	87.4	19	115.5	21	154.5	11	154.5	14	117.2	10	156.9	16
1974	71.4	34	120.9	17	137.5	14	139.4	18	89.0	22	161.3	14
1975	79.5	26	81.1	34	72.6	41	67.2	46	111.6	11	80.7	42
1976	77.6	30	65.8	42	73.3	40	77.8	41	69.6	34	124.1	19
1977	60.9	42	62.7	45	73.4	39	74.7	44	72.6	32	95.7	37
1978	92.4	15	122.2	15	121.9	20	128.4	25	65.1	36	172.0	11
1979	84.4	24	67.9	40	88.4	35	135.3	20	72.7	31	287.1	1
1980	60.7	43	147.5	10	123.2	17	112.6	32	110.9	13	106.4	29
1981	110.0	8	120.0	19	163.2	9	166.2	11	146.4	6	189.3	10
1982	104.2	10	128.7	13	216.9	5	132.3	23	92.4	21	107.9	27
1983	83.8	25	99.2	25	72.4	42	115.0	31	100.7	18	83.3	41
1984	97.4	13	95.7	27	121.8	21	179.0	10	81.0	25	88.6	40
1985	67.6	37	65.7	43	91.9	33	141.5	17	63.3	38	197.6	8
1986	79.4	27	70.8	38	113.7	26	116.8	29	46.0	47	118.6	23
1987	117.8	7	94.2	28	123.6	16	185.4	9	102.0	17	169.4	12
1988	63.0	39	98.0	26	82.6	38	49.8	49	49.1	46	71.0	46
1989	74.7	33	86.6	32	67.6	43	126.8	26	53.6	45	114.3	25
1990	58.9	45	52.4	49	66.2	44	76.2	42	54.8	44	99.4	34
1991	103.6	11	219.9	2	284.8	1	397.7	1	251.3	1	164.2	13
1992	78.2	29	70.3	39	92.2	32	83.9	38	66.5	35	105.9	30
1993	69.0	36	117.3	20	122.3	19	154.9	13	120.1	8	77.4	45
1994	52.4	46	67.6	41	102.8	30	97.1	36	44.0	49	77.8	43
1995	62.4	40	72.5	37	58.0	47	55.5	48	57.8	41	102.1	32
1996	100.4	12	136.8	12	155.2	10	117.7	28	84.6	23	106.8	28
1997	69.9	35	87.6	31	116.0	24	115.1	30	61.9	39	100.0	33
1998	120.9	5	202.7	3	166.0	8	133.2	22	178.1	4	213.6	2
1999	86.5	23	76.4	35	82.8	37	125.6	27	74.0	30	159.2	15
2000	87.6	18	91.8	30	110.7	28	80.6	40	69.8	33	115.2	24

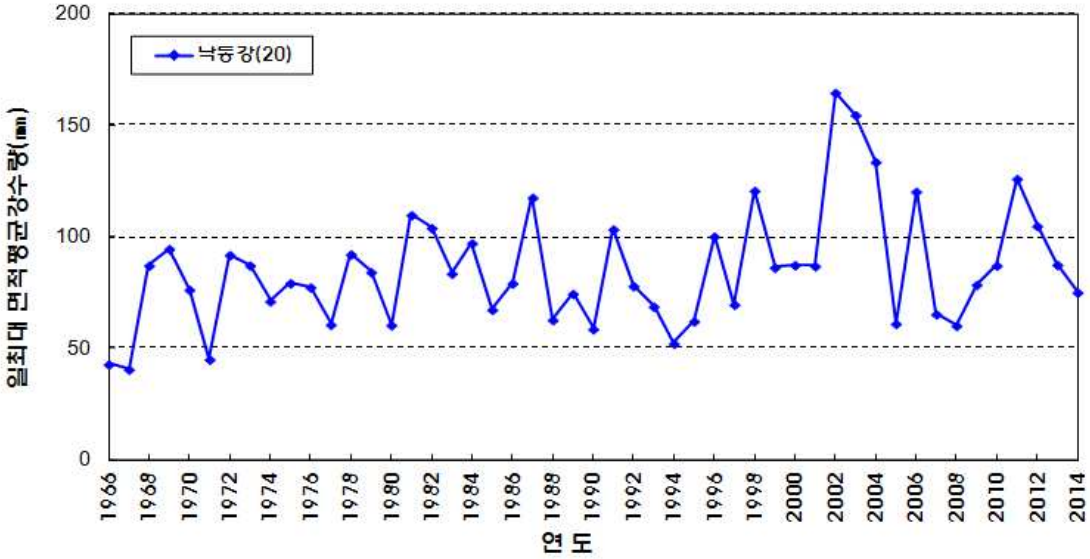
<표 2.4-9> 낙동강권역 일최대 면적평균강수량(계속)

(단위 : ㎜)

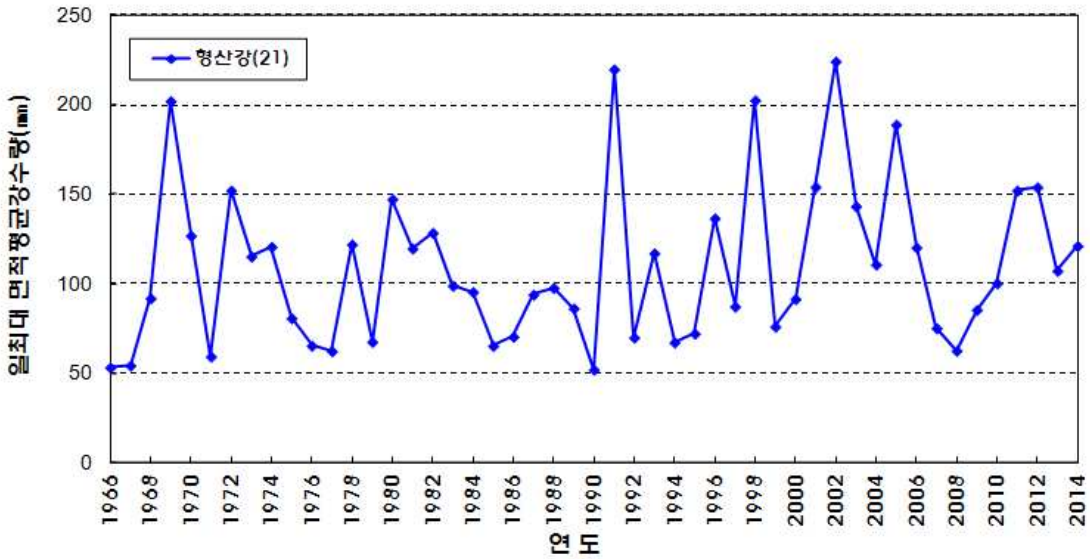
년도	낙동강(20)		형산강(21)		태화강(22)		회야수영(23)		낙동강동해(24)		낙동강남해(25)	
	최대	순위	최대	순위	최대	순위	최대	순위	최대	순위	최대	순위
2001	87.1	22	154.3	6	122.4	18	82.6	39	111.0	12	132.1	17
2002	164.8	1	224.3	1	220.4	4	155.6	12	183.1	3	207.3	4
2003	154.8	2	143.5	11	177.5	6	211.9	5	138.9	7	198.4	7
2004	133.8	3	111	22	119.9	23	152.9	15	99.8	19	118.7	22
2005	61.3	41	189.1	5	267.6	2	316.1	2	189.3	2	77.5	44
2006	120.5	6	120.5	18	128.1	15	149.5	16	103.5	16	199.0	6
2007	65.6	38	75.5	36	63.5	45	74.8	43	74.4	29	98.7	35
2008	60.4	44	63.0	44	87.0	36	100.3	35	76.2	28	96.4	36
2009	78.8	28	85.8	33	116.0	24	205.7	6	55.4	43	209.7	3
2010	87.4	19	100.6	24	139.3	13	136.2	19	58.7	40	126.9	18
2011	126.2	4	152.3	8	168.3	7	188.3	8	82.2	24	197.6	8
2012	105.1	9	154.1	7	140.6	12	133.8	21	106.6	15	120.5	20
2013	87.7	17	107.5	23	94.0	31	94.3	37	81.0	25	109.7	26
2014	75.3	32	121.4	16	112.3	22	234.1	3	93.7	20	120.1	21
평균	85.5		109.8		120.7		136.0		93.5		129.1	



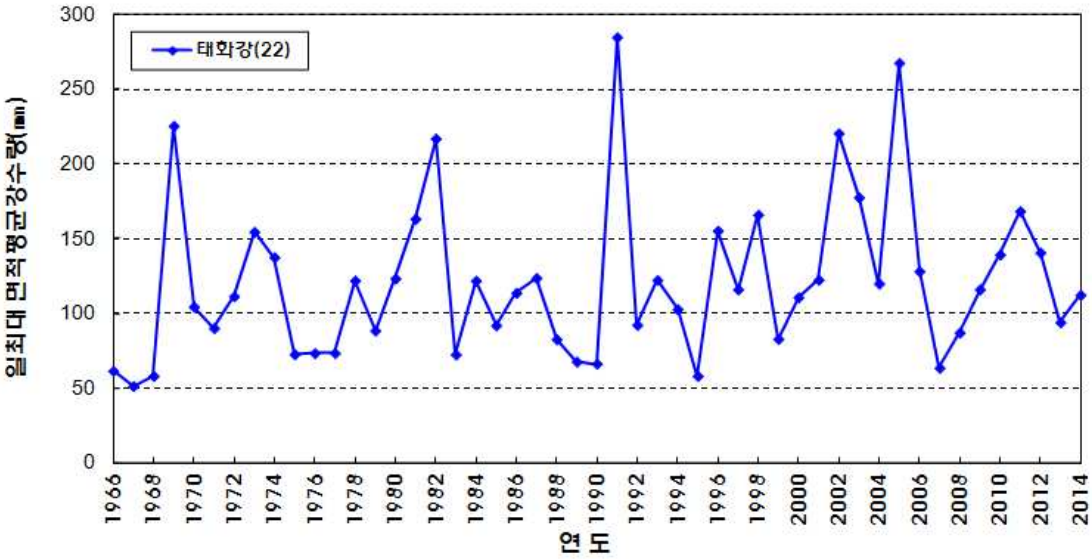
<그림 2.4-20> 낙동강권역 2014년 일최대 면적평균강수량 경향



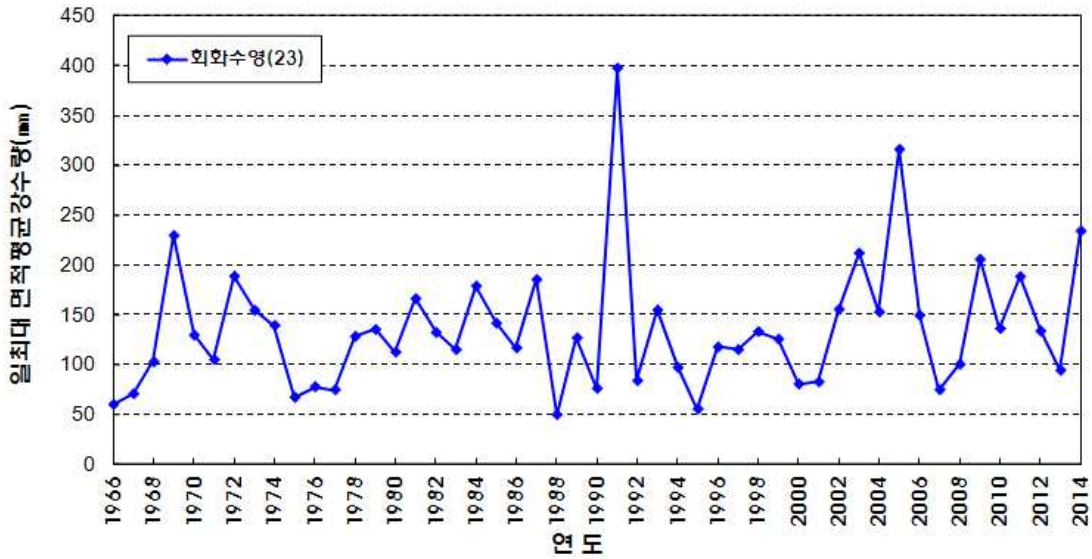
<그림 2.4-21> 낙동강권역 연도별 일최대 면적평균강수량



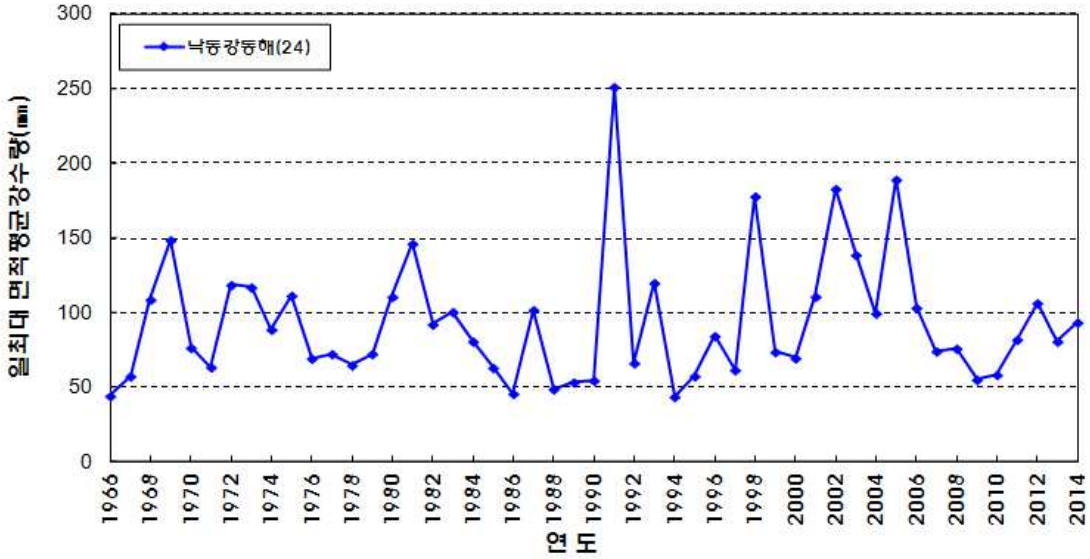
<그림 2.4-22> 형산강권역 연도별 일최대강수량



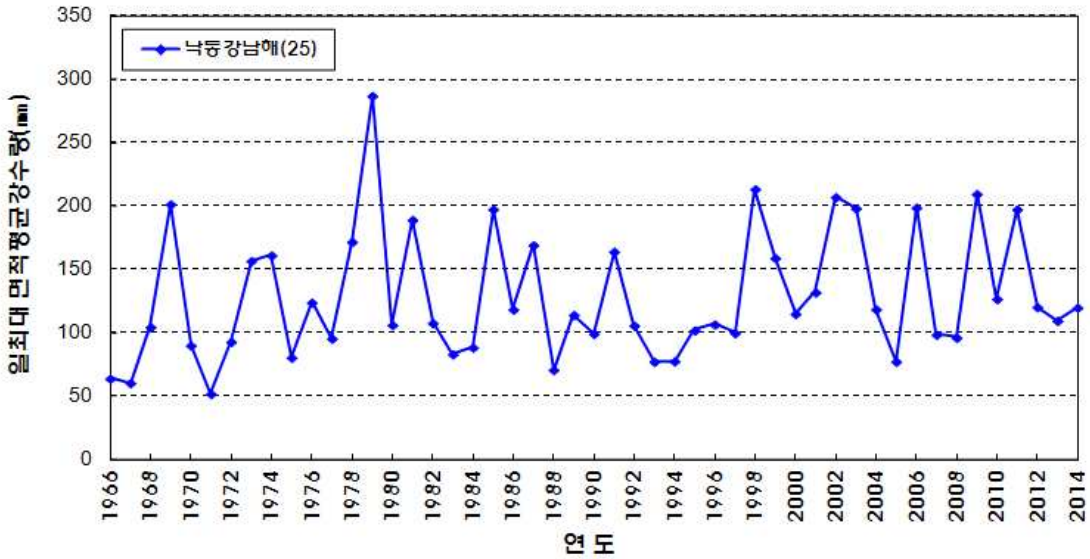
<그림 2.4-23> 태화강권역 연도별 일최대강수량



<그림 2.4-24> 회화수영권역 연도별 일최대강수량



<그림 2.4-25> 낙동강 동해권역 연도별 일최대강수량



<그림 2.4-26> 낙동강 남해권역 연도별 일최대강수량

<표 2.4-10> 낙동강권역 순위별 일최대 면적평균강수량과 주요원인

대권역	순위	일최대 면적평균강수량 (㎜)	연도	주요원인
낙동강 (20)	1	164.8	2002	태풍(RUSA)
	2	154.8	2003	태풍(MAEMI)
	3	133.8	2004	태풍(MEGI)
	4	126.2	2011	장마전선
	5	120.9	1998	태풍(YANNI)
	6	120.5	2006	기압골, 태풍(EWINIAR)
	7	117.8	1987	태풍(THELMA)
	8	110.0	1981	태풍(AGNES)
	9	105.1	2012	태풍(SANBA)
	10	104.2	1982	태풍(CECIL)
	11	103.6	1991	태풍(GLADYS)
	12	100.4	1996	장마전선
	13	97.4	1984	기압골
	14	94.8	1969	기압골
	15	92.4	1978	장마전선, 태풍(POLLY)
	16	92.1	1972	태풍(BETTY)
	17	87.7	2013	기압골
	18	87.6	2000	태풍(SAOMAI)
	19	87.4	1968	태풍(POLLY)
	20	87.4	1973	기압골
형산강 (21)	1	224.3	2002	태풍(RUSA)
	2	219.9	1991	태풍(GLADYS)
	3	202.7	1998	태풍(YANNI)
	4	202.2	1969	기압골
	5	189.1	2005	태풍(NABI)
	6	154.3	2001	기압골
	7	154.1	2012	태풍(SANBA)
	8	152.3	1972	기압골
	9	152.3	2011	장마전선
	10	147.5	1980	태풍(ORCHID)
	11	143.5	2003	태풍(SOUDELOR)
	12	136.8	1996	장마전선
	13	128.7	1982	태풍(CECIL)
	14	127.1	1970	태풍(OLGA)
	15	122.2	1978	장마전선, 태풍(POLLY)
	16	121.5	2014	기압골
	17	120.9	1974	태풍(GILDA)
	18	120.5	2006	기압골, 태풍(EWINIAR)
	19	120.0	1981	태풍(AGNES)
	20	117.3	1993	태풍(ROBYN)

<표 2.4-10> 낙동강권역 순위별 일최대 면적평균강수량과 주요원인(계속)

대권역	순위	일최대 면적평균강수량 (㎜)	연도	주요원인
태화강 (22)	1	284.8	1991	태풍(GLADYS)
	2	267.6	2005	태풍(NABI)
	3	225.4	1969	기압골
	4	220.4	2002	태풍(RUSA)
	5	216.9	1982	태풍(CECIL)
	6	177.5	2003	태풍(SOUDELOR)
	7	168.3	2011	장마전선
	8	166.0	1998	태풍(YANNI)
	9	163.2	1981	태풍(CLARA)
	10	155.2	1996	장마전선
	11	154.5	1973	기압골
	12	140.6	2012	태풍(SANBA)
	13	139.3	2010	장마전선
	14	137.5	1974	태풍(GILDA)
	15	128.1	2006	기압골, 태풍(EWINIAR)
	16	123.6	1987	태풍(DINAH)
	17	123.2	1980	태풍(ORCHID)
	18	122.4	2001	기압골
	19	122.3	1993	태풍(ROBYN)
	20	121.9	1978	장마전선, 태풍(POLLY)
회화수영 (23)	1	397.7	1991	태풍(GLADYS)
	2	316.1	2005	태풍(NABI)
	3	234.0	2014	기압골
	4	229.6	1969	기압골
	5	211.9	2003	태풍(SOUDELOR)
	6	205.7	2009	기압골, 장마전선
	7	188.8	1972	기압골
	8	188.3	2011	장마전선
	9	185.4	1987	태풍(DINAH)
	10	179.0	1984	기압골
	11	166.2	1981	태풍(CLARA)
	12	155.6	2002	태풍(RUSA)
	13	154.9	1993	태풍(ROBYN)
	14	154.5	1973	기압골
	15	152.9	2004	태풍(SONGDA)
	16	149.5	2006	기압골, 태풍(EWINIAR)
	17	141.5	1985	장마전선
	18	139.4	1974	기압골
	19	136.2	2010	장마전선
	20	135.3	1979	태풍(JUDY)

<표 2.4-10> 낙동강권역 순위별 일최대 면적평균강수량과 주요원인(계속)

대권역	순위	일최대 면적평균강수량 (㎜)	연도	주요원인
낙동강동해 (24)	1	251.3	1991	태풍(GLADYS)
	2	189.3	2005	태풍(NABI)
	3	183.1	2002	태풍(RUSA)
	4	178.1	1998	태풍(YANNI)
	5	148.8	1969	기압골
	6	146.4	1981	태풍(AGNES)
	7	138.9	2003	태풍(MAEMI)
	8	120.1	1993	태풍(ROBYN)
	9	118.8	1972	태풍(BETTY)
	10	117.2	1973	기압골
	11	111.6	1975	장마전선
	12	111.0	2001	기압골
	13	110.9	1980	태풍(ORCHID)
	14	109.0	1968	태풍(POLLY)
	15	106.6	2012	태풍(SANBA)
	16	103.5	2006	기압골, 태풍(EWINIAR)
	17	102.0	1987	태풍(THELMA)
	18	100.7	1983	기압골, 장마전선
	19	99.8	2004	태풍(MEGI)
	20	93.7	2014	기압골
낙동강남해 (25)	1	287.1	1979	태풍(JUDY)
	2	213.6	1998	태풍(YANNI)
	3	209.7	2009	기압골, 장마전선
	4	207.3	2002	태풍(RUSA)
	5	201.6	1969	기압골
	6	199.0	2006	기압골, 태풍(EWINIAR)
	7	198.4	2003	태풍(MAEMI)
	8	197.6	1985	기압골
	9	197.6	2011	장마전선
	10	189.3	1981	태풍(AGNES)
	11	172.0	1978	장마전선, 태풍(POLLY)
	12	169.4	1987	태풍(THELMA)
	13	164.2	1991	태풍(GLADYS)
	14	161.3	1974	기압골
	15	159.2	1999	기압골
	16	156.9	1973	기압골
	17	132.1	2001	장마전선
	18	126.9	2010	장마전선
	19	124.1	1976	기압골
	20	120.5	2012	태풍(SANBA)

다) 금강권역

금강권역의 일최대 면적평균강수량은 〈표 2.4-11〉과 같으며 대권역별로 살펴보면 금강권역에서 1987년 159.8㎜, 삽교천 권역에서 1999년 201.7㎜, 금강서해 권역에서 1999년에 198.4㎜, 만경동진 권역에서 2011년 227.5㎜로 최대값을 기록하였다. 〈그림 2.4-27〉은 2014년 일최대 면적평균강수량의 경향을 나타내며, 1966년부터 2014년까지 일최대 면적평균강수량은 〈그림 2.4-28〉~〈그림 2.4-31〉과 같이 점차 증가하는 추세를 보였다.

순위별 일최대 면적평균강수량과 발생한 주요원인은 〈표 2.4-12〉와 같다. 금강권역은 1987년 태풍 셀마로 1순위 일강수량을 기록하였으며, 삽교천과 금강서해 권역은 1999년 태풍 올가의 영향으로 1순위 일강수량을 기록하였고, 만경동진 권역은 2011년 집중호우의 영향으로 1순위 일강수량을 기록하였다.

<표 2.4-11> 금강권역 일최대 면적평균강수량

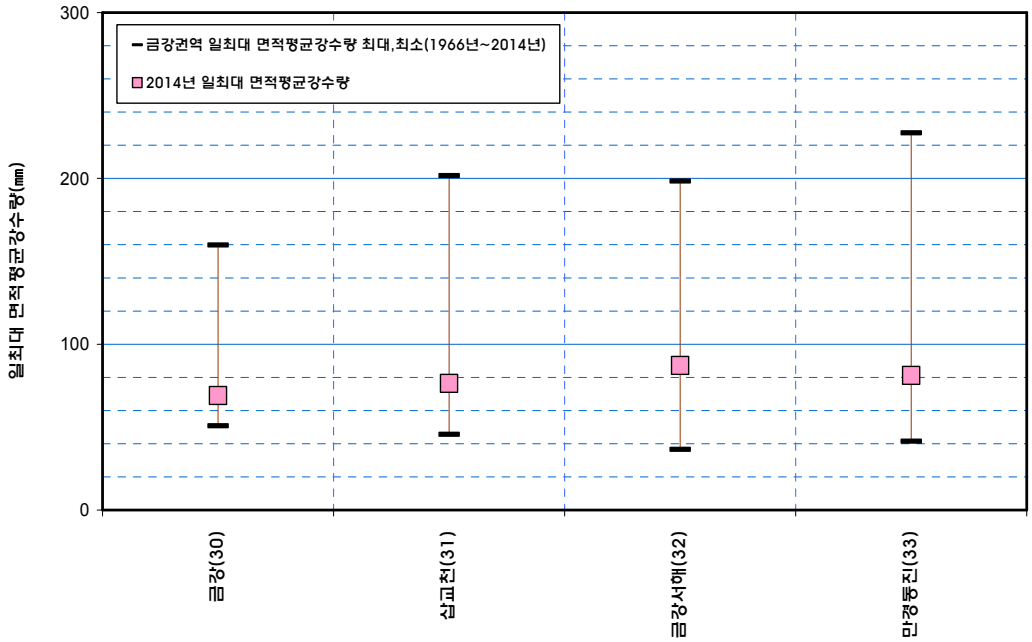
(단위 : ㎜)

연도	금강(30)		삽교천(31)		금강서해(32)		만경동진(33)	
	강수량	순위	강수량	순위	강수량	순위	강수량	순위
1966	65.6	35	67.7	43	58.7	45	56.7	44
1967	66.4	33	93.3	32	127.7	9	45.9	48
1968	66.3	34	105.6	19	116.8	17	41.5	49
1969	62.7	38	101.9	22	80.9	37	69.5	38
1970	59.8	43	88.6	33	93.0	28	62.4	41
1971	100.3	10	87.4	34	77.8	39	146.3	4
1972	73.2	25	100.9	23	108.3	21	58.7	43
1973	50.8	49	51.7	48	36.6	49	69.8	37
1974	58.2	46	111.3	17	136.5	7	106.8	13
1975	59.5	45	70.8	42	56.3	47	93.8	19
1976	61.3	42	96.6	28	57.8	46	107.0	12
1977	68.3	31	100.1	24	76.0	40	49.8	46
1978	90.6	17	183.8	3	100.4	24	106.4	15
1979	98.3	13	95.4	29	113.4	19	168.4	2
1980	86.5	18	108.6	18	89.4	31	97.5	18
1981	73.2	25	83.6	38	122.7	12	85.1	27
1982	57.7	47	84.2	37	85.6	35	46.1	47
1983	72.5	27	59.0	46	102.7	23	86.3	26
1984	82.7	20	137.1	8	124.9	10	143.8	5
1985	59.6	44	58.3	47	80.7	38	70.0	36
1986	62.4	41	80.3	39	84.4	36	100.7	16
1987	159.8	1	148.1	5	148.9	5	88.9	23
1988	70.6	28	45.7	49	53.9	48	84.0	28
1989	62.6	40	99.7	25	121.0	14	73.2	33
1990	62.7	38	60.5	45	92.4	29	87.9	25

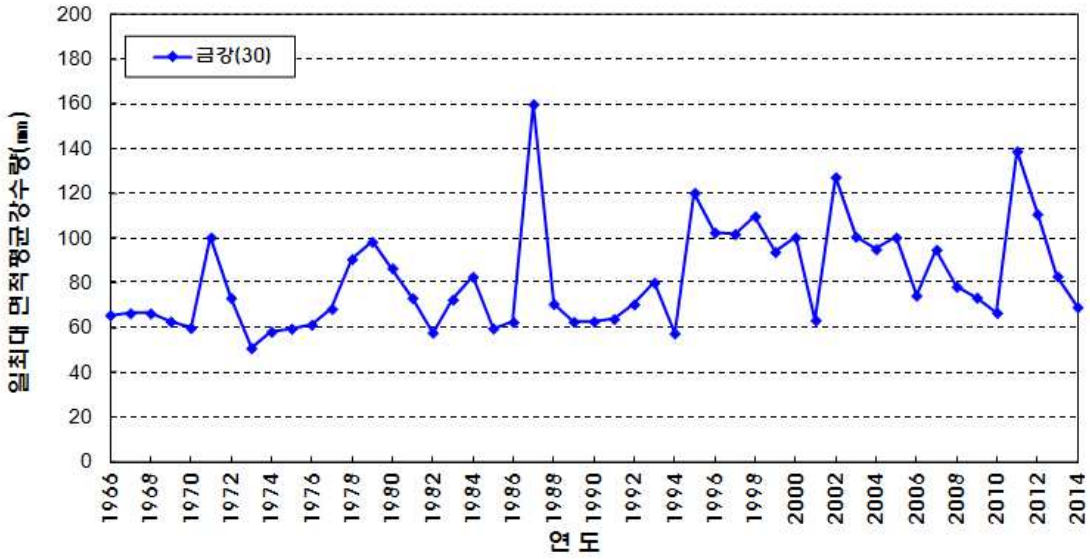
<표 2.4-11> 금강권역 일최대 면적평균강수량(계속)

(단위 : ㎜)

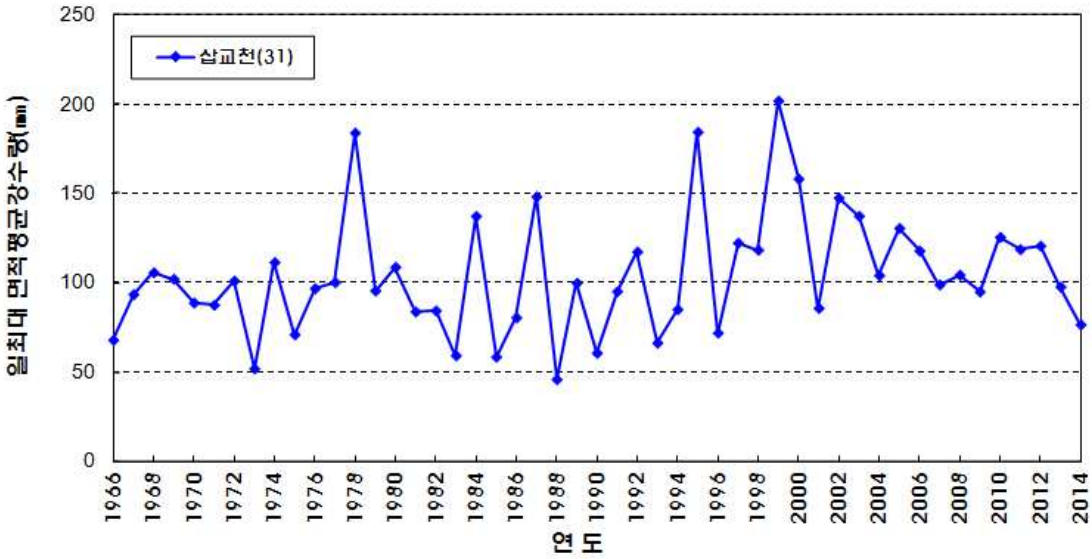
연도	금강(30)		삽교천(31)		금강서해(32)		만경동진(33)	
	강수량	순위	강수량	순위	강수량	순위	강수량	순위
1991	63.8	36	95.0	30	66.6	43	62.5	40
1992	70.4	29	117.2	16	114.2	18	81.4	29
1993	80.1	21	66.1	44	61.6	44	106.6	14
1994	57.4	48	84.9	36	110.3	20	56.5	45
1995	120.2	4	184.3	2	190.3	2	70.1	35
1996	102.5	7	71.7	41	72.8	41	93.2	21
1997	101.8	8	122.2	11	120.4	16	125.6	9
1998	109.7	6	118.2	14	95.1	27	140.7	7
1999	93.8	16	201.7	1	198.4	1	88.5	24
2000	100.3	10	158.0	4	188.1	3	141.3	6
2001	63.3	37	85.6	35	72.2	42	77.4	32
2002	127.2	3	147.4	6	134.5	8	81.4	29
2003	100.6	9	137.2	7	144.9	6	66.7	39
2004	95.1	14	104.0	21	124.6	11	120.9	10
2005	100.3	10	130.4	9	95.9	26	156.1	3
2006	74.3	23	117.7	15	86.0	34	100.7	16
2007	94.8	15	98.7	26	104.1	22	114.8	11
2008	78.3	22	104.2	20	98.7	25	70.3	34
2009	73.4	24	94.8	31	87.6	32	61.9	42
2010	66.6	32	125.4	10	154.2	4	93.5	20
2011	138.8	2	118.6	13	121.3	13	227.5	1
2012	110.7	5	120.5	12	121.0	14	134.2	8
2013	82.9	19	97.6	27	90.2	30	93.0	22
2014	68.6	30	73.4	40	87.2	33	81.1	31
평균	81.8		104.0		103.8		93.7	



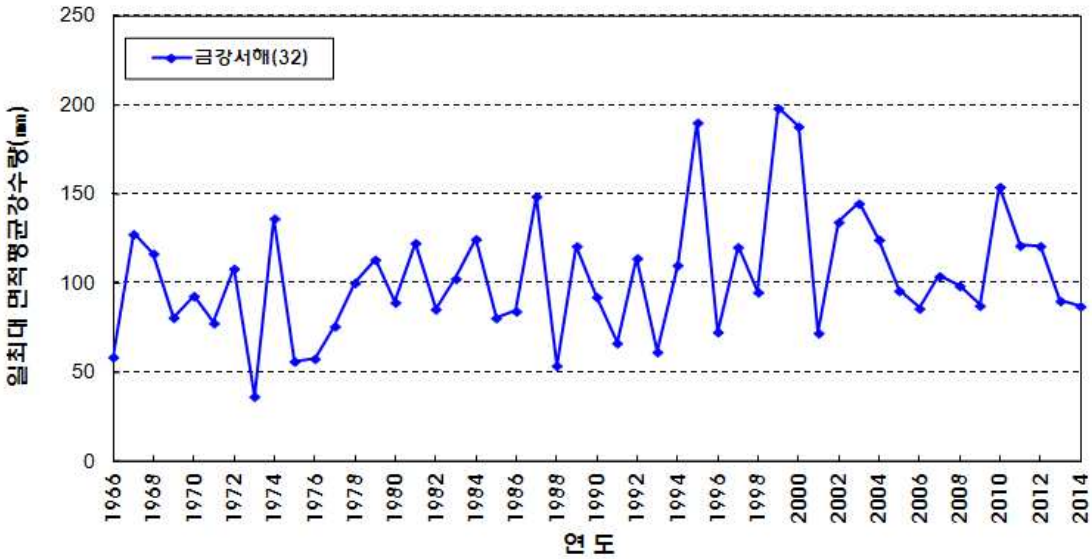
<그림 2.4-27> 금강권역 2014년 일최대 면적평균강수량 경향



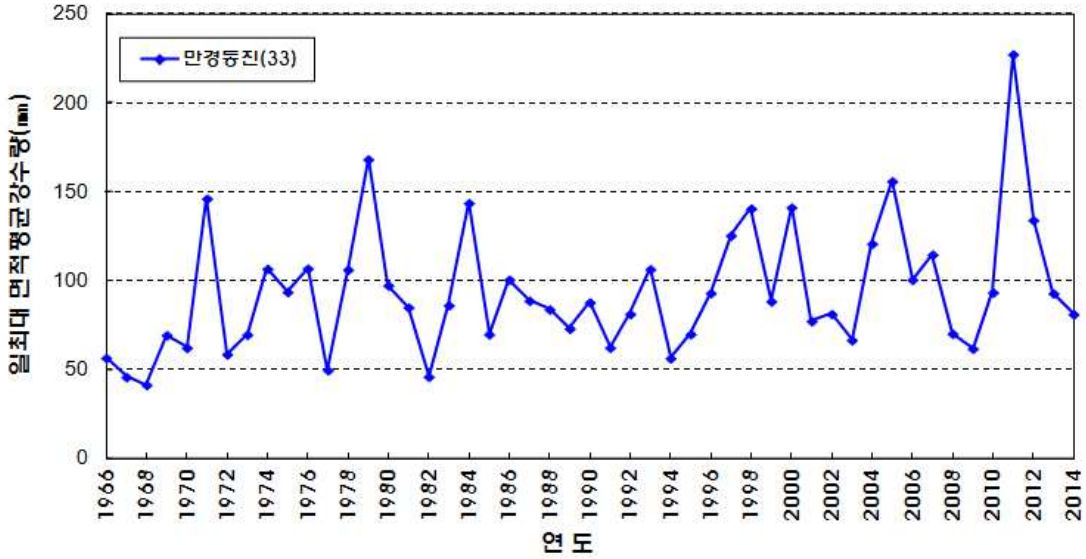
<그림 2.4-28> 금강권역 연도별 일최대강수량



<그림 2.4-29> 삽교천권역 연도별 일최대강수량



<그림 2.4-30> 금강 서해권역 연도별 일최대강수량



<그림 2.4-31> 만경동진권역 연도별 일최대강수량

<표 2.4-12> 금강권역 순위별 일최대 면적평균강수량과 주요원인

대권역	순위	일최대 면적평균강수량 (㎜)	연도	주요원인
금강 (30)	1	159.8	1987	장마전선, 태풍(THELMA)
	2	138.8	2011	장마전선
	3	127.2	2002	태풍(RUSA)
	4	120.2	1995	기압골
	5	110.7	2012	태풍(TEMBIN)
	6	109.7	1998	태풍(YANNI)
	7	102.5	1996	기압골
	8	101.8	1997	기압골
	9	100.6	2003	장마전선
	10	100.3	1971	장마전선
	11	100.3	2000	기압골, 태풍(BILIS)
	12	100.3	2005	장마전선
	13	98.3	1979	장마전선
	14	95.1	2004	태풍(MEGI)
	15	94.8	2007	기압골
	16	93.8	1999	장마전선
	17	90.6	1978	장마전선, 태풍(CARMEN)
	18	86.5	1980	장마전선
	19	82.9	2013	장마전선
	20	82.7	1984	기압골

<표 2.4-12> 금강권역 순위별 일최대 면적평균강수량과 주요원인(계속)

대권역	순위	일최대 면적평균강수량 (㎜)	연도	주요원인
삽교천 (31)	1	201.7	1999	기압골
	2	184.3	1995	기압골, 태풍(JANIS)
	3	183.8	1978	장마전선
	4	158.0	2000	기압골, 태풍(BILIS)
	5	148.1	1987	장마전선, 태풍(THELMA)
	6	147.4	2002	기압골
	7	137.2	2003	기압골, 장마전선
	8	137.1	1984	기압골
	9	130.4	2005	기압골
	10	125.4	2010	기압골
	11	122.2	1997	장마전선
	12	120.5	2012	태풍(SANBA)
	13	118.6	2011	장마전선
	14	118.2	1998	기압골
	15	117.7	2006	장마전선, 태풍(BILIS)
	16	117.2	1992	기압골
	17	111.3	1974	장마전선
	18	108.6	1980	장마전선, 태풍(IDA)
	19	105.6	1968	장마전선
	20	104.2	2008	장마전선, 태풍(KALMAEGI)
금강서해 (32)	1	198.4	1999	기압골
	2	190.3	1995	기압골, 태풍(JANIS)
	3	188.1	2000	기압골, 태풍(BILIS)
	4	154.2	2010	장마전선
	5	148.9	1987	장마전선, 태풍(THELMA)
	6	144.9	2003	기압골, 장마전선
	7	136.5	1974	기압골
	8	134.5	2002	기압골
	9	127.7	1967	기압골
	10	124.9	1984	기압골
	11	120.9	2004	기압골
	12	122.7	1981	장마전선
	13	121.3	2011	장마전선
	14	121.0	1989	기압골
	15	121.0	2012	기압골
	16	120.4	1997	장마전선
	17	116.8	1968	장마전선
	18	114.2	1992	기압골
	19	113.4	1979	기압골, 장마전선
	20	110.3	1994	장마전선

<표 2.4-12> 금강권역 순위별 일최대 면적평균강수량과 주요원인(계속)

대권역	순위	일최대 면적평균강수량 (㎜)	연도	주요원인
만경동진 (33)	1	227.5	2011	기압골
	2	168.4	1979	기압골, 장마전선
	3	156.1	2005	기압골
	4	146.3	1971	기압골
	5	143.8	1984	기압골
	6	141.3	2000	기압골, 태풍(BILIS)
	7	140.7	1998	태풍(YANNI)
	8	134.2	2012	태풍(TEMBIN)
	9	125.6	1997	장마전선
	10	120.9	2004	태풍(MEGI)
	11	114.8	2007	기압골
	12	107.0	1976	기압골
	13	106.8	1974	기압골
	14	106.6	1993	장마전선
	15	106.4	1978	장마전선, 태풍(CARMEN)
	16	100.7	1986	장마전선, 태풍(NANCY)
	17	100.7	2006	장마전선, 태풍(KAEMI)
	18	97.5	1980	장마전선
	19	93.8	1975	기압골
	20	93.5	2010	기압골

라) 섬진·영산강권역

섬진·영산강권역의 일최대 면적평균강수량은 〈표 2.4-13〉과 같으며 대권역별로 살펴보면 섬진강권역에서 2004년 197.0㎜, 섬진강남해 권역에서 1981년 355.8㎜, 영산강권역에서 1989년에 262.3㎜, 탐진강 권역에서 1981년 545.2㎜, 영산강 남해 권역에서 1981년에 459.0㎜, 영산강서해 권역에서 1981년 228.5㎜로 최대값을 기록하였다. 〈그림 2.4-32〉는 2014년 일최대 면적평균강수량 경향을 나타내며, 1966년부터 2014년까지 일최대 면적평균강수량은 〈그림 2.4-33〉~〈그림 2.4-38〉과 같이 탐진강 권역을 제외한 모든 권역에서 점차 증가하는 추세를 보였다.

순위별 일최대 면적평균강수량과 발생한 주요원인은 〈표 2.4-14〉와 같다. 섬진강권역과 영산강권역은 집중호우로 인하여 1순위 일강수량을 기록하였으며, 섬진강남해, 탐진강, 영산강남해, 영산강서해 권역은 1981년 태풍 아그네스의 영향으로 1순위 일강수량을 기록하였다.

<표 2.4-13> 섬진강, 영산강권역 일최대 면적평균강수량

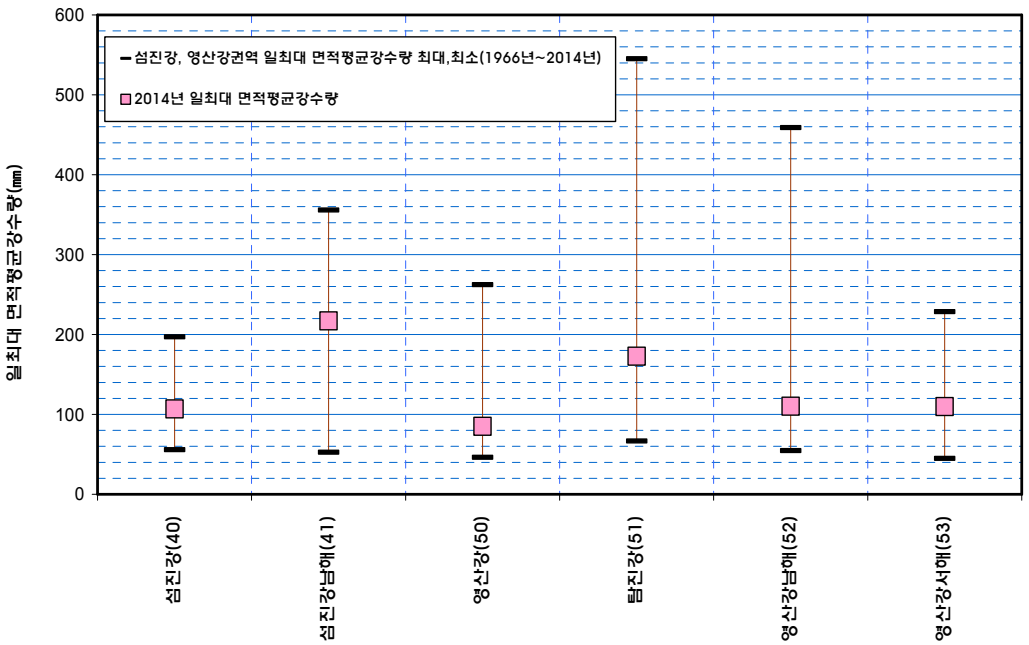
(단위 : ㎜)

연도	섬진강(40)		섬진강남해(41)		영산강(50)		탐진강(51)		영산강남해(52)		영산강서해(53)	
	강수량	순위	강수량	순위	강수량	순위	강수량	순위	강수량	순위	강수량	순위
1966	98.9	27	125.9	24	78.4	36	171.8	9	54.7	49	47.2	48
1967	67.0	44	74.5	47	56.4	47	66.7	49	101.5	31	57.4	45
1968	99.3	26	111.7	30	46.3	49	78.3	47	62.5	48	45.0	49
1969	101.6	23	160.2	13	85.3	32	145.4	15	115.7	22	84.7	30
1970	86.4	33	106.2	33	96.7	23	132.0	23	80.9	44	103.8	21
1971	89.5	31	90.2	39	73.4	38	108.8	39	96.7	33	61.9	41
1972	99.9	25	102.2	36	72.9	40	120.1	33	134.7	14	83.4	31
1973	83.0	35	139.1	18	91.4	27	131.3	25	93.0	38	81.9	33
1974	80.4	37	124.0	26	224.4	3	294.0	2	191.9	6	172.2	2
1975	67.3	43	78.4	44	78.4	36	99.1	43	75.4	46	59.6	44
1976	94.6	29	146.8	16	85.7	31	142.4	19	95.6	36	60.9	42
1977	64.8	45	85.7	40	70.5	42	109.8	38	101.5	31	64.6	40
1978	141.5	6	185.9	9	144.6	8	115.4	36	90.5	39	134.2	8
1979	122.0	15	212.5	4	126.7	13	253.6	3	120.2	19	71.7	36
1980	108.4	18	111.1	32	145.5	7	130.4	26	115.9	21	119.2	12
1981	105.8	21	355.8	1	198.4	4	545.2	1	459.0	1	228.5	1
1982	86.6	32	156.8	14	86.1	30	152.1	14	121.1	18	71.6	37
1983	69.2	42	78.4	44	73.0	39	87.6	45	85.5	41	64.9	39
1984	95.3	28	98.3	37	84.3	34	95.9	44	119.3	20	77.3	35
1985	132.8	9	204.9	6	152.8	6	187.1	5	198.2	5	128.5	10
1986	150.3	3	111.9	29	137.1	10	126.1	29	215.9	4	144.1	7
1987	144.6	5	166.6	11	99.8	20	154.8	13	146.7	12	82.7	32
1988	59.4	48	80.4	43	67.4	45	100.3	41	96.1	34	60.0	43
1989	145.6	4	124.7	25	262.3	1	138.7	21	83.4	42	169.5	5
1990	55.8	49	83.9	42	98.9	22	157.7	12	93.6	37	85.3	29
1991	80.0	38	104.7	35	125.8	14	142.4	19	168.1	8	109.4	18
1992	77.6	39	117.6	28	96.0	24	144.3	16	95.7	35	98.2	23
1993	62.0	47	93.9	38	68.9	44	130.1	27	109.3	25	79.9	34
1994	89.9	30	137.1	19	70.6	41	132.1	22	166.1	9	86.2	28
1995	64.7	46	78.3	46	56.7	46	120.7	32	79.7	45	49.4	47
1996	106.3	20	84.8	41	108.5	18	81.3	46	63.7	47	116.4	13
1997	119.1	16	111.6	31	130.3	12	126.4	28	89.0	40	105.8	20
1998	122.5	14	198.4	7	135.6	11	191.7	4	221.8	3	132.1	9
1999	81.4	36	118.7	27	94.5	26	124.3	31	132.1	16	108.4	19
2000	128.7	11	135.2	21	108.0	19	125.5	30	133.6	15	101.3	22

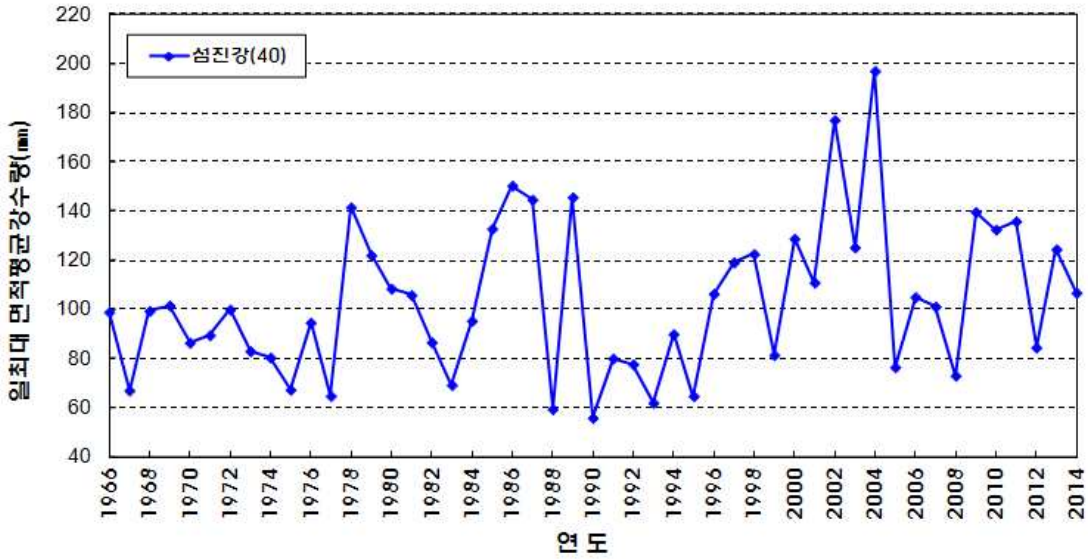
<표 2.4-13> 섬진강, 영산강권역 일최대 면적평균강수량(계속)

(단위 : ㎜)

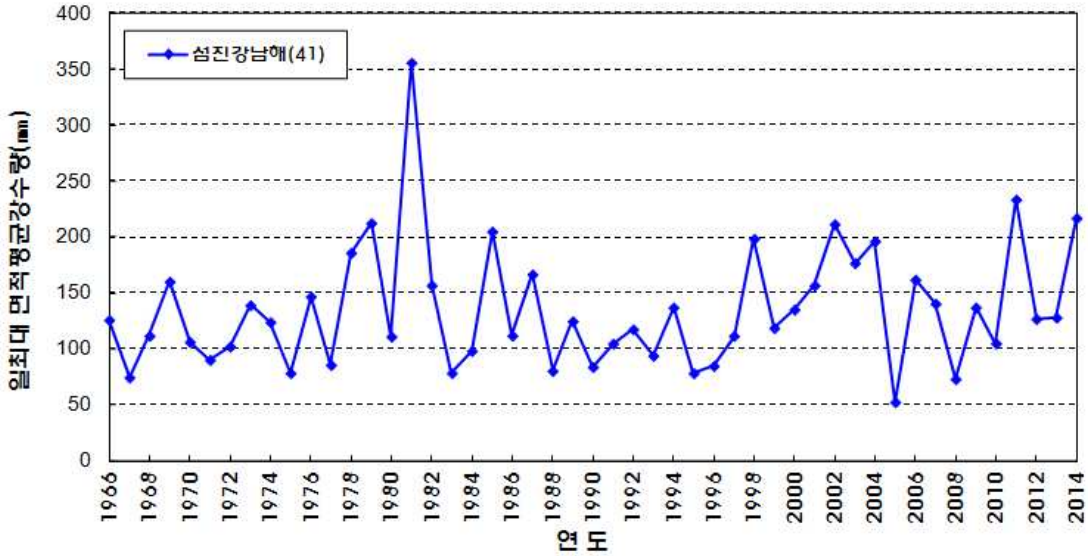
연도	섬진강(40)		섬진강남해(41)		영산강(50)		탐진강(51)		영산강남해(52)		영산강서해(53)	
	강수량	순위	강수량	순위	강수량	순위	강수량	순위	강수량	순위	강수량	순위
2001	110.9	17	156.8	14	94.8	25	131.7	24	149.5	11	112.9	15
2002	177.0	2	211.5	5	119.9	15	178.1	6	172.0	7	93.3	25
2003	125.2	12	176.7	10	84.4	33	116.9	35	112.3	24	90.1	27
2004	197.0	1	196.3	8	241.9	2	170.0	10	261.4	2	150.8	6
2005	76.5	40	52.5	49	50.1	48	107.3	40	115.1	23	55.1	46
2006	105.0	22	161.9	12	99.4	21	144.2	17	104.5	28	91.2	26
2007	101.1	24	140.4	17	87.6	28	118.0	34	109.3	25	94.1	24
2008	73.0	41	73.1	48	69.9	43	77.5	48	103.3	29	70.3	38
2009	139.6	7	137.0	20	166.0	5	143.0	18	165.4	10	112.3	16
2010	132.4	10	104.8	34	144.6	8	111.8	37	83.3	43	127.7	11
2011	135.8	8	233.5	2	83.8	35	174.6	7	126.3	17	170.4	4
2012	84.5	34	126.8	23	115.1	16	170.0	10	146.4	13	170.8	3
2013	124.4	13	128.1	22	112.0	17	99.8	42	102.1	30	116.2	14
2014	106.9	19	217.0	3	86.4	29	172.8	8	105.3	27	109.7	17
평균	103.5		135.0		107.9		144.5		127.9		100.2	



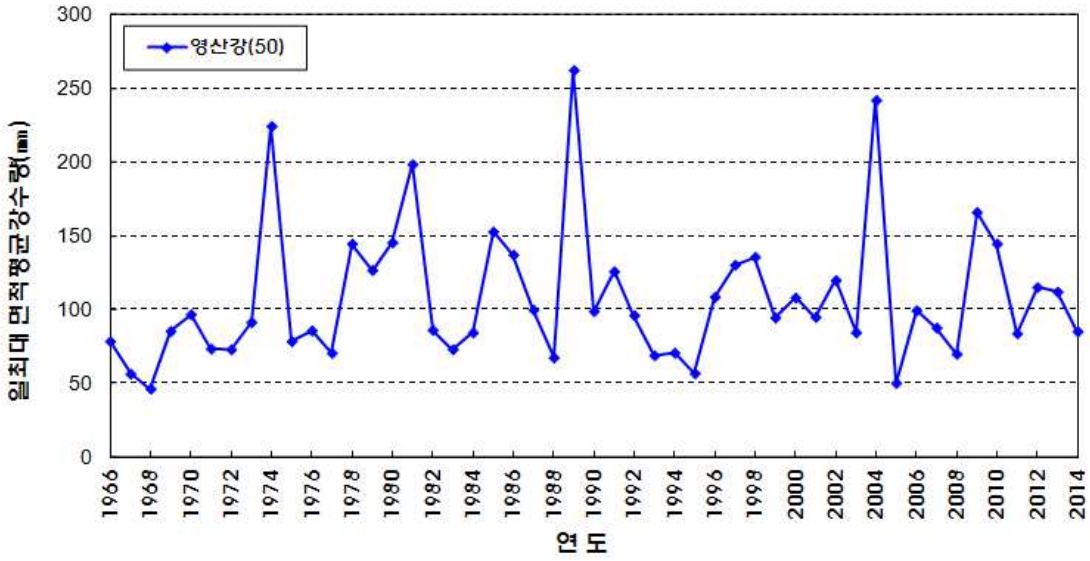
<그림 2.4-32> 섬진강, 영산강권역 2014년 일최대 면적평균강수량 경향



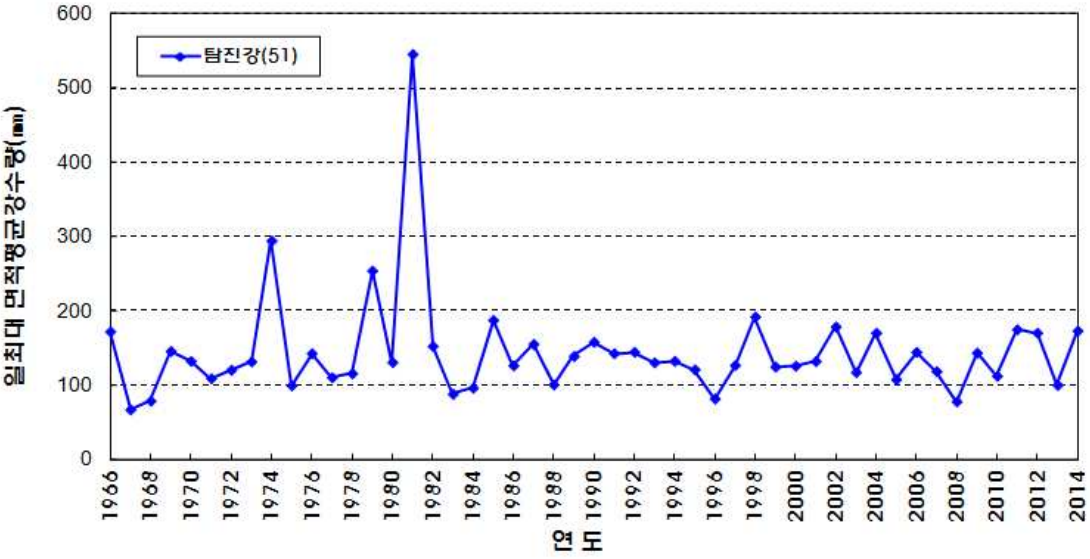
<그림 2.4-33> 섬진강권역 연도별 일최대강수량



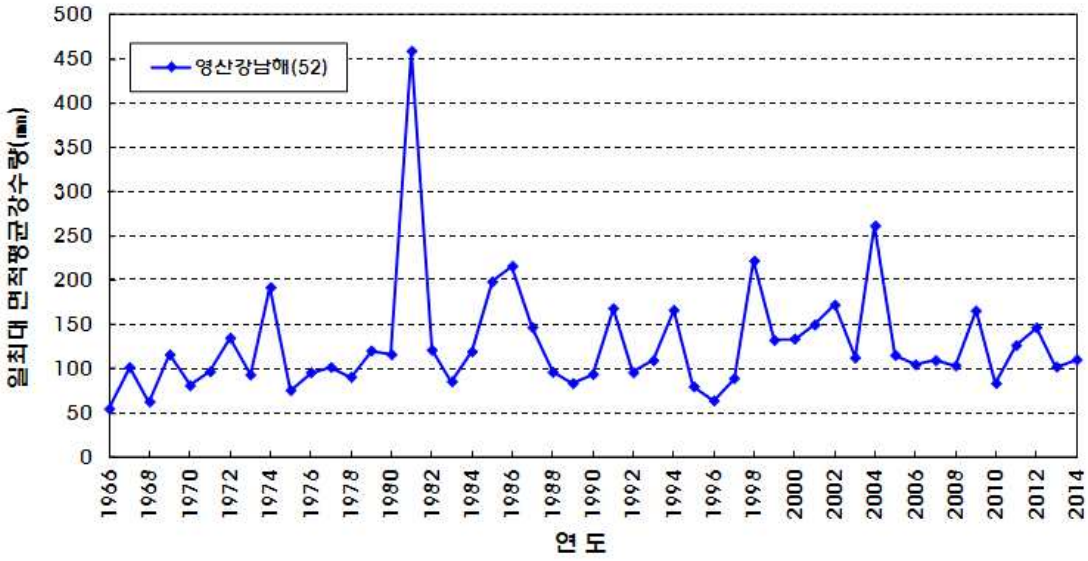
<그림 2.4-34> 섬진강 남해권역 연도별 일최대강수량



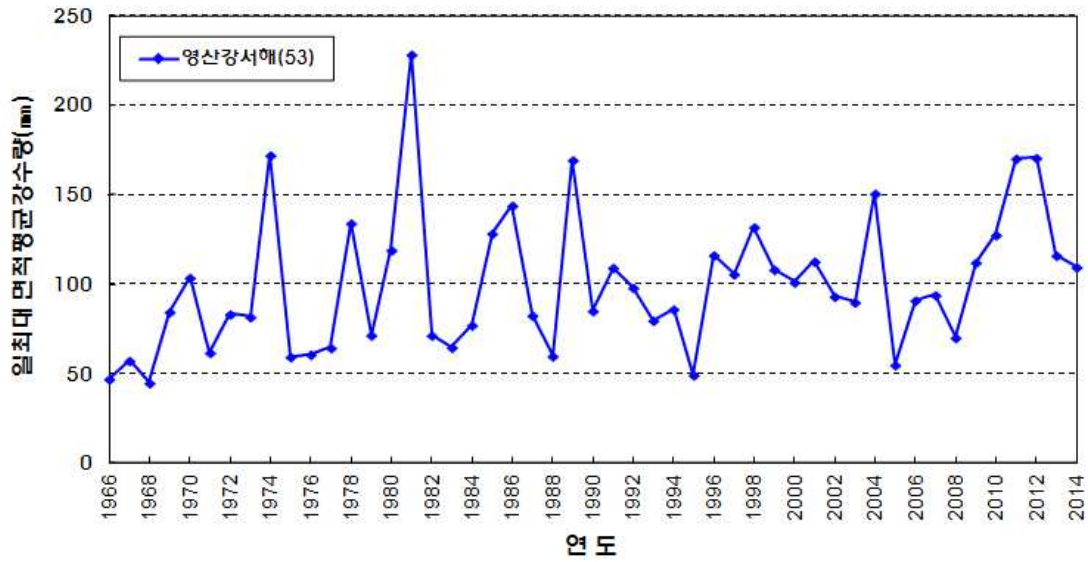
<그림 2.4-35> 영산강권역 연도별 일최대강수량



<그림 2.4-36> 탐진강권역 연도별 일최대강수량



<그림 2.4-37> 영산강 남해권역 연도별 일최대강수량



<그림 2.4-38> 영산강 서해권역 연도별 일최대강수량

<표 2.4-14> 섬진, 영산강권역 순위별 일최대 면적평균강수량과 주요원인

대권역	순위	일최대 면적평균강수량 (㎜)	연도	주요원인
섬진강 (40)	1	197.0	2004	태풍(MEGI)
	2	177.0	2002	태풍(RUSA)
	3	150.3	1986	장마전선, 태풍(NANCY)
	4	145.6	1989	장마전선
	5	144.6	1987	태풍(THELMA)
	6	141.5	1978	장마전선, 태풍(CARMEN)
	7	139.6	2009	기압골, 장마전선
	8	135.8	2011	장마전선
	9	132.8	1985	장마전선
	10	132.4	2010	장마전선
	11	128.7	2000	장마전선
	12	125.2	2003	태풍(MAEMI)
	13	124.4	2013	기압골
	14	122.5	1998	태풍(YANNI)
	15	122.0	1979	태풍(JUDY)
	16	119.1	1997	기압골
	17	110.9	2001	장마전선
	18	108.4	1980	기압골
	19	106.9	2014	태풍(NAKRI, HALONG)
	20	106.3	1996	장마전선
섬진강남해 (41)	1	355.8	1981	태풍(AGNES)
	2	233.5	2011	장마전선
	3	217.0	2014	태풍(NAKRI, HALONG)
	4	212.5	1979	태풍(JUDY)
	5	211.5	2002	태풍(RUSA)
	6	204.9	1985	장마전선
	7	198.4	1998	태풍(YANNI)
	8	196.3	2004	태풍(MEGI)
	9	185.9	1978	장마전선
	10	176.7	2003	태풍(MAEMI)
	11	166.6	1987	태풍(THELMA)
	12	161.9	2006	장마전선, 태풍(EWINIAR)
	13	160.2	1969	기압골
	14	156.8	1982	장마전선
	15	156.8	2001	장마전선
	16	146.8	1976	기압골
	17	140.4	2007	기압골, 태풍(NARI)
	18	139.1	1973	기압골
	19	137.1	1994	태풍(DOUG)
	20	137.0	2009	기압골, 장마전선

<표 2.4-14> 섬진영산강권역 순위별 일최대 면적평균강수량과 주요원인(계속)

대권역	순위	일최대 면적평균강수량 (㎜)	연도	주요원인
영산강 (50)	1	262.3	1989	장마전선
	2	241.9	2004	태풍(MEGI)
	3	224.4	1974	기압골
	4	198.4	1981	태풍(AGNES)
	5	166.0	2009	기압골, 장마전선
	6	152.8	1985	장마전선
	7	145.5	1980	태풍(NORRIS)
	8	144.6	1978	장마전선, 태풍(POLLY)
	9	144.6	2010	장마전선
	10	137.1	1986	장마전선, 태풍(NANCY)
	11	135.6	1998	태풍(YANNI)
	12	130.3	1997	기압골
	13	126.7	1979	태풍(JUDY)
	14	125.8	1991	기압골
	15	119.9	2002	기압골
	16	115.1	2012	태풍(TEMBIN)
	17	112.0	2013	기압골
	18	108.5	1996	장마전선
	19	108.0	2000	장마전선
	20	99.8	1987	태풍(THELMA)
탐진강 (51)	1	545.2	1981	태풍(AGNES)
	2	294.0	1974	기압골
	3	253.6	1979	태풍(JUDY)
	4	191.7	1998	태풍(YANNI)
	5	187.1	1985	장마전선
	6	119.9	2002	기압골
	7	174.6	2011	장마전선
	8	172.8	2014	태풍(NAKRI, HALONG)
	9	171.8	1966	태풍(BETTY)
	10	170.0	2004	기압골
	11	170.0	2012	태풍(BOLAVEN)
	12	157.7	1990	장마전선, 태풍(OPELIA)
	13	154.8	1987	태풍(THELMA)
	14	152.1	1982	태풍(CECIL)
	15	145.4	1969	기압골
	16	144.3	1992	태풍(TED)
	17	144.2	2006	기압골
	18	143.0	2009	기압골, 장마전선
	19	142.4	1976	기압골
	20	142.4	1991	기압골

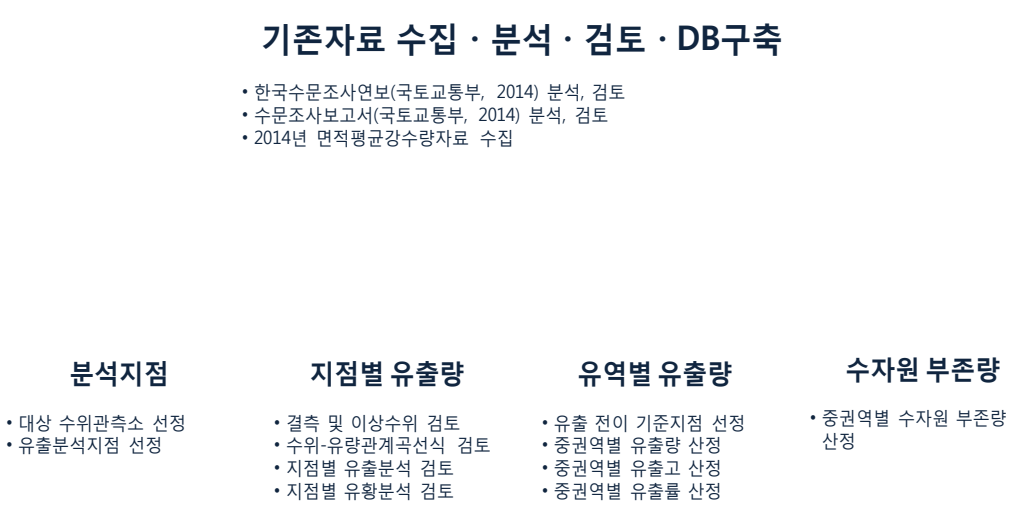
<표 2.4-14> 섬진영산강권역 순위별 일최대 면적평균강수량과 주요원인(계속)

대권역	순위	일최대 면적평균강수량 (㎜)	년도	주요원인
영산강남해 (52)	1	459.0	1981	태풍(AGNES)
	2	261.4	2004	태풍(MEGI)
	3	221.8	1998	태풍(YANNI)
	4	215.9	1986	태풍(VERA)
	5	198.2	1985	장마전선
	6	191.9	1974	기압골
	7	172.0	2002	기압골
	8	168.1	1991	기압골
	9	166.1	1994	태풍(DOUG)
	10	165.4	2009	기압골, 장마전선
	11	149.5	2001	장마전선
	12	146.7	1987	태풍(THELMA)
	13	146.4	2012	태풍(TEMBIN)
	14	134.7	1972	장마전선
	15	133.6	2000	태풍(SAOMAI)
	16	132.1	1999	태풍(OLGA)
	17	126.3	2011	장마전선
	18	121.1	1982	장마전선
	19	120.2	1979	태풍(JUDY)
	20	119.3	1984	기압골
영산강서해 (53)	1	228.5	1981	태풍(AGNES)
	2	172.2	1974	기압골
	3	170.8	2012	태풍(TEMBIN)
	4	170.4	2011	기압골
	5	169.5	1989	장마전선
	6	150.8	2004	태풍(MEGI)
	7	144.1	1986	장마전선, 태풍(NANCY)
	8	134.2	1978	장마전선, 태풍(POLLY)
	9	132.1	1998	태풍(YANNI)
	10	128.5	1985	장마전선
	11	127.7	2010	장마전선
	12	119.2	1980	태풍(NORRIS)
	13	116.4	1996	장마전선
	14	116.2	2013	기압골
	15	112.9	2001	장마전선
	16	112.3	2009	기압골, 장마전선
	17	109.7	2014	기압골
	18	109.4	1991	기압골
	19	108.4	1999	태풍(BART)
	20	105.8	1997	기압골

2.4.3 수위-유량관계곡선식에 의한 유출분석

국내와 같이 계절별 수문량의 변화가 심한 지역에서는 갈수기와 홍수기의 구분이 뚜렷하게 나타나며 계절별 유량 또한 변화폭이 크다. 따라서 수위자료의 객관적이고 정확한 보정을 위해서는 연도별 수위자료를 분석지점별로 도시하여 수문자료의 경향성을 파악하고 불확실한 수문 거동을 나타내는 수위자료를 대상으로 상하류 수위자료와의 상관분석을 통하여 선형회귀식을 유도·적용하여야 한다. 또한 강우의 발생여부를 고려하여 수위자료의 수문학적 강우-유출변화 양상이 유지되도록 보정하여야 한다.

국내의 경우 국토교통부, 한국수자원공사, 한국수력원자력 등에서 많은 수위관측소를 운영하고 있으나 가장 신뢰성 높은 유량을 생산하는 국토교통부 측정지점 199개소를 대상으로 수위자료 수집과 보정을 수행하고, 수위-유량관계곡선식과 자동유량 측정값을 이용하여 유출량을 산정하고 이를 토대로 유황분석과 유역별 유출특성을 분석하였다. 전체적인 유출분석 흐름은 〈그림 2.4-39〉와 같다.



<그림 2.4-39> 수위-유량관계곡선식에 의한 유출분석 흐름도

가. 대상 수위관측소

1) 수위관측소 현황

수위관측을 실시하고 있는 기관들은 국토교통부 홍수통제소, 한국수자원공사, 한국수력원자력 등이 있다. 또한 그 외에 각 지방자치단체가 운영 중인 수위관측소도 있으나 이들은 재해방지가 주목적이기 때문에 홍수기에만 관측을 실시하므로 자료의 연속성이 없어 자료의 활용가치가 낮다.

〈표 2.4-15〉와 〈그림 2.4-40〉은 조사대상 관측소 현황을 나타낸 것이다. 총 수위관측소의 개소수는 629개소로 국토교통부 관할이 476개소, 한국수자원공사 관할이 140개소, 한국농어촌공사 관할이 4개소, 한국수력원자력 관할이 7개소, 국립환경과학원 관할이 2개소로 조사되었다. 또한, 권역별로는 한강권역이 176개소, 낙동강권역이 194개소, 금강권역이

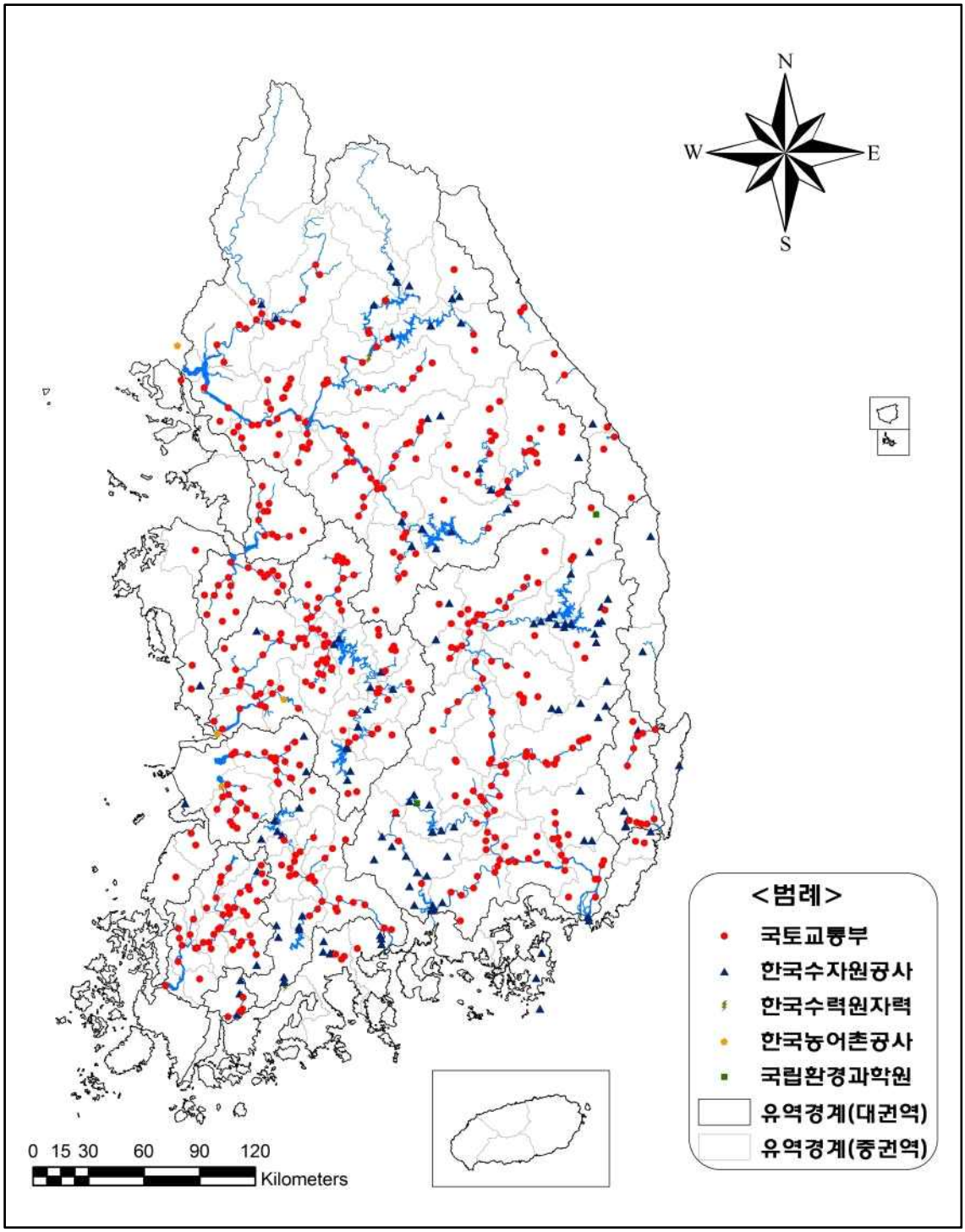
153개소, 섬진강·영산강권역이 106개소로 낙동강권역이 가장 많은 것으로 조사되었다.

본 과업에서는 629개 조사대상 수위관측소 중에서 〈표 2.4-15〉와 〈그림 2.4-40〉과 같이 국토교통부에서 2014년에 유량측정을 수행한 199개 수위관측소만을 유출분석 대상지점으로 선정하였다. 유출분석 대상지점으로 선정된 199개 지점은 2014년도에 유량측정이 수행되어 수위-유량관계곡선식이 개발된 지점과 또한 자동유량관측소 지점을 포함한다. 본 과업에서는 수위-유량관계곡선식과 자동유량자료로 대상지점의 유량을 정량화하여 유출분석 시에 활용하였다. 629개 수위관측소의 세부현황에 관해서는 〈부록 2.4.3 가. 수위관측소 세부현황〉에 수록하였다.

<표 2.4-15> 수위관측소 현황

유 역	국토교통부			한국수자원공사			한국농어촌공사			국립환경과학원			한국수력원자력			합계		
	TM	자기	소계	TM	자기	소계	TM	자기	소계	TM	자기	소계	TM	자기	소계	TM	자기	소계
전 국	476		476	138	2	140	4		4	2		2	7		7	627	2	629
한 강	122		122	27		27							6		6	155		155
안성천	11		11													11		11
양양남대천	2		2													2		2
삼척오십천	2		2													2		2
강릉남대천	1		1													1		1
한강서해	1		1													1		1
한강동해	3		3	1		1										4		4
낙동강	110		110	56		56				2		2				168		168
형산강	6		6	1		1										7		7
태화강	5		5	4		4										9		9
영덕오십천				1		1										1		1
서낙동강	1		1													1		1
회야강	2		2													2		2
낙동강동해				3		3										3		3
낙동강남해				3		3										3		3
금 강	80		80	14		14	2		2							96		96
삽교천	18		18				1		1							19		19
만경강	16		16		2	2										16	2	18
동진강	13		13				1		1							14		14
금강서해	3		3	3		3										6		6
섬진강	26		26	12		12							1		1	39		39
섬진강남해	4		4	8		8										12		12
영산강	43		43	2		2										45		45
탐진강	4		4	3		3										7		7
영산강서해	3		3													3		3
영산강남해																		
기 타																		

〔출처〕 한국수문조사연보(수위편)(2014, 국토교통부)



<그림 2.4-40> 수위관측소 현황도

2) 분석지점 선정

본 과업에서는 앞에서 제시된 629개 조사대상 수위관측소 중에서 유량측정 유무와 관측소의 중요도 등을 고려하여 우선적으로 분석대상 수위관측소를 선정하였다. 또한 수위자료 및 수위-유량관계곡선의 안정성과 통계량 특성도 분석지점 선정 시에 반영하였다. 본 과업에서는 〈표 2.4-16〉과 같이 한강권역 57개, 낙동강권역 61개, 금강권역 38개, 섬진·영산강권역 43개소 등 총 199개소의 수위관측소를 선정하였다. 유출분석 대상지점으로 선정된 수위관측소 현황은 〈그림 2.4-41〉과 같으며, 권역별 주요 수위관측소를 표시한 모식도는 〈그림 2.4-42〉~〈그림 2.4-46〉에 나타내었다.

<표 2.4-16> 유출분석지점

권역명	관측소명	하천명	중권역코드	하구로부터 거리(㎞)	유역면적 (㎢)	비고
한강권역	송천	송천	1001	1.03	350.30	
	나전	오대천	1001	0.23	451.67	배수영향(고수위)
	정선2	한강	1001	381.32	1,693.07	
	거운	한강	1001	322.61	2,274.28	
	영월	한강	1001	311.45	2,436.08	배수영향(고수위)
	평창	평창강	1002	70.87	696.93	
	안흥	주천강	1002	58.27	187.45	
	주천	주천강	1002	14.78	533.69	
	신천	주천강	1002	0.96	599.66	
	팔괴	평창강	1002	1.09	1,766.97	배수영향(고수위)
	옥동	옥동천	1003	4.01	483.67	
	영춘	한강	1003	285.20	4,775.72	자동유량
	비도	쌍천	1004	3.01	166.39	
	목도	달천	1004	27.26	1,063.97	
	남한강	한강	1005	162.55	8840.92	자동유량 섬강배수(고수위)
	장현	섬강	1006	32.96	930.05	
	간현	섬강	1006	19.10	1,186.83	
	문막	섬강	1006	11.20	1,347.96	
	청미	청미천	1007	14.23	519.50	
	우만	한강	1007	151.89	10,947.23	자동유량 강천보 영향
	여주	한강	1007	144.77	11,114.18	자동유량 여주보 영향
	율극	양화천	1007	3.15	177.33	

<표 2.4-16> 유출분석지점(계속)

권역명	관측소명	하천명	중권역코드	하구로부터 거리(㎞)	유역면적 (㎢)	비고
한강권역	흥천	복하천	1007	4.42	294.78	
	이포	한강	1007	128.77	11,774.88	자동유량 이포보 영향
	흑천교	흑천	1007	2.55	307.23	
	양평	한강	1007	117.78	12,207.25	자동유량 팔당호 배수영향
	왕성동	내린천	1012	20.14	390.65	
	현리	방태천	1012	0.59	194.23	
	가평	가평천	1013	0.65	304.10	
	화촌	홍천강	1014	84.23	522.35	
	굴운	홍천강	1014	74.08	724.71	
	서면	홍천강	1014	27.39	1,327.34	
	조종	조종천	1015	1.38	258.08	북한강 배수영향(고수위)
	월촌	경안천	1016	23.46	149.10	
	경안	경안천	1016	13.57	261.46	
	부평	왕숙천	1018	20.70	94.97	
	퇴계원	왕숙천	1018	8.41	201.50	
	궁내	탄천	1018	19.59	81.07	
	성남	탄천	1018	7.94	203.85	
	우이	우이천	1018	2.00	23.37	
	중랑교	중랑천	1018	8.83	208.53	자동유량
	한강대교	한강	1018	56.92	24,922.54	자동유량 조위영향
	시흥	안양천	1018	12.81	139.74	
	신정	안양천	1018	6.00	214.89	한강 배수영향
	군남	임진강	1021	69.92	4,228.71	고수위 만곡영향
	장수	화강	1022	9.02	364.74	
	정연	한탄강	1022	81.18	363.57	
	관인	한탄강	1022	48.38	1,113.37	
	은현	포천천	1022	0.60	240.35	
	영중	영평천	1022	12.58	467.33	
	청산	신천	1022	1.84	200.96	

<표 2.4-16> 유출분석지점(계속)

권역명	관측소명	하천명	중권역코드	하구로부터 거리(㎞)	유역면적 (㎢)	비고
한강권역	전곡	한탄강	1022	7.20	2,234.94	
	적성	임진강	1023	50.60	6,800.09	자동유량
	화산	황구지천	1101	15.82	150.22	
	양령	안성천	1101	29.55	490.75	
	팽성	안성천	1101	19.43	1,407.49	자동유량 아산호 배수영향
	양양	양양남대천	1301	3.59	454.61	
낙동강권역	장성	황지천	2001	7.13	126.33	
	분천	낙동강	2001	443.89	510.53	
	길안	길안천	2002	15.50	418.79	
	대사	길안천	2002	32.72	332.19	
	운산	미천	2003	19.44	280.46	
	구담	낙동강	2003	297.29	4,341.57	자동유량 구담보 영향
	봉화	내성천	2004	87.60	156.77	
	월호	서천	2004	3.92	347.26	
	조제	내성천	2004	45.98	914.56	
	월포	내성천	2004	26.62	1,158.80	
	향석	내성천	2004	3.92	1,514.28	
	산양	금천	2004	5.26	212.10	
	갈마	영강	2005	35.85	286.49	
	점촌	영강	2005	11.27	609.42	
	동문	병성천	2006	5.85	177.23	
	사벌	낙동강	2007	266.55	7,342.22	자동유량 상주보 영향
	덕은	쌍계천	2008	11.04	183.26	
	비안	위천	2008	25.05	1,212.02	
	무성	위천	2008	71.18	472.69	
	용곡	위천	2008	13.13	1,312.19	
	낙동	낙동강	2009	239.95	9,399.97	자동유량 낙단보 영향
	일선교	낙동강	2009	227.19	9,532.76	자동유량
	지품	감천	2010	47.59	255.44	

<표 2.4-16> 유출분석지점(계속)

권역명	관측소명	하천명	중권역코드	하구로부터 거리(㎞)	유역면적 (㎢)	비고
낙동강권역	김천	감천	2010	29.37	456.40	
	선산	감천	2010	4.43	987.52	
	구미	낙동강	2011	205.34	10,915.39	자동유량 칠곡보 영향
	왜관	낙동강	2011	191.52	11,103.91	자동유량 칠곡보, 강정고령보 영향
	성주	낙동강	2011	177.85	11,220.82	자동유량 강정고령보 영향
	단포교	자호천	2012	1.77	326.88	
	금호	금호강	2012	54.89	926.93	
	도천	낙동강	2012	403.06	1,089.70	
	동호	금호강	2012	36.71	1,386.90	
	성서	금호강	2012	1.22	2,090.22	자동유량 낙동강 배수영향
	쌍림	안림천	2013	7.80	220.32	
	개진2	회천	2013	8.21	749.77	자동유량 낙동강 배수영향
	고령교	낙동강	2014	151.07	13,972.04	자동유량 달성보 영향
	현풍	낙동강	2014	143.40	14,041.34	자동유량 달성보 창녕합천보 영향
	이방	낙동강	2014	120.35	15,052.90	자동유량 창녕합천보 영향
	죽고	황강	2016	7.70	1,240.66	낙동강 배수영향
	적포교	낙동강	2017	110.13	16,433.12	자동유량 창녕합천보 영향
	세간	유곡천	2017	4.72	92.16	
	단성	남강	2018	100.73	1,710.10	남강댐 배수영향
	두문	영천강	2019	14.23	133.77	
	덕곡	남강	2019	51.52	2,755.35	
	정암	남강	2019	26.68	2,990.66	자동유량 낙동강 배수영향
	거룡강	남강	2019	0.46	3,466.42	자동유량 낙동강 배수영향
	진동	낙동강	2020	81.88	20,354.77	자동유량 함안창녕보 영향
	임해진	낙동강	2020	69.28	20,726.95	자동유량 하구둑 배수영향
	상동	밀양강	2021	30.34	889.43	
	금곡	단장천	2021	6.03	332.19	
	밀양1	밀양강	2021	20.68	1,288.56	
	삼랑진	낙동강	2022	44.77	22,775.43	자동유량 하구둑 배수영향

<표 2.4-16> 유출분석지점(계속)

권역명	관측소명	하천명	중권역코드	하구로부터 거리(㎞)	유역면적 (㎢)	비고
낙동강권역	소토	양산천	2022	11.04	137.18	가동보 영향
	구포	낙동강	2022	12.07	23,346.91	자동유량 하구둑 배수영향
	경주2	형산강	2101	33.37	443.31	
	기계2	기계천	2101	7.69	156.45	
	안강	형산강	2101	13.56	1,000.09	
	포항	형산강	2101	2.30	1,136.31	자동유량 조위영향
	조동	태화강	2201	25.59	208.47	
	구영	태화강	2201	14.30	369.86	
	울산	태화강	2201	7.60	436.59	자동유량 조위영향
금강권역	월곡	금강	3001	369.76	102.20	
	부남	금강	3002	313.76	994.90	
	무주	무주남대천	3003	5.73	385.50	
	제원	금강	3004	269.12	1,611.40	
	남일	봉황천	3004	13.99	65.50	
	황간	초강	3005	33.02	237.80	
	심천	초강	3005	0.81	664.30	본류 배수영향
	산계교	보청천	3007	14.44	483.80	
	옥각교	소옥천	3008	5.26	158.00	
	금산	봉황천	3008	0.89	211.50	
	용촌	갑천	3009	34.90	82.70	
	방동	두계천	3009	8.36	50.00	
	유성	갑천	3009	16.90	251.10	
	둔산	유등천	3009	1.86	276.60	
	회덕	갑천	3009	10.32	609.40	하수처리장 영향 배수영향
	부강	금강	3010	112.86	5,006.30	자동유량 대청댐 방류 영향
	덕산	한천	3011	0.35	84.50	
	오창	미호천	3011	39.53	577.60	
	북일	미호천	3011	32.55	908.00	
	석화	미호천	3011	16.22	1,594.10	

<표 2.4-16> 유출분석지점(계속)

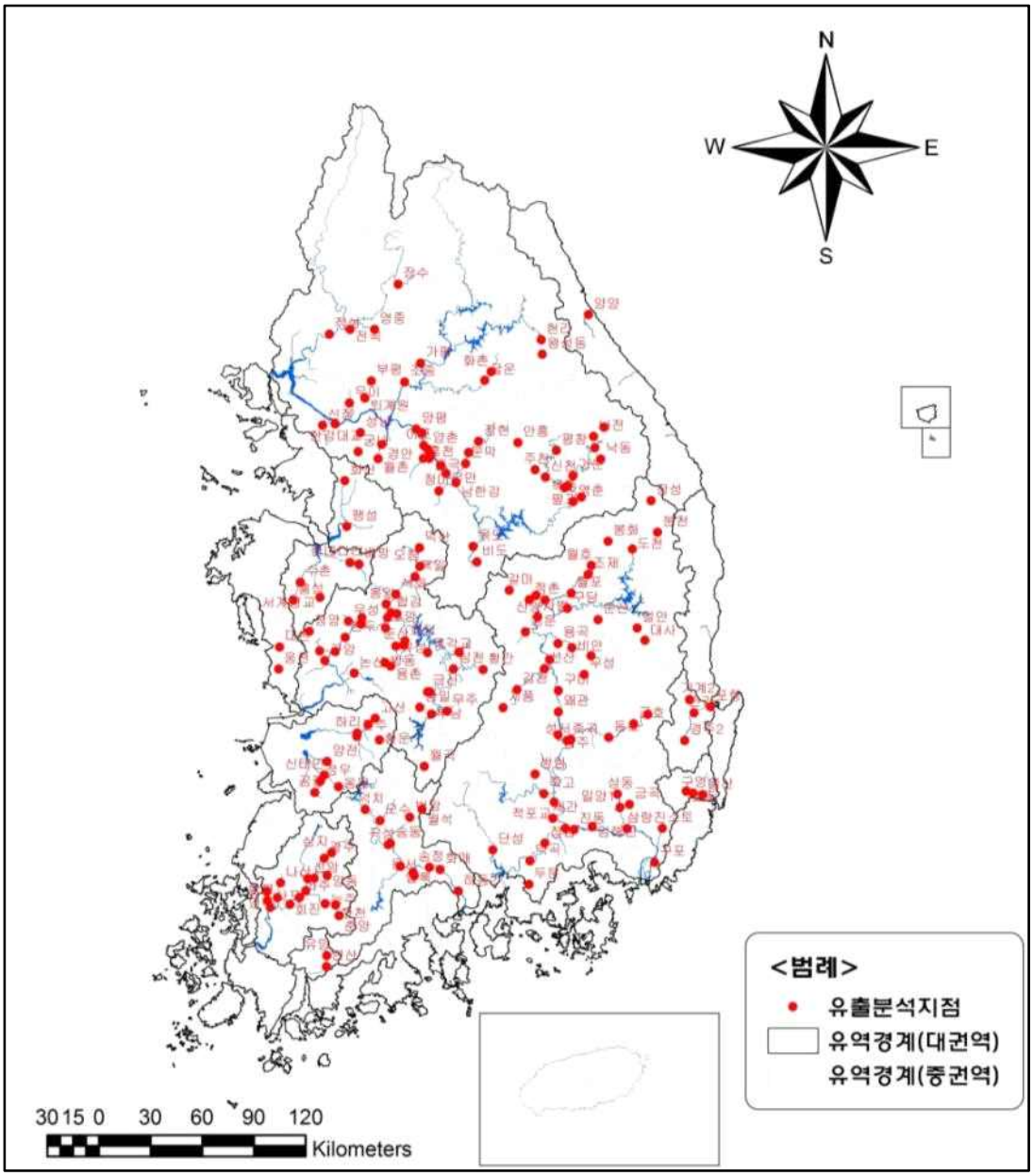
권역명	관측소명	하천명	중권역코드	하구로부터 거리(㎞)	유역면적 (㎢)	비고
금강권역	봉암	월하천	3011	1.68	40.90	
	합강	미호천	3011	1.06	1,852.80	자동유량 금강 배수영향
	도암	용수천	3012	3.54	86.50	
	공주	금강	3012	85.94	7,213.30	자동유량 공주보 영향
	의당	정안천	3012	3.74	118.20	
	우성	유구천	3012	8.24	257.40	
	진두	금강	3012	72.23	7,814.90	자동유량 백제보 영향
	청양	지천	3012	35.30	88.30	
	구룡	지천	3012	7.90	209.00	
	규암	금강	3012	82.59	8,328.80	자동유량 하구둑 배수영향
	양촌	논산천	3013	29.40	137.80	
	논산	논산천	3013	8.46	468.80	
	서계양교	신양천	3101	3.65	154.10	
	홍성	삽교천	3101	45.60	45.90	
	수촌	삽교천	3101	31.70	223.10	
	배방	천안천	3101	3.40	59.40	
	한내다리	곡교천	3101	22.30	285.90	
	웅천	웅천천	3203	3.91	203.20	
	고산	만경강	3301	53.00	288.84	
	봉동	만경강	3301	45.81	342.39	
	황운	소양천	3301	52.645	64.08	
	하리	만경강	3301	36.861	519.07	
	전주	전주천	3301	37.71	277.56	
	대천	만경강	3301	34.10	810.50	자동유량
	옹동	동진강	3302	30.00	111.66	
	신태인	동진강	3302	18.60	219.32	자동유량 제수문 배수영향
	공평	정읍천	3302	28.40	131.75	
	정우	정읍천	3302	20.80	196.99	
	양전	원평천	3302	14.935	141.93	

<표 2.4-16> 유출분석지점(계속)

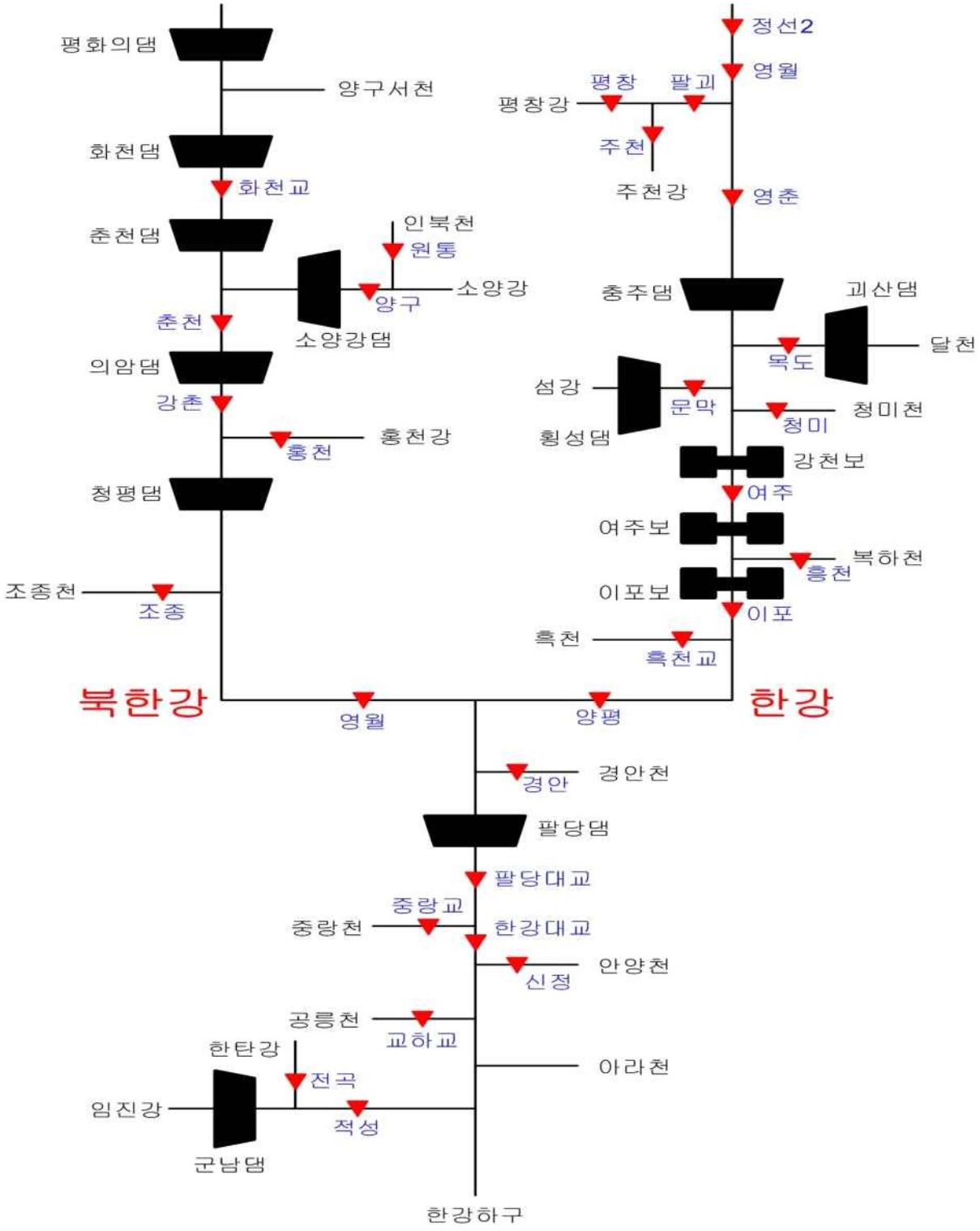
권역명	관측소명	하천명	중권역코드	하구로부터 거리(㎞)	유역면적 (㎢)	비고
섬진강권역	덕치	섬진강	4002	125.41	854.87	
	오수	오수천	4003	111.80	357.66	
	적성	섬진강	4004	105.50	1,389.45	
	곡성	섬진강	4004	80.46	1,795.71	
	월석	요천	4005	109.76	167.35	
	번암	요천	4005	100.46	221.35	
	송동	요천	4005	79.46	472.81	
	압록	섬진강	4006	62.70	2,474.03	
	죽곡	보성강	4008	67.45	1,273.61	
	용서	황전천	4009	55.04	128.73	
	구례2	섬진강	4009	54.13	3,827.75	
	송정	섬진강	4009	40.26	4,274.90	
	화개	섬진강	4009	33.06	4,478.64	
	하동2	섬진강	4009	14.08	4,621.07	자동유량 조위영향
영산강권역	삼지	영산강	5001	99.63	234.96	
	광주	영산강	5001	93.72	442.58	
	양동	광주천	5001	89.19	44.22	
	마륵	영산강	5001	78.53	683.50	자동유량 승촌보 영향
	선암	황룡강	5002	77.57	555.08	
	춘양	지석천	5003	98.67	144.67	
	한천	지석천	5003	90.14	229.54	
	능주	지석천	5003	83.29	410.45	
	본동	영산강	5004	68.75	1,324.43	자동유량 승촌보 영향
	나주	영산강	5004	63.68	2,055.78	자동유량 죽산보 영향
	회진	영산강	5004	53.84	2,276.12	자동유량 죽산보 영향
	나산	고막원천	5005	16.70	130.00	
	학교	고막원천	5006	50.50	193.42	
	사포	영산강	5006	37.80	2,599.85	자동유량 하구둑 배수영향
	영수	함평천	5006	48.41	96.75	

<표 2.4-16> 유출분석지점(계속)

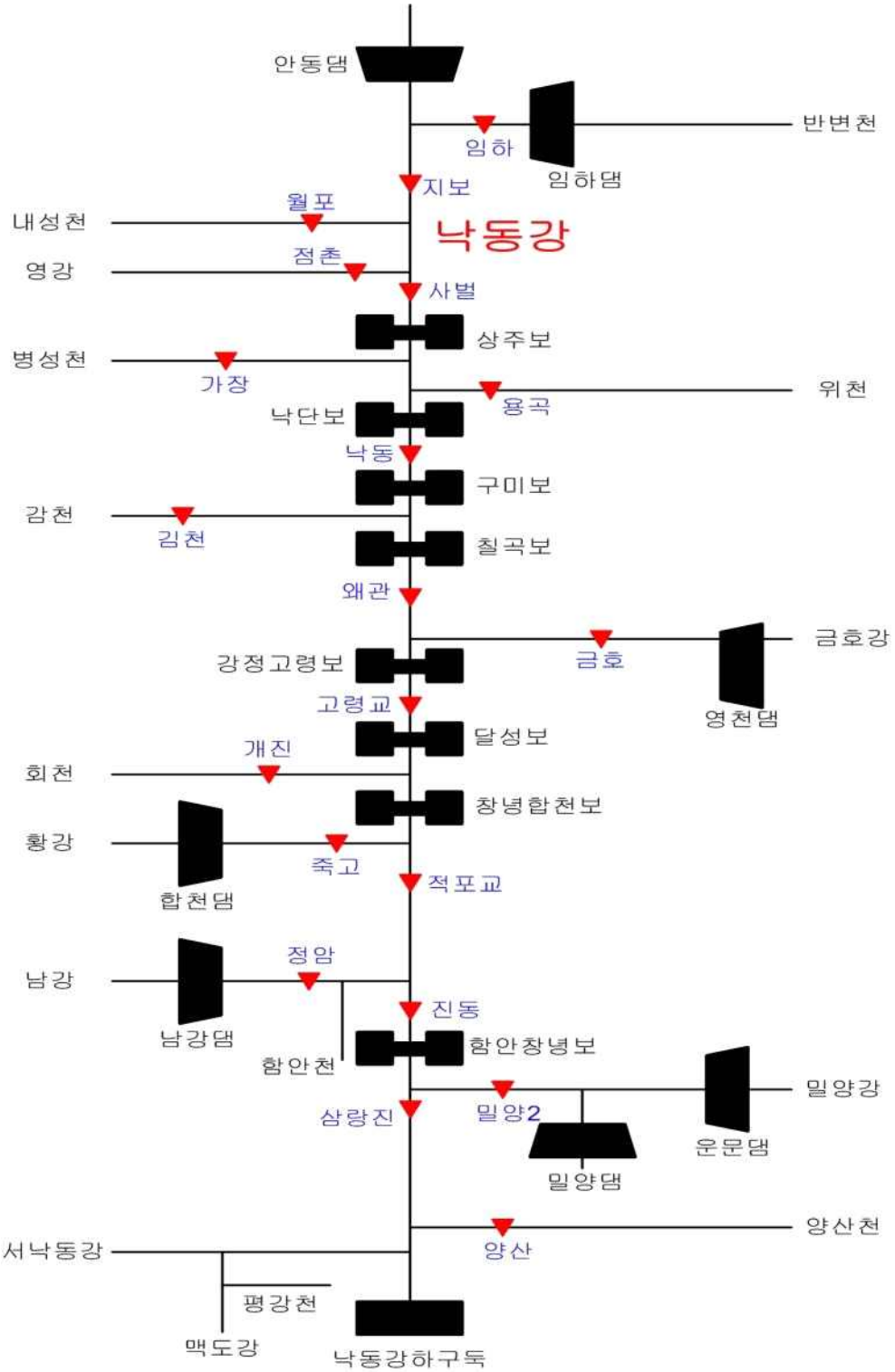
권역명	관측소명	하천명	중권역코드	하구로부터 거리(㎞)	유역면적 (㎢)
영산강권역	함평	함평천	5006	43.15	115.25
	유양	탐진강	5101	22.51	202.53
	연산	탐진강	5101	15.12	266.95



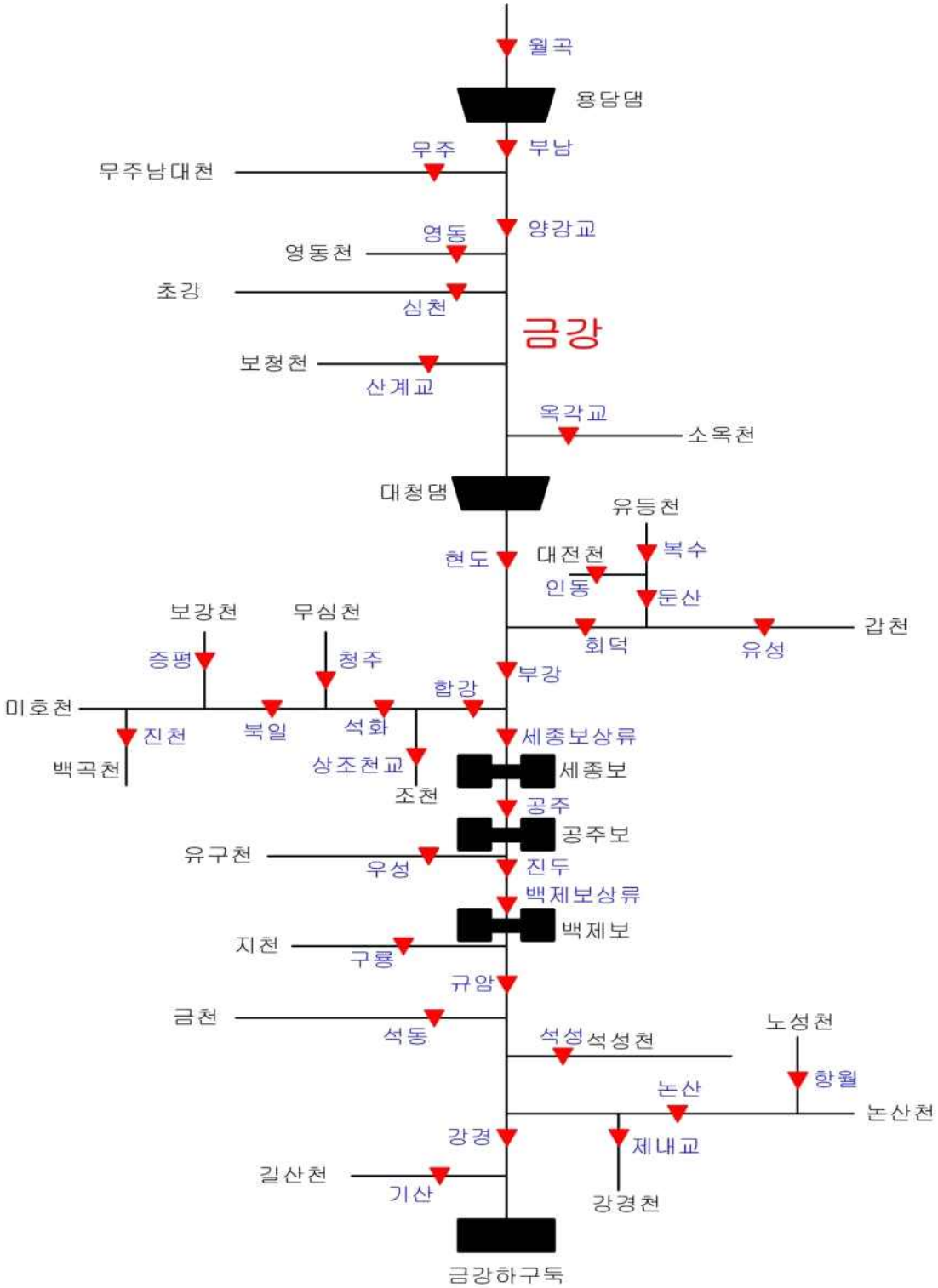
<그림 2.4-41> 유출분석지점 위치도



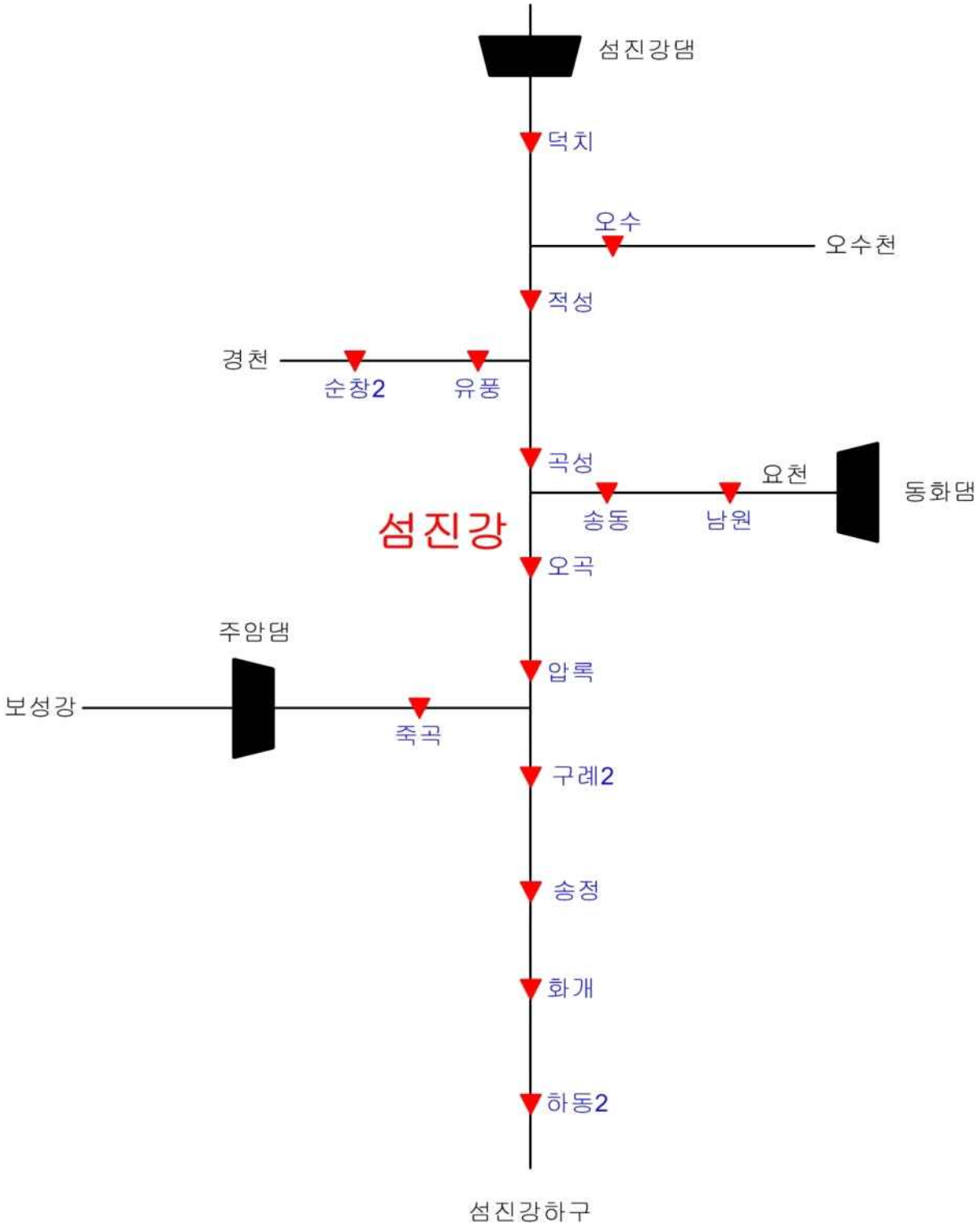
<그림 2.4-42> 한강권역 모식도



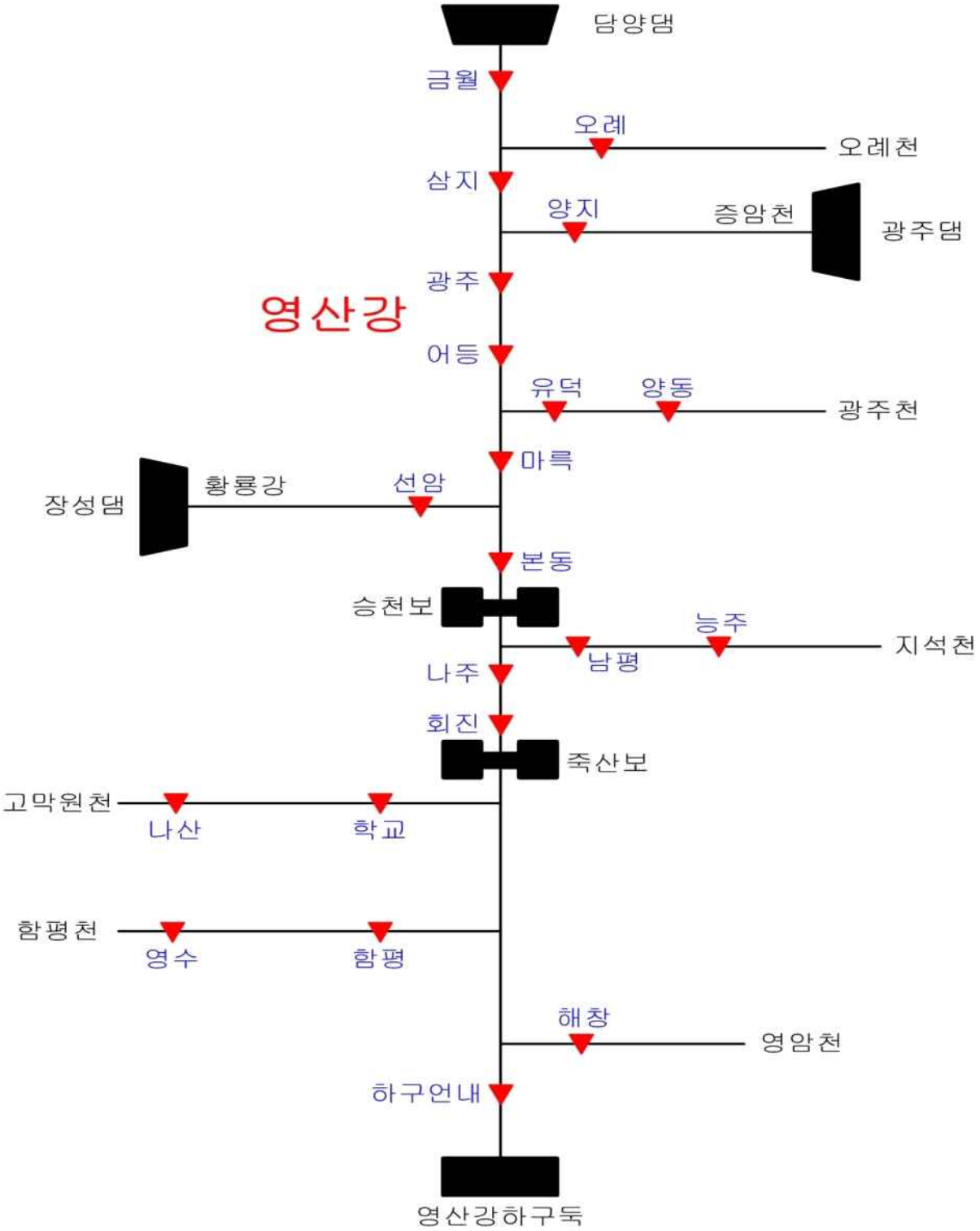
<그림 2.4-43> 낙동강권역 모식도



<그림 2.4-44> 금강권역 모식도



<그림 2.4-45> 섬진강권역 모식도



<그림 2.4-46> 영산강권역 모식도

나. 유출량 산정

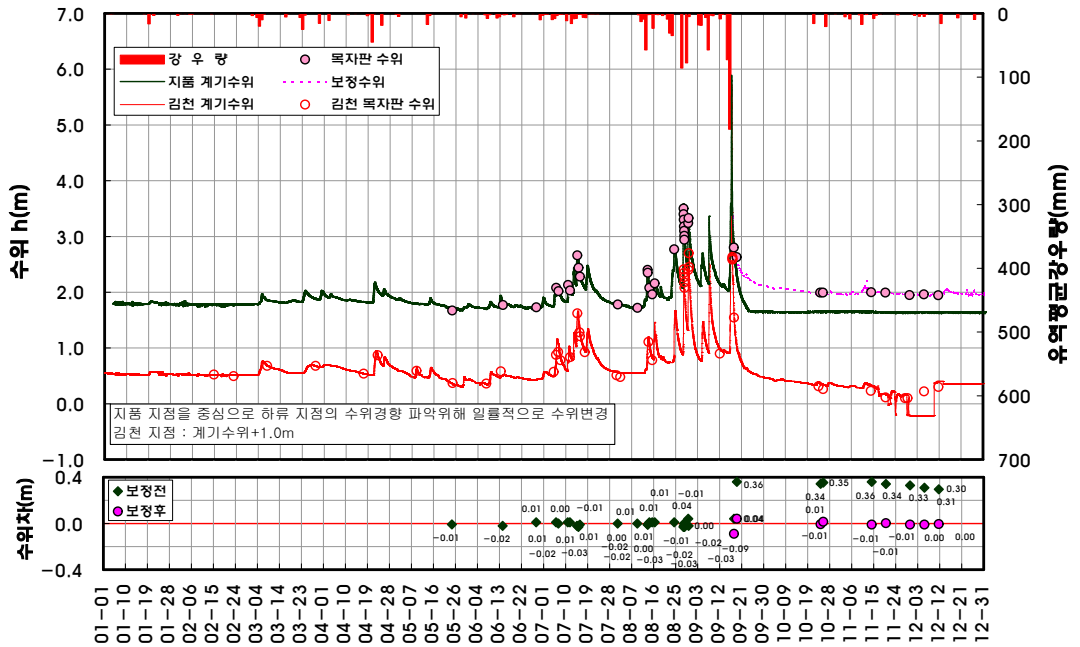
강수로 인하여 발생한 물은 증발과 증산, 침투와 침루, 지하수 등의 순환과정을 거치면서 결국 하천유량의 형태로 하도를 흐르게 되며 이와 같은 일련의 과정을 유출이라 한다. 유출분석은 하천유량과 유황을 정량적으로 파악하여 수자원의 최적이용 및 관리를 도모하고 유역내 수자원개발로 인한 하천유량의 흐름양상을 양적으로 비교하여 개발로 인한 효과를 분석하기 위함에 목적이 있다.

1) 결측 및 이상수위 보완, 보정

유출분석을 위한 수위관측소는 일부 결측 및 이상수위가 발생한다. 이러한 현상은 유량환산시 큰 오차를 유발하게 되며 이는 수자원량 분석에 심각한 문제로 이어진다. 따라서 '2014년 수문조사보고서(국토교통부)'에 품질관리가 된 수위를 사용하여 자료의 질을 확보하였다. '2014년 수문조사보고서(국토교통부)'에 의하면 일부 단순결측의 경우 내삽하여 수위자료를 보정하였으며, 결측기간이 길거나 수위가 급변할때 결측이 발생한 경우 상하류 관측소의 관계식을 이용하여 수위를 보정하였다. 또한 유출분석을 수행하는 수위관측소에 대하여 연간 주기적, 수시적으로 현장점검을 통하여 수위품질을 관리하였으며 이러한 결과로 양질의 수위자료를 확보할 수 있었다. 수위품질관리 결과에 대한 내용은 "2014년 수문조사보고서(국토교통부)"에서 수록되어 있으며 본 보고서에서는 따로 수록하지 않았다. 〈표 2.4-17〉과 〈그림 2.4-47〉은 수위품질관리의 한 예를 보여준다.

<표 2.4-17> 결측·이상수위 보완·보정을 위한 비교수위관측소(예)

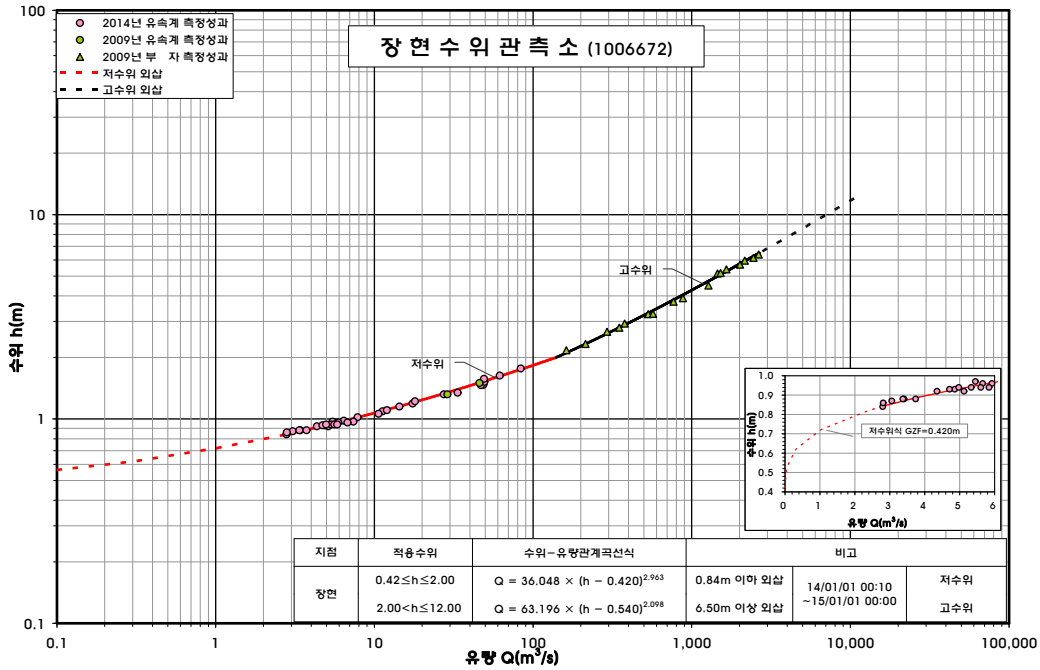
유역	수위관측소명	비교수위관측소
낙동강유역	지품	김천(압력식 수위계)



<그림 2.4-47> 지품 수위관측소 수위품질관리현황(예)

2) 수위-유량 관계곡선식 선정

본 과업에서는 기본적으로 한국수문조사연보(국토교통부, 2014)에 제시되어있는 수위-유량관계곡선식을 이용하여 유량환산을 실시하였다. 자연하천의 경우 한 개의 수위-유량관계곡선식에 의해 유량환산이 가능하다. 그러나 보, 이동하상, 하천공사 등이 발생하여 단순 곡선식만으로는 유량환산이 어려운 지점도 존재한다. 이러한 지점에서는 현장상황을 고려하여 곡선식 전이 등 다른 방법으로 유량을 환산해야 한다. '2014년 수문조사보고서(국토교통부)'에는 유량환산이 어려운 수위관측소 지점에서 여러 가지 방법으로 유량을 환산하였으며, 환산된 유량자료의 특성을 유출률, 상하류 검토 등을 통해 검증한 자료가 수록되어 있다. 따라서 단순 유량환산이 가능한 수위관측소에 대해서는 유량을 직접 환산하였으며, 일부 지점에서는 '2014년 수문조사보고서(국토교통부)'의 유량자료를 그대로 인용하였다. 또한, 자동유량측정지점의 유량자료를 사용하여 유출분석을 실시하였다. 유출분석에 대상지점에 사용된 수위-유량관계곡선식은 〈부록 2.4.3 나. 수위-유량관계곡선식〉에 정리하여 수록하였다.



<표 2.4-18> 분석지점의 수위-유량 관계곡선식(예)

지 점	적용 수위 (m)	수위-유량관계곡선식	이용자료 연도 /자료수	비 고		
월 촌	$0.62 \le h \le 0.95$	$Q = 130.000 \times (h - 0.620)^{2.390}$	2014/49	0.72m 이하 외삽		14/01/01 00:10 ~15/01/01 00:00
	$0.95 < h \le 1.53$	$Q = 48.500 \times (h - 0.410)^{2.700}$				
	$1.53 < h \le 5.69$	$Q = 44.532 \times (h - 0.310)^{1.968}$		1.68m 이상 외삽		
경 안	$0.30 \le h \le 0.55$	$Q = 255.100 \times (h - 0.300)^{2.500}$	2012/44 2013/24 2014/27	0.43m 이하 외삽	①	14/01/01 00:10 ~14/02/28 12:50
	$0.55 < h \le 0.80$	$Q = 314.500 \times (h - 0.300)^{2.651}$				
	$0.30 \le h \le 0.55$	$Q = 127.520 \times (h - 0.300)^{2.000}$		0.39m 이하 외삽	②	14/02/28 13:00 ~14/05/12 03:10
	$0.55 < h \le 0.80$	$Q = 314.500 \times (h - 0.300)^{2.651}$				
	$0.15 \le h \le 0.48$	$Q = 239.300 \times (h - 0.150)^{3.300}$		0.36m 이하 외삽	③	14/05/12 03:20 ~15/01/01 00:00
	$0.48 < h \le 0.80$	$Q = 207.350 \times (h - 0.300)^{2.050}$				
	$0.80 < h \le 1.50$	$Q = 65.181 \times (h + 0.100)^{2.503}$				14/01/01 00:10 ~15/01/01 00:00
	$1.50 \le h \le 7.50$	$Q = 92.728 \times (h + 0.100)^{1.753}$		3.60m 이상 외삽		
	하천공사가 이루어짐(공사기간 14/02/28 13:00 ~ 14/05/12 03:10)					
부 평	$0.04 \le h \le 0.22$	$Q = 314.200 \times (h - 0.040)^{3.430}$	2010/27 2014/24	0.15m 이하 외삽		14/01/01 00:10 ~15/01/01 00:00
	$0.22 < h \le 0.60$	$Q = 18.238 \times (h - 0.070)^{1.600}$				
	$0.60 < h \le 4.00$	$Q = 169.081 \times (h - 0.420)^{1.891}$		1.65m 이상 외삽		
퇴계원 (H=h+1)	$0.50 \le H \le 0.88$	$Q = 241.170 \times (H - 0.500)^{3.500}$	2011/20 2012/22 2013/23 2014/18	0.65m 이하 외삽	①	14/01/01 00:10 ~14/11/26 11:10
	$0.88 < H \le 5.99$	$Q = 126.960 \times (H - 0.662)^{1.802}$		1.74m 이상 외삽		
	$0.60 \le H \le 0.87$	$Q = 105.000 \times (H - 0.600)^{3.200}$		0.79m 이하 외삽 0.81m 이상 외삽	②	14/11/26 11:20 ~15/01/01 00:00
	일시적 하천공사로 인한 기간분리 발생(14/11/26 11:20~14/12/17 18:00) ※위 기간에 대한 자세한 사항은 관할 홍수통제소 및 유량조사사업단에 문의					
궁 내	$0.61 \le h \le 0.96$	$Q = 40.150 \times (h - 0.610)^{3.000}$	2014/54	0.88m 이하 외삽		14/01/01 00:10 ~15/01/01 00:00
	$0.96 < h \le 1.30$	$Q = 32.630 \times (h - 0.550)^{3.300}$				
	$1.30 < h \le 1.80$	$Q = 40.406 \times (h - 0.650)^{2.700}$				
	$1.80 < h \le 2.30$	$Q = 46.832 \times (h - 0.670)^{1.880}$				
	$2.30 < h \le 7.08$	$Q = 41.237 \times (h - 0.700)^{2.225}$		2.91m 이상 외삽		
성 남	$1.50 \le h \le 2.03$	$Q = 157.239 \times (h - 1.500)^{2.800}$	2012/56 2013/14 2014/21	1.79m 이하 외삽		14/01/01 00:10 ~15/01/01 00:00
	$2.03 < h \le 3.70$	$Q = 94.261 \times (h - 1.600)^{1.500}$				
	$3.70 < h \le 4.60$	$Q = 85.577 \times (h - 1.650)^{1.685}$				
	$4.60 < h \le 10.47$	$Q = 89.826 \times (h - 2.000)^{1.857}$		6.26m 이상 외삽		

3) 유출분석

본 과업에서는 '한국수문조사연보'(국토교통부, 2014)와 '수문조사보고서'(국토교통부, 2015)에 수록된 강수량, 수위, 유량, 수위-유량관계곡선식, 자동유량 측정값 등을 사용하여 자료의 품질을 확보하였으며, 이를 이용하여 유출을 분석하였다. 〈표 2.4-19〉는 본 과업에서 산정한 유출분석 결과이다. 수자원부존량과 유출총량으로 유출률을 산정한 결과, 대부분 지점에서 유출률이 40%~80% 이내의 값을 보였다. 그러나 일부 지점에서는 댐과 하수처리장의 영향을 받아 유출률이 크거나 작게 나타나는 현상을 보였다. 그에 따른 댐 면적, 저수지 면적, 댐 방류량, 하수처리장 방류량, 취수량 등을 고려한 순면적과 순유출고를 산정하여 순유출률을 분석하였다.

<표 2.4-19> 2014년 유출분석 결과

권역	지점명	하천명	유역면적 (㎢)	유역평균 강수량 (㎜)	유출고 (㎜)	유출률 (%)	순 면적 (㎢)	순 유출고 (㎜)	순 유출률 (%)	비고
한강	송천	송천	350.81	938.7	673.4	71.73	-	-	-	2월 1일~12월 1일
	나전	오대천	451.62	764.5	451.4	59.05	-	-	-	2월11일~11월30일
	정선2	한강	1,693.07	871.9	436.0	50.14	-	-	-	1월25일~12월 4일
	거운	한강	2,274.28	857.2	490.7	57.24	-	-	-	2월 9일~12월31일
	영월	한강	2,436.08	847.1	496.4	58.61	-	-	-	2월 9일~12월 9일
	평창	평창강	696.93	871.7	367.0	42.10	-	-	-	1월 1일~12월31일
	안흥	주천강	187.45	806.2	238.9	29.64	-	-	-	2월 2일~12월31일
	주천	주천강	533.69	808.5	310.0	38.34	-	-	-	2월 8일~12월 1일
	신천	주천강	599.66	814.9	291.5	35.77	-	-	-	2월 9일~12월31일
	팔괴	평창강	1,766.97	929.6	336.6	36.21	-	-	-	2월17일~12월31일
	옥동	옥동천	483.67	1,005.0	404.2	40.22	-	-	-	1월 1일~12월31일
	영춘	한강	4,775.72	907.3	382.0	42.10	-	-	-	1월 1일~12월31일
	비도	쌍천	168.84	933.0	336.9	36.11	-	-	-	1월 1일~12월31일
	목도*	달천	1,066.82	981.8	349.0	35.54	386.97	369.9	37.68	1월 1일~12월31일
	장현*	섬강	930.10	729.4	241.15	33.06	721.10	210.9	28.91	1월 1일~12월31일
	간현*	섬강	1,186.70	727.2	245.5	33.75	977.70	224.1	30.81	1월 1일~12월31일
	문막*	섬강	1,348.00	728.9	268.0	36.76	1,139.00	253.8	34.81	1월 1일~12월31일
	청미	청미천	519.53	934.1	342.9	36.70	-	-	-	1월 1일~12월31일
	율극	양화천	177.33	787.8	377.7	47.94	-	-	-	1월 1일~12월31일
	흥천	복하천	294.78	817.0	399.2	48.87	-	-	-	1월 1일~12월31일
	흑천교	흑천	307.44	773.2	240.6	31.17	-	-	-	1월 1일~12월31일

〔주〕 * 지점은 댐 방류량이 포함된 유출률
** 지점은 하수처리장 방류량이 포함된 유출률

<표 2.4-19> 2014년 유출분석 결과(계속)

권역	지점명	하천명	유역면적 (㎢)	유역평균 강수량 (㎜)	유출고 (㎜)	유출률 (%)	순 면적 (㎢)	순 유출고 (㎜)	순 유출률 (%)	비고
한강	월촌	경안천	149.43	894.6	369.9	41.35	-	-	-	1월 1일~12월31일
	경안	경안천	261.82	967.0	394.3	40.77	-	-	-	1월 1일~12월31일
	왕성동	내린천	390.70	841.4	447.6	53.20	-	-	-	3월1일~12월1일
	현리	방태천	194.20	804.4	683.6	84.98	-	-	-	2월26일~12월3일
	가평	가평천	303.92	630.5	224.6	35.63	-	-	-	1월1일~3월6일, 3월18일~12월31일
	화촌	홍천강	522.76	795.4	231.4	29.09	-	-	-	3월1일~12월10일
	굴운	홍천강	724.83	819.9	250.3	30.53	-	-	-	1월1일~12월31일
	서면	홍천강	1,327.78	773.5	240.8	31.13	-	-	-	2월26일~12월11일
	조종	조종천	258.08	745.0	286.7	38.48	-	-	-	1월1일~12월3일
	부평	왕숙천	95.00	811.1	300.1	37.00	-	-	-	1월1일~12월31일
	퇴계원	왕숙천	201.50	806.1	293.8	36.45	-	-	-	1월1일~12월31일
	궁내**	탄천	81.07	1,401.9	788.0	56.21	81.07	708.3	50.52	1월1일~12월31일
	성남**	탄천	203.85	1,382.4	1,355.0	98.02	203.85	507.9	36.74	1월1일~12월31일
	우이	우이천	23.40	806.7	621.0	76.98	-	-	-	1월1일~12월31일
	시흥**	안양천	139.86	835.1	1,036.7	124.14	139.86	673.4	80.64	1월1일~12월31일
	신정**	안양천	215.11	814.7	831.3	102.04	215.11	594.72	73.00	1월1일~12월31일
	군남	임진강	4,228.70	622.1	50.3	8.09	-	-	-	1월1일~12월31일
	장수**	화강	364.60	723.6	208.3	28.79	364.60	199.3	27.54	1월1일~12월10일
	정연	한탄강	363.60	646.0	162.3	25.12	-	-	-	1월1일~12월10일
	은현**	포천천	240.40	675.0	294.2	43.59	240.40	246.9	36.58	1월1일~12월31일
	영중**	영평천	467.30	607.1	261.1	43.01	467.30	236.7	38.99	2월10일~11월28일
	청산	신천	329.00	661.5	289.7	43.79	-	-	-	3월3일~12월11일
	전곡**	한탄강	2,236.00	636.1	170.91	26.87	2,236.00	160.0	25.15	1월1일~12월12일
	화산**	황구지천	150.22	806.4	711.84	88.27	150.22	289.37	35.88	1월1일~12월31일
	양평	안성천	490.64	990.1	393.6	39.75	-	-	-	1월1일~12월31일
	양양	양양남대천	454.80	1,049.1	927.7	88.42	-	-	-	1월1일~12월31일
낙동강	장성	황지천	126.33	1,266.5	835.7	65.99	-	-	-	1월1일~12월31일
	분천	낙동강	510.53	1,198.3	804.5	67.13	-	-	-	1월1일~12월31일
	도천	낙동강	1,089.70	1,090.6	571.8	52.43	-	-	-	1월1일~12월31일
	대사	길안천	332.19	1,044.7	525.7	50.32	-	-	-	1월1일~12월31일
	길안	길안천	418.79	1,012.0	517.5	51.13	-	-	-	1월1일~12월31일
	운산	미천	280.46	903.4	320.5	35.48	-	-	-	1월1일~12월31일
	봉화	내성천	156.77	948.8	310.3	32.70	-	-	-	1월1일~12월31일
	월호	서천	347.26	1,062.8	452.0	42.53	-	-	-	1월1일~12월31일
	조제	내성천	914.56	989.2	404.3	40.87	-	-	-	1월1일~12월31일
	월포	내성천	1,158.80	981.6	369.8	37.67	-	-	-	1월1일~12월31일

〔주〕 * 지점은 댐 방류량이 포함된 유출률
** 지점은 하수처리장 방류량이 포함된 유출률

<표 2.4-19> 2014년 유출분석 결과(계속)

권역	지점명	하천명	유역면적 (㎢)	유역평균 강수량 (㎜)	유출고 (㎜)	유출률 (%)	순 면적 (㎢)	순 유출고 (㎜)	순 유출률 (%)	비고
낙동강	향석	내성천	1,514.28	969.2	388.2	40.05	-	-	-	1월1일~12월31일
	산양	금천	212.10	954.5	144.9	15.18	-	-	-	1월1일~12월31일
	갈마	영강	286.49	1,084.1	517.8	47.76	-	-	-	1월1일~12월16일
	점촌	영강	609.42	1,048.4	392.4	37.43	-	-	-	1월1일~12월31일
	동문	병성천	177.23	1,221.5	473.4	38.76	-	-	-	1월1일~12월31일
	덕은	쌍계천	183.26	952.6	353.5	37.11	-	-	-	1월1일~12월31일
	무성*	위천	472.69	1,060.1	408.6	38.54	385.19	429.0	40.61	1월1일~12월31일
	비안*	위천	1,212.02	974.2	356.6	36.60	1,124.52	359.5	35.86	1월1일~12월31일
	용곡*	위천	1,312.19	972.0	408.9	42.07	1,224.69	415.4	41.65	1월1일~12월31일
	지품*	감천	255.44	1,190.7	476.5	40.02	173.44	522.9	44.84	1월1일~12월31일
	김천*	감천	456.40	1,157.9	451.1	38.95	374.40	467.0	40.77	1월1일~12월31일
	선산*	감천	987.52	1,137.6	445.5	39.17	905.52	451.6	40.04	1월1일~12월31일
	단포교*	자호천	326.88	1,286.0	389.8	30.31	91.88	713.9	55.52	1월1일~12월31일
	금호*	금호강	926.93	1,201.7	474.7	39.50	691.93	546.5	45.48	1월1일~12월31일
	동호*	금호강	1,386.90	1,176.0	479.9	40.81	1,151.90	524.2	44.57	1월1일~12월31일
	쌍림	안림천	220.32	1,216.3	642.1	52.79	-	-	-	1월1일~12월31일
	죽고*	황강	1,240.66	1,245.2	469.1	37.68	315.66	546.4	43.88	1월1일~12월31일
	세간	유곡천	92.16	1,341.4	637.2	47.50	-	-	-	1월1일~12월31일
	단성	남강	1,710.10	1,381.6	895.5	64.81	-	-	-	1월1일~12월31일
	두문	영천강	133.77	1,624.2	928.5	57.17	-	-	-	1월1일~12월31일
	덕곡*	남강	2,755.35	1,540.8	628.4	40.78	470.35	720.2	46.74	1월1일~12월31일
	상동*	밀양강	889.43	1,214.9	457.7	37.67	588.13	560.7	46.15	1월1일~12월31일
	금곡*	단장천	313.22	1,394.1	577.6	41.43	217.82	526.4	37.76	1월1일~12월31일
	밀양1*	밀양강	1,288.56	1,253.7	488.6	38.98	891.86	545.0	45.20	1월1일~12월31일
	소토	양산천	137.18	1,461.5	952.6	65.18	-	-	-	1월1일~12월31일
	경주2	형산강	443.31	1,287.4	574.3	44.61	-	-	-	1월1일~12월31일
	기계2	기계천	156.45	1,280.0	588.0	45.94	-	-	-	1월1일~12월31일
	안강	형산강	1,000.09	1,288.6	626.5	48.61	-	-	-	1월1일~12월31일
	조동*	태화강	208.47	1,601.7	783.5	48.92	131.47	1,053.0	65.74	1월1일~12월31일
	구영*	태화강	369.86	1,541.8	535.5	34.73	168.36	1,028.4	66.70	1월1일~12월31일
금강	월곡	금강	102.20	1,263.1	773.1	61.76	-	-	-	1월1일~12월31일
	부남*	금강	994.86	1,107.6	339.8	28.38	66.61	597.5	53.94	1월1일~12월31일
	무주	무주남대천	385.51	1,073.9	614.4	57.21	-	-	-	1월1일~12월31일
	제원*	금강	1,611.43	1,147.5	419.9	36.59	683.18	572.9	54.67	1월1일~12월31일

〔주〕 * 지점은 댐 방류량이 포함된 유출률
** 지점은 하수처리장 방류량이 포함된 유출률

<표 2.4-19> 2014년 유출분석 결과(계속)

권역	지점명	하천명	유역면적 (㎢)	유역평균 강수량 (㎜)	유출고 (㎜)	유출률 (%)	순 면적 (㎢)	순 유출고 (㎜)	순 유출률 (%)	비고
금강	남일	봉황천	65.53	1,071.2	428.7	40.02	-	-	-	1월1일~12월31일
	금산	봉황천	211.40	1,007.5	411.9	40.89	-	-	-	1월1일~12월31일
	황간	초강	237.79	1,119.0	591.9	52.89	-	-	-	1월1일~12월31일
	심천	초강	664.35	1,099.4	488.9	44.47	-	-	-	1월1일~12월31일
	산계교	보청천	483.80	970.5	537.2	55.36	-	-	-	1월1일~12월31일
	옥각교	소옥천	157.99	1,004.5	454.5	45.25	-	-	-	1월1일~12월31일
	용촌	갑천	86.65	1,055.6	573.3	54.31	-	-	-	1월1일~12월31일
	방동	두계천	49.99	1,089.2	465.5	42.74	-	-	-	1월1일~12월31일
	유성	갑천	251.07	1,073.7	602.9	56.15	-	-	-	1월1일~12월31일
	둔산	유등천	276.59	994.4	416.4	41.88	-	-	-	1월1일~12월31일
	회덕	갑천	609.40	1,040.6	430.4	41.36	-	-	-	1월1일~12월31일
	덕산	한천	84.52	936.6	494.3	52.77	-	-	-	1월1일~12월31일
	오창	미호천	577.55	909.8	240.5	26.43	-	-	-	1월1일~12월31일
	북일*	미호천	907.97	851.3	279.7	32.86	907.97	277.8	32.63	1월1일~12월31일
	석화**	미호천	1,594.07	832.4	428.4	51.47	1,594.07	331.2	39.79	1월1일~12월31일
	봉암*	월하천	40.93	1,003.6	175.8	17.52	24.74	253.2	25.22	1월1일~12월31일
	도암	용수천	86.49	1,197.6	505.33	42.19	-	-	-	1월1일~12월31일
	의당	정안천	118.18	993.0	279.99	28.20	-	-	-	1월1일~12월31일
	우성	유구천	257.42	865.4	300.79	34.76	-	-	-	1월1일~12월31일
	청양	지천	88.26	1,069.2	319.5	29.88	-	-	-	1월1일~12월31일
	구룡	지천	209.03	1,076.9	373.2	34.65	-	-	-	1월1일~12월31일
	양촌	논산천	137.77	1,075.6	465.8	43.31	-	-	-	1월1일~12월31일
	논산*	논산천	468.80	1,069.6	333.8	31.21	249.06	476.0	44.51	1월1일~12월31일
	고산*	만경강	288.96	1,140.4	748.87	65.67	71.31	355.28	32.94	1월1일~12월31일
	봉동*	만경강	342.63	1,128.3	352.14	31.21	124.98	331.02	30.82	1월1일~12월31일
	황운	소양천	63.80	1,118.5	713.89	63.82	-	-	-	1월1일~12월31일
	하리*	만경강	515.83	1,118.1	423.13	37.84	298.18	466.10	42.89	1월1일~12월31일
	전주**	전주천	278.38	1,256.3	916.07	72.92	216.28	420.06	34.13	1월1일~12월31일
	옹동*	동진강	111.84	1,360.9	2,700.36	198.42	111.84	494.97	36.37	1월1일~12월31일
	공평	정읍천	131.76	1,341.3	459.08	34.23	-	-	-	1월1일~12월31일
	정우**	정읍천	197.19	1,321.7	810.09	61.29	197.19	724.63	54.82	1월1일~12월31일
	양전	원평천	142.06	1,256.8	932.33	74.18	-	-	-	1월1일~12월31일
섬진강	덕치*	섬진강	854.87	1,314.9	84.2	6.41	91.87	783.6	69.13	1월1일~12월31일
	오수	오수천	358.06	1,246.5	646.5	51.86	-	-	-	1월1일~12월31일
	적성*	섬진강	1,389.80	1,296.3	293.3	22.63	626.80	600.6	48.44	1월1일~12월31일
	곡성*	섬진강	1,795.63	1,293.2	375.0	28.99	1,032.63	621.8	49.55	1월1일~12월31일

〔주〕 * 지점은 댐 방류량이 포함된 유출률
** 지점은 하수처리장 방류량이 포함된 유출률

<표 2.4-19> 2014년 유출분석 결과(계속)

권역	지점명	하천명	유역면적 (㎢)	유역평균 강수량 (㎜)	유출고 (㎜)	유출률 (%)	순 면적 (㎢)	순 유출고 (㎜)	순 유출률 (%)	비고
섬진강	월석*	요천	167.62	1,356.6	646.8	47.53	119.45	839.2	62.19	1월1일~12월31일
	번암*	요천	221.55	1,281.4	563.3	41.90	173.52	677.2	50.64	1월1일~12월31일
	송동*	요천	472.96	1,267.8	616.0	48.19	414.16	684.6	54.00	1월1일~12월31일
	압록*	섬진강	2,474.86	1,232.8	483.9	39.25	1,711.86	681.4	57.74	1월1일~12월31일
	죽곡*	보성강	1,273.58	1,535.3	359.7	23.43	263.58	788.2	54.44	1월1일~12월31일
	용서	황전천	128.73	1,406.3	829.3	58.97	-	-	-	1월1일~12월31일
	구례2*	섬진강	3,827.30	1,334.8	439.3	32.91	2,054.30	681.4	55.99	1월1일~12월31일
	송정*	섬진강	4,273.99	1,353.8	487.2	35.98	2,500.99	719.9	53.16	1월1일~12월31일
	화개*	섬진강	4,459.12	1,377.6	571.2	41.47	2,627.32	843.5	64.04	1월1일~12월31일
영산강	삼지*	영산강	235.30	1223.1	495.5	40.51	169.70	607.1	50.31	1월1일~12월31일
	광주*	영산강	442.83	1212.8	520.6	42.93	335.93	592.9	48.88	1월1일~12월31일
	양동	광주천	44.80	1262.5	1148.5	90.97	-	-	-	1월1일~12월31일
	선암*	황룡강	555.08	1,259.6	420.0	33.34	432.15	511.6	40.71	1월1일~12월31일
	춘양*	지석천	145.19	1,590.3	899.1	56.54	-	-	-	1월1일~12월31일
	한천*	지석천	229.64	1,530.7	805.3	52.61	-	-	-	1월1일~12월31일
	능주	지석천	410.78	1,482.4	803.5	54.20	-	-	-	1월1일~12월31일
	나산	고막원천	130.21	1,272.8	885.3	69.55	-	-	-	1월1일~12월31일
	학교	고막원천	194.49	1,267.7	823.5	64.96	-	-	-	1월1일~12월31일
	영수	함평천	96.75	1,194.2	430.5	36.05	-	-	-	1월1일~12월31일
	함평	함평천	115.35	1,158.8	469.7	40.53	-	-	-	1월1일~12월31일
	유양*	탐진강	202.45	1,346.6	336.9	25.02	9.40	479.11	35.58	1월1일~12월31일
	연산*	탐진강	267.02	1,385.2	572.2	41.34	74.00	1,159.69	77.26	1월1일~12월31일
한강	영춘	한강	4,775.72	876.7	382.0	43.60	-	-	-	자동유량
	남한강	한강	8,840.30	850.5	423.0	49.70	-	-	-	자동유량
	우만	한강	10,947.38	850.5	379.2	44.60	-	-	-	자동유량
	여주	한강	11,114.18	850.5	386.0	45.40	-	-	-	자동유량
	여주보하류	한강	11,227.68	825.6	310.4	37.60	-	-	-	자동유량
	이포	한강	11,747.88	830.8	332.7	40.00	-	-	-	자동유량
	양평	한강	12,106.50	820.6	1,345.9	164.00	-	-	-	자동유량
	중랑교	중랑천	208.53	813.4	609.4	74.90	-	-	-	자동유량
	한강대교	한강	24,922.54	808.9	436.9	54.00	-	-	-	자동유량
	적성	임진강	6,799.92	633.3	191.6	30.30	-	-	-	자동유량
	팽성	안성천	1,407.38	1,029.1	360.1	35.00	-	-	-	자동유량

〔주〕 * 지점은 댐 방류량이 포함된 유출률
** 지점은 하수처리장 방류량이 포함된 유출률

<표 2.4-19> 2014년 유출분석 결과(계속)

권역	지점명	하천명	유역면적 (㎢)	유역평균 강수량 (㎜)	유출고 (㎜)	유출률 (%)	순 면적 (㎢)	순 유출고 (㎜)	순 유출률 (%)	비고
낙동강	구담	낙동강	4,341.57	981.7	343.7	35.01	-	-	-	자동유량
	사벌	낙동강	7,342.22	1,185.0	357.3	30.20	-	-	-	자동유량
	강창교	낙동강	7,847.63	1,185.0	297.5	25.10	-	-	-	자동유량
	낙동	낙동강	9,399.97	1,220.6	290.0	23.76	-	-	-	자동유량
	일선교	낙동강	9,532.76	959.0	333.8	34.80	-	-	-	자동유량
	구미	낙동강	10,915.39	1,223.6	296.5	24.20	-	-	-	자동유량
	왜관	낙동강	11,103.91	1,220.6	337.51	27.65	-	-	-	자동유량
	성주	낙동강	11,220.82	1,185.0	387.4	32.70	-	-	-	자동유량
	고령교	낙동강	13,972.04	1,023.0	415.4	40.60	-	-	-	자동유량
	현풍	낙동강	14,041.34	1,023.0	447.1	43.70	-	-	-	자동유량
	율지	낙동강	15,052.90	1,292.1	390.9	30.30	-	-	-	자동유량
	적포교	낙동강	16,433.12	1,291.9	400.0	31.00	-	-	-	자동유량
	정암	남강	2,990.66	1,494.4	1,237.2	82.80	-	-	-	자동유량
	거룡강	남강	3,466.42	1,349.5	846.2	62.70	-	-	-	자동유량
	진동	낙동강	20,354.77	1,747.4	496.7	28.40	-	-	-	자동유량
	임해진	낙동강	20,726.95	1,747.4	531.1	30.40	-	-	-	자동유량
	삼랑진	낙동강	22,775.43	1,747.4	454.9	26.00	-	-	-	자동유량
	구포	낙동강	23,346.91	1,747.4	409.3	23.40	-	-	-	자동유량
	포항	형산강	1,136.31	1,338.4	1,131.0	84.50	-	-	-	자동유량
	울산	태화강	436.59	1,506.6	941.5	62.49	-	-	-	자동유량
금강	부강	금강	5,006.26	1,124.5	262.9	23.40	-	-	-	자동유량
	합강	미호천	1,852.77	913.7	442.3	48.40	-	-	-	자동유량
	진두	금강	7,814.89	1,056.0	586.8	55.60	-	-	-	자동유량
	백제보 상류	금강	7,902.34	1,056.0	665.2	63.00	-	-	-	자동유량
	규암	금강	8,328.80	1,141.5	722.9	63.30	-	-	-	자동유량
	대천	만경강	831.19	1,205.9	659.5	54.70	-	-	-	자동유량
	신태인	동진강	219.84	1,277.3	1,061.6	83.10	-	-	-	자동유량
섬진강	하동2	섬진강	4,621.12	1,259.4	439.7	34.90	-	-	-	자동유량
영산강	마륵	영산강	683.69	1,288.8	1,027.4	79.70	-	-	-	자동유량
	본동	영산강	1,324.43	1,286.8	1,028.8	79.90	-	-	-	자동유량
	나주	영산강	2,055.78	1,293.8	630.1	48.70	-	-	-	자동유량
	회진	영산강	2,276.41	1,288.8	710.4	55.10	-	-	-	자동유량
	사포	영산강	2,599.85	1,187.3	742.0	62.50	-	-	-	자동유량

〔주〕 * 지점은 댐 방류량이 포함된 유출률
** 지점은 하수처리장 방류량이 포함된 유출률

4) 지점별 유황분석

각 지점의 수위자료를 해당 기간의 수위-유량관계곡선식에 적용하여 산정한 155개 지점의 일별 유출량 자료와 자동유량자료를 이용하여 유황분석을 수행하였다. 이를 토대로 〈표 2.4-20〉과 같이 연도별 풍수량(95일), 평수량(185일), 저수량(275일), 갈수량(355일)의 유황특성을 분석하였다.

<표 2.4-20> 2014년 유황분석 결과

권역명	관측소명	유역면적 (㎢)	풍수량 (95일, ㎥/s)	평수량 (185일, ㎥/s)	저수량 (275일, ㎥/s)	갈수량 (355일, ㎥/s)	연총량 (10^6㎥)
한강권역	평창	696.93	7.38	4.35	3.45	2.38	255.79
			(0.0034)	(0.0049)	(0.0062)	(0.0105)	
	옥동	483.67	4.40	2.46	1.40	0.81	195.59
			(0.0091)	(0.0051)	(0.0029)	(0.0017)	
	영춘 (자동유량)	4,775.72	59.38	28.21	18.48	12.29	1,825.34
			(0.0124)	(0.0059)	(0.0039)	(0.0026)	
	비도	168.84	1.31	0.63	0.34	0.01	56.76
			(0.0078)	(0.0037)	(0.0020)	(0.0001)	
	남한강 (자동유량)	8,840.30	130.20	116.02	91.71	67.66	3,740.86
			(0.0147)	(0.0131)	(0.0104)	(0.0077)	
	장현	930.08	6.47	5.49	4.70	3.35	226.98
			(0.0070)	(0.0059)	(0.0051)	(0.0036)	
	간현	1,186.67	8.31	6.77	5.64	4.50	290.78
			(0.0070)	(0.0057)	(0.0048)	(0.0038)	
	청미	519.53	5.40	3.80	2.87	0.34	181.43
			(0.0104)	(0.0073)	(0.0055)	(0.0007)	
	우만 (자동유량)	10,947.38	137.89	125.61	110.06	91.61	4,253.56
			(0.0126)	(0.0115)	(0.0101)	(0.0084)	
	여주 (자동유량)	11,114.18	140.51	127.76	107.62	82.34	4,291.32
			(0.0126)	(0.0115)	(0.0097)	(0.0074)	
	율극	117.33	2.25	1.55	1.08	0.57	67.09
			(0.0127)	(0.0087)	(0.0061)	(0.0032)	
	이포 (자동유량)	11,774.88	155.99	136.70	110.83	83.60	4,526.66
			(0.0132)	(0.0116)	(0.0094)	(0.0071)	
	흑천교	307.44	1.88	1.35	1.01	0.24	74.02
			(0.0061)	(0.0044)	(0.0033)	(0.0008)	
	양평 (자동유량)	12,207.55	164.89	142.75	124.73	91.93	4,781.05
			(0.0135)	(0.0117)	(0.0102)	(0.0075)	
	굴운	724.83	4.05	2.71	2.05	0.86	181.30
			(0.0056)	(0.0037)	(0.0028)	(0.0012)	
	월촌	149.43	1.50	0.99	0.71	0.31	55.24
			(0.0100)	(0.0066)	(0.0048)	(0.0021)	
	경안	261.82	3.08	2.29	1.84	0.97	104.08
			(0.0118)	(0.0087)	(0.0070)	(0.0037)	
	부평	94.97	0.59	0.37	0.23	0.08	28.52
			(0.0062)	(0.0039)	(0.0024)	(0.0008)	
	퇴계원	201.50	1.20	0.72	0.51	0.12	59.14
			(0.0060)	(0.0036)	(0.0025)	(0.0006)	
	궁내	81.07	1.88	1.62	1.38	1.21	63.86
			(0.0232)	(0.0200)	(0.0170)	(0.0149)	

〔주〕 ( )값은 비유량(㎥/s/㎢)

<표 2.4-20> 2014년 유황분석 결과(계속)

권역명	관측소명	유역면적 (㎢)	풍수량 (95일, ㎥/s)	평수량 (185일, ㎥/s)	저수량 (275일, ㎥/s)	갈수량 (355일, ㎥/s)	연총량 (10^6㎥)
한강권역	성남	203.85	7.90	6.51	5.57	5.16	279.41
			(0.0388)	(0.0319)	(0.0273)	(0.0253)	
	우이	23.37	0.44	0.33	0.23	0.07	14.54
			(0.0188)	(0.0141)	(0.0098)	(0.0030)	
	중랑교 (자동유량)	208.53	3.65	2.99	2.74	2.24	134.63
			(0.0175)	(0.0143)	(0.0131)	(0.0107)	
	한강대교 (자동유량)	24,922.54	236.04	196.03	167.27	113.32	7,173.20
			(0.0095)	(0.0079)	(0.0067)	(0.0045)	
	시흥	139.86	4.36	3.91	3.51	2.71	144.77
			(0.0312)	(0.028)	(0.025)	(0.0194)	
	신정	215.11	4.67	4.23	3.83	3.40	178.84
			(0.0217)	(0.0197)	(0.0178)	(0.0158)	
	군남	4,228.71	9.13	6.46	2.61	0.68	212.46
			(0.002)	(0.001)	(0.000)	(0.000)	
	은현	240.36	1.79	1.38	0.97	0.64	70.73
			(0.007)	(0.005)	(0.004)	(0.002)	
	적성 (자동유량)	6,799.92	26.31	19.35	12.55	6.92	799.34
			(0.0039)	(0.0028)	(0.0018)	(0.0010)	
	화산	150.22	2.70	2.15	1.76	1.44	107.05
			(0.0180)	(0.0143)	(0.0117)	(0.0096)	
	양평	490.64	4.47	2.79	2.16	0.88	193.16
			(0.0091)	(0.0057)	(0.0044)	(0.0018)	
	양양	454.75	11.01	5.58	2.68	1.77	426.29
			(0.0242)	(0.0123)	(0.0059)	(0.0039)	
낙동강 권역	장성	126.33	2.69	1.36	0.90	0.47	105.58
			(0.0213)	(0.0108)	(0.0071)	(0.0037)	
	분천	510.53	11.07	5.39	4.24	2.42	410.72
			(0.0217)	(0.0106)	(0.0083)	(0.0047)	
	길안	418.79	4.31	1.26	0.41	0.14	216.72
			(0.0103)	(0.0030)	(0.0010)	(0.0003)	
	대사	332.19	3.73	1.14	0.50	0.19	174.43
			(0.0112)	(0.0034)	(0.0015)	(0.0006)	
	운산	280.46	1.16	0.34	0.18	0.06	89.89
			(0.0041)	(0.0012)	(0.0006)	(0.0002)	
	구담 (자동유량)	4,341.57	51.13	32.36	21.85	9.81	1,377.11
			(0.0118)	(0.0075)	(0.0050)	(0.0023)	
	봉화	156.77	1.41	0.58	0.36	0.17	44.39
			(0.0090)	(0.0037)	(0.0023)	(0.0011)	
	월호	347.26	4.09	2.14	1.62	0.79	156.62
			(0.0118)	(0.0062)	(0.0047)	(0.0023)	
	조제	914.56	8.59	5.16	4.08	1.35	369.78
			(0.0094)	(0.0056)	(0.0045)	(0.0015)	
	월포	1,158.80	10.80	5.29	3.91	1.89	443.35
			(0.0093)	(0.0046)	(0.0034)	(0.0016)	
	향석	1,514.28	14.33	6.49	5.22	2.64	587.86
			(0.0095)	(0.0043)	(0.0034)	(0.0017)	
	산양	212.1	0.94	0.45	0.30	0.14	30.63
			(0.0044)	(0.0021)	(0.0014)	(0.0007)	

〔주〕 ( )값은 비유량(㎥/s/㎢)

<표 2.4-20> 2014년 유황분석 결과(계속)

권역명	관측소명	유역면적 (㎢)	풍수량 (95일, ㎥/s)	평수량 (185일, ㎥/s)	저수량 (275일, ㎥/s)	갈수량 (355일, ㎥/s)	연총량 (10^6㎥)
낙동강 권역	갈마	286.49	4.22	1.70	1.02	0.47	155.54
			(0.0147)	(0.0059)	(0.0036)	(0.0016)	
	점촌	609.42	5.87	2.55	1.28	0.09	239.10
			(0.0096)	(0.0042)	(0.0021)	(0.0001)	
	동문	177.23	1.78	0.90	0.43	0.33	83.92
			(0.0100)	(0.0051)	(0.0024)	(0.0019)	
	덕은	183.26	1.21	0.66	0.22	0.06	64.79
			(0.0066)	(0.0036)	(0.0012)	(0.0003)	
	비안	1,212.02	7.47	4.22	1.84	0.37	432.17
			(0.0062)	(0.0035)	(0.0015)	(0.0003)	
	무성	472.69	4.23	1.82	0.68	0.17	193.12
			(0.0089)	(0.0039)	(0.0014)	(0.0004)	
	용곡	1,312.19	9.34	4.16	1.74	0.20	536.62
			(0.0071)	(0.0032)	(0.0013)	(0.0002)	
	낙동	9,399.97	50.18	36.77	29.36	16.18	2,729.24
			(0.0053)	(0.0039)	(0.0031)	(0.0017)	
	일선교	9,532.76	87.40	60.32	41.60	18.45	3,182.42
			(0.0092)	(0.0063)	(0.0044)	(0.0019)	
	지품	255.44	3.47	2.16	0.94	0.57	122.11
			(0.0136)	(0.0085)	(0.0037)	(0.0022)	
	김천	456.4	5.37	2.55	1.06	0.30	205.89
			(0.0118)	(0.0056)	(0.0023)	(0.0007)	
	선산	987.52	11.93	7.04	3.01	1.08	440.05
			(0.0121)	(0.0071)	(0.0030)	(0.0011)	
	왜관 (자동유량)	11,103.91	103.32	71.72	46.48	24.05	3,748.01
			(0.0093)	(0.0065)	(0.0042)	(0.0022)	
	성주 (자동유량)	11,220.82	111.63	80.8	68.99	50.86	4,104.42
			(0.0099)	(0.0072)	(0.0061)	(0.0045)	
	단포교	326.88	2.81	2.21	1.49	1.04	127.43
			(0.0086)	(0.0068)	(0.0046)	(0.0032)	
	금호	926.93	7.91	5.23	3.53	2.12	439.98
			(0.0085)	(0.0056)	(0.0038)	(0.0023)	
	도천	1,089.70	14.74	7.29	4.71	2.22	623.07
			(0.0135)	(0.0067)	(0.0043)	(0.0020)	
	동호	1,386.90	11.36	6.99	4.28	1.86	665.65
			(0.0082)	(0.0050)	(0.0031)	(0.0013)	
	쌍림	220.32	2.53	1.35	0.70	0.34	141.47
			(0.0115)	(0.0061)	(0.0032)	(0.0015)	
	개진2 (자동유량)	749.77	9.11	5.07	2.51	1.61	421.24
			(0.0122)	(0.0068)	(0.0033)	(0.0021)	
	고령교 (자동유량)	13,972.04	153.39	97.52	70.19	32.03	5,531.44
			(0.0110)	(0.0070)	(0.0050)	(0.0023)	
	이방	15,052.90	145.66	93.75	63.82	25.69	5,615.43
			(0.0097)	(0.0062)	(0.0042)	(0.0017)	
	죽고	1,240.66	19.30	15.00	12.25	9.04	582.04
			(0.0156)	(0.0121)	(0.0099)	(0.0073)	
	적포교 (자동유량)	16,433.12	158.21	103.28	74.20	43.24	6,277.08
			(0.0096)	(0.0063)	(0.0045)	(0.0026)	

〔주〕 ( )값은 비유량(㎥/s/㎢)

<표 2.4-20> 2014년 유황분석 결과(계속)

권역명	관측소명	유역면적 (㎢)	풍수량 (95일, ㎥/s)	평수량 (185일, ㎥/s)	저수량 (275일, ㎥/s)	갈수량 (355일, ㎥/s)	연총량 (10^6㎥)
낙동강 권역	세간	92.16	0.76	0.35	0.20	0.08	58.89
			(0.0082)	(0.0038)	(0.0022)	(0.0009)	
	단성	1,710.10	28.23	13.9	8.81	5.64	1,531.12
			(0.0165)	(0.0081)	(0.0052)	(0.0033)	
	두문	133.77	1.40	0.65	0.38	0.22	124.34
			(0.0105)	(0.0049)	(0.0028)	(0.0016)	
	덕곡	2,755.35	55.56	27.97	15.94	6.07	1,731.42
			(0.0202)	(0.0102)	(0.0058)	(0.0022)	
	정암 (자동유량)	2,990.66	67.57	32.35	23.84	13.11	2,278.12
			(0.0226)	(0.0108)	(0.0080)	(0.0044)	
	거룡강 (자동유량)	3,466.42	85.75	36.22	23.31	12.91	2,404.79
			(0.0247)	(0.0104)	(0.0067)	(0.0037)	
	진동 (자동유량)	20,354.77	240.85	156.01	111.74	54.83	9,266.15
			(0.0118)	(0.0077)	(0.0055)	(0.0027)	
	상동	889.43	5.24	3.04	1.88	1.30	407.15
			(0.0059)	(0.0034)	(0.0021)	(0.0015)	
	금곡	332.19	3.9	2.00	1.15	0.65	180.84
			(0.0117)	(0.0060)	(0.0035)	(0.0020)	
	밀양1	1,288.56	10.12	5.41	3.33	1.93	629.65
			(0.0079)	(0.0042)	(0.0026)	(0.0015)	
	삼랑진 (자동유량)	22,775.43	232.77	164.31	129.44	84.96	10,004.66
			(0.0102)	(0.0072)	(0.0057)	(0.0037)	
	소토	137.18	2.57	1.12	0.71	0.17	130.68
			(0.0187)	(0.0082)	(0.0052)	(0.0012)	
	구포 (자동유량)	23,346.91	225.83	122.72	57.26	8.08	9,373.38
			(0.0097)	(0.0053)	(0.0025)	(0.0003)	
	경주2	443.31	4.28	2.04	0.96	0.20	254.64
			(0.0097)	(0.0046)	(0.0022)	(0.0005)	
	기계2	156.45	1.29	0.85	0.53	0.12	91.91
			(0.0082)	(0.0054)	(0.0034)	(0.0008)	
	안강	1,000.09	11.21	6.58	3.65	1.31	626.42
			(0.0112)	(0.0066)	(0.0036)	(0.0013)	
	조동	208.47	2.43	1.16	0.70	0.39	163.53
			(0.0117)	(0.0056)	(0.0034)	(0.0019)	
	구영	369.86	2.60	1.15	0.75	0.38	198.14
			(0.0070)	(0.0031)	(0.0020)	(0.0010)	
금강 권역	월곡	102.20	2.14	1.48	1.15	0.75	79.09
			(0.0209)	(0.0145)	(0.0113)	(0.0073)	
	부남	994.90	10.70	10.27	10.02	8.71	338.09
			(0.0108)	(0.0103)	(0.0101)	(0.0088)	
	무주	385.50	5.33	2.69	1.51	0.87	238.43
			(0.0138)	(0.0070)	(0.0039)	(0.0023)	
	황간	237.80	3.24	1.66	0.80	0.48	140.73
			(0.0136)	(0.0070)	(0.0034)	(0.0020)	
	심천	664.30	7.09	3.63	2.17	1.12	337.14
			(0.0107)	(0.0055)	(0.0033)	(0.0017)	
	산계교	483.80	5.11	2.35	1.34	0.63	259.97
			(0.0106)	(0.0049)	(0.0028)	(0.0013)	

〔주〕 ( )값은 비유량(㎥/s/㎢)

<표 2.4-20> 2014년 유황분석 결과(계속)

권역명	관측소명	유역면적 (㎢)	풍수량 (95일, ㎥/s)	평수량 (185일, ㎥/s)	저수량 (275일, ㎥/s)	갈수량 (355일, ㎥/s)	연총량 (10^6㎥)
금강 권역	옥각교	158.00	1.95	0.95	0.66	0.33	71.88
			(0.0123)	(0.0060)	(0.0042)	(0.0021)	
	용촌	82.70	1.46	0.68	0.48	0.18	47.60
			(0.0177)	(0.0082)	(0.0058)	(0.0022)	
	방동	50.00	1.81	0.63	0.32	0.12	38.27
			(0.0362)	(0.0126)	(0.0064)	(0.0024)	
	유성	251.10	3.98	2.09	1.38	0.92	151.18
			(0.0159)	(0.0083)	(0.0055)	(0.0037)	
	둔산	276.60	2.91	1.66	1.00	0.55	114.58
			(0.0105)	(0.0060)	(0.0036)	(0.0020)	
	회덕	609.40	7.46	3.87	1.68	0.91	262.47
			(0.0122)	(0.0064)	(0.0028)	(0.0015)	
	부강 (자동유량)	5,006.30	52.62	42.06	26.97	20.16	1,372.67
			(0.0105)	(0.0084)	(0.0054)	(0.0040)	
	덕산	84.50	1.19	0.70	0.54	0.29	41.70
			(0.0141)	(0.0083)	(0.0064)	(0.0034)	
	오창	577.60	3.75	1.94	0.39	0.05	141.80
			(0.0065)	(0.0034)	(0.0007)	(0.0001)	
	북일	908.00	6.47	4.70	3.33	1.68	253.98
			(0.0071)	(0.0052)	(0.0037)	(0.0019)	
	석화	1,594.10	21.11	14.00	12.15	8.93	683.04
			(0.0132)	(0.0088)	(0.0076)	(0.0056)	
	봉암	40.90	0.18	0.11	0.05	0.02	7.24
			(0.0044)	(0.0027)	(0.0012)	(0.0005)	
	합강 (자동유량)	1,852.80	25.50	18.00	13.25	9.58	819.71
			(0.0138)	(0.0097)	(0.0072)	(0.0052)	
	도암	86.50	1.14	0.64	0.37	0.06	43.74
			(0.0132)	(0.0074)	(0.0043)	(0.0007)	
	공주 (자동유량)	7,213.30	86.09	66.86	43.16	32.12	2,370.41
			(0.0119)	(0.0093)	(0.0060)	(0.0045)	
	구룡	209.00	2.30	1.24	0.82	0.07	78.03
			(0.0110)	(0.0059)	(0.0039)	(0.0003)	
	규암	8,328.80	98.23	80.98	65.43	52.97	2,988.28
			(0.0118)	(0.0097)	(0.0079)	(0.0064)	
	양촌	137.80	1.16	0.41	0.24	0.14	64.23
			(0.0084)	(0.0030)	(0.0017)	(0.0010)	
	논산	468.80	5.58	2.81	1.48	0.27	159.42
			(0.0119)	(0.0060)	(0.0032)	(0.0006)	
	홍성	45.90	0.45	0.30	0.22	0.14	19.09
			(0.0098)	(0.0065)	(0.0048)	(0.0031)	
	수촌	223.10	2.99	1.81	1.11	0.38	95.48
			(0.0134)	(0.0081)	(0.0050)	(0.0017)	
	배방	59.40	2.23	1.81	1.43	1.14	67.23
			(0.0375)	(0.0305)	(0.0241)	(0.0192)	
	웅천	203.20	0.61	0.44	0.36	0.14	18.79
			(0.0030)	(0.0022)	(0.0018)	(0.0007)	

〔주〕 ( )값은 비유량(㎥/s/㎢)

<표 2.4-20> 2014년 유황분석 결과(계속)

권역명	관측소명	유역면적 (㎢)	풍수량 (95일, ㎥/s)	평수량 (185일, ㎥/s)	저수량 (275일, ㎥/s)	갈수량 (355일, ㎥/s)	연총량 (10^6㎥)
금강 권역	고산	288.84	7.43	5.35	3.25	1.27	216.37
			(0.0257)	(0.0185)	(0.0113)	(0.0044)	
	봉동	342.39	4.35	2.48	0.98	0.35	120.73
			(0.0127)	(0.0072)	(0.0029)	(0.0010)	
	황운	64.08	0.95	0.35	0.18	0.10	45.62
			(0.0148)	(0.0055)	(0.0028)	(0.0016)	
	하리	519.07	6.93	4.85	2.77	1.35	218.23
			(0.0134)	(0.0093)	(0.0053)	(0.0026)	
	전주	277.56	6.88	4.78	3.68	2.93	254.84
			(0.0248)	(0.0172)	(0.0133)	(0.0106)	
	대천 (자동유량)	810.50	17.36	11.80	7.69	4.70	548.25
			(0.0214)	(0.0146)	(0.0095)	(0.0058)	
	옹동	111.66	17.71	4.94	3.28	0.18	302.18
			(0.1586)	(0.0442)	(0.0294)	(0.0016)	
	신태인 (자동유량)	219.32	5.85	2.28	0.87	0.49	233.42
			(0.0267)	(0.0104)	(0.0040)	(0.0022)	
	공평	131.75	1.47	0.86	0.21	0.03	60.51
			(0.0112)	(0.0065)	(0.0016)	(0.0002)	
	정우	196.99	4.53	2.49	1.10	0.69	158.65
			(0.0230)	(0.0126)	(0.0056)	(0.0035)	
	양전	141.93	3.57	1.26	0.59	0.16	132.46
			(0.0252)	(0.0089)	(0.0042)	(0.0011)	
섬진강 권역	덕치	854.87	1.87	0.96	0.51	0.39	72.10
			(0.0022)	(0.0011)	(0.0006)	(0.0005)	
	오수	357.66	5.65	3.34	2.05	1.51	231.53
			(0.0158)	(0.0093)	(0.0057)	(0.0042)	
	적성	1,389.45	10.27	5.48	3.38	1.96	407.41
			(0.0074)	(0.0039)	(0.0024)	(0.0014)	
	곡성	1,795.71	16.24	8.48	5.44	2.88	673.47
			(0.0090)	(0.0047)	(0.0030)	(0.0016)	
	월석	167.35	2.41	1.03	0.63	0.35	107.93
			(0.0144)	(0.0062)	(0.0038)	(0.0021)	
	번암	221.35	3.51	1.59	0.98	0.66	124.89
			(0.0159)	(0.0072)	(0.0044)	(0.0030)	
	송동	472.81	6.21	3.67	2.36	1.52	291.48
			(0.0131)	(0.0078)	(0.0050)	(0.0032)	
	압록	2,474.03	29.36	15.41	8.76	5.98	1,197.70
			(0.0119)	(0.0062)	(0.0035)	(0.0024)	
	죽곡	1,273.61	8.44	6.68	4.84	3.56	458.16
			(0.0066)	(0.0052)	(0.0038)	(0.0028)	
	용서	128.73	1.26	0.64	0.34	0.15	104.23
			(0.0098)	(0.0050)	(0.0026)	(0.0012)	
	구례2	3,827.75	38.80	23.14	15.22	11.17	1,681.72
			(0.0101)	(0.0060)	(0.0040)	(0.0029)	
	송정	4,274.90	46.91	30.94	17.90	12.63	2,081.98
			(0.0110)	(0.0072)	(0.0042)	(0.0030)	
	화개	4,478.64	51.34	32.75	18.75	13.99	2,547.30
			(0.0115)	(0.0073)	(0.0042)	(0.0031)	

〔주〕 ( )값은 비유량(㎥/s/㎢)

<표 2.4-20> 2014년 유황분석 결과(계속)

권역명	관측소명	유역면적 (㎢)	풍수량 (95일, ㎥/s)	평수량 (185일, ㎥/s)	저수량 (275일, ㎥/s)	갈수량 (355일, ㎥/s)	연총량 (10^6㎥)
영산강 권역	삼지	234.96	2.93	1.63	1.07	0.63	116.67
			(0.0125)	(0.0069)	(0.0046)	(0.0027)	
	광주	442.58	5.61	3.10	1.52	0.36	230.7
			(0.0127)	(0.0070)	(0.0034)	(0.0008)	
	양동	44.22	1.36	1.19	1.09	0.90	51.54
			(0.0308)	(0.0269)	(0.0246)	(0.0204)	
	마륵 (자동유량)	683.50	18.31	13.59	10.18	7.31	585.96
			(0.0268)	(0.0199)	(0.0149)	(0.0107)	
	선암	555.08	6.44	3.14	1.36	0.94	233.14
			(0.0116)	(0.0057)	(0.0025)	(0.0017)	
	춘양	144.67	2.11	1.19	0.58	0.25	130.30
			(0.0146)	(0.0082)	(0.0040)	(0.0017)	
	한천	229.54	3.22	1.88	0.93	0.29	195.16
			(0.0140)	(0.0082)	(0.0041)	(0.0013)	
	능주	410.45	5.25	2.88	1.26	0.75	323.45
			(0.0128)	(0.0070)	(0.0031)	(0.0018)	
	본동 (자동유량)	1,324.43	32.95	20.65	15.12	6.83	1,159.46
			(0.0249)	(0.0156)	(0.0114)	(0.0052)	
	나주 (자동유량)	2,055.78	34.41	22.42	14.51	5.24	1,353.20
			(0.0167)	(0.0109)	(0.0071)	(0.0025)	
	회진 (자동유량)	2,276.12	38.20	26.91	17.94	10.57	1,442.46
			(0.0168)	(0.0118)	(0.0079)	(0.0046)	
	나산	130.00	3.12	1.40	0.62	0.28	115.47
			(0.0240)	(0.0108)	(0.0048)	(0.0022)	
	학교	193.42	4.28	1.89	0.93	0.35	160.14
			(0.0221)	(0.0098)	(0.0048)	(0.0018)	
	함평	115.25	1.23	0.22	0.06	0.01	54.22
			(0.0107)	(0.0019)	(0.0005)	(0.0001)	
	유양	202.53	2.38	1.58	0.91	0.21	56.04
			(0.0118)	(0.0078)	(0.0045)	(0.0010)	
	연산	266.95	4.56	3.53	2.44	0.93	153.02
			(0.0171)	(0.0132)	(0.0091)	(0.0035)	

〔주〕 ( )값은 비유량(㎥/s/㎢)

다. 유역별 유출량 산정

앞에서 각 권역별 수위관측소 지점에 대하여 수위-유량관계곡선식을 이용한 유출분석 결과를 이용하여 유역별로 월별 단위의 유출량을 산정하고 이를 바탕으로 중권역과 대권역에 대한 유출량도 누가하여 산정하였다.

중권역별 기준지점은 〈표 2.4-21〉과 같이 채택하였다. 중권역별 기준지점으로 채택된 지점은 2014년 유량측정이 이루어 졌으며, 일유량을 360일 이상 산정 할 수 있는 지점으로 한정하였다. 중권역 내 기준을 만족하는 지점이 없는 경우는 인접한 유역이나 상하류 관계에서 유사한 유출 특성을 보이는 지점을 기준 지점으로 선정하여 면적평균강수량 비와 유역면적 비를 적용하여 유출량을 산정하였다. 그러나 중권역 내 기준을 만족하는 지점도 없고 인접한 유역이나 상하류 관계에서도 유사한 유출 특성을 보이는 지점이 없는

곳에서는 유출량을 산정하지 않았다. 댐의 영향을 받는 곳에서는 댐 자료를 이용하여 유출량을 산정하기도 하였으나, 무리하게 미계측 유역으로 전이를 수행하지 않았다. 본 과업에서는 제주도 유역을 제외하여 유출 특성을 분석하였다.

본 과업에서는 수위관측소 지점의 수위-유량관계곡선식과 자동유량자료로 산정한 일별 유출량에 기준 지점에 대한 단위유역별 면적평균강수량 비와 유역면적 비를 적용하여 유출량을 산정하였다. 중권역별 월평균 유출량의 특성은 〈표 2.4-22〉, 〈그림 2.4-49〉, 중권역별 유출고의 특성은 〈표 2.4-23〉, 〈그림 2.4-50〉에서 확인할 수 있다.

<표 2.4-21> 중권역별 기준지점 선정

권역	중권역	기준지점	권역	중권역	기준지점	권역	중권역	기준지점	권역	중권역	기준지점
한강권역	1001(남한강상류)	평창	낙동강권역	2001(안동댐)	안동댐	낙동강권역	2502(남해도)	-	섬진강권역	4005(요천)	송동
	1002(평창강)	평창		2002(임하댐)	임하댐		2503(거제도)	-		4006(섬진곡성)	압록
	1003(충주댐)	영춘		2003(안동댐하류)	구담		2504(낙동강남해)	-		4007(주암댐)	주암댐
	1004(달천)	목도		2004(내성천)	향석					4008(보성강)	죽곡
	1005(충주댐하류)	남한강		2005(영강)	점촌	금강권역	3001(용담댐)	용담댐		4009(섬진강하류)	송정
	1006(섬강)	문막		2006(병성천)	동문		3002(용담댐하류)	부남		4101(섬진강서남해)	-
	1007(남한강하류)	양평		2007(낙동상주)	사벌		3003(무주남대천)	무주		4102(완도)	-
	1008(금강산댐)	-		2008(위천)	용곡		3004(영동천)	제원		4103(금산면)	-
	1009(평화의댐)	평화의댐		2009(낙동구미)	낙동		3005(초강)	심천		4104(이사천)	-
	1010(춘천댐)	춘천댐		2010(감천)	선산		3006(대청댐상류)	제원		4105(수어천)	-
	1011(인북천)	-		2011(낙동왜관)	왜관		3007(보청천)	산계교		4106(여수시)	-
	1012(소양강)	소양강댐		2012(금호강)	성서		3008(대청댐)	대청댐	영산강권역	5001(영산강상류)	광주
	1013(의암댐)	의암댐		2013(회천)	개진2		3009(갑천)	회덕		5002(황룡강)	선암
	1014(홍천강)	굴운		2014(낙동고령)	고령교		3010(대청댐하류)	부강		5003(지석천)	능주
	1015(청평댐)	청평댐		2015(합천댐)	합천댐		3011(미호천)	합강		5004(영산강중류)	나주
	1016(경안천)	경안		2016(황강)	죽고		3012(금강공주)	규암		5005(고막원천)	학교
	1017(팔당댐)	팔당댐		2017(낙동창녕)	적포교		3013(논산천)	논산		5006(영산강하류)	사포
	1018(한강서울)	한강대교		2018(남강댐)	남강댐		3014(금강하구언)	-		5007(영암천)	-
	1019(한강고양)	-		2019(남강)	거룡강		3101(삽교천)	-		5008(영산강하구언)	사포
	1020(고미탄천)	-		2020(낙동밀양)	진동		3201(대호방조제)	-		5101(탐진강)	연산
	1021(임진강상류)	-		2021(밀양강)	밀양1		3202(부남방조제)	-		5201(진도)	-
	1022(한탄강)	전곡		2022(낙동강하구언)	구포		3203(금강서해)	-		5202(영암방조제)	-
	1023(임진강하류)	적성		2101(형산강)	안강		3301(만경강)	대천		5301(주진천)	-
	1024(한강하류)	-		2201(태화강)	구영		3302(동진강)	정우		5302(와탄천)	-
	1101(안성천)	양평		2301(회야강)	-		3303(직소천)	-		5303(신안군)	-
	1201(한강서해)	-		2302(수영강)	-						
	1202(시화호)	-		2401(왕피천)	-	섬진강권역	4001(섬진강댐)	섬진강댐	제주도권역	6001(제주서해)	-
	1301(양양남대천)	-		2402(영덕오십천)	-		4002(섬진강댐하류)	적성		6002(제주북해)	-
	1302(강릉남대천)	-		2403(대종천)	-		4003(오수천)	오수		6003(제주남해)	-
	1303(삼척오십천)	-		2501(가화천)	-		4004(순창)	곡성		6004(제주동해)	-

<표 2.4-22> 중권역별 유출량 산정결과

유 역	유출량(㎥/s)												월평균 유출량
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
전 국	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
한강권역	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10(한강)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1001(남한강상류)	15.71	14.35	13.05	14.21	19.20	14.94	23.45	96.05	47.05	13.49	13.70	19.61	25.40
1002(평창강)	11.29	13.87	13.35	17.74	10.61	9.96	15.55	80.39	40.63	12.40	12.02	9.44	20.61
1003(충주댐)	8.44	21.86	17.50	32.03	22.94	10.67	15.94	106.38	51.73	31.15	26.67	8.83	29.51
1004(달천)	3.90	4.11	13.74	8.80	4.46	5.78	9.67	73.44	23.30	35.24	25.76	8.79	18.08
1005(충주댐하류)	11.70	4.71	5.76	10.75	7.88	12.12	3.76	11.76	10.64	7.82	9.72	6.09	8.56
1006(섬강)	16.25	16.80	9.63	10.99	10.89	7.82	11.90	48.83	20.75	12.01	7.12	3.54	14.71
1007(남한강하류)	21.33	17.87	36.13	29.34	20.36	26.29	19.47	48.32	34.29	35.42	22.25	24.35	27.95
1008(금강산댐)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1009(평화의댐)	15.02	18.25	2.24	2.81	4.74	4.13	6.70	10.46	4.49	9.65	14.69	13.06	8.85
1010(춘천댐)	7.46	13.10	12.05	7.46	11.32	9.74	8.02	7.10	10.39	1.83	1.45	1.54	7.62
1011(인북천)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1012(소양강)	5.50	8.03	16.38	23.91	14.74	4.88	9.96	80.02	58.39	14.13	6.84	4.07	20.57
1013(의암댐)	3.96	9.91	10.24	7.56	7.52	9.77	9.35	8.47	5.66	3.78	3.58	3.32	6.93
1014(홍천강)	7.59	6.97	9.15	6.76	4.97	4.24	14.62	55.39	29.68	7.51	4.15	6.82	13.15
1015(청평댐)	2.83	9.81	13.90	8.46	5.63	7.46	6.43	10.59	9.12	3.40	3.00	2.28	6.91
1016(경안천)	4.52	4.37	4.49	3.81	4.41	6.34	8.11	20.32	10.48	8.52	5.33	7.53	7.35
1017(팔당댐)	0.25	0.66	1.00	0.69	0.30	0.24	0.28	0.78	0.70	0.61	0.28	0.41	0.52
1018(한강서울)	10.99	17.50	29.51	17.31	9.70	9.90	9.41	30.14	21.38	20.18	8.36	8.47	16.07
1019(한강고양)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1020(고미탄천)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1021(임진강상류)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1022(한탄강)	10.50	10.62	9.52	5.81	7.48	9.60	27.23	31.97	29.92	9.07	7.03	5.89	13.72
1023(임진강하류)	9.39	4.54	4.74	2.39	3.73	5.07	8.64	10.57	10.91	2.86	2.48	1.32	5.55
1024(한강하류)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11(안성천)	6.79	3.67	3.51	5.12	17.14	18.77	44.68	62.79	24.29	22.73	8.67	10.41	19.05
1101(안성천)	6.79	3.67	3.51	5.12	17.14	18.77	44.68	62.79	24.29	22.73	8.67	10.41	19.05
12(한강서해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1201(한강서해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1202(시화호)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13(한강동해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1301(양양남대천)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1302(강릉남대천)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1303(삼척오십천)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

<표 2.4-22> 중권역별 유출량 산정결과(계속)

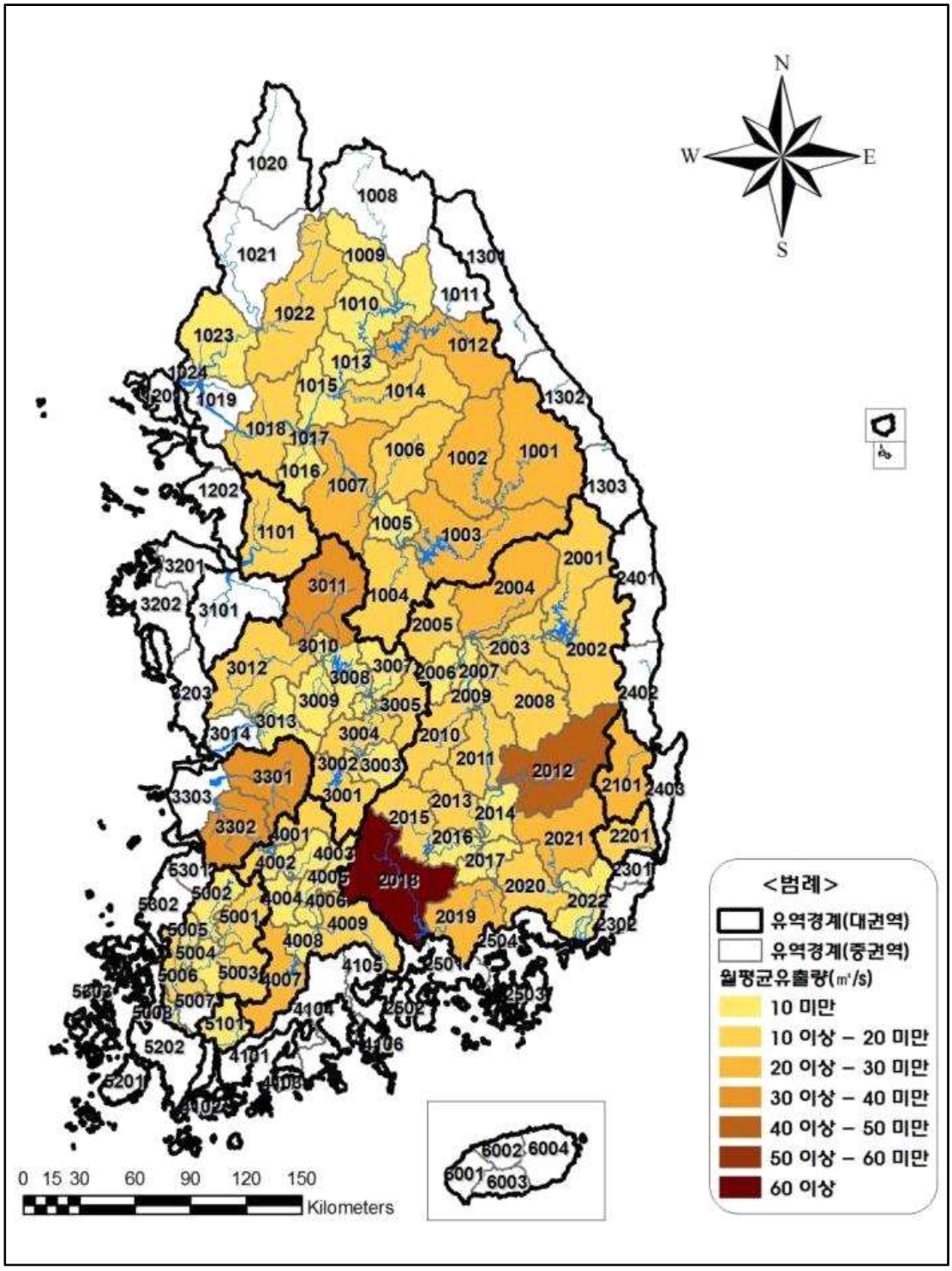
유 역	유출량(㎥/s)												월평균 유출량
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
낙동강권역	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20(낙동강)	158.80	125.79	185.89	233.11	248.93	234.20	262.44	1,582.73	398.77	332.56	291.39	232.74	357.28
2001(안동댐)	12.99	15.20	24.17	20.00	21.22	45.67	40.47	22.83	3.12	2.34	4.42	10.60	18.58
2002(임하댐)	1.35	3.04	2.86	12.37	22.23	15.12	3.53	25.81	24.29	17.05	24.80	37.44	15.82
2003(안동댐하류)	4.10	8.98	6.42	8.38	10.35	18.28	14.14	31.76	8.18	7.37	7.04	8.39	11.12
2004(내성천)	6.17	6.50	6.38	7.69	5.59	10.30	5.89	95.79	43.09	41.69	29.82	9.12	22.34
2005(영강)	2.54	2.07	6.01	4.22	1.64	4.83	2.90	49.91	13.95	21.65	15.48	6.13	10.94
2006(병성천)	0.92	0.89	1.68	3.06	1.93	3.28	3.38	40.55	6.64	6.44	7.34	4.17	6.69
2007(낙동상주)	1.48	3.96	2.08	2.01	2.37	1.78	0.88	7.11	2.97	2.50	1.93	1.47	2.55
2008(위천)	1.37	2.11	7.26	8.68	6.76	0.77	2.06	118.81	26.60	16.45	17.78	7.96	18.05
2009(낙동구미)	4.25	1.00	0.55	0.67	1.91	1.20	0.39	7.11	1.75	2.52	1.33	0.72	1.95
2010(감천)	9.43	2.54	5.21	11.76	8.81	2.24	7.06	68.52	15.20	13.11	14.63	11.03	14.13
2011(낙동왜관)	32.88	4.53	5.86	5.41	17.00	8.70	5.27	44.39	16.09	20.54	11.54	10.24	15.20
2012(금호강)	11.41	12.23	30.22	33.09	30.02	21.16	24.57	214.53	43.11	32.72	25.21	20.75	41.59
2013(회천)	2.75	2.22	4.13	11.60	9.79	2.96	8.07	76.01	14.19	9.21	8.45	6.64	13.00
2014(낙동고령)	3.04	3.68	3.50	4.91	4.21	4.47	3.51	30.50	10.14	11.72	6.44	6.29	7.70
2015(합천댐)	12.86	13.56	13.83	11.48	12.25	19.94	14.25	9.88	7.06	10.47	15.68	15.32	13.05
2016(황강)	11.88	6.94	4.49	4.26	6.59	7.12	7.68	10.74	4.78	3.96	5.90	15.56	7.49
2017(낙동창녕)	2.28	2.02	2.59	3.42	2.99	4.17	2.72	18.94	6.95	5.84	3.92	3.70	4.96
2018(남강댐)	10.79	10.23	30.11	40.58	30.59	21.52	58.67	362.97	65.64	41.50	40.47	27.46	61.71
2019(남강)	17.20	14.87	7.37	12.72	31.33	12.55	35.01	90.34	34.47	26.87	20.90	14.47	26.51
2020(낙동밀양)	5.24	6.20	5.48	10.05	7.71	14.72	7.86	45.24	19.87	16.61	12.29	6.15	13.12
2021(밀양강)	2.72	2.24	12.60	9.89	10.50	5.17	8.86	166.29	17.83	11.30	7.07	5.76	21.69
2022(낙동강하구언)	1.14	0.78	3.11	6.85	3.15	8.26	5.26	44.71	12.84	10.70	8.92	3.39	9.09
21(형산강)	1.52	4.59	14.55	16.19	9.36	8.02	7.88	152.02	23.84	17.34	8.48	5.30	22.42
2101(형산강)	1.52	4.59	14.55	16.19	9.36	8.02	7.88	152.02	23.84	17.34	8.48	5.30	22.42
22(태화강)	1.03	0.72	6.29	7.87	3.87	2.51	7.02	74.21	9.11	5.70	3.69	2.45	10.37
2201(태화강)	1.03	0.72	6.29	7.87	3.87	2.51	7.02	74.21	9.11	5.70	3.69	2.45	10.37
23(회야·수영)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2301(회야강)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2302(수영강)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24(낙동강동해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2401(왕피천)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2402(영덕오십천)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2403(대종천)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25(낙동강남해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2501(가화천)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2502(남해도)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2503(거제도)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2504(낙동강남해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

<표 2.4-22> 중권역별 유출량 산정결과(계속)

유 역	유출량(㎥/s)												월평균 유출량
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
금강권역	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30(금강)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3001(용담댐)	3.25	3.37	16.78	11.27	6.71	7.49	15.23	82.41	12.79	11.59	14.87	11.34	16.42
3002(용담댐하류)	1.59	7.78	0.96	1.32	1.94	1.81	1.74	1.33	1.86	1.63	0.96	1.89	2.07
3003(무주남대천)	1.27	1.89	7.47	10.49	5.92	3.41	7.09	51.12	4.26	4.39	7.03	4.25	9.05
3004(영동천)	8.35	6.52	10.50	9.08	8.88	11.90	9.69	33.11	8.47	7.14	10.53	13.89	11.51
3005(초강)	2.21	1.94	5.55	9.17	5.31	4.44	4.42	59.59	6.42	8.05	8.95	6.63	10.22
3006(대청댐상류)	1.69	1.56	2.16	1.79	1.24	1.57	1.70	5.60	1.40	0.99	2.03	2.04	1.98
3007(보청천)	2.09	1.57	2.78	2.32	2.24	3.60	6.56	50.69	8.10	15.46	12.29	4.34	9.34
3008(대청댐)	4.27	4.85	4.15	5.38	10.04	13.75	8.02	7.93	11.93	5.98	6.73	10.48	7.79
3009(갑천)	1.54	1.32	3.47	4.45	4.38	8.38	8.42	32.30	9.71	12.44	12.57	6.81	8.82
3010(대청댐하류)	0.65	0.39	0.97	1.05	1.14	1.84	1.33	2.67	1.05	0.92	2.13	2.19	1.36
3011(미호천)	12.68	3.48	31.49	21.02	14.22	30.61	27.60	95.42	31.01	33.07	81.45	24.26	33.86
3012(금강공주)	15.08	8.41	16.84	12.75	12.96	17.94	19.25	47.49	21.42	20.60	28.15	13.49	19.53
3013(논산천)	3.51	4.07	2.96	1.03	0.76	1.09	9.60	13.55	9.37	16.78	8.72	4.44	6.32
3014(금강하구언)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31(삽교천)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3101(삽교천)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32(금강서해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3201(대호방조제)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3202(부남방조제)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3203(금강서해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33(만경·동진)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3301(만경강)	9.85	7.66	17.42	20.59	20.62	23.60	35.97	121.60	23.17	24.07	27.82	31.14	30.29
3302(동진강)	6.95	5.51	6.97	11.49	21.09	13.68	35.50	127.93	61.76	38.55	14.53	29.04	31.08
3303(직소천)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
섬진강권역	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40(섬진강)	16.80	13.69	36.27	27.77	24.44	34.71	141.51	443.84	89.45	53.20	48.13	67.11	83.08
4001(섬진강댐)	3.05	2.94	12.28	8.64	5.94	6.71	28.74	86.21	8.78	11.08	10.01	15.74	16.68
4002(섬진강댐하류)	0.76	0.50	1.05	0.86	0.68	1.04	4.55	11.43	2.16	1.69	1.54	1.81	2.34
4003(오수천)	2.22	1.69	3.32	2.65	2.46	4.67	15.68	33.19	8.81	5.46	5.10	5.04	7.52
4004(순창)	1.20	0.69	2.47	1.96	1.43	1.99	11.12	24.55	4.27	3.95	3.34	4.64	5.13
4005(요천)	2.65	2.27	3.70	2.81	2.36	4.10	11.85	53.08	11.26	8.14	5.65	5.67	9.46
4006(섬진곡성)	0.81	0.50	1.33	0.99	0.86	0.90	4.89	14.73	3.18	2.44	1.95	4.76	3.11
4007(주암댐)	1.72	1.51	5.45	4.09	7.03	9.29	39.78	148.52	34.48	9.09	9.29	5.72	23.00
4008(보성강)	0.43	1.70	1.00	1.38	0.51	1.18	1.01	17.09	2.71	2.72	1.15	0.68	2.63
4009(섬진강하류)	4.55	2.27	6.30	4.92	3.59	5.69	26.98	63.25	15.50	9.81	11.23	24.20	14.86

<표 2.4-22> 중권역별 유출량 산정결과(계속)

유 역	유출량(㎥/s)												월평균 유출량
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
41(섬진강남해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4101(섬진강서남해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4102(완도)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4103(금산면)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4104(이사천)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4105(수어천)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4106(여수시)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
영산강권역	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50(영산강)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5001(영산강상류)	2.55	1.47	3.29	3.23	3.49	5.87	17.16	48.81	15.72	13.02	12.38	10.77	11.48
5002(황룡강)	1.52	1.08	2.31	1.90	2.77	3.50	13.57	36.14	7.52	5.51	5.94	7.56	7.44
5003(지석천)	1.56	1.28	5.79	3.64	4.21	4.22	63.04	74.89	20.79	6.22	10.32	7.13	16.92
5004(영산강중류)	1.95	1.44	4.22	4.13	5.64	7.78	18.60	34.76	9.45	6.88	5.73	5.53	8.84
5005(고막원천)	1.26	0.69	3.56	2.56	4.79	5.50	11.20	23.87	4.80	2.67	3.63	4.03	5.71
5006(영산강하류)	3.92	3.20	7.04	5.51	7.35	6.81	33.52	49.60	14.08	10.24	8.62	8.31	13.18
5007(영암천)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5008(영산강하구언)	1.05	0.70	2.26	1.61	1.69	1.66	14.92	17.67	4.20	2.57	2.61	1.47	4.37
51(탐진강)	4.53	4.01	5.21	4.16	4.07	8.16	9.60	31.33	12.54	8.68	10.18	8.50	9.25
5101(탐진강)	4.53	4.01	5.21	4.16	4.07	8.16	9.60	31.33	12.54	8.68	10.18	8.50	9.25
52(영산강남해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5201(진도)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5202(영암방조제)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
53(영산강서해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5301(주진천)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5302(와탄천)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5303(신안군)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
제주도권역	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60(제주도)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6001(제주서해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6002(제주북해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6003(제주남해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6004(제주동해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



<그림 2.4-49> 전국 중권역별 월평균유출량

<표 2.4-23> 중권역별 유출고 산정결과

유 역	유출고(㎜)												합계	유출률(%)
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월		
전 국	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
한강권역	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10(한강)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1001(남한강상류)	9.82	26.62	45.82	46.75	11.75	11.80	16.23	145.36	69.40	34.81	17.34	6.48	442.18	47.04
1002(평창강)	9.89	19.95	32.46	27.13	15.40	12.83	17.74	125.83	58.22	27.44	14.32	9.75	370.94	44.31
1003(충주댐)	6.44	5.87	36.04	22.97	18.97	11.38	10.06	141.27	56.77	55.55	26.37	11.36	403.06	43.36
1004(달천)	6.18	12.93	17.57	14.68	6.58	10.02	16.89	116.11	35.71	57.14	33.26	15.27	342.34	35.26
1005(충주댐하류)	24.69	23.29	18.49	34.36	36.47	14.84	32.91	37.00	33.49	49.33	28.13	34.43	367.44	45.33
1006(섬강)	27.80	27.06	17.95	18.33	18.98	12.42	20.28	87.09	35.91	23.14	12.00	6.08	307.05	40.95
1007(남한강하류)	27.56	23.90	13.82	28.69	48.52	33.83	38.55	37.83	30.01	33.10	35.01	31.89	382.69	46.99
1008(금강산댐)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1009(평화의댐)	42.77	46.95	6.39	7.75	13.49	11.38	19.08	29.78	12.38	27.49	40.48	37.20	295.15	42.47
1010(춘천댐)	12.26	24.03	30.81	16.14	19.68	9.43	12.86	13.04	18.06	3.71	1.85	4.36	166.23	24.37
1011(인북천)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1012(소양강)	8.08	8.86	28.85	26.51	23.13	7.91	15.53	105.23	73.41	22.08	8.94	7.02	335.54	44.02
1013(의암댐)	14.71	33.22	37.99	27.15	27.90	35.09	34.71	31.45	20.34	14.03	12.84	12.33	301.74	46.64
1014(홍천강)	9.14	9.01	7.78	10.21	7.90	5.92	31.48	86.89	42.73	11.41	7.27	6.43	236.15	29.15
1015(청평댐)	18.11	25.94	21.47	18.90	28.40	33.36	48.94	48.23	20.05	15.77	12.88	15.61	307.67	37.45
1016(경안천)	28.07	16.11	16.82	13.61	20.85	31.12	40.90	87.20	44.74	33.83	22.67	25.72	381.63	46.10
1017(팔당댐)	30.29	14.22	10.22	15.97	26.72	36.49	37.86	47.10	21.99	18.45	24.45	11.42	295.17	35.01
1018(한강서울)	18.06	15.01	8.38	17.41	30.10	31.47	41.13	41.35	23.43	16.27	23.70	17.77	284.09	33.65
1019(한강고양)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1020(고미탄천)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1021(임진강상류)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1022(한탄강)	10.98	10.23	9.36	6.07	8.03	9.88	28.71	33.95	30.50	9.69	7.59	6.91	171.89	26.52
1023(임진강하류)	5.97	11.64	7.32	5.97	5.74	3.60	20.25	24.77	16.46	7.68	3.81	8.76	121.96	19.74
1024(한강하류)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11(안성천)	9.42	5.26	5.97	8.09	26.15	29.82	76.04	95.58	39.19	37.44	12.88	17.63	363.48	38.15
1101(안성천)	9.42	5.26	5.97	8.09	26.15	29.82	76.04	95.58	39.19	37.44	12.88	17.63	363.48	38.15
12(한강서해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1201(한강서해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1202(시화호)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13(한강동해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1301(양양남대천)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1302(강릉남대천)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1303(삼척오십천)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

<표 2.4-23> 중권역별 유출고 산정결과(계속)

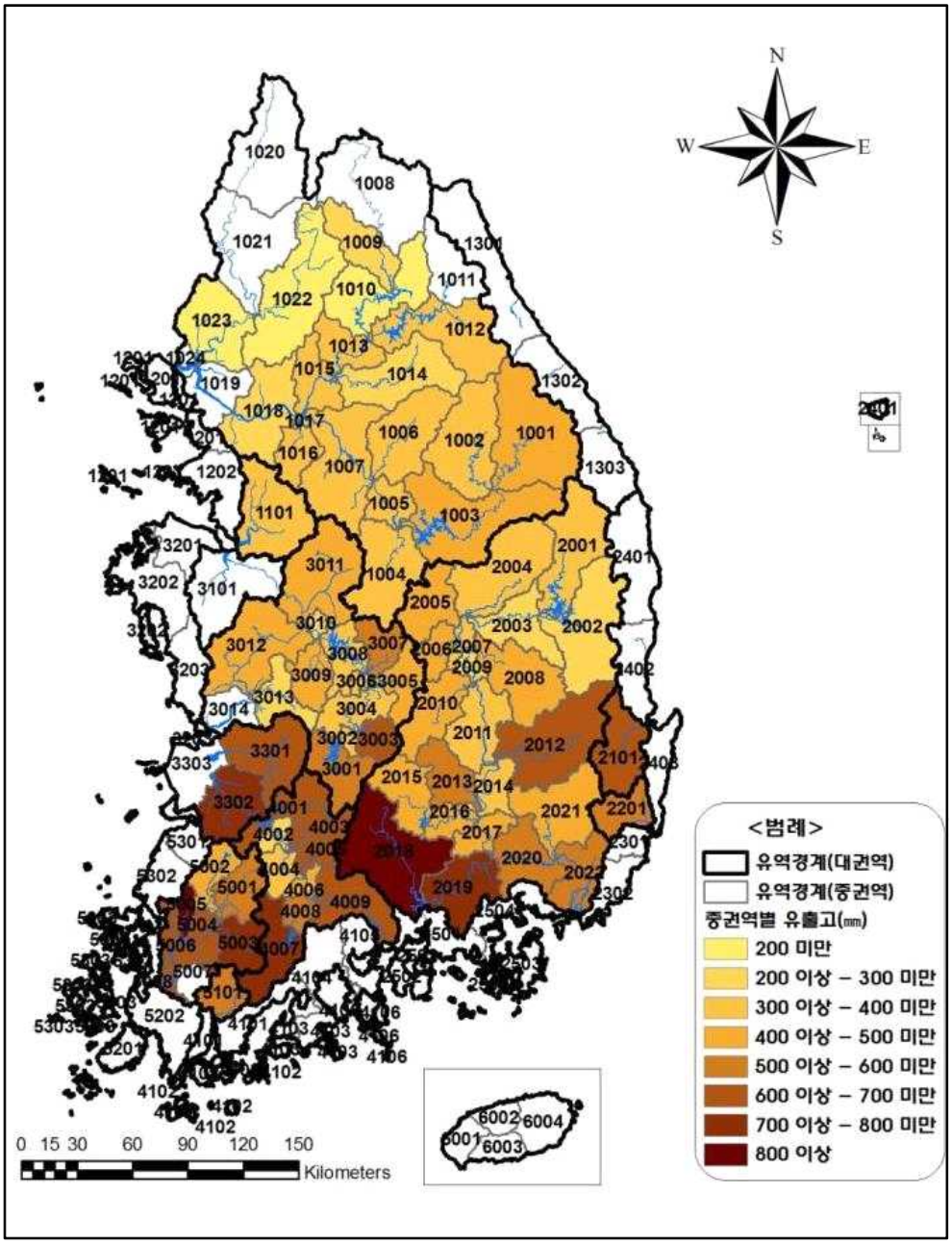
유 역	유출고(㎜)												합계	유출률(%)
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월		
낙동강권역	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20(낙동강)	10.7	9.7	22.8	25.4	24.7	22.7	28.8	206.3	40.6	36.0	31.9	25.5	485.1	42.63
2001(안동댐)	21.4	22.6	39.7	31.8	34.9	72.7	66.6	37.5	5.0	3.8	7.0	17.4	360.4	35.37
2002(임하댐)	1.8	3.7	3.9	16.2	30.1	19.8	4.8	35.0	31.9	23.1	32.5	50.8	253.7	25.92
2003(안동댐하류)	6.3	3.9	23.0	14.2	16.6	29.9	27.4	79.5	20.5	18.3	22.5	28.8	290.9	31.71
2004(내성천)	10.4	8.3	9.9	10.4	8.9	14.4	8.8	134.7	57.9	63.3	43.9	15.8	386.7	40.00
2005(영강)	6.2	6.2	18.8	13.5	4.5	12.3	9.1	164.2	36.4	67.2	50.1	16.8	405.3	38.88
2006(병성천)	4.8	4.1	9.7	13.4	16.8	16.8	22.4	230.1	37.0	47.0	38.0	17.8	457.9	38.69
2007(낙동상주)	10.5	6.6	36.2	23.4	9.4	19.7	18.4	89.5	29.9	34.1	41.5	19.7	339.0	33.15
2008(위천)	4.6	3.5	13.7	15.6	12.7	1.5	3.9	223.4	49.4	32.7	33.0	15.2	409.3	42.22
2009(낙동구미)	1.7	4.4	12.8	12.2	4.3	22.3	15.4	119.4	25.1	31.2	36.6	8.0	293.4	27.68
2010(감천)	23.0	6.1	13.9	30.0	23.2	5.7	18.8	182.6	39.2	34.8	38.0	28.8	444.0	39.56
2011(낙동왜관)	0.9	6.4	16.4	27.1	5.7	18.4	28.2	134.0	34.7	24.6	29.9	9.1	335.4	31.73
2012(금호강)	14.6	14.1	38.8	40.8	38.4	26.1	31.5	274.4	53.4	41.8	31.2	26.6	631.7	55.68
2013(회천)	8.3	6.9	14.2	37.7	33.1	9.7	27.4	259.3	46.6	31.2	28.0	22.1	524.6	44.22
2014(낙동고령)	8.8	5.5	21.1	22.7	18.3	23.7	29.8	144.9	32.0	20.5	25.9	13.2	366.3	37.48
2015(합천댐)	37.1	35.3	39.9	32.0	35.3	55.6	41.1	28.5	19.7	30.2	43.8	44.2	442.6	37.19
2016(황강)	9.0	16.9	39.4	32.6	24.7	40.7	39.8	116.5	27.5	35.0	41.4	15.5	438.9	35.96
2017(낙동창녕)	8.6	8.1	21.5	25.4	26.2	17.4	27.4	215.6	31.0	26.9	32.9	17.5	458.4	36.58
2018(남강댐)	12.7	10.8	35.3	46.1	35.9	24.4	68.9	426.1	74.6	48.7	46.0	32.2	861.7	61.01
2019(남강)	10.4	9.5	19.8	27.3	34.3	24.1	36.8	374.6	53.7	71.5	34.1	40.7	736.7	53.54
2020(낙동밀양)	11.7	10.2	24.4	20.6	25.9	11.2	24.5	288.9	36.0	33.3	28.9	37.5	553.1	43.13
2021(밀양강)	4.5	3.5	23.8	16.8	18.9	9.3	17.2	320.4	32.0	20.3	12.7	10.7	490.2	40.96
2022(낙동강하구언)	6.6	6.6	17.3	15.1	29.9	10.4	22.4	335.6	35.6	30.9	18.9	21.1	550.2	37.90
21(형산강)	5.4	10.6	35.0	39.0	21.2	21.5	18.1	348.6	53.7	41.9	19.5	11.8	626.3	48.35
2101(형산강)	5.4	10.6	35.0	39.0	21.2	21.5	18.1	348.6	53.7	41.9	19.5	11.8	626.3	48.35
22(태화강)	2.2	5.2	26.8	26.9	8.8	6.6	23.6	399.0	44.3	19.9	11.5	6.1	580.8	45.13
2201(태화강)	2.2	5.2	26.8	26.9	8.8	6.6	23.6	399.0	44.3	19.9	11.5	6.1	580.8	45.13
23(회야·수영)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2301(회야강)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2302(수영강)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24(낙동강동해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2401(왕피천)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2402(영덕오십천)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2403(대종천)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25(낙동강남해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2501(가화천)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2502(남해도)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2503(거제도)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2504(낙동강남해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

<표 2.4-23> 중권역별 유출고 산정결과(계속)

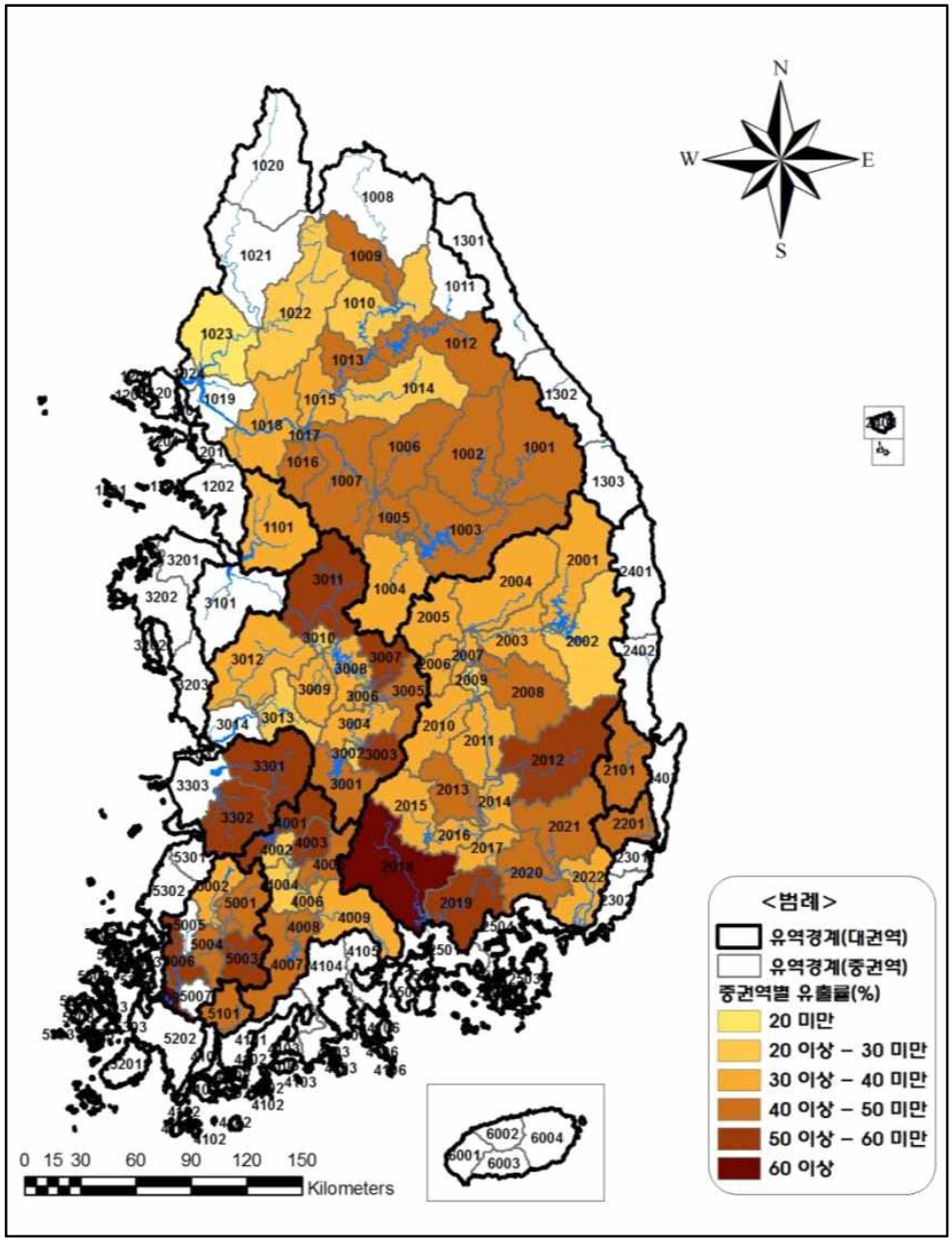
유 역	유출고(㎜)												합계	유출률(%)
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월		
금강권역	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30(금강)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3001(용담댐)	9.4	8.8	48.3	31.4	19.3	20.9	43.8	237.2	35.6	33.4	41.4	32.7	562.1	46.81
3002(용담댐하류)	23.2	4.2	43.4	27.5	18.6	17.9	19.4	49.8	19.4	25.1	38.6	22.4	309.4	29.34
3003(무주남대천)	9.2	8.0	45.0	52.4	31.7	18.2	42.5	285.9	24.0	25.2	38.9	25.5	606.5	56.39
3004(영동천)	14.1	16.1	27.6	33.3	24.2	10.5	23.5	125.0	25.3	31.4	30.9	27.3	389.0	38.17
3005(초강)	8.9	7.1	22.4	35.8	21.4	17.3	17.8	240.2	25.0	32.4	34.9	26.7	489.9	43.94
3006(대청댐상류)	11.8	11.5	22.8	28.8	29.6	13.6	22.8	126.2	26.0	38.5	27.4	31.7	390.7	37.70
3007(보청천)	8.9	6.1	13.5	11.4	10.1	16.4	32.9	246.1	36.6	74.0	59.9	21.9	537.5	52.01
3008(대청댐)	17.1	17.6	16.7	20.9	40.3	53.4	32.2	31.8	46.3	24.0	26.1	42.1	368.5	38.10
3009(갑천)	6.4	4.9	14.3	17.6	18.0	33.2	34.8	132.5	38.8	51.3	50.0	28.1	430.0	38.02
3010(대청댐하류)	9.7	18.1	8.4	11.9	30.1	30.9	23.7	24.1	44.4	24.9	12.3	17.2	255.6	27.64
3011(미호천)	20.2	66.1	8.8	9.1	25.9	26.7	45.5	49.7	93.8	68.6	13.7	20.4	448.6	50.06
3012(금강공주)	17.5	32.8	16.2	24.5	40.2	34.0	32.1	41.6	61.7	42.1	25.3	42.1	410.1	37.50
3013(논산천)	12.7	13.3	12.1	4.1	3.1	4.2	37.6	51.2	36.2	66.7	33.3	17.2	291.7	27.32
3014(금강하구언)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31(삽교천)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3101(삽교천)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32(금강서해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3201(대호방조제)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3202(부남방조제)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3203(금강서해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33(만경·동진)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3301(만경강)	15.8	15.9	27.5	38.5	41.0	45.8	58.4	202.7	43.4	44.0	48.7	54.7	636.4	57.77
3302(동진강)	9.3	7.6	17.1	24.7	39.3	40.9	84.4	276.9	101.1	59.0	31.4	46.0	737.8	59.45
3303(직소천)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
섬진강권역	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40(섬진강)	10.4	9.6	22.5	16.1	17.1	22.6	80.1	277.5	54.8	29.3	28.0	25.8	593.7	41.61
4001(섬진강댐)	10.7	9.3	43.1	29.3	20.8	22.8	100.8	302.5	29.8	38.9	34.0	55.2	697.2	52.49
4002(섬진강댐하류)	5.2	6.2	11.8	9.0	7.9	10.1	49.4	98.9	24.2	15.8	17.4	18.7	274.6	22.55
4003(오수천)	16.0	11.7	23.9	18.5	17.8	31.8	111.5	242.4	62.2	39.5	36.0	36.2	647.5	51.90
4004(순창)	9.9	9.2	14.1	11.5	10.3	13.9	48.9	151.4	41.6	19.2	27.4	19.8	377.0	29.59
4005(요천)	14.6	11.1	20.3	14.9	12.8	21.8	64.9	289.0	59.1	44.6	30.0	30.2	613.2	48.04
4006(섬진곡성)	8.4	8.6	16.7	11.6	10.5	24.3	58.2	200.6	45.0	22.7	31.0	14.3	452.0	37.05
4007(주암댐)	4.5	3.6	14.2	10.3	18.3	23.4	103.5	386.4	86.8	23.7	23.4	14.9	712.8	47.60
4008(보성강)	24.2	7.3	19.1	9.0	18.0	13.9	143.7	184.4	35.9	12.0	35.2	49.3	552.0	40.37
4009(섬진강하류)	10.8	16.5	25.5	19.0	21.4	28.6	53.9	304.9	60.0	32.7	27.5	12.9	613.6	35.94

<표 2.4-23> 중권역별 유출고 산정결과(계속)

유 역	유출고(㎜)												합계	유출률(%)
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월		
41(섬진강남해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4101(섬진강서남해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4102(완도)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4103(금산면)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4104(이사천)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4105(수어천)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4106(여수시)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
영산강권역	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50(영산강)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5001(영산강상류)	10.5	6.9	12.8	11.5	14.7	23.7	70.1	183.4	58.9	47.8	47.7	43.3	531.4	41.97
5002(황룡강)	7.1	4.8	10.9	8.7	13.3	15.8	65.2	170.4	34.7	26.1	27.2	35.8	420.1	32.38
5003(지석천)	6.9	4.7	24.0	12.9	14.0	14.8	253.4	262.2	68.6	25.4	39.3	37.8	763.9	54.87
5004(영산강중류)	16.5	15.9	26.4	18.0	36.0	25.8	163.8	184.8	51.2	36.4	38.4	27.6	640.9	50.01
5005(고막원천)	15.8	8.2	43.5	29.9	57.0	66.1	134.2	286.3	55.8	30.5	42.4	46.2	815.7	65.05
5006(영산강하류)	24.8	22.7	36.4	25.0	25.6	29.3	99.3	188.5	49.0	36.2	53.5	54.0	644.3	58.72
5007(영암천)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5008(영산강하구언)	28.8	32.1	35.3	26.7	34.7	37.4	69.5	164.9	51.2	44.9	55.0	94.8	675.2	62.02
51(탐진강)	25.5	27.6	28.4	17.6	22.7	43.7	48.7	156.2	60.8	45.7	45.5	45.4	567.7	41.73
5101(탐진강)	25.5	27.6	28.4	17.6	22.7	43.7	48.7	156.2	60.8	45.7	45.5	45.4	567.7	41.73
52(영산강남해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5201(진도)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5202(영암방조제)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
53(영산강서해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5301(주진천)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5302(와탄천)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5303(신안군)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
제주도권역	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60(제주도)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6001(제주서해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6002(제주북해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6003(제주남해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6004(제주동해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



<그림 2.4-50> 전국 중권역별 유출고



<그림 2.4-51> 전국 중권역별 유출률

라. 수자원부존량 산정

수자원부존량이란 해당 유역에 내린 강수의 총량을 부피단위로 환산한 값을 의미하며 강수량에 유역면적을 곱하여 산정한다. 수자원부존량은 다시 유출량과 손실량으로 나눌 수 있으며 유출량은 7월에서 10월까지의 유출량을 합한 홍수시 유출량과 그 외 기간의 평상시 유출량으로 구분할 수 있다.

본 과업에서는 각 권역의 중권역별 면적평균강수량 산정결과를 이용하여 수자원부존량을 산정하였다. 또한 월별 유출량을 토대로 유출량을 홍수시와 평상시로 구분한 후 손실량을 산정하였다. 중권역별 수자원부존량 현황은 〈표 2.4-24〉에 나타내었다.

<표 2.4-24> 중권역별 수자원 부존량 현황

유 역	유역면적 (㎢)	연평균 강수량 (㎜)	수자원 부존량 (억㎥)	연평균 유출량(억㎥)			손실량 (억㎥)
				홍수시	평상시	계	
전 국	109,429.20	1,071.7	1,172.8	-	-	-	-
				-	-	-	-
한강권역	41,947.30	808.5	339.1	-	-	-	-
				-	-	-	-
10(한강)	34,428.10	763.9	263.0	55.4	36.0	91.4	171.6
				(21.1)	(13.7)	(34.7)	(65.3)
1001(남한강상류)	2,447.80	940.0	23.0	6.5	4.3	10.8	12.2
				(28.3)	(18.8)	(47.0)	(53.0)
1002(평창강)	1,773.39	837.1	14.9	4.1	2.5	6.6	8.3
				(27.4)	(16.9)	(44.3)	(55.7)
1003(충주댐)	2,483.82	929.5	23.1	6.5	3.5	10.0	13.1
				(28.4)	(15.0)	(43.4)	(56.6)
1004(달천)	1,614.36	971.0	15.6	3.6	1.9	5.5	10.1
				(23.3)	(12.0)	(35.3)	(64.7)
1005(충주댐하류)	524.42	810.5	4.2	0.8	1.1	1.9	2.3
				(18.8)	(26.5)	(45.3)	(54.7)
1006(섬강)	1,491.01	749.9	11.2	2.5	2.1	4.6	6.6
				(22.2)	(18.8)	(40.9)	(59.1)
1007(남한강하류)	2,072.72	814.4	16.8	2.9	5.0	7.9	8.9
				(17.1)	(29.9)	(47.0)	(53.0)
1008(금강산댐)	2,384.68	676.7	16.1	-	-	-	-
				-	-	-	-
1009(평화의댐)	940.45	695.0	6.6	0.8	1.9	2.8	3.8
				(12.8)	(29.7)	(42.5)	(57.5)
1010(춘천댐)	1,587.45	682.1	10.8	0.8	1.9	2.6	8.2
				(7.0)	(17.4)	(24.4)	(75.6)
1011(인북천)	931.22	780.3	7.3	-	-	-	-
				-	-	-	-
1012(소양강)	1,852.04	762.3	14.1	4.0	2.2	6.2	7.9
				(28.4)	(15.6)	(44.0)	(56.0)
1013(의암댐)	721.70	646.9	4.7	0.7	1.5	2.2	2.5
				(15.5)	(31.1)	(46.6)	(53.4)
1014(홍천강)	1,566.05	810.0	12.7	2.7	1.0	3.7	9.0
				(21.3)	(7.9)	(29.2)	(70.8)
1015(청평댐)	760.61	821.6	6.2	1.0	1.3	2.3	3.9
				(16.2)	(21.3)	(37.4)	(62.6)
1016(경안천)	561.12	827.8	4.6	1.2	1.0	2.1	2.5
				(25.0)	(21.1)	(46.1)	(53.9)
1017(팔당댐)	43.87	843.0	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2
				(14.9)	(20.1)	(35.0)	(65.0)
1018(한강서울)	1,537.22	844.3	13.0	1.9	2.5	4.4	8.6
				(14.5)	(19.2)	(33.6)	(66.4)
1019(한강고양)	848.42	766.5	6.5	-	-	-	-
				-	-	-	-
1020(고미탄천)	2,195.20	617.5	13.6	-	-	-	-
				-	-	-	-
1021(임진강상류)	2,072.71	587.9	12.2	-	-	-	-
				-	-	-	-
1022(한탄강)	2,452.18	648.1	15.9	2.5	1.7	4.2	11.7
				(15.9)	(10.7)	(26.5)	(73.5)

〔주〕 ( )는 유출률(%)

<표 2.4-24> 중권역별 수자원 부존량 현황(계속)

유 역	유역면적 (㎢)	연평균 강수량 (㎜)	수자원 부존량 (억㎥)	연평균 유출량(억㎥)			손실량 (억㎥)
				홍수시	평상시	계	
1023(임진강하류)	1,419.21	617.9	8.8	1.0	0.7	1.7	7.0
				(11.2)	(8.5)	(19.7)	(80.3)
1024(한강하류)	146.40	617.9	0.9	-	-	-	-
				-	-	-	-
11(안성천)	1,658.70	952.8	15.8	4.1	1.9	6.0	9.8
				(26.1)	(12.1)	(38.1)	(61.9)
1101(안성천)	1,658.66	952.8	15.8	4.1	1.9	6.0	9.8
				(26.1)	(12.1)	(38.1)	(61.9)
12(한강서해)	1,970.80	792.6	15.6	-	-	-	-
				-	-	-	-
1201(한강서해)	1,009.55	705.9	7.1	-	-	-	-
				-	-	-	-
1202(시화호)	961.26	883.7	8.5	-	-	-	-
				-	-	-	-
13(한강동해)	3,889.70	1,146.6	44.6	-	-	-	-
				-	-	-	-
1301(양양남대천)	1,852.93	942.2	17.5	-	-	-	-
				-	-	-	-
1302(강릉남대천)	1,050.11	1,369.9	14.4	-	-	-	-
				-	-	-	-
1303(삼척오십천)	986.64	1,290.3	12.7	-	-	-	-
				-	-	-	-
낙동강권역	31,800.80	1,207.9	384.1	-	-	-	-
				-	-	-	-
20(낙동강)	23,706.10	1,138.0	269.8	73.9	41.1	115.0	154.8
				(27.4)	(15.2)	(42.6)	(57.4)
2001(안동댐)	1,628.68	1,019.1	16.6	1.8	4.0	5.9	10.7
				(11.1)	(24.3)	(35.4)	(64.6)
2002(임하댐)	1,975.77	978.6	19.3	1.9	3.1	5.0	14.3
				(9.7)	(16.2)	(25.9)	(74.1)
2003(안동댐하류)	980.41	917.5	9.0	1.4	1.4	2.9	6.1
				(15.9)	(15.8)	(31.7)	(68.3)
2004(내성천)	1,816.06	966.7	17.5	4.8	2.2	7.0	10.5
				(27.4)	(12.6)	(40.0)	(60.0)
2005(영강)	914.43	1,042.3	9.5	2.5	1.2	3.7	5.8
				(26.6)	(12.3)	(38.9)	(61.1)
2006(병성천)	433.11	1,183.7	5.1	1.5	0.5	2.0	3.1
				(28.4)	(10.3)	(38.7)	(61.3)
2007(낙동상주)	224.13	1,022.5	2.3	0.4	0.4	0.8	1.5
				(16.8)	(16.3)	(33.2)	(66.8)
2008(위천)	1,405.99	969.4	13.7	4.4	1.4	5.8	7.9
				(31.9)	(10.3)	(42.2)	(57.8)
2009(낙동구미)	175.51	1,059.9	1.8	0.3	0.2	0.5	1.3
				(18.0)	(9.7)	(27.7)	(72.3)
2010(감천)	1,005.33	1,122.1	11.3	2.8	1.7	4.5	6.8
				(24.5)	(15.0)	(39.6)	(60.4)
2011(낙동왜관)	1,109.84	1,056.9	11.7	2.5	1.3	3.7	8.0
				(20.9)	(10.8)	(31.7)	(68.3)
2012(금호강)	2,092.42	1,134.5	23.7	8.4	4.8	13.2	10.5
				(35.3)	(20.3)	(55.7)	(44.3)

〔주〕 ( )는 유출률(%)

<표 2.4-24> 중권역별 수자원 부존량 현황(계속)

유 역	유역면적 (㎢)	연평균 강수량 (㎜)	수자원 부존량 (억㎥)	연평균 유출량(억㎥)			손실량 (억㎥)
				홍수시	평상시	계	
2013(회천)	781.70	1,186.4	9.3	2.8	1.3	4.1	5.2
				(30.7)	(13.5)	(44.2)	(55.8)
2014(낙동고령)	547.95	977.4	5.3	1.2	0.8	2.0	3.3
				(23.2)	(14.2)	(37.5)	(62.5)
2015(합천댐)	928.94	1,190.3	11.0	1.1	3.0	4.1	6.9
				(10.0)	(27.2)	(37.2)	(62.8)
2016(황강)	402.96	1,220.4	4.9	0.9	0.9	1.8	3.1
				(17.9)	(18.0)	(36.0)	(64.0)
2017(낙동창녕)	473.26	1,253.4	6.0	1.4	0.7	2.2	3.8
				(24.0)	(12.6)	(36.6)	(63.4)
2018(남강댐)	2,281.72	1,412.5	32.3	14.1	5.6	19.7	12.6
				(43.8)	(17.2)	(61.0)	(39.0)
2019(남강)	1,185.08	1,376.0	16.3	6.4	2.4	8.7	7.6
				(39.0)	(14.5)	(53.5)	(46.5)
2020(낙동밀양)	1,004.68	1,282.5	12.9	3.8	1.7	5.6	7.3
				(29.8)	(13.3)	(43.1)	(56.9)
2021(밀양강)	1,422.30	1,196.7	17.0	5.5	1.4	7.0	10.0
				(32.6)	(8.4)	(41.0)	(59.0)
2022(낙동강하구언)	915.84	1,451.6	13.3	3.9	1.2	5.0	8.3
				(29.2)	(8.7)	(37.9)	(62.1)
21(형산강)	1,140.00	1,295.2	14.7	5.3	1.9	7.1	7.6
				(35.7)	(12.7)	(48.4)	(51.6)
2101(형산강)	1,139.99	1,295.2	14.7	5.3	1.9	7.1	7.6
				(35.7)	(12.7)	(48.4)	(51.6)
22(태화강)	660.90	1,286.9	8.5	3.2	0.6	3.8	4.7
				(37.8)	(7.3)	(45.1)	(54.9)
2201(태화강)	660.86	1,286.9	8.5	3.2	0.6	3.8	4.7
				(37.8)	(7.3)	(45.1)	(54.9)
23(회야·수영)	865.40	1,627.5	14.1	-	-	-	-
				-	-	-	-
2301(회야강)	324.16	1,538.3	5.0	-	-	-	-
				-	-	-	-
2302(수영강)	541.28	1,681.8	9.1	-	-	-	-
				-	-	-	-
24(낙동강동해)	2,968.10	1,221.6	36.3	-	-	-	-
				-	-	-	-
2401(왕피천)	1,405.85	1,172.0	16.5	-	-	-	-
				-	-	-	-
2402(영덕오십천)	905.65	1,195.2	10.8	-	-	-	-
				-	-	-	-
2403(대종천)	656.59	1,367.3	9.0	-	-	-	-
				-	-	-	-
25(낙동강남해)	2,460.30	1,647.2	40.5	-	-	-	-
				-	-	-	-
2501(가화천)	797.26	1,663.2	13.3	-	-	-	-
				-	-	-	-
2502(남해도)	358.70	2,057.4	7.4	-	-	-	-
				-	-	-	-

〔주〕 ( )는 유출률(%)

<표 2.4-24> 중권역별 수자원 부존량 현황(계속)

유 역	유역면적 (㎢)	연평균 강수량 (㎜)	수자원 부존량 (억㎥)	연평균 유출량(억㎥)			손실량 (억㎥)
				홍수시	평상시	계	
2503(거제도)	533.83	1,483.2	7.9	-	-	-	-
				-	-	-	-
2504(낙동강남해)	770.55	1,554.9	12.0	-	-	-	-
				-	-	-	-
금강권역	17,924.80	1,062.1	190.4	-	-	-	-
				-	-	-	-
30(금강)	9,914.00	1,047.4	103.8	-	-	-	-
				-	-	-	-
3001(용담댐)	930.43	1,200.9	11.1	3.3	2.0	5.2	5.9
				(29.1)	(17.7)	(46.8)	(53.2)
3002(용담댐하류)	127.72	1,054.4	1.4	0.1	0.2	0.4	1.0
				(10.8)	(18.6)	(29.3)	(70.7)
3003(무주남대천)	464.08	1,075.5	5.0	1.8	1.1	2.8	2.2
				(35.1)	(21.3)	(56.4)	(43.6)
3004(영동천)	705.51	1,019.1	7.1	1.4	1.3	2.7	4.4
				(20.1)	(18.0)	(38.2)	(61.8)
3005(초강)	664.62	1,114.8	7.5	2.1	1.2	3.3	4.2
				(28.3)	(15.6)	(43.9)	(56.1)
3006(대청댐상류)	120.42	1,036.4	1.3	0.3	0.2	0.5	0.8
				(20.6)	(17.1)	(37.7)	(62.3)
3007(보청천)	553.56	1,033.5	5.7	2.2	0.8	3.0	2.7
				(37.7)	(14.3)	(52.0)	(48.0)
3008(대청댐)	667.48	967.1	6.5	0.9	1.6	2.5	4.0
				(13.9)	(24.2)	(38.1)	(61.9)
3009(갑천)	648.99	1,130.9	7.3	1.7	1.1	2.8	4.5
				(22.8)	(15.3)	(38.0)	(62.0)
3010(대청댐하류)	129.82	924.9	1.2	0.2	0.2	0.3	0.9
				(12.7)	(15.0)	(27.6)	(72.4)
3011(미호천)	1,854.98	896.2	16.6	4.8	3.5	8.3	8.3
				(28.7)	(21.3)	(50.1)	(49.9)
3012(금강공주)	1,843.73	1,093.6	20.2	3.3	4.3	7.6	12.6
				(16.2)	(21.3)	(37.5)	(62.5)
3013(논산천)	666.10	1,067.9	7.1	1.3	0.7	1.9	5.2
				(18.0)	(9.4)	(27.3)	(72.7)
3014(금강하구언)	536.58	1,086.1	5.8	-	-	-	-
				-	-	-	-
31(삽교천)	1,668.40	1,007.9	16.8	-	-	-	-
				-	-	-	-
3101(삽교천)	1,668.39	1,007.9	16.8	-	-	-	-
				-	-	-	-
32(금강서해)	2,975.20	1,023.2	30.4	-	-	-	-
				-	-	-	-
3201(대호방조제)	685.06	1,052.0	7.2	-	-	-	-
				-	-	-	-
3202(부남방조제)	1,336.04	977.9	13.1	-	-	-	-
				-	-	-	-
3203(금강서해)	954.14	1,065.1	10.2	-	-	-	-
				-	-	-	-

〔주〕 ( )는 유출률(%)

<표 2.4-24> 중권역별 수자원 부존량 현황(계속)

유 역	유역면적 (㎢)	연평균 강수량 (㎜)	수자원 부존량 (억㎥)	연평균 유출량(억㎥)			손실량 (억㎥)
				홍수시	평상시	계	
33(만경·동진)	3,367.20	1,169.6	39.4	-	-	-	-
				-	-	-	-
3301(만경강)	1,405.60	1,101.5	15.4	4.9	4.0	8.9	6.5
				(31.6)	(26.1)	(57.8)	(42.2)
3302(동진강)	1,117.53	1,240.9	13.8	5.8	2.4	8.2	5.6
				(42.0)	(17.4)	(59.5)	(40.5)
3303(직소천)	844.05	1,187.8	10.0	-	-	-	-
				-	-	-	-
섬진강권역	8,299.10	1,543.6	128.1	-	-	-	-
				-	-	-	-
40(섬진강)	4,914.30	1,427.0	70.1	21.7	7.5	29.2	40.9
				(31.0)	(10.6)	(41.6)	(58.4)
4001(섬진강댐)	763.47	1,328.4	10.1	3.6	1.7	5.3	4.8
				(35.5)	(17.0)	(52.5)	(47.5)
4002(섬진강댐하류)	237.08	1,217.5	2.9	0.1	0.1	0.2	2.7
				(4.3)	(2.1)	(6.4)	(93.6)
4003(오수천)	370.89	1,247.6	4.6	1.7	0.7	2.4	2.2
				(36.5)	(15.4)	(51.9)	(48.1)
4004(순창)	431.24	1,274.4	5.5	1.1	0.5	1.6	3.9
				(20.5)	(9.1)	(29.6)	(70.4)
4005(요천)	486.67	1,276.6	6.2	2.2	0.8	3.0	3.2
				(35.8)	(12.2)	(48.0)	(52.0)
4006(섬진곡성)	183.24	1,220.0	2.2	0.6	0.2	0.8	1.4
				(26.8)	(10.3)	(37.0)	(63.0)
4007(주암댐)	1,029.52	1,497.6	15.4	6.2	1.2	7.3	8.1
				(40.1)	(7.5)	(47.6)	(52.4)
4008(보성강)	283.78	1,367.1	3.9	1.1	0.5	1.6	2.3
				(27.5)	(12.9)	(40.4)	(59.6)
4009(섬진강하류)	1,128.43	1,707.3	19.3	5.1	1.8	6.9	12.3
				(26.4)	(9.5)	(35.9)	(64.1)
41(섬진강남해)	3,384.80	1,715.9	58.1	-	-	-	-
				-	-	-	-
4101(섬진강서남해)	1,074.40	1,649.2	17.7	-	-	-	-
				-	-	-	-
4102(완도)	384.61	1,860.7	7.2	-	-	-	-
				-	-	-	-
4103(금산면)	124.07	1,851.2	2.3	-	-	-	-
				-	-	-	-
4104(이사천)	1,048.40	1,740.3	18.2	-	-	-	-
				-	-	-	-
4105(수어천)	612.71	1,705.5	10.4	-	-	-	-
				-	-	-	-
4106(여수시)	140.60	1,577.2	2.2	-	-	-	-
				-	-	-	-

〔주〕 ( )는 유출률(%)

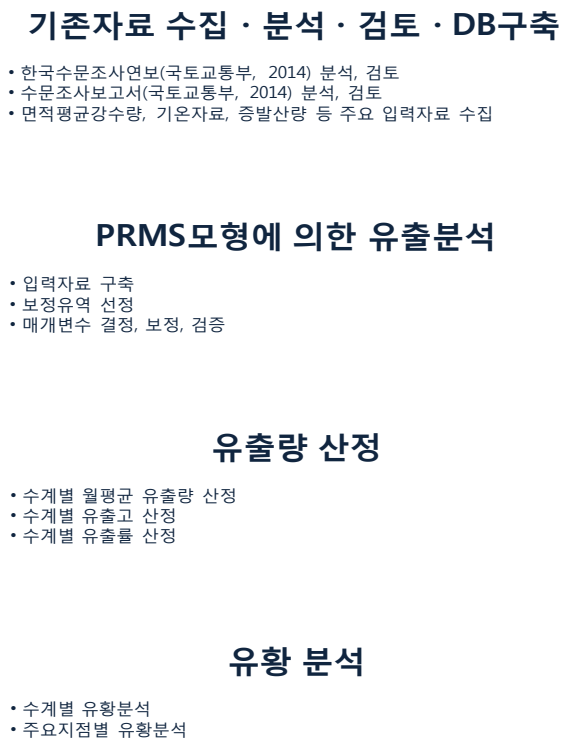
<표 2.4-24> 중권역별 수자원 부존량 현황(계속)

유 역	유역면적 (㎢)	연평균 강수량 (㎜)	수자원 부존량 (억㎥)	연평균 유출량(억㎥)			손실량 (억㎥)
				홍수시	평상시	계	
영산강권역	7,604.90	1,277.4	97.1	-	-	-	-
				-	-	-	-
50(영산강)	3,469.60	1,253.4	43.5	-	-	-	-
				-	-	-	-
5001(영산강상류)	714.80	1,266.0	9.1	2.6	1.2	3.8	5.3
				(28.5)	(13.5)	(42.0)	(58.0)
5002(황룡강)	565.04	1,297.2	7.4	1.7	0.7	2.4	5.0
				(22.9)	(9.5)	(32.4)	(67.6)
5003(지석천)	663.98	1,392.1	9.3	4.0	1.0	5.1	4.2
				(43.8)	(11.1)	(54.9)	(45.1)
5004(영산강중류)	408.13	1,281.5	5.2	1.8	0.8	2.6	2.6
				(34.0)	(16.0)	(50.0)	(50.0)
5005(고막원천)	218.95	1,254.0	2.8	1.1	0.7	1.8	1.0
				(40.4)	(24.6)	(65.0)	(35.0)
5006(영산강하류)	483.63	1,097.2	5.3	1.8	1.3	3.1	2.2
				(34.0)	(24.7)	(58.7)	(41.3)
5007(영암천)	264.34	1,114.3	2.9	-	-	-	-
				-	-	-	-
5008(영산강하구언)	150.71	1,088.7	1.6	0.5	0.5	1.0	0.6
				(30.4)	(31.7)	(62.0)	(38.0)
51(탐진강)	505.50	1,360.5	6.9	1.6	1.3	2.9	4.0
				(22.9)	(18.8)	(41.7)	(58.3)
5101(탐진강)	505.52	1,360.5	6.9	1.6	1.3	2.9	4.0
				(22.9)	(18.8)	(41.7)	(58.3)
52(영산강남해)	1,506.70	1,342.2	20.2	-	-	-	-
				-	-	-	-
5201(진도)	437.43	1,538.0	6.7	-	-	-	-
				-	-	-	-
5202(영암방조제)	1,069.31	1,263.2	13.5	-	-	-	-
				-	-	-	-
53(영산강서해)	2,123.10	1,252.2	26.6	-	-	-	-
				-	-	-	-
5301(주진천)	511.11	1,291.5	6.6	-	-	-	-
				-	-	-	-
5302(와탄천)	1,097.99	1,260.1	13.8	-	-	-	-
				-	-	-	-
5303(신안군)	514.00	1,194.8	6.1	-	-	-	-
				-	-	-	-
제주도권역	1,852.20	1,906.4	35.3	-	-	-	-
				-	-	-	-
60(제주도)	1,852.20	1,906.4	35.3	-	-	-	-
				-	-	-	-
6001(제주서해)	378.50	1,328.3	5.0	-	-	-	-
				-	-	-	-
6002(제주북해)	348.36	1,600.0	5.6	-	-	-	-
				-	-	-	-
6003(제주남해)	363.56	2,387.1	8.7	-	-	-	-
				-	-	-	-
6004(제주동해)	761.80	2,105.7	16.0	-	-	-	-
				-	-	-	-

〔주〕 ( )는 유출률(%)

2.4.4 강우-유출모형에 의한 유출분석

우리나라는 지형학적으로 전 국토의 70% 이상이 산악지형이고 기후학적으로 연평균 강수량의 60% 이상이 6월~9월에 집중된다. 이와 같은 강우의 집중현상으로 인해 홍수피해가 빈번하고 연간 수자원 부존량의 50%~70%가 바다로 유입되어 버린다. 최근에는 엘리뇨, 라니냐 같은 기상이변으로 돌발홍수 및 가뭄의 발생빈도가 증가하고 있다. 따라서, 수자원의 효율적인 이용을 위해서는 보다 안정적인 용수공급 대책이 강구되어야 한다. 수자원 개발계획 중 이수계획 수립은 용수를 안정적으로 공급하기 위한 것으로 이를 위해서는 무엇보다도 일 단위 이상의 정량적인 자연유량이 필요하다. 유량은 일반적으로 다음과 같이 구분할 수 있다. 첫 번째는 원시유량으로 인간의 삶 자체가 없는 유량으로 대상유역이 초지 혹은 특정식물로 덮여 있는 상태의 유량을 의미한다. 두 번째는 자연유량으로 현재상태의 조건 하에서 하천유량에 인위적인 영향이 가해지지 않은 유량을 의미한다. 세 번째는 실측유량으로 인간에 의해 이루어지는 모든 행위(용수공급, 회귀, 도수 등)가 반영된 상태의 유량을 의미한다. 본 절에서는 모의능력이 우수하여 기존 유역조사에서 분석모형으로 채택된 PRMS 모형을 이용하여 유역별 유출분석을 수행하였다. 전체적인 유출분석 흐름은 〈그림 2.4-52〉와 같다.



<그림 2.4-52> 강우-유출모형에 의한 유출분석 흐름도

가. PRMS 모형의 기본이론

수문순환을 구성하는 요소들은 측정 가능한 유역 특성을 기초로 물리적인 해석을 가지

는 경험적 관계와 물리 법칙으로 알려진 형태로서 표현된다. PRMS 모형은 이러한 경험적 관계와 물리법칙을 이용하여 유출량을 산정한다. PRMS 모형은 아래와 같은 물수지 방정식을 토대로 하고 있다.

$$Q = P - ET \pm S$$

여기서 Q는 유출량, P는 강수량, ET는 증발산량, S는 불투수층의 지표저류량이다. PRMS는 강수량(P)과 증발산량(ET), 지표저류량(S)의 관계로 유출량을 산정하는 개념적인 모형으로 강수량, 기온과 태양복사량 등이 주요 입력자료로 이용된다.

나. PRMS 모형에 의한 유출분석

1) 입력자료 구축

PRMS 모형을 이용하여 장기유출량을 모의하기 위해서는 단위유역별로 시계열 및 지형자료가 구축되어야 한다. PRMS 모형은 일단위의 강수량 자료와 증발량 및 기온자료를 주요 입력자료로 활용한다. PRMS 모형에서 강수량을 적용하는 방법은 유역 인근에 위치한 관측소의 지점강수량을 이용하는 경우와 면적평균 강수량을 이용하는 경우가 있다. 이중 첫 번째 방법은 관측소의 강수량 자료를 별도의 가공을 거치지 않고 사용할 수 있으나 관측소의 자료기간이 상이한 경우에 기간별로 모형을 실행시켜야 하는 어려움이 있다. 이에 따라 본 과업에서는 앞서 산정한 단위유역별 면적평균강수량을 이용하였다.

PRMS 모형에서 잠재증발산량을 추정하는 방법은 태양복사량 자료를 이용하는 방법과 증발접시 자료를 이용하는 방법, 추정식을 이용하는 방법이 있다. 그러나 우리나라에는 태양복사량과 같은 자료가 부족한 관계로 이 방법을 적용하기가 어렵다. 또한, 증발접시 자료를 이용하는 방법도 가용자료가 부족한 관계로 이용이 곤란하다. 이에 따라 본 과업에서는 부득이하게 추정식을 이용하여 잠재증발산량을 추정하였다. 한편, 잠재증발산량 추정식에는 Jensen-Haise 식과 Hamon 식이 있는데 본 과업에서는 Hamon 식을 채택하였다. Hamon 식은 최저 및 최고 기온자료로 잠재증발산량을 추정하게 된다. 그러나 해당 유역 내에서 장기간 동안 관측된 자료가 일부에 불과하기 때문에 단위유역의 특성을 반영하기는 사실상 어렵다. 이에 따라 본 과업에서는 각 단위유역에 가장 인접한 기상자료를 활용하였다.

2) 매개변수

PRMS 모형은 많은 매개변수를 포함하고 있다. 매개변수는 지형자료에서 직접 결정되는 추정용이 매개변수와 지형자료에서 결정하기 힘든 추정난해 매개변수로 구분된다. 추정용이 매개변수는 대상유역의 수치표고분포도(DEM), 임상도, 토양도, 토지피복도 등을 통하여 직접 산정이 가능하기 때문에 매개변수를 검·보정하여 중권역별로 전이하는 과정을 거치지 않는다. 추정난해 매개변수는 보정유역을 통해 검·보정한 후, 매개변수 지역화 기법을 통해 각 중권역별로 전이하게 된다.

가) 보정유역 선정

본 과업에서는 수문조사 이력과 신뢰도 등, 그리고 인위적인 용수사용량이 비교적 적은 상류유역(댐 지점)을 중심으로 매개변수 보정유역을 선정하였다. 보정유역을 검토한 결과, 한강유역에서는 횡성댐 유역만이 적합하였다. 낙동강유역에서는 안동댐, 합천댐, 남강댐, 금강유역에서는 용담댐, 섬진강유역에서는 섬진강댐을 선정하였다. 그러나 소수의 댐 유역의 특성만을 미계측유역으로 전이할 경우에는 불확실성이 상당히 클 것으로 보인다. 향후에는 수위(유량)관측소 유역 등이 포함될 수 있도록 해야 할 것으로 보인다.

나) 매개변수 결정

PRMS 모형에는 많은 추정난해 매개변수가 있으므로, 본 과업에서는 모형에서 제공하는 제안 값을 사용하였다. 그 다음에 모의 결과를 관측자료와 비교, 검토한 후 민감도가 높은 매개변수들은 Rosenbrock 방법으로 최적화하였다.

본 과업에서는 우리나라 상황에 적합한 다음과 같은 매개변수 결정방법을 사용하였다.

① DEM, 임상도, 토양도, 토지피복도 등을 이용하여 추정용이 매개변수 추출
② 유역별 면적강수량을 이용하여 강수량관련 추정난해 매개변수 확정
③ 월별 증발산 관련 매개변수를 조절하여 물수지를 맞춤
④ 민감도가 높은 추정난해 매개변수를 최적화 기법을 통하여 보정 및 검증

추정용이 매개변수는 2001년도에 유역조사에서 조사된 DEM, 임상도, 토양도, 토지피복도 등의 주제도를 이용하여 산정하였다. 그 후 2011년 4대강살리기사업에 따른 "수자원단위지도 표준 개선 연구"에 의해 변경된 수자원단위지도(Ver 3.0)를 적용하여 매개변수를 재검토 하였다.

모형의 추정난해 매개변수를 결정하기 위해서는 가용 자료기간을 보정기간과 검증기간으로 구분이 필요하다. 이후 보정기간에서 매개변수를 결정하고 검증기간에서 보정된 매개변수로 모의하여 관측자료와 비교를 통해 이의 정확도를 평가해야 한다. 〈표 2.4-25〉는 PRMS 모형의 검·보정에 사용된 자료기간을 나타낸다. 〈표 2.4-25〉에서 알 수 있는 바와 같이 자료기간은 보정기간과 검증기간이 비슷한 기간을 갖고 있다.

<표 2.4-25> PRMS모형의 보정기간 및 검증기간

대상지점	전체자료기간	보정기간	검증기간
횡성댐	12년 (2001년 ~ 2012년)	6년 (2007년 ~ 2012년)	6년 (2001년 ~ 2006년)
용담댐	12년 (2001년 ~ 2012년)	6년 (2007년 ~ 2012년)	6년 (2001년 ~ 2006년)
안동댐	36년 (1977년 ~ 2012년)	18년 (1995년 ~ 2012년)	18년 (1977년 ~ 1994년)
합천댐	24년 (1989년 ~ 2012년)	12년 (2001년 ~ 2012년)	12년 (1989년 ~ 2000년)
남강댐	13년 (2000년 ~ 2012년)	7년 (2006년 ~ 2012년)	6년 (2000년 ~ 2005년)
섬진강댐	38년 (1975년 ~ 2012년)	19년 (1994년 ~ 2012년)	19년 (1975년 ~ 1993년)

다) 매개변수 보정

PRMS 모형 매개변수의 보정은 각 유역별로 Hamon의 월별계수(hamon_coef)를 보완하여 연간 물수지와 월별 물수지를 맞추고, Rosenbrock 방법으로 최적화하면 된다. 〈표 2.4-26〉은 관측유량과 계산유량의 통계치를 나타낸다. 모든 댐 유역에서 상관계수 0.88 이상, 모형 효율계수 0.70 이상, 평균제곱근오차 1.96㎜/day 이하의 높은 적합성을 보였다. 유출용적오차도 전체유역에서 10% 이하의 특성을 나타내었다.

<표 2.4-26> PRMS모형 보정시 관측유량과 계산유량의 통계적 결과

통계치 \ 유역	횡성댐	안동댐	합천댐	남강댐	용담댐	섬진강댐
유출용적 오차(%)	7.85	13.88	1.53	5.17	8.19	2.64
평균제곱근오차(㎜/day)	0.20	0.63	0.37	1.96	0.75	0.31
모형 효율성계수	0.70	0.78	0.88	0.87	0.77	0.85
상관계수	0.91	0.89	0.94	0.94	0.88	0.92

라) 매개변수 검증

본 과업에서는 이전 단계에서 보정된 유역별 매개변수를 토대로 검증을 실시하였다. 이의 검증 결과는 〈표 2.4-27〉와 같다. 횡성댐 유역에서는 상관계수 0.86, 모형 효율성계수 0.72, 평균제곱근오차 0.53㎜/day로 높은 적합도를 보였다. 합천댐 유역에서는 관측유량에 대해 높은 상관성을 보였으며 유출용적오차가 -1.5% 이내로 관측유량에 거의 근접한 특성을 나타내었다. 남강댐과 용담댐 유역에서는 상관계수 0.85 이상, 모형 효율성계수 0.72 이상, 평균제곱근오차 3.08㎜/day 이하, 유출용적오차가 8% 이하의 특성을 나타내었다. 섬진강 유역에서는 상관계수 0.71, 모형 효율성계수 0.51로 다소 낮게 산정되었지만, 평균제곱근오차 -0.46㎜/day, 유출용적오차 -1.66%로 모의된 값이 비교적 타당한 결과를 나타내었다.

<표 2.4-27> PRMS모형 검증시 관측유량과 계산유량의 통계적 결과

통계치 \ 유역	횡성댐	안동댐	합천댐	남강댐	용담댐	섬진강댐
유출용적 오차(%)	-10.16	-2.14	-1.36	7.59	4.46	-1.66
평균제곱근오차(㎜/day)	0.29	0.53	0.33	3.08	0.71	0.46
모형 효율성계수	0.72	0.72	0.85	0.72	0.86	0.51
상관계수	0.86	0.86	0.92	0.85	0.93	0.71

3) 장기유출량 산정

가) 유출량 산정

매개변수 검·보정 등의 절차를 거쳐 PRMS 모형으로 모의한 2014년의 월평균 유출량을 〈표 2.4-28〉~〈표 2.4-32〉에 수록하였으며, PRMS모형에 의한 권역별 누가 유출량은 〈그림 2.4-53〉~〈그림 2.4-57〉에 나타내었다. 또한 유역별 유출고 및 유출률은 〈표 2.4-33〉~〈표 2.4-37〉, 〈표 2.4-38〉~〈표 2.4-42〉에 수록하였고, PRMS 모형에 의한 권역별 유출고, 유출률을 〈그림 2.4-59〉~〈그림 2.4-63〉에 나타내었다. 그리고 〈그림 2.4-58〉, 〈그림 2.4-64〉에는 유출고와 유출률을 도시하였다.

PRMS 모형을 이용한 장기유출량 산정결과, 2014년 연평균 유출량은 1,775.6㎥/s로 산정되었다. 이 중 한강권역이 458.5㎥/s, 낙동강권역이 600.7㎥/s, 금강권역이 264.3㎥/s, 섬진강권역이 235.9㎥/s, 영산강권역이 149.8㎥/s의 특성을 보였다.

각 권역의 장기유출량과 유역면적을 이용하여 유출고를 산정한 결과, 전유역의 연평균 유출고는 511.7㎜로 분석되었다. 각 권역별로 유출고를 살펴보면, 한강권역 344.7㎜, 낙동강권역 595.9㎜, 금강권역 464.8㎜, 섬진강권역 896.3㎜, 영산강권역 621.0㎜의 특성을 나타내었다. 유출률은 전 유역에서 47.7%로 산정되었다. 이를 권역별로 살펴보면 한강권역 42.6%, 낙동강권역 49.3%, 금강권역 43.8%, 섬진강권역 58.1%, 영산강권역 48.6%의 특성을 보였다.

본 과업에서는 중권역 단위로 실측에 의한 값과 PRMS 모형의 모의치에 대한 비교 분석을 수행하였다. 비교 분석은 연평균유출량적인 측면에서 수행하였으며, 비교 분석이 가능한 중권역에 대한 결과를 〈그림 2.4-65〉~〈그림 2.4-69〉에 나타내었다. 권역별로 살펴보면, 한강권역에서 평균 30.2%, 낙동강권역에서는 27.7%, 금강권역에서는 160.0%, 섬진강권역에서는 65.3%, 영산강권역에서는 30.7%의 편차를 나타내었다. 충주댐권역(1003), 형산강(2101), 영동천(3004), 섬진강댐(4001), 영산강중류(5004) 등에서는 평균 이하의 편차를 보였으나, 춘천댐(1010), 낙동강하구언(2022), 대청댐하류(3010), 보성강(4008), 황룡강(5002) 등에서는 평균 이상의 큰 편차를 나타내었다.

이와 같이 실측에 의한 값과 PRMS의 모의 값이 차이를 보이는 이유는 PRMS의 검보정에 있는 것으로 판단된다. 또한 PRMS의 모의 값이 인위적인 영향을 받지 않는 자연유량이라는 데에 있는 것으로 판단된다. 향후 PRMS 모형에 대한 체계적인 검보정이 수행되어야 할 것으로 판단된다.

<표 2.4-28> PRMS 모형에 의한 수계별 유출량

유 역	유역면적 (㎢)	유 출 량(㎥/s)												
		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	연평균
전 국	109,411.8	249.9	383.8	1,073.7	1,037.4	997.7	621.1	1,870.5	8,334.9	2,497.0	2,061.5	1,253.4	731.7	1,775.6
한강권역	41,946.7	89.7	144.4	233.7	345.3	278.7	165.4	494.3	1,730.6	1,017.5	596.0	263.6	110.7	458.5
10(한강)	34,427.7	70.8	104.3	154.7	189.9	210.3	127.0	352.6	1,281.5	772.0	431.5	197.9	81.5	333.1
11(안성천)	1,658.6	4.0	9.7	4.0	5.3	4.7	5.6	58.2	78.6	35.2	34.4	14.6	7.2	22.0
12(한강서해)	1,970.8	4.6	7.4	2.7	6.2	8.9	8.5	64.9	67.9	39.0	21.3	10.5	4.4	20.7
13(한강동해)	3,889.6	10.3	23.0	72.4	143.9	54.8	24.3	18.6	302.7	171.2	108.9	40.6	17.6	82.7
낙동강권역	31,784.4	51.8	105.3	372.3	349.7	326.5	131.8	430.3	3,535.9	602.9	690.8	360.7	170.4	600.7
20(낙동강)	23,689.8	43.6	72.4	204.5	210.5	191.7	88.0	320.5	2,324.0	444.0	518.3	281.9	131.5	407.0
21(형산강)	1,140.0	0.9	5.6	22.8	15.3	10.0	5.0	4.1	151.1	18.0	21.6	8.0	5.0	22.5
22(태화강)	660.9	0.6	4.5	13.9	7.8	6.0	3.7	8.7	65.5	6.7	11.9	5.1	2.8	11.6
23(회야·수영)	865.4	0.9	5.0	20.9	17.4	17.9	5.2	10.8	188.4	24.5	22.1	8.5	4.6	27.5
24(낙동강동해)	2,968.0	2.0	13.9	50.7	52.1	34.1	11.2	16.8	336.1	50.6	49.4	20.1	11.8	54.6
25(낙동강남해)	2,460.3	3.7	4.1	59.5	46.6	66.8	18.7	69.5	470.7	59.0	67.4	37.1	14.8	77.5
금강권역	17,924.6	51.4	56.4	168.8	134.4	111.2	82.2	208.5	1,079.1	348.1	432.1	281.8	189.1	264.3
30(금강)	9,913.9	30.0	28.6	111.0	81.4	65.0	46.0	83.5	626.0	172.4	256.2	173.6	82.6	147.7
31(삽교천)	1,668.4	4.28	7.89	8.37	8.14	6.44	6.76	31.88	61.23	37.43	46.42	18.68	14.28	21.14
32(금강서해)	2,975.2	9.0	14.9	14.6	17.8	23.1	14.4	27.1	132.5	61.9	70.5	30.4	32.6	37.7
33(만경·동진)	3,367.2	8.1	5.0	34.8	27.1	16.7	15.1	66.1	259.4	76.4	59.0	59.2	59.6	57.8
섬진강권역	8,299.02	17.7	15.4	134.6	83.4	139.9	133.3	382.4	1,219.7	280.5	155.8	158.4	78.8	235.9
40(섬진강)	4,914.27	13.3	9.3	77.3	45.1	57.9	52.6	241.8	656.2	138.9	90.7	93.9	46.1	128.4
41(섬진강남해)	3,384.75	4.3	6.1	57.2	38.3	82.0	80.6	140.6	563.4	141.6	65.1	64.5	32.7	107.5
영산강권역	7,604.8	19.9	14.2	99.2	77.3	75.6	45.4	241.2	627.5	177.5	118.3	144.3	138.6	149.8
50(영산강)	3,469.6	9.3	5.7	39.7	25.2	18.0	11.1	158.8	265.3	80.6	58.1	67.3	55.2	66.9
51(탐진강)	505.5	1.2	1.1	6.2	2.8	9.5	4.7	12.6	58.3	16.9	5.4	9.8	6.1	11.3
52(영산강남해)	1,506.7	3.6	4.1	28.3	30.1	33.4	20.6	15.5	121.7	30.0	23.6	29.8	30.7	31.2
53(영산강서해)	2,123.0	5.8	3.4	25.0	19.2	14.7	9.0	54.2	182.1	50.0	31.2	37.3	46.6	40.3
제주도권역	1,852.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

〔주〕 ① 북한지역 포함
② 낙동강권역의 울릉도(중권역 2401) 제외

<표 2.4-29> PRMS 모형에 의한 한강권역 중권역별 유출량

중권역	유 출 량(㎥/s)												연평균
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
전 국	249.9	383.8	1,073.7	1,087.4	997.7	621.1	1,870.5	8,334.9	2,497.0	2,061.5	1,253.4	731.7	1,775.6
한강권역	89.7	144.4	233.7	345.3	278.7	165.4	494.3	1,730.6	1,017.5	596.0	263.6	110.7	458.5
10(한강)	70.8	104.3	154.7	189.9	210.3	127.0	352.6	1,281.5	772.0	431.5	197.9	81.5	333.1
1001(남한강상류)	5.9	4.3	14.1	52.0	34.4	15.4	14.8	161.2	81.0	75.1	34.4	16.5	42.7
1002(평창강)	6.6	11.6	9.4	8.1	5.4	3.8	3.3	82.0	34.4	26.4	11.5	5.7	17.4
1003(충주댐)	7.8	10.3	18.4	16.1	9.8	7.5	5.0	141.3	51.6	83.8	34.5	11.5	33.4
1004(달천)	3.0	8.2	14.4	7.0	3.4	3.0	7.7	91.6	27.4	55.3	22.2	6.3	21.0
1005(충주댐하류)	1.0	2.7	1.2	0.9	0.6	0.4	1.1	17.9	3.0	15.1	3.3	1.3	4.1
1006(섬강)	4.4	11.7	4.9	3.5	2.7	2.2	5.2	50.4	18.1	12.8	5.1	3.0	10.4
1007(남한강하류)	7.3	18.0	6.2	4.4	3.4	3.5	21.6	80.4	33.6	37.7	15.9	7.6	20.0
1008(금강산댐)	4.0	3.3	8.5	8.0	15.6	7.5	15.9	76.3	83.3	10.7	6.0	2.7	20.2
1009(평화의댐)	1.8	1.1	3.6	5.3	12.0	4.1	17.5	31.5	33.6	4.8	2.7	2.1	10.1
1010(춘천댐)	3.5	2.3	13.8	10.4	15.7	5.2	8.5	55.5	50.1	6.8	4.0	2.4	14.9
1011(인북천)	2.5	1.6	6.3	12.6	14.4	4.5	4.9	53.0	41.7	5.5	3.1	1.9	12.7
1012(소양강)	3.3	2.2	9.3	26.5	24.5	10.9	18.2	96.9	67.6	20.3	7.9	4.2	24.5
1013(의암댐)	1.2	1.0	3.6	2.8	6.3	2.0	7.9	24.8	14.7	4.2	2.2	0.9	6.0
1014(홍천강)	2.2	1.2	11.3	7.3	9.7	5.2	40.1	80.0	41.1	12.7	6.7	3.3	18.6
1015(청평댐)	1.2	0.9	4.7	3.2	7.8	3.3	22.2	38.7	19.8	5.3	3.0	1.3	9.4
1016(경안천)	0.6	0.5	6.8	3.3	4.1	3.1	6.4	26.2	9.7	7.1	3.3	2.4	6.2
1017(팔당댐)	0.0	0.0	0.1	0.1	0.3	0.6	1.2	2.7	1.1	0.4	0.2	0.1	0.6
1018(한강서울)	2.1	6.9	3.1	5.5	11.6	19.9	62.2	68.4	39.1	14.4	7.7	1.4	20.3
1019(한강고양)	2.3	3.8	1.3	2.6	5.2	6.5	25.4	23.7	22.7	8.0	5.6	2.6	9.2
1020(고미탄천)	2.0	1.6	7.5	5.4	10.1	8.1	16.5	22.6	28.2	7.3	7.4	1.1	9.9
1021(임진강상류)	1.5	1.4	0.8	0.6	2.9	2.8	8.0	10.4	16.5	3.3	2.5	0.4	4.3
1022(한탄강)	5.1	7.3	4.3	2.9	6.5	4.7	24.2	31.0	37.7	8.3	5.5	1.7	11.6
1023(임진강하류)	1.3	1.9	0.8	0.9	3.1	2.2	11.4	12.7	13.4	4.8	2.8	0.9	4.7
1024(한강하류)	0.3	0.4	0.1	0.2	0.8	0.4	3.3	2.4	2.4	1.1	0.6	0.2	1.0
11(안성천)	4.0	9.7	4.0	5.3	4.7	5.6	58.2	78.6	35.2	34.4	14.6	7.2	22.0
1101(안성천)	4.0	9.7	4.0	5.3	4.7	5.6	58.2	78.6	35.2	34.4	14.6	7.2	22.0
12(한강서해)	4.6	7.4	2.7	6.2	8.9	8.5	64.9	67.9	39.0	21.3	10.5	4.4	20.7
1201(한강서해)	2.1	3.2	1.0	1.9	4.6	2.7	21.0	17.9	17.9	6.8	3.9	1.3	7.1
1202(시화호)	2.5	4.2	1.7	4.2	4.3	5.8	43.9	50.0	21.1	14.4	6.6	3.2	13.6
13(한강동해)	10.3	23.0	72.4	143.9	54.8	24.3	18.6	302.7	171.2	108.9	40.6	17.6	82.7
1301(양양남대천)	6.5	12.3	24.6	29.8	20.3	9.2	6.0	115.4	86.3	10.8	6.7	3.7	27.7
1302(강릉남대천)	2.4	8.3	32.6	64.7	20.6	5.8	4.3	82.5	40.3	45.4	16.4	6.8	27.6
1303(삼척오십천)	1.4	2.3	15.2	49.4	13.9	9.3	8.3	104.8	44.7	52.7	17.6	7.2	27.4

<표 2.4-30> PRMS 모형에 의한 낙동강권역 중권역별 유출량

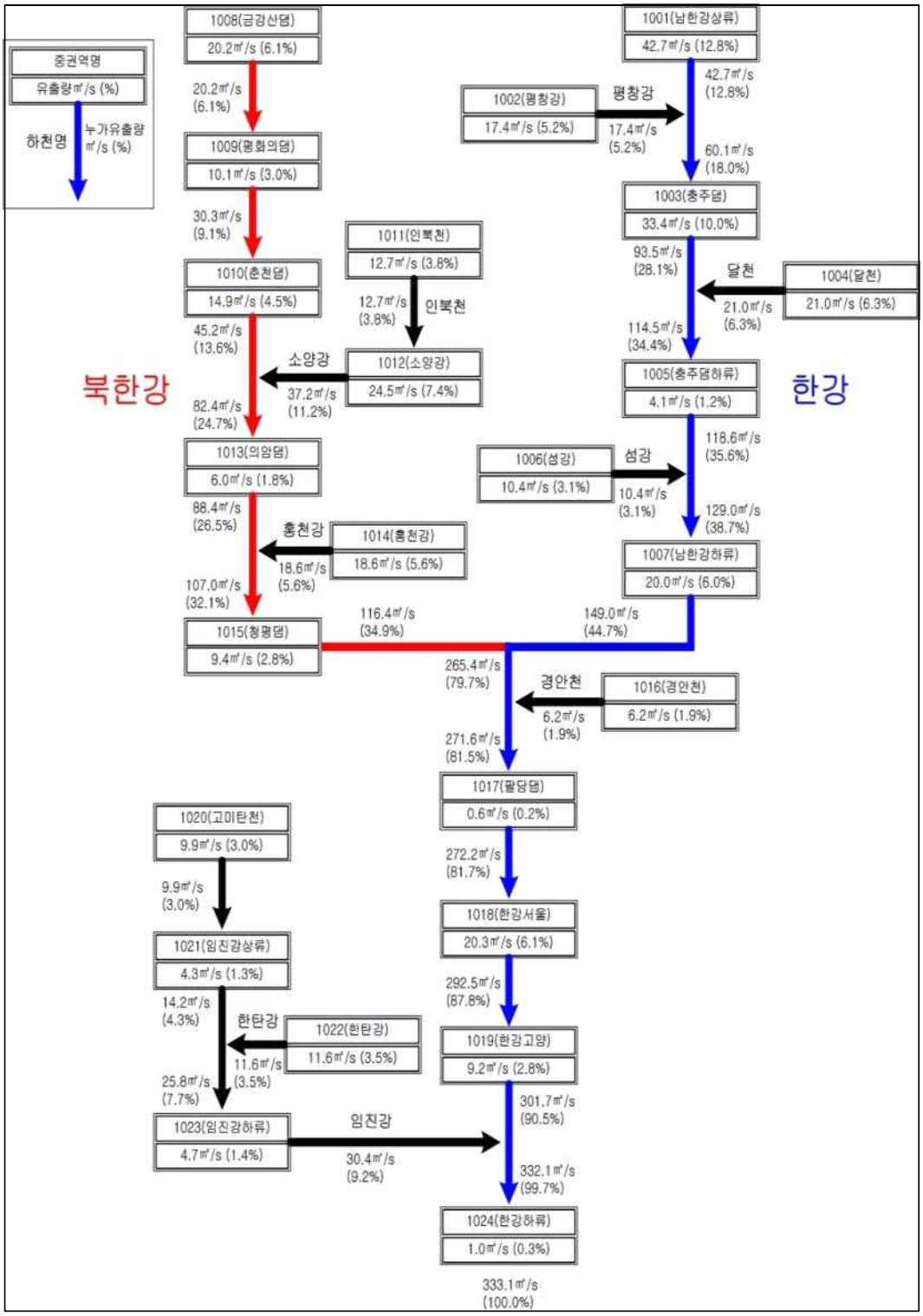
중권역	유 출 량(㎥/s)												연평균
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
낙동강권역	51.8	105.3	372.3	349.7	326.5	131.8	430.3	3,535.9	602.9	690.8	360.7	170.4	600.7
20(낙동강)	43.6	72.4	204.5	210.5	191.7	88.0	320.5	2,324.0	444.0	518.3	281.9	131.5	407.0
2001(안동댐)	4.2	3.8	18.1	24.2	14.8	9.2	9.3	144.4	51.6	55.7	25.7	8.9	31.1
2002(임하댐)	2.3	1.8	13.8	22.5	13.9	6.4	4.1	178.9	35.1	45.0	18.6	11.8	29.9
2003(안동댐하류)	1.3	1.1	6.6	6.3	2.7	1.8	1.3	69.7	14.9	20.9	12.6	5.6	12.2
2004(내성천)	1.5	0.9	1.8	2.0	1.2	1.4	0.7	121.4	43.3	56.1	23.7	3.1	21.6
2005(영강)	3.8	2.6	7.1	5.3	4.2	3.8	3.1	62.3	14.1	35.4	16.0	5.6	13.7
2006(병성천)	0.6	0.4	4.1	3.4	1.8	1.2	0.9	35.2	10.0	13.4	9.3	4.9	7.2
2007(낙동상주)	0.2	0.1	1.1	1.2	0.4	0.3	0.3	13.1	4.5	5.8	3.9	1.8	2.7
2008(위천)	1.6	1.0	8.6	12.8	8.5	3.6	2.5	124.7	26.4	18.5	13.8	8.0	19.4
2009(낙동구미)	0.1	0.1	0.7	1.0	0.4	0.4	0.4	13.6	2.8	3.6	2.8	1.3	2.3
2010(감천)	1.1	0.7	4.4	14.9	12.1	3.3	2.8	87.3	15.7	18.2	16.8	7.7	15.6
2011(낙동왜관)	1.3	0.9	4.3	9.4	9.3	2.9	3.7	101.4	17.1	12.2	10.0	5.3	15.0
2012(금호강)	4.7	4.1	10.9	10.3	6.6	5.4	6.6	211.9	34.2	24.7	15.8	11.0	29.2
2013(회천)	1.2	0.7	5.3	7.3	6.1	2.6	4.8	76.0	12.9	6.4	4.5	3.0	11.0
2014(낙동고령)	0.2	0.2	3.1	3.0	1.2	1.8	3.8	47.3	8.0	4.2	2.0	0.8	6.4
2015(합천댐)	4.9	9.4	8.0	6.1	5.6	4.4	44.4	49.8	17.9	20.1	12.0	8.8	16.1
2016(황강)	0.6	0.5	2.5	5.5	3.8	1.8	13.2	42.7	8.1	8.1	5.3	2.6	8.0
2017(낙동창녕)	1.0	0.7	5.3	5.2	5.5	1.8	3.9	68.0	8.5	9.2	6.7	2.9	10.0
2018(남강댐)	8.3	38.5	42.6	30.8	53.0	22.3	163.8	196.3	49.6	75.5	43.1	18.7	62.4
2019(남강)	1.5	1.4	12.3	12.6	13.8	4.7	20.5	172.8	17.4	26.5	16.1	7.6	25.9
2020(낙동밀양)	0.3	0.3	8.6	6.6	6.1	1.8	9.1	159.7	17.6	15.0	6.3	3.0	19.8
2021(밀양강)	2.4	2.2	23.7	12.1	11.3	4.8	6.4	177.9	15.6	27.2	11.7	7.5	25.6
2022(낙동강하구언)	0.4	1.0	12.0	8.3	9.3	2.3	14.8	169.5	18.6	16.6	5.1	1.7	21.9
21(형산강)	0.9	5.6	22.8	15.3	10.0	5.0	4.1	151.1	18.0	21.6	8.0	5.0	22.5
2101(형산강)	0.9	5.6	22.8	15.3	10.0	5.0	4.1	151.1	18.0	21.6	8.0	5.0	22.5
22(태화강)	0.6	4.5	13.9	7.8	6.0	3.7	8.7	65.5	6.7	11.9	5.1	2.8	11.6
2201(태화강)	0.6	4.5	13.9	7.8	6.0	3.7	8.7	65.5	6.7	11.9	5.1	2.8	11.6
23(회야·수영)	0.9	5.0	20.9	17.4	17.9	5.2	10.8	188.4	24.5	22.1	8.5	4.6	27.5
2301(회야강)	0.3	2.7	8.4	6.1	4.5	1.6	2.1	62.8	7.6	6.3	2.9	1.5	9.0
2302(수영강)	0.6	2.3	12.5	11.3	13.4	3.6	8.7	125.6	16.9	15.8	5.7	3.1	18.5
24(낙동강동해)	2.0	13.9	50.7	52.1	34.1	11.2	16.8	336.1	50.6	49.4	20.1	11.8	54.6
2401(왕피천)	0.7	0.8	16.1	11.8	17.3	4.0	11.8	151.7	18.5	15.7	6.9	3.7	21.9
2402(영덕오십천)	0.8	4.2	16.6	20.4	9.3	3.9	2.4	95.4	17.7	22.1	8.3	5.4	17.4
2403(대종천)	0.5	8.8	18.0	19.9	7.5	3.2	2.6	89.0	14.4	11.7	4.9	2.6	15.4
25(낙동강남해)	3.7	4.1	59.5	46.6	66.8	18.7	69.5	470.7	59.0	67.4	37.1	14.8	77.5
2501(가화천)	1.2	0.9	12.8	14.7	17.2	4.9	20.6	166.8	20.2	22.0	12.2	4.9	25.2
2502(남해도)	0.8	0.5	14.2	9.1	14.8	4.2	16.4	89.3	12.4	14.5	9.8	2.7	15.9
2503(거제도)	1.0	1.9	16.5	11.0	17.5	5.6	20.7	63.0	7.9	15.3	8.1	3.6	14.5
2504(낙동강남해)	0.7	0.8	16.1	11.8	17.3	4.0	11.8	151.7	18.5	15.7	6.9	3.6	21.9

<표 2.4-31> PRMS 모형에 의한 금강권역 중권역별 유출량

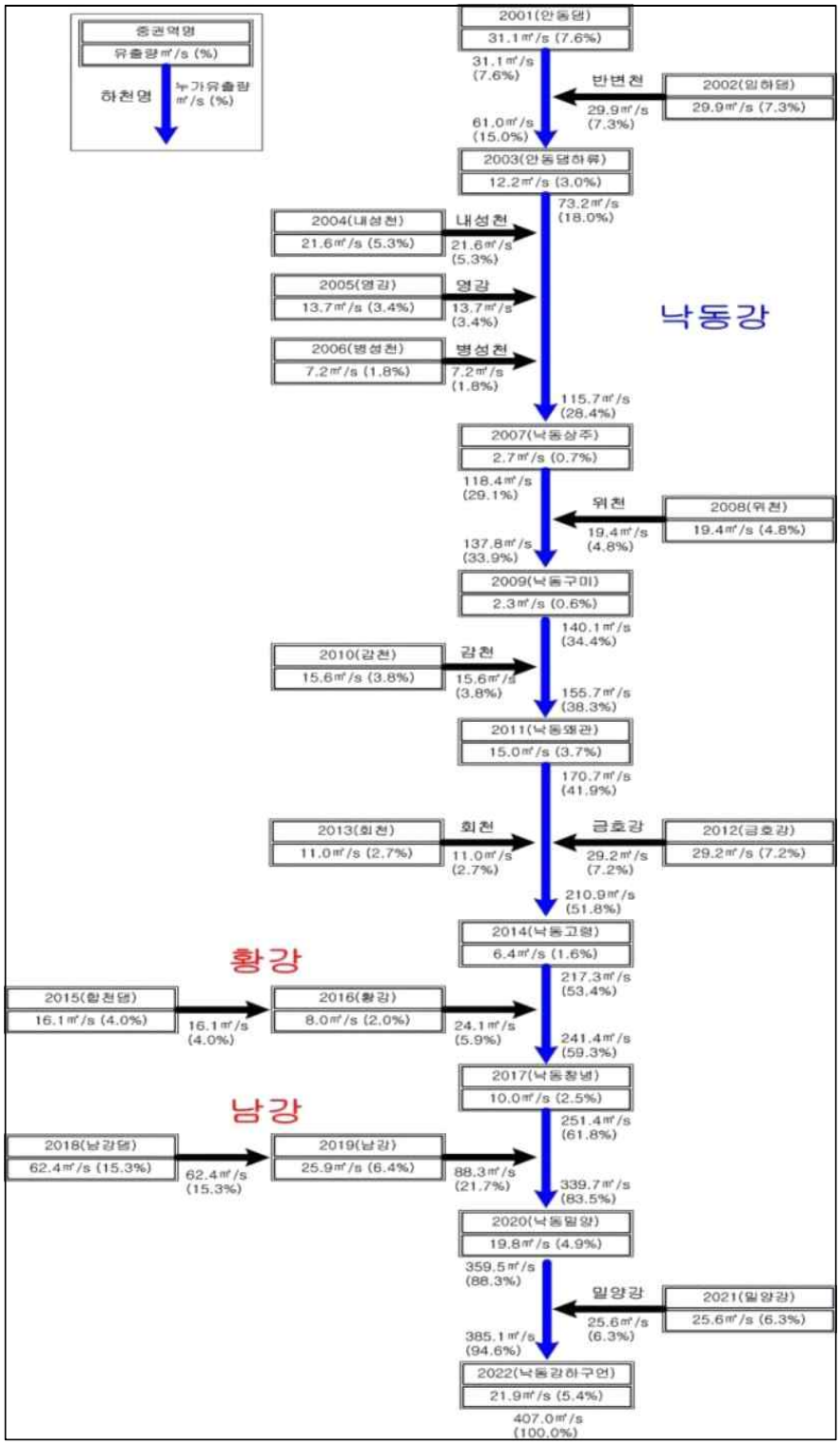
중권역	유 출 량(㎥/s)												연평균
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
금강권역	51.4	56.4	168.8	134.4	111.2	82.2	208.5	1079.1	348.1	432.1	281.8	189.1	264.3
30(금강)	30.0	28.6	111.0	81.4	64.9	46.0	83.5	626.0	172.4	256.2	173.6	82.6	147.7
3001(용담댐)	2.9	4.2	38.1	14.4	10.1	8.1	25.8	92.8	17.5	24.4	23.0	10.3	22.9
3002(용담댐하류)	0.5	0.7	2.8	2.1	1.1	0.6	1.4	12.0	2.0	2.6	2.6	0.9	2.5
3003(무주남대천)	1.3	1.5	11.2	9.3	6.2	2.1	5.7	45.2	5.5	9.5	10.3	4.1	9.4
3004(영동천)	2.0	1.5	9.0	8.2	5.7	2.2	2.6	59.4	5.8	12.9	13.9	5.2	10.8
3005(초강)	1.6	1.6	6.7	10.0	7.8	2.8	2.7	66.3	6.9	15.9	14.0	6.5	12.0
3006(대청댐상류)	0.0	0.0	0.4	0.4	0.2	0.2	0.4	8.9	1.1	2.4	2.0	0.7	1.4
3007(보청천)	2.1	1.5	3.1	2.6	1.6	1.1	3.6	36.8	5.5	16.1	9.3	4.0	7.4
3008(대청댐)	1.4	1.3	4.6	3.9	2.3	3.0	5.0	37.3	6.7	18.9	9.9	3.2	8.2
3009(갑천)	1.3	1.0	4.2	3.7	2.7	5.1	6.1	55.5	10.7	19.7	12.0	4.7	10.7
3010(대청댐하류)	0.2	0.2	0.4	0.3	0.2	0.3	0.6	4.5	2.3	3.5	1.7	0.2	1.2
3011(미호천)	6.5	6.6	8.1	4.9	2.7	3.7	12.4	65.6	35.2	44.8	21.1	10.9	18.7
3012(금강공주)	6.3	5.7	10.6	11.4	16.2	9.2	11.4	79.3	46.8	57.6	30.9	14.8	25.2
3013(논산천)	2.1	1.7	6.3	5.2	4.0	3.7	2.8	37.8	13.4	15.3	12.7	7.9	9.5
3014(금강하구언)	1.7	1.1	5.4	5.1	4.3	3.7	3.0	24.6	13.0	12.5	10.2	9.1	7.9
31(삽교천)	4.3	7.9	8.4	8.1	6.4	6.8	31.9	61.2	37.4	46.4	18.7	14.3	21.1
3101(삽교천)	4.3	7.9	8.4	8.1	6.4	6.8	31.9	61.2	37.4	46.4	18.7	14.3	21.1
32(금강서해)	9.0	14.8	14.6	17.8	23.1	14.4	27.1	132.5	61.9	70.5	30.4	32.6	37.7
3201(대호방조제)	1.9	4.9	1.5	2.6	7.8	3.3	11.3	43.9	9.7	13.8	3.0	4.2	9.1
3202(부남방조제)	3.5	6.5	4.6	7.0	7.8	5.0	11.2	55.0	28.1	29.1	11.0	15.2	15.4
3203(금강서해)	3.6	3.4	8.6	8.2	7.5	6.1	4.6	33.6	24.1	27.6	16.4	13.2	13.2
33(만경·동진)	8.1	5.0	34.8	27.1	16.7	15.1	66.1	259.4	76.4	59.0	59.2	59.6	57.8
3301(만경강)	3.0	2.0	14.1	11.1	6.3	6.0	16.9	94.7	26.3	24.5	23.2	18.9	20.8
3302(동진강)	2.6	1.4	12.3	8.3	4.3	3.5	38.0	99.0	26.1	18.6	18.1	21.0	21.3
3303(직소천)	2.5	1.6	8.4	7.7	6.1	5.5	11.1	65.7	24.0	15.9	17.9	19.7	15.6

<표 2.4-32> PRMS 모형에 의한 섬진강권역, 영산강권역 중권역별 유출량

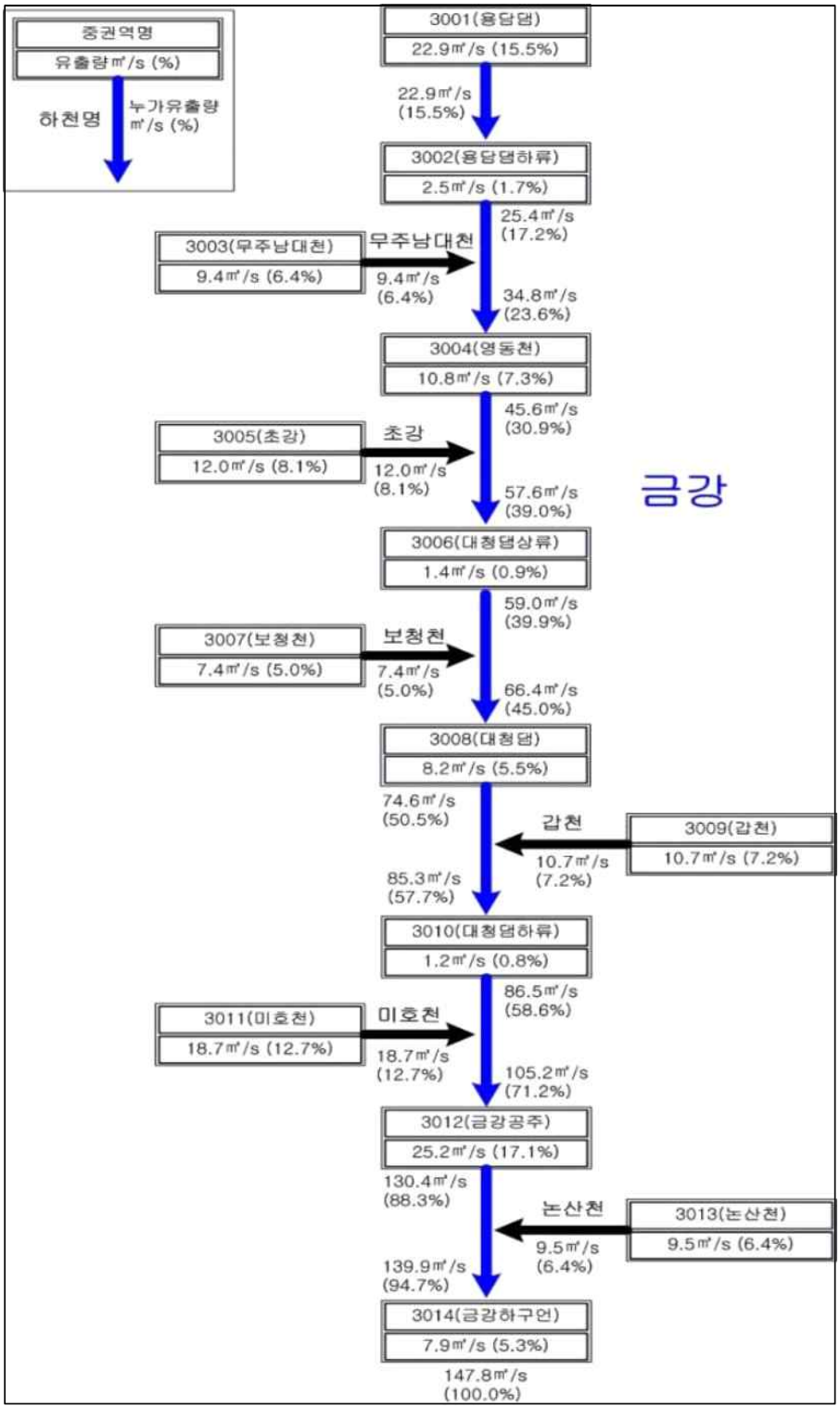
중권역	유 출 량(㎥/s)												연평균
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
섬진강권역	17.7	15.4	134.6	83.4	139.9	133.3	382.4	1,219.7	280.5	155.8	158.4	78.8	235.9
40(섬진강)	13.3	9.3	77.3	45.1	57.9	52.6	241.8	656.2	138.9	90.7	93.9	46.1	128.4
4001(섬진강댐)	2.8	1.9	10.6	6.2	5.4	2.7	32.5	87.5	10.7	17.3	11.2	7.2	16.6
4002(섬진강댐하류)	0.8	0.5	3.3	2.1	2.3	1.1	11.2	19.9	3.3	4.4	4.1	2.8	4.7
4003(오수천)	0.7	0.4	3.6	2.2	2.0	1.2	21.3	33.4	5.1	6.0	4.6	2.7	7.0
4004(순창)	0.9	0.5	3.8	2.6	1.4	1.3	12.9	41.5	10.1	6.4	7.7	4.5	7.9
4005(요천)	1.2	0.9	6.1	3.5	2.7	2.3	23.2	50.2	10.1	8.6	7.8	4.1	10.2
4006(섬진곡성)	0.2	0.1	1.6	1.3	1.1	1.6	8.2	18.5	3.8	2.0	3.2	1.1	3.6
4007(주암댐)	2.2	1.6	13.2	7.6	16.8	12.7	56.2	155.3	37.9	14.3	21.9	10.0	29.5
4008(보성강)	0.7	0.4	5.1	2.6	2.8	2.9	21.5	32.6	10.8	3.7	6.3	2.8	7.8
4009(섬진강하류)	3.7	2.9	30.1	16.9	23.5	26.8	54.7	217.5	47.3	28.1	27.1	11.0	41.2
41(섬진강남해)	4.3	6.1	57.2	38.3	82.0	80.6	140.6	563.4	141.6	65.1	64.5	32.7	107.5
4101(섬진강서남해)	1.8	1.6	15.2	9.3	19.2	18.1	36.5	144.9	49.9	24.2	23.3	15.0	30.2
4102(완도)	0.8	2.7	10.7	10.2	18.8	11.4	15.6	52.5	23.8	5.7	12.4	7.1	14.4
4103(금산면)	0.1	0.3	3.0	1.6	3.7	5.6	8.6	25.0	3.3	2.4	2.7	0.9	4.8
4104(이사천)	1.0	0.9	12.8	9.2	23.7	28.4	52.4	193.7	43.1	15.9	16.2	5.8	34.0
4105(수어천)	0.6	0.5	12.8	6.7	14.3	14.8	23.4	119.7	19.1	13.5	7.9	3.0	19.9
4106(여수시)	0.1	0.1	2.9	1.3	2.3	2.2	4.0	27.7	2.4	3.5	2.0	0.9	4.2
영산강권역	19.9	14.2	99.2	77.3	75.6	45.4	241.2	627.5	177.5	118.3	144.3	138.6	149.8
50(영산강)	9.3	5.7	39.7	25.2	18.0	11.1	158.8	265.3	80.6	58.1	67.3	55.2	66.9
5001(영산강상류)	1.6	0.9	9.9	6.1	3.2	2.3	24.5	57.4	19.5	16.6	14.5	11.3	14.1
5002(황룡강)	2.3	1.3	5.2	4.6	5.4	2.8	24.2	52.0	8.3	9.7	11.2	11.0	11.7
5003(지석천)	1.4	1.0	7.7	3.8	3.7	2.1	57.2	59.2	16.5	9.0	14.3	7.9	15.5
5004(영산강중류)	1.2	0.7	4.5	2.8	1.5	0.8	25.5	29.2	11.1	7.3	7.6	6.2	8.3
5005(고막원천)	0.6	0.4	2.4	1.6	0.8	0.5	9.0	16.5	5.4	3.2	4.0	3.5	4.0
5006(영산강하류)	1.1	0.7	5.2	3.4	1.6	1.2	11.9	28.2	10.0	5.7	7.3	6.8	7.0
5007(영암천)	0.8	0.5	2.9	1.7	0.9	0.6	4.7	15.3	6.9	4.4	5.7	5.1	4.2
5008(영산강하구언)	0.2	0.2	1.8	1.2	0.9	0.7	1.7	7.5	2.8	2.2	2.7	3.4	2.1
51(탐진강)	1.2	1.1	6.2	2.8	9.5	4.7	12.6	58.3	16.9	5.4	9.8	6.1	11.3
5101(탐진강)	1.2	1.1	6.2	2.8	9.5	4.7	12.6	58.3	16.9	5.4	9.8	6.1	11.3
52(영산강남해)	3.6	4.1	28.3	30.1	33.4	20.6	15.5	121.7	30.0	23.6	29.8	30.7	31.2
5201(진도)	1.0	1.8	10.6	17.3	16.6	11.8	6.1	43.7	6.8	6.4	10.2	8.0	11.8
5202(영암방조제)	2.6	2.3	17.6	12.8	16.8	8.8	9.4	78.0	23.2	17.2	19.7	22.7	19.4
53(영산강서해)	5.8	3.4	25.0	19.2	14.7	9.0	54.2	182.1	50.0	31.2	37.3	46.6	40.3
5301(주진천)	1.5	0.8	6.0	4.1	2.6	1.8	16.7	52.2	14.6	9.3	9.2	10.1	10.9
5302(와탄천)	2.9	1.7	13.8	9.1	6.4	3.1	33.7	105.5	29.0	16.8	18.7	21.2	22.1
5303(신안군)	1.4	0.9	5.3	6.0	5.7	4.2	3.8	24.4	6.4	5.1	9.4	15.3	7.4
제주도권역	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60(제주도)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6001(제주서해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6002(제주북해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6003(제주남해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6004(제주동해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



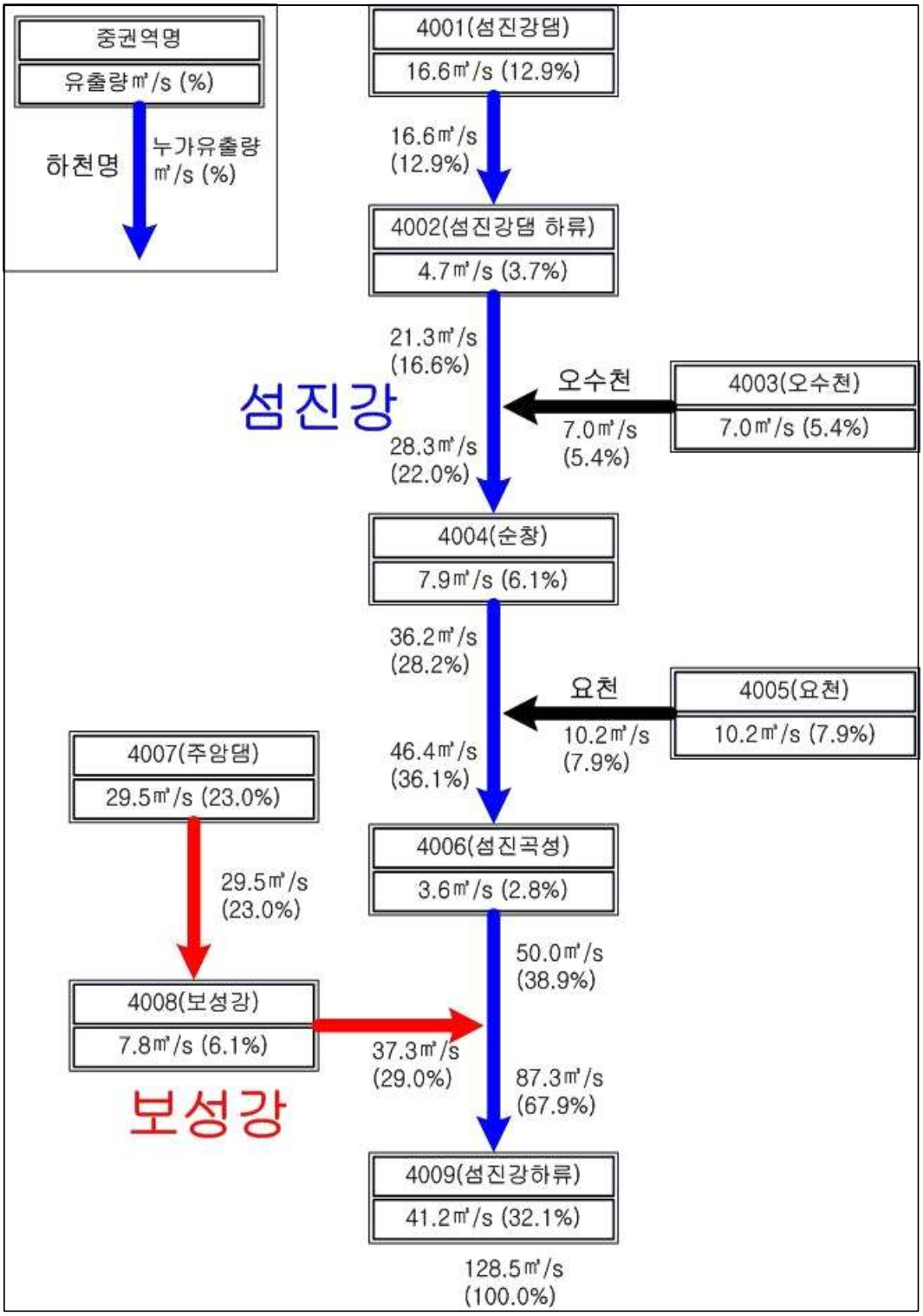
<그림 2.4-53> PRMS 모형에 의한 한강권역 누가 유출량



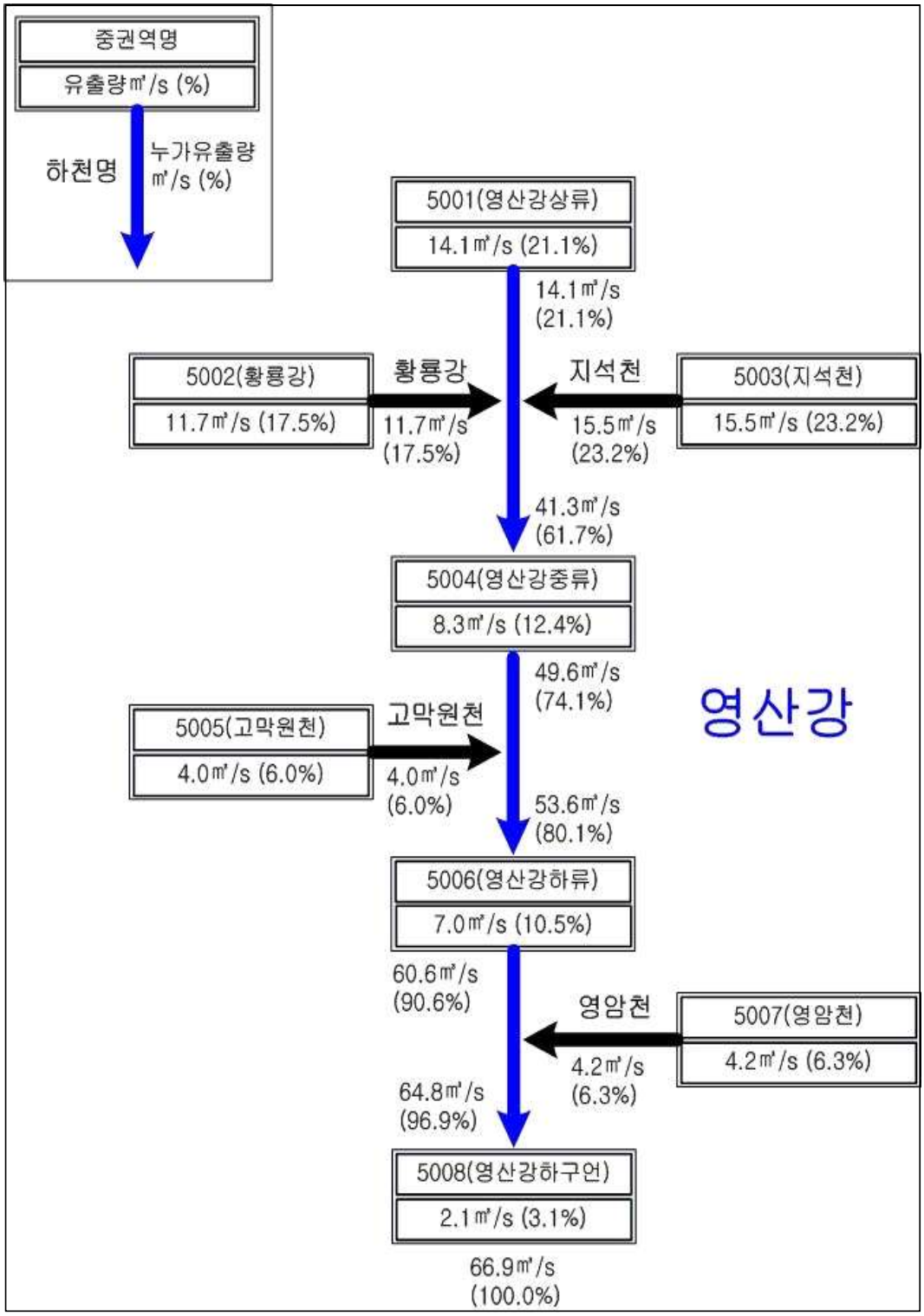
<그림 2.4-54> PRMS 모형에 의한 낙동강권역 누가 유출량



<그림 2.4-55> PRMS 모형에 의한 금강권역 누가 유출량



<그림 2.4-56> PRMS 모형에 의한 섬진강권역 누가 유출량



<그림 2.4-57> PRMS 모형에 의한 영산강권역 누가 유출량

<표 2.4-33> PRMS 모형에 의한 수계별 유출고

유 역	유역면적(㎢)	유 출 고(㎜)												
		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	연총량
전 국	109,411.8	6.1	8.5	26.3	24.6	24.4	14.7	45.8	204.0	59.2	50.5	29.7	17.9	511.7
한강권역	41,946.7	5.7	8.3	14.9	21.3	17.8	10.2	31.6	110.5	62.9	38.1	16.3	7.1	344.7
10(한강)	34,427.7	5.5	7.3	12.0	14.3	16.4	9.6	27.4	99.7	58.1	33.6	14.9	6.3	305.2
11(안성천)	1,658.6	6.4	14.2	6.5	8.3	7.6	8.7	93.9	126.9	55.1	55.5	22.8	11.6	417.4
12(한강서해)	1,970.8	6.3	9.1	3.7	8.2	12.1	11.2	88.3	92.3	51.3	28.9	13.9	6.0	331.0
13(한강동해)	3,889.6	7.1	14.3	49.8	95.9	37.7	16.2	12.8	208.4	114.1	75.0	27.1	12.1	670.6
낙동강권역	31,784.4	4.4	8.0	31.4	28.5	27.5	10.8	36.3	298.0	49.2	58.2	29.4	14.4	595.9
20(낙동강)	23,689.8	4.9	7.4	23.1	23.0	21.7	9.6	36.2	262.8	48.6	58.6	30.8	14.9	541.7
21(형산강)	1,140.0	2.1	11.8	53.6	34.8	23.5	11.3	9.6	355.1	41.0	50.7	18.2	11.8	623.6
22(태화강)	660.9	2.5	16.3	56.4	30.6	24.2	14.5	35.4	265.5	26.3	48.4	19.8	11.2	551.1
23(회야·수영)	865.4	2.9	13.9	64.6	52.0	55.4	15.6	33.3	583.2	73.4	68.4	25.6	14.2	1,002.5
24(낙동강동해)	2,968.0	1.8	11.3	45.8	45.5	30.8	9.7	15.2	303.3	44.2	44.6	17.5	10.6	580.3
25(낙동강남해)	2,460.3	4.1	4.0	64.8	49.1	72.7	19.7	75.6	512.4	62.2	73.3	39.1	16.1	993.2
금강권역	17,924.6	7.7	7.6	25.2	19.4	16.6	11.9	31.2	161.2	50.3	64.6	40.8	28.3	464.8
30(금강)	9,913.9	8.1	7.0	30.0	21.3	17.5	12.0	22.6	169.1	45.1	69.2	45.4	22.3	469.6
31(삽교천)	1,668.4	6.9	11.4	13.4	12.6	10.3	10.5	51.2	98.3	58.2	74.5	29.0	22.9	399.3
32(금강서해)	2,975.2	8.1	12.1	13.2	15.5	20.8	12.5	24.4	119.2	53.9	63.4	26.5	29.4	399.0
33(만경·동진)	3,367.2	6.5	3.6	27.7	20.9	13.3	11.6	52.6	206.3	58.8	46.9	45.5	47.4	541.0
섬진강권역	8,299.02	5.7	4.5	43.4	26.1	45.2	41.6	123.4	393.6	87.6	50.3	49.5	25.4	896.3
40(섬진강)	4,914.27	7.3	4.6	42.1	23.8	31.5	27.8	131.8	357.7	73.3	49.5	49.5	25.1	823.9
41(섬진강남해)	3,384.75	3.4	4.3	45.3	29.3	64.9	61.7	111.2	445.8	108.4	51.5	49.4	25.9	1,001.3
영산강권역	7,604.8	7.0	4.5	34.9	26.4	26.6	15.5	84.9	221.0	60.5	41.7	49.2	48.8	621.0
50(영산강)	3,469.6	7.2	3.9	30.6	18.8	13.9	8.3	122.6	204.8	60.2	44.9	50.3	42.6	608.1
51(탐진강)	505.5	6.5	5.4	33.1	14.4	50.2	24.2	66.9	309.1	86.7	28.5	50.4	32.1	707.6
52(영산강남해)	1,506.7	6.4	6.6	50.2	51.8	59.4	35.4	27.6	216.3	51.6	42.0	51.3	54.6	653.2
53(영산강서해)	2,123.0	7.3	3.9	31.6	23.4	18.5	11.0	68.4	229.8	61.1	39.4	45.6	58.8	598.7
제주도권역	1,852.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

〔주〕 ① 북한지역 포함
② 낙동강권역의 울릉도(중권역 2401) 제외

<표 2.4-34> PRMS 모형에 의한 한강권역 중권역별 유출고

중권역	유출고(㎜)												연총량
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
전 국	6.1	8.5	26.3	24.6	24.4	14.7	45.8	204.0	59.2	50.5	29.7	17.9	511.7
한강권역	5.7	8.3	14.9	21.3	17.8	10.2	31.6	110.5	62.9	38.1	16.3	7.1	344.7
10(한강)	5.5	7.3	12.0	14.3	16.4	9.6	27.4	99.7	58.1	33.6	14.9	6.3	305.2
1001(남한강상류)	6.4	4.3	15.5	55.0	37.7	16.4	16.2	176.3	85.8	82.2	36.4	18.1	550.1
1002(평창강)	9.9	15.9	14.1	11.9	8.1	5.5	5.0	123.9	50.3	39.8	16.7	8.6	309.8
1003(충주댐)	8.4	10.1	19.8	16.8	10.6	7.9	5.4	152.4	53.8	90.3	36.0	12.4	423.9
1004(달천)	5.0	12.3	23.9	11.3	5.6	4.8	12.7	152.0	44.0	91.7	35.6	10.5	409.4
1005(충주댐하류)	4.9	12.6	6.0	4.3	2.8	1.9	5.6	91.2	15.0	77.3	16.3	6.8	244.7
1006(섬강)	7.9	19.0	8.8	6.2	4.8	3.8	9.4	90.6	31.5	23.1	8.9	5.4	219.3
1007(남한강하류)	9.4	21.0	8.0	5.6	4.4	4.4	27.9	103.8	42.0	48.7	19.9	9.8	304.7
1008(금강산댐)	4.4	3.4	9.5	8.7	17.5	8.2	17.9	85.7	90.6	12.1	6.5	3.0	267.5
1009(평화의댐)	5.2	2.7	10.3	14.5	34.1	11.4	49.9	89.8	92.7	13.8	7.5	5.9	337.9
1010(춘천댐)	5.9	3.4	23.4	17.0	26.5	8.5	14.3	93.6	81.8	11.4	6.5	4.1	296.4
1011(인북천)	7.1	4.1	18.2	35.0	41.3	12.7	14.0	152.4	116.1	15.9	8.7	5.6	430.9
1012(소양강)	4.8	2.8	13.5	37.1	35.5	15.3	26.3	140.1	94.6	29.4	11.0	6.1	416.6
1013(의암댐)	4.3	3.2	13.4	10.2	23.3	7.2	29.3	91.9	52.9	15.7	7.8	3.5	262.8
1014(홍천강)	3.8	1.9	19.2	12.1	16.7	8.7	68.6	136.9	68.1	21.7	11.1	5.6	374.4
1015(청평댐)	4.2	2.9	16.6	10.7	27.6	11.1	78.3	136.2	67.5	18.7	10.3	4.7	388.8
1016(경안천)	2.8	2.3	32.4	15.4	19.7	14.4	30.3	125.1	44.9	34.0	15.4	11.5	348.4
1017(팔당댐)	2.8	1.7	9.0	8.7	17.4	33.1	74.4	164.6	64.3	25.8	12.8	3.7	418.2
1018(한강서울)	3.7	10.9	5.4	9.3	20.2	33.6	108.4	119.2	65.9	25.1	12.9	2.4	416.9
1019(한강고양)	7.2	10.9	4.2	7.8	16.3	19.8	80.2	74.7	69.5	25.3	17.1	8.3	341.2
1020(고미탄천)	2.4	1.8	9.2	6.4	12.4	9.6	20.2	27.6	33.2	8.9	8.7	1.4	141.8
1021(임진강상류)	1.9	1.6	1.1	0.8	3.8	3.5	10.3	13.4	20.6	4.3	3.1	0.5	64.9
1022(한탄강)	5.6	7.2	4.7	3.1	7.1	4.9	26.5	33.9	39.8	9.1	5.8	1.8	149.5
1023(임진강하류)	2.5	3.3	1.5	1.6	5.9	4.0	21.6	24.0	24.5	9.1	5.1	1.7	104.9
1024(한강하류)	5.6	6.5	2.3	3.8	15.0	7.7	61.0	43.9	42.8	20.0	10.5	2.8	221.9
11(안성천)	6.4	14.2	6.5	8.3	7.6	8.7	93.9	126.9	55.1	55.5	22.8	11.6	417.4
1101(안성천)	6.4	14.2	6.5	8.3	7.6	8.7	93.9	126.9	55.1	55.5	22.8	11.6	417.4
12(한강서해)	6.3	9.1	3.7	8.2	12.1	11.2	88.3	92.3	51.3	28.9	13.9	6.0	331.0
1201(한강서해)	5.4	7.7	2.6	5.0	12.2	6.8	55.7	47.4	45.9	18.2	10.0	3.4	220.4
1202(시화호)	7.1	10.5	4.8	11.5	11.9	15.7	122.4	139.4	57.0	40.2	17.9	8.8	447.2
13(한강동해)	7.1	14.3	49.8	95.9	37.7	16.2	12.8	208.4	114.1	75.0	27.1	12.1	670.6
1301(양양남대천)	9.5	16.1	35.6	41.8	29.4	12.9	8.7	166.8	120.7	15.7	9.4	5.3	471.7
1302(강릉남대천)	6.1	19.2	83.2	159.7	52.5	14.2	11.0	210.4	99.5	115.7	40.4	17.3	829.2
1303(삼척오십천)	3.7	5.7	41.2	129.8	37.6	24.5	22.4	284.4	117.3	143.0	46.1	19.6	875.3

<표 2.4-35> PRMS 모형에 의한 낙동강권역 중권역별 유출고

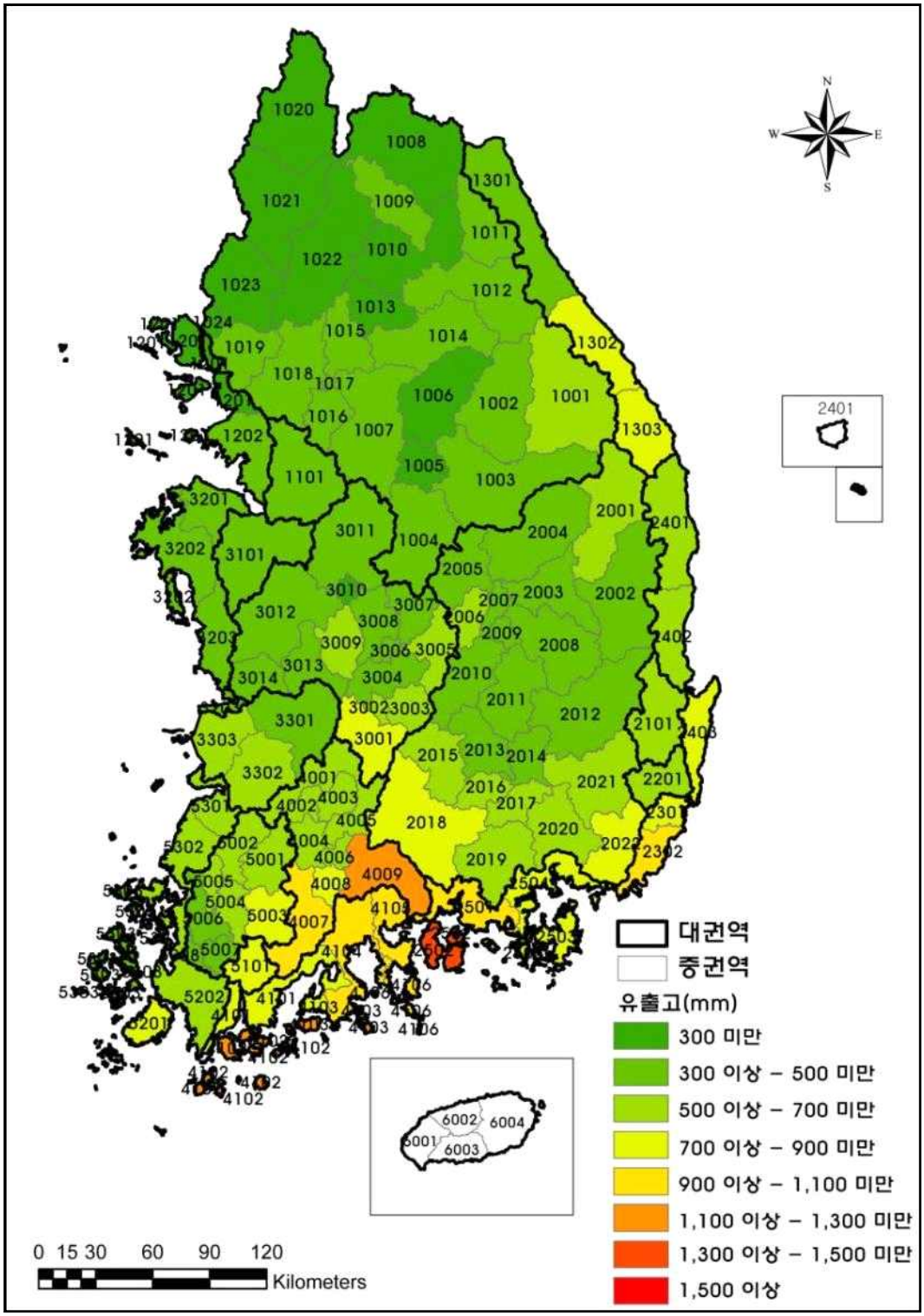
중권역	유출고(㎜)												연총량
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
낙동강권역	4.4	8.0	31.4	28.5	27.5	10.8	36.3	298.0	49.2	58.2	29.4	14.4	595.9
20(낙동강)	4.9	7.4	23.1	23.0	21.7	9.6	36.2	262.8	48.6	58.6	30.8	14.9	541.7
2001(안동댐)	7.0	5.6	29.7	38.5	24.3	14.7	15.2	237.5	82.0	91.6	40.8	14.7	601.7
2002(임하댐)	3.1	2.2	18.7	29.5	18.9	8.5	5.6	242.6	46.1	61.0	24.4	15.9	476.4
2003(안동댐하류)	3.7	2.6	18.1	16.6	7.3	4.9	3.7	190.4	39.4	57.1	33.4	15.4	392.5
2004(내성천)	2.3	1.2	2.6	2.8	1.7	1.9	1.0	179.0	61.8	82.7	33.8	4.6	375.5
2005(영강)	11.2	6.8	20.7	14.9	12.3	10.8	8.9	182.5	40.1	103.7	45.4	16.3	473.7
2006(병성천)	3.9	2.1	25.2	20.2	11.3	6.9	5.9	217.8	59.9	82.8	55.8	30.1	521.7
2007(낙동상주)	3.0	1.6	12.8	14.4	4.3	3.5	3.1	156.1	51.6	68.9	44.7	21.7	385.6
2008(위천)	3.0	1.7	16.4	23.6	16.2	6.7	4.7	237.6	48.6	35.2	25.5	15.3	434.4
2009(낙동구미)	2.1	1.1	10.4	14.1	6.8	6.1	6.3	208.3	42.0	55.1	41.5	19.8	413.5
2010(감천)	3.1	1.8	11.8	38.3	32.3	8.4	7.5	232.5	40.5	48.6	43.4	20.6	488.8
2011(낙동왜관)	3.1	2.0	10.3	21.9	22.4	6.9	9.0	244.7	40.0	29.5	23.3	12.8	426.0
2012(금호강)	6.0	4.7	14.0	12.7	8.4	6.7	8.5	271.2	42.4	31.6	19.6	14.1	440.0
2013(회천)	4.1	2.3	18.1	24.2	21.1	8.6	16.5	260.4	42.8	21.8	15.0	10.2	445.0
2014(낙동고령)	0.9	0.8	15.6	14.4	6.0	8.6	18.9	238.1	39.1	21.2	9.9	3.9	377.6
2015(합천댐)	14.0	24.4	23.0	17.0	16.3	12.2	128.0	143.5	49.9	58.0	33.5	25.2	544.9
2016(황강)	4.2	2.9	16.4	35.7	25.2	11.7	87.6	283.7	52.2	53.9	34.1	17.0	624.6
2017(낙동창녕)	5.9	3.8	29.8	28.6	31.0	9.6	22.2	385.0	46.6	52.1	36.4	16.6	667.5
2018(남강댐)	9.7	40.8	50.0	34.9	62.3	25.3	192.3	230.5	56.4	88.6	49.0	21.9	861.7
2019(남강)	3.4	2.8	27.7	27.6	31.3	10.3	46.3	390.5	38.1	60.0	35.3	17.2	690.4
2020(낙동밀양)	0.7	0.7	22.8	17.0	16.4	4.6	24.4	425.8	45.3	40.0	16.3	7.9	621.9
2021(밀양강)	4.4	3.8	44.6	22.0	21.2	8.8	12.1	335.0	28.4	51.3	21.3	14.1	567.0
2022(낙동강하구언)	1.1	2.7	35.1	23.4	27.1	6.5	43.2	495.8	52.7	48.6	14.3	5.1	755.6
21(형산강)	2.1	11.8	53.6	34.8	23.5	11.3	9.6	355.1	41.0	50.7	18.2	11.8	623.6
2101(형산강)	2.1	11.8	53.6	34.8	23.5	11.3	9.6	355.1	41.0	50.7	18.2	11.8	623.6
22(태화강)	2.5	16.3	56.4	30.6	24.2	14.5	35.4	265.5	26.3	48.4	19.8	11.2	551.1
2201(태화강)	2.5	16.3	56.4	30.6	24.2	14.5	35.4	265.5	26.3	48.4	19.8	11.2	551.1
23(회야·수영)	2.9	13.9	64.6	52.0	55.4	15.6	33.3	583.2	73.4	68.4	25.6	14.2	1,002.5
2301(회야강)	2.5	20.1	69.0	48.4	37.0	12.8	17.0	519.2	61.1	52.3	23.0	12.4	874.8
2302(수영강)	3.2	10.1	61.9	54.2	66.5	17.3	43.0	621.6	80.8	78.1	27.1	15.2	1,079.0
24(낙동강동해)	1.8	11.3	45.8	45.5	30.8	9.7	15.2	303.3	44.2	44.6	17.5	10.6	580.3
2401(왕피천)	1.4	1.4	32.4	22.9	34.8	7.8	23.8	304.8	36.1	31.5	13.5	7.5	518.0
2402(영덕오십천)	2.2	11.3	49.1	58.4	27.5	11.3	7.0	282.2	50.7	65.4	23.7	16.1	604.9
2403(대종천)	2.1	32.5	73.4	78.7	30.6	12.6	10.7	363.0	56.7	47.6	19.2	10.6	737.7
25(낙동강남해)	4.1	4.0	64.8	49.1	72.7	19.7	75.6	512.4	62.2	73.3	39.1	16.1	993.2
2501(가화천)	4.1	2.8	42.8	47.9	57.7	15.8	69.1	560.5	65.8	73.7	39.6	16.4	996.3
2502(남해도)	5.8	3.5	105.8	65.8	110.7	30.7	122.2	666.5	89.5	108.0	71.0	20.3	1,399.9
2503(거제도)	5.1	8.5	82.6	53.3	87.6	27.2	103.9	315.9	38.2	76.8	39.4	18.0	856.4
2504(낙동강남해)	2.5	2.5	56.1	39.6	60.3	13.6	41.1	527.1	62.4	54.4	23.3	12.5	895.3

<표 2.4-36> PRMS 모형에 의한 금강권역 중권역별 유출고

중권역	유출고(㎜)												연총량
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
금강권역	7.7	7.6	25.2	19.4	16.6	11.9	31.2	161.2	50.3	64.6	40.8	28.3	464.8
30(금강)	8.1	7.0	30.0	21.3	17.5	12.0	22.6	169.1	45.1	69.2	45.4	22.3	469.6
3001(용담댐)	8.3	11.1	109.8	40.2	29.0	22.5	74.2	267.3	48.7	70.1	63.9	29.5	774.6
3002(용담댐하류)	9.8	12.4	59.1	42.5	22.9	12.7	29.8	251.1	40.3	55.2	52.1	19.9	607.6
3003(무주남대천)	7.8	7.9	64.4	51.8	35.5	12.0	32.7	260.8	30.5	55.1	57.7	23.5	639.7
3004(영동천)	7.6	5.2	34.3	30.0	21.6	8.0	9.7	225.4	21.4	49.1	51.1	19.7	483.0
3005(초강)	6.4	5.7	27.0	39.0	31.5	11.1	10.9	267.4	27.0	64.3	54.5	26.1	570.9
3006(대청댐상류)	0.3	0.2	8.0	8.5	3.4	4.5	9.0	198.8	23.0	53.1	42.7	16.4	367.9
3007(보청천)	10.3	6.5	14.9	12.4	7.8	5.2	17.6	177.9	25.9	77.9	43.5	19.6	419.7
3008(대청댐)	5.8	4.8	18.5	15.1	9.2	11.6	19.9	149.7	26.1	75.9	38.5	12.7	387.9
3009(갑천)	5.2	3.8	17.4	14.6	11.2	20.3	25.1	228.9	42.8	81.1	47.7	19.4	517.5
3010(대청댐하류)	4.3	3.6	7.3	6.0	3.5	6.6	11.6	92.6	46.7	71.8	34.7	4.9	293.7
3011(미호천)	9.5	8.6	11.7	6.8	3.9	5.2	18.0	94.8	49.2	64.8	29.5	15.8	317.7
3012(금강공주)	9.1	7.5	15.4	16.1	23.5	13.0	16.6	115.2	65.7	83.7	43.4	21.4	430.6
3013(논산천)	8.3	6.2	25.4	20.1	16.0	14.4	11.4	152.0	52.3	61.6	49.5	31.9	449.2
3014(금강하구언)	8.7	5.1	27.2	24.6	21.7	17.9	14.9	122.9	62.6	62.4	49.3	45.6	462.8
31(삽교천)	6.9	11.4	13.4	12.6	10.3	10.5	51.2	98.3	58.2	74.5	29.0	22.9	399.3
3101(삽교천)	6.9	11.4	13.4	12.6	10.3	10.5	51.2	98.3	58.2	74.5	29.0	22.9	399.3
32(금강서해)	8.1	12.1	13.2	15.5	20.8	12.5	24.4	119.2	53.9	63.4	26.5	29.4	399.0
3201(대호방조제)	7.3	17.5	5.7	9.8	30.7	12.5	44.3	171.7	36.9	53.9	11.3	16.6	418.1
3202(부남방조제)	7.0	11.7	9.2	13.5	15.6	9.6	22.4	110.2	54.5	58.3	21.4	30.4	363.9
3203(금강서해)	10.2	8.7	24.1	22.3	21.1	16.6	12.9	94.2	65.3	77.5	44.6	37.1	434.6
33(만경·동진)	6.5	3.6	27.7	20.9	13.3	11.6	52.6	206.3	58.8	46.9	45.5	47.4	541.0
3301(만경강)	5.8	3.4	26.9	20.4	12.1	11.1	32.3	180.4	48.4	46.6	42.8	36.1	466.4
3302(동진강)	6.3	3.0	29.4	19.2	10.3	8.1	91.1	237.3	60.5	44.6	42.0	50.3	602.0
3303(직소천)	7.8	4.6	26.7	23.8	19.2	17.0	35.4	208.4	73.7	50.4	54.8	62.5	584.4

<표 2.4-37> PRMS 모형에 의한 섬진강권역, 영산강권역 중권역별 유출고

중권역	유출고(㎜)												연총량
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
섬진강권역	5.7	4.5	43.4	26.1	45.2	41.6	123.4	393.6	87.6	50.3	49.5	25.4	896.3
40(섬진강)	7.3	4.6	42.1	23.8	31.5	27.8	131.8	357.7	73.3	49.5	49.5	25.1	823.9
4001(섬진강댐)	9.7	5.9	37.3	21.0	18.9	9.3	114.1	307.0	36.3	60.7	38.2	25.1	683.4
4002(섬진강댐하류)	9.2	5.5	37.0	23.2	25.8	12.0	126.6	224.5	35.5	49.6	44.9	32.2	626.1
4003(오수천)	5.3	2.5	26.4	15.6	14.8	8.5	154.1	240.9	35.6	43.5	32.3	19.6	599.0
4004(순창)	5.4	2.8	23.6	15.8	8.5	8.0	80.2	257.9	60.5	39.7	46.2	28.0	576.6
4005(요천)	6.8	4.6	33.6	18.7	14.6	12.1	127.6	276.2	53.8	47.2	41.5	22.4	659.0
4006(섬진곡성)	3.1	1.7	23.0	18.6	15.6	23.3	119.7	269.9	53.8	29.7	45.2	16.0	619.6
4007(주암댐)	5.8	3.9	34.2	19.3	43.6	32.0	146.2	403.9	95.4	37.1	55.2	25.9	902.6
4008(보성강)	6.8	3.7	47.7	23.7	26.9	26.0	203.3	307.7	98.3	35.0	57.2	26.0	862.2
4009(섬진강하류)	8.9	6.3	71.4	38.7	55.7	61.5	129.9	516.2	108.6	66.6	62.2	26.1	1,151.9
41(섬진강남해)	3.4	4.3	45.3	29.3	64.9	61.7	111.2	445.8	108.4	51.5	49.4	25.9	1,001.3
4101(섬진강서남해)	4.4	3.7	37.9	22.5	47.8	43.7	91.1	361.3	120.3	60.4	56.1	37.4	886.6
4102(완도)	5.5	16.7	74.4	69.0	130.7	76.8	108.4	365.5	160.3	39.4	83.5	49.5	1,179.7
4103(금산면)	2.9	5.3	63.8	32.5	79.6	117.4	186.0	538.8	69.8	50.8	56.4	18.4	1,221.6
4104(이사천)	2.5	2.1	32.6	22.7	60.7	70.2	133.8	494.8	106.5	40.6	40.1	14.8	1,021.4
4105(수어천)	2.5	2.0	55.8	28.4	62.7	62.8	102.5	523.1	80.9	59.0	33.6	13.2	1,026.3
4106(여수시)	1.7	1.3	55.2	24.3	44.6	41.1	77.1	527.4	44.3	66.2	37.3	16.8	937.4
영산강권역	7.0	4.5	34.9	26.4	26.6	15.5	84.9	221.0	60.5	41.7	49.2	48.8	621.0
50(영산강)	7.2	3.9	30.6	18.8	13.9	8.3	122.6	204.8	60.2	44.9	50.3	42.6	608.1
5001(영산강상류)	5.8	3.0	37.0	22.2	11.9	8.3	92.0	215.0	70.6	62.2	52.6	42.3	622.8
5002(황룡강)	10.9	5.5	24.8	20.9	25.6	12.9	114.9	246.5	38.3	46.2	51.4	52.3	650.3
5003(지석천)	5.7	3.7	30.9	14.7	14.9	8.3	230.8	238.9	64.5	36.5	55.8	32.0	736.7
5004(영산강중류)	7.7	4.2	29.3	17.9	9.9	5.0	167.4	191.6	70.2	48.1	48.1	40.4	639.9
5005(고막원천)	7.6	4.0	29.7	18.8	10.0	6.2	110.1	201.9	64.3	38.6	47.5	43.0	581.8
5006(영산강하류)	6.2	3.4	29.1	18.4	9.1	6.6	66.2	155.9	53.8	31.8	38.9	37.6	457.1
5007(영암천)	8.5	4.7	29.4	16.5	9.5	5.9	47.3	154.8	68.1	44.1	56.0	52.2	497.1
5008(영산강하구언)	4.3	2.9	32.4	21.2	15.3	12.1	29.4	134.0	48.1	38.6	46.9	60.1	445.3
51(탐진강)	6.5	5.4	33.1	14.4	50.2	24.2	66.9	309.1	86.7	28.5	50.4	32.1	707.6
5101(탐진강)	6.5	5.4	33.1	14.4	50.2	24.2	66.9	309.1	86.7	28.5	50.4	32.1	707.6
52(영산강남해)	6.4	6.6	50.2	51.8	59.4	35.4	27.6	216.3	51.6	42.0	51.3	54.6	653.2
5201(진도)	6.0	10.1	65.0	102.5	101.8	69.7	37.6	267.4	40.2	39.4	60.2	48.9	848.8
5202(영암방조제)	6.6	5.1	44.2	31.1	42.0	21.4	23.6	195.4	56.2	43.1	47.7	56.9	573.2
53(영산강서해)	7.3	3.9	31.6	23.4	18.5	11.0	68.4	229.8	61.1	39.4	45.6	58.8	598.7
5301(주진천)	7.8	3.7	31.3	20.8	13.7	9.1	87.7	273.6	73.9	48.8	46.6	53.0	670.1
5302(와탄천)	7.0	3.7	33.6	21.5	15.5	7.2	82.2	257.4	68.5	41.0	44.2	51.6	633.3
5303(신안군)	7.3	4.4	27.6	30.2	29.8	21.1	19.9	127.3	32.4	26.4	47.5	79.9	453.8
제주도권역	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60(제주도)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6001(제주서해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6002(제주북해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6003(제주남해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6004(제주동해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



<그림 2.4-58> PRMS 모형에 의한 중권역별 유출고

<표 2.4-38> PRMS 모형에 의한 수계별 유출률

유 역	유역면적(㎢)	유 출 률(%)												
		1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	연평균
전 국	109,411.8	66.5	35.2	42.4	36.1	42.3	18.1	28.7	63.4	52.4	48.5	58.7	84.1	47.7
한강권역	41,946.7	53.6	31.3	81.6	48.6	33.3	12.8	22.3	55.4	59.0	46.5	47.1	58.9	42.6
10(한강)	34,427.7	57.4	36.7	73.8	42.5	29.3	11.8	19.9	53.4	57.3	43.7	45.6	52.8	39.9
11(안성천)	1,658.6	84.4	66.9	27.6	15.7	14.7	11.9	39.4	57.6	58.2	49.5	72.7	45.1	43.8
12(한강서해)	1,970.8	92.0	64.8	38.8	20.6	18.3	18.5	40.3	53.4	63.4	42.7	34.7	36.4	41.8
13(한강동해)	3,889.6	31.6	15.3	129.4	72.4	142.4	19.3	13.9	66.4	68.3	61.9	53.8	282.3	58.5
낙동강권역	31,784.4	66.1	28.5	34.1	32.1	52.0	14.9	27.4	68.2	42.2	48.6	55.8	156.1	49.3
20(낙동강)	23,689.8	80.9	38.5	27.3	28.8	44.4	13.9	27.1	65.0	41.7	51.2	59.9	159.9	47.6
21(형산강)	1,140.0	64.8	17.5	49.4	35.5	61.6	13.8	9.9	68.7	34.9	43.4	44.7	150.6	48.2
22(태화강)	660.9	23.5	22.7	51.5	33.5	29.1	14.6	27.9	61.4	28.4	42.3	41.8	147.8	42.8
23(회야·수영)	865.4	42.6	23.5	51.9	47.4	64.8	28.5	23.5	79.8	53.7	56.4	57.3	117.0	61.6
24(낙동강동해)	2,968.0	18.7	18.2	50.7	33.4	147.4	11.4	19.6	73.3	37.2	30.6	30.7	259.2	47.5
25(낙동강남해)	2,460.3	40.0	15.1	46.0	47.4	61.8	27.5	38.3	80.5	53.0	52.1	55.4	115.7	60.3
금강권역	17,924.6	142.2	79.2	36.8	26.7	39.2	14.2	19.3	57.4	45.6	49.1	80.5	62.9	43.8
30(금강)	9,913.9	150.0	86.2	40.5	30.7	44.0	14.1	15.7	58.9	40.1	49.3	93.9	67.0	44.8
31(삽교천)	1,668.4	159.9	64.6	32.5	17.0	26.1	12.3	24.5	53.5	42.9	53.3	93.3	50.0	39.6
32(금강서해)	2,975.2	147.1	67.8	29.9	19.2	39.4	14.5	16.4	53.9	44.5	47.1	63.6	42.6	39.0
33(만경·동진)	3,367.2	109.6	112.1	31.9	27.8	31.8	15.0	25.8	57.1	71.2	47.0	60.5	82.9	46.3
섬진강권역	8,299.0	58.2	28.8	40.4	32.3	48.7	35.7	50.0	76.0	60.1	47.6	62.4	101.7	58.1
40(섬진강)	4,914.3	89.7	52.8	41.0	31.6	47.3	27.0	51.7	76.7	55.4	48.8	62.4	88.8	57.7
41(섬진강남해)	3,384.8	27.5	16.5	39.5	32.9	49.8	45.2	47.4	75.1	65.4	46.2	61.9	128.7	58.4
영산강권역	7,604.8	55.2	33.6	36.4	34.5	35.6	24.8	36.9	59.5	61.0	43.8	54.0	89.8	48.6
50(영산강)	3,469.6	65.6	41.5	31.9	30.6	23.1	15.5	44.3	58.5	57.3	47.4	54.3	99.9	48.5
51(탐진강)	505.5	48.5	26.3	38.3	25.7	44.8	29.5	32.9	70.6	56.3	33.8	59.2	123.6	52.0
52(영산강남해)	1,506.7	33.4	26.2	48.3	44.5	51.7	42.2	18.4	59.9	52.8	39.4	55.2	76.8	48.7
53(영산강서해)	2,123.0	68.2	39.7	34.1	29.8	30.0	19.3	31.4	57.6	78.8	43.7	51.7	86.1	47.8
제주도권역	1,852.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

〔주〕 ① 북한지역 포함
② 낙동강권역의 울릉도(중권역 2401) 제외

<표 2.4-39> PRMS 모형에 의한 한강권역 중권역별 유출률

중권역	유 출 률(%)												연평균
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
전 국	66.5	35.2	42.4	36.1	42.3	18.1	28.7	63.4	52.4	48.5	58.7	84.1	47.7
한강권역	53.6	31.3	81.6	48.6	33.3	12.8	22.3	55.4	59.0	46.5	47.1	58.9	42.6
10(한강)	57.4	36.7	73.8	42.5	29.3	11.8	19.9	53.4	57.3	43.7	45.6	52.8	39.9
1001(남한강상류)	49.6	11.9	42.9	78.8	110.5	19.4	15.0	66.0	65.2	67.7	129.4	163.0	58.5
1002(평창강)	75.8	59.0	55.4	29.4	18.1	6.0	4.3	53.6	45.6	41.6	72.2	51.2	37.0
1003(충주댐)	79.3	64.5	43.4	35.5	32.0	8.7	6.5	52.7	41.9	61.8	140.5	87.0	45.6
1004(달천)	57.2	123.0	42.7	26.4	17.2	5.7	9.1	58.0	34.5	58.9	120.7	48.2	42.2
1005(충주댐하류)	68.6	53.3	18.8	10.6	8.3	4.5	3.8	44.4	15.2	53.2	81.7	42.1	30.2
1006(섬강)	64.9	68.1	53.1	16.2	10.6	4.7	7.5	46.2	37.0	27.3	34.7	39.8	29.2
1007(남한강하류)	84.6	81.3	43.0	13.0	8.1	5.2	19.3	55.1	43.6	47.1	67.5	64.7	37.4
1008(금강산댐)	59.3	19.0	244.6	37.5	26.9	9.8	15.2	53.5	82.5	27.3	18.6	32.9	39.5
1009(평화의댐)	71.9	15.0	303.1	69.3	47.8	13.6	38.2	57.3	86.4	29.2	19.2	66.7	48.6
1010(춘천댐)	81.2	16.9	486.8	60.1	39.0	14.7	12.2	55.6	71.7	22.2	21.2	29.4	43.5
1011(인북천)	55.7	16.3	172.0	57.5	86.6	19.4	13.3	68.8	85.5	28.5	28.1	60.7	55.2
1012(소양강)	35.7	13.9	90.6	80.6	67.6	20.4	22.1	71.1	78.9	46.3	38.4	51.3	54.7
1013(의암댐)	50.6	17.6	290.6	39.2	33.2	15.8	21.8	56.8	65.1	28.0	26.2	34.8	40.6
1014(홍천강)	38.5	11.2	175.0	37.9	31.2	9.9	34.7	72.0	64.7	33.2	39.4	45.4	46.2
1015(청평댐)	32.7	16.3	325.6	40.1	37.9	13.1	40.2	66.8	75.4	29.8	28.9	30.9	47.3
1016(경안천)	20.6	11.2	182.2	36.1	31.8	15.4	20.8	58.9	52.9	41.0	40.3	86.9	42.1
1017(팔당댐)	18.9	12.7	102.7	34.1	29.0	25.7	39.0	77.7	78.9	40.8	35.7	42.1	49.6
1018(한강서울)	36.4	68.8	64.2	29.7	29.6	29.9	52.3	63.4	73.7	41.8	33.5	16.2	49.4
1019(한강고양)	104.1	65.5	95.8	29.5	23.6	23.7	43.5	45.7	70.8	48.7	36.1	57.7	44.5
1020(고미탄천)	29.8	12.1	255.4	53.6	17.7	10.2	14.1	25.7	43.4	21.5	21.1	25.5	23.0
1021(임진강상류)	26.1	11.0	31.2	5.8	5.6	4.6	7.5	12.8	29.0	10.3	7.4	6.1	11.0
1022(한탄강)	61.2	42.9	84.4	20.3	10.2	6.8	16.3	28.4	48.6	19.7	14.4	21.2	23.1
1023(임진강하류)	54.1	17.5	38.3	10.3	9.3	8.0	13.1	19.4	35.1	17.5	13.5	12.9	17.0
1024(한강하류)	137.4	40.6	65.9	20.4	19.8	16.4	37.5	39.4	59.3	34.8	27.5	25.5	35.9
11(안성천)	84.4	66.9	27.6	15.7	14.7	11.9	39.4	57.6	58.2	49.5	72.7	45.1	43.8
1101(안성천)	84.4	66.9	27.6	15.7	14.7	11.9	39.4	57.6	58.2	49.5	72.7	45.1	43.8
12(한강서해)	92.0	64.8	38.8	20.6	18.3	18.5	40.3	53.4	63.4	42.7	34.7	36.4	41.8
1201(한강서해)	85.1	53.7	45.8	15.3	15.3	12.9	29.1	39.4	54.5	29.8	23.3	24.6	31.2
1202(시화호)	98.6	75.4	35.9	24.6	23.5	23.0	49.5	61.3	73.4	53.9	48.0	45.0	50.6
13(한강동해)	31.6	15.3	129.4	72.4	142.4	19.3	13.9	66.4	68.3	61.9	53.8	282.3	58.5
1301(양양남대천)	52.5	21.8	158.7	46.2	74.5	19.3	8.8	62.9	77.6	24.3	23.1	80.0	50.1
1302(강릉남대천)	16.3	11.9	165.0	86.8	375.0	18.5	12.3	61.1	52.4	76.4	58.9	1,015.3	60.5
1303(삼척오십천)	25.6	10.0	73.5	83.2	242.7	19.9	27.1	76.1	71.2	73.5	94.5	631.1	67.8

<표 2.4-40> PRMS 모형에 의한 낙동강권역 중권역별 유출률

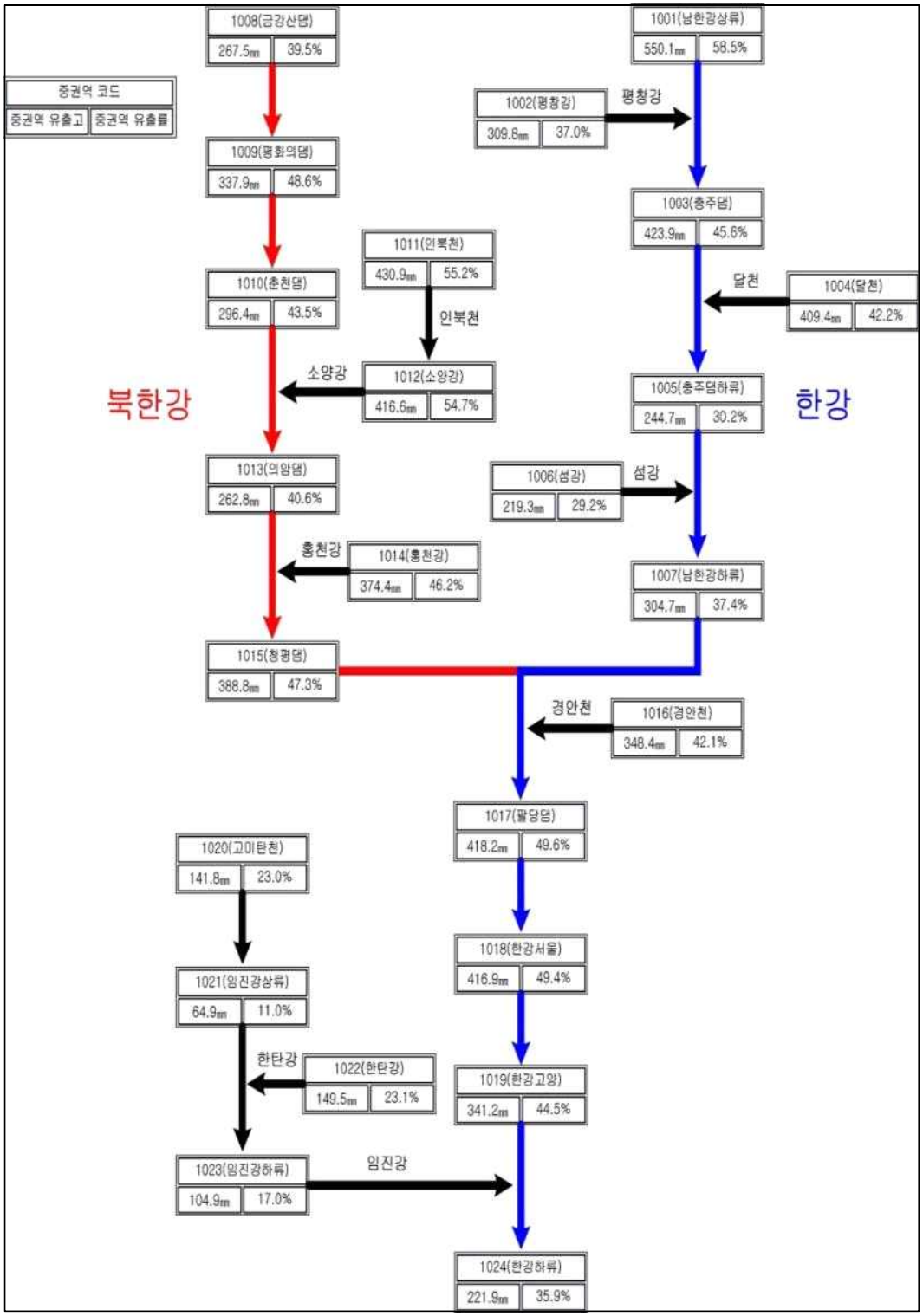
중권역	유 출 률(%)												연평균
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
낙동강권역	66.1	28.5	34.1	32.1	52.0	14.9	27.4	68.2	42.2	48.6	55.8	156.1	49.3
20(낙동강)	80.9	38.5	27.3	28.8	44.4	13.9	27.1	65.0	41.7	51.2	59.9	159.9	47.6
2001(안동댐)	169.6	53.2	50.2	55.3	58.0	15.9	22.4	68.4	59.2	64.1	111.3	195.8	59.0
2002(임하댐)	509.2	10.6	23.8	40.8	67.3	14.6	7.9	64.7	45.5	52.4	48.5	274.7	48.7
2003(안동댐하류)	244.3	42.0	22.0	30.6	29.0	8.8	6.4	55.3	34.4	47.5	67.6	208.1	42.8
2004(내성천)	48.6	25.1	4.6	5.6	4.2	2.2	1.8	54.0	45.6	53.5	100.3	57.8	38.8
2005(영강)	151.9	104.6	26.4	27.3	27.4	10.8	9.1	60.5	35.0	59.0	107.3	91.3	45.5
2006(병성천)	56.7	23.2	28.4	25.8	39.5	7.0	5.3	52.6	55.8	51.2	89.7	169.9	44.1
2007(낙동상주)	109.7	36.8	15.3	23.4	20.5	4.6	3.4	44.1	45.6	46.2	78.3	247.0	37.7
2008(위천)	743.9	20.2	17.6	34.5	79.2	13.0	6.1	62.3	43.8	37.0	46.9	179.6	44.8
2009(낙동구미)	419.0	19.9	11.4	20.0	52.9	7.2	5.4	56.2	35.8	45.6	67.3	267.0	39.0
2010(감천)	138.7	17.6	13.6	31.6	213.7	10.1	6.3	59.2	36.3	43.0	76.0	223.9	43.6
2011(낙동왜관)	1,045.7	24.2	12.7	21.3	198.3	9.5	7.6	60.9	35.3	32.1	47.1	251.3	40.3
2012(금호강)	301.0	23.7	13.4	13.7	25.7	12.1	7.8	59.8	37.9	32.1	42.4	207.2	38.8
2013(회천)	129.4	18.3	21.8	19.1	68.0	10.5	10.5	62.8	35.1	23.1	28.3	145.9	37.5
2014(낙동고령)	44.0	12.8	17.4	19.4	21.6	11.3	16.7	64.4	41.0	29.0	22.9	72.9	38.6
2015(합천댐)	67.4	60.8	35.4	21.0	17.1	18.6	48.6	51.7	38.5	69.7	57.7	227.4	45.8
2016(황강)	71.2	12.4	21.4	39.4	36.9	19.3	38.2	75.0	42.9	53.2	56.2	472.5	51.2
2017(낙동창녕)	190.7	32.3	30.8	31.4	72.4	15.1	16.1	72.9	44.0	49.0	61.5	224.3	53.3
2018(남강댐)	43.5	75.9	62.8	37.8	51.5	31.3	61.2	71.5	40.6	88.2	64.2	201.1	61.0
2019(남강)	37.8	11.6	30.5	30.4	43.0	14.0	25.2	73.0	35.3	52.4	57.3	137.5	50.2
2020(낙동밀양)	13.1	4.9	21.8	23.6	31.4	11.5	17.0	72.5	45.5	40.0	32.7	62.4	48.5
2021(밀양강)	72.8	14.5	41.8	27.3	38.6	15.4	9.9	69.6	30.8	46.5	47.4	102.8	47.4
2022(낙동강하구언)	13.0	8.0	30.2	33.1	31.5	13.9	26.9	77.2	45.7	42.8	32.2	37.1	52.1
21(형산강)	64.8	17.5	49.4	35.5	61.6	13.8	9.9	68.7	34.9	43.4	44.7	150.6	48.2
2101(형산강)	64.8	17.5	49.4	35.5	61.6	13.8	9.9	68.7	34.9	43.4	44.7	150.6	48.2
22(태화강)	23.5	22.7	51.5	33.5	29.1	14.6	27.9	61.4	28.4	42.3	41.8	147.8	42.8
2201(태화강)	23.5	22.7	51.5	33.5	29.1	14.6	27.9	61.4	28.4	42.3	41.8	147.8	42.8
23(회야·수영)	42.6	23.5	51.9	47.4	64.8	28.5	23.5	79.8	53.7	56.4	57.3	117.0	61.6
2301(회야강)	41.8	27.3	57.6	45.2	58.2	19.9	13.3	76.9	45.6	46.7	50.0	144.5	56.9
2302(수영강)	42.6	20.2	48.7	48.6	67.5	35.5	28.8	81.2	58.4	61.5	61.8	105.5	64.2
24(낙동강동해)	18.7	18.2	50.7	33.4	147.4	11.4	19.6	73.3	37.2	30.6	30.7	259.2	47.5
2401(왕피천)	9.5	3.4	45.5	14.6	203.8	9.3	37.0	83.2	29.5	18.7	21.9	250.9	44.2
2402(영덕오십천)	61.8	17.5	50.4	53.3	117.8	11.8	9.4	67.2	45.8	50.1	39.5	303.4	50.6
2403(대종천)	37.2	31.8	60.6	60.5	119.6	16.7	9.8	71.5	46.5	40.0	43.9	192.3	54.0
25(낙동강남해)	40.0	15.1	46.0	47.4	61.8	27.5	38.3	80.5	53.0	52.1	55.4	115.7	60.3
2501(가화천)	40.1	12.9	35.2	47.2	58.1	19.0	35.7	81.5	54.9	52.0	55.4	136.8	59.9
2502(남해도)	43.0	16.4	57.6	51.6	71.3	32.4	52.9	84.7	63.1	57.5	71.4	147.0	68.0
2503(거제도)	45.8	19.4	57.3	51.5	58.8	35.2	45.8	76.7	41.7	54.6	57.6	117.4	57.7
2504(낙동강남해)	30.7	10.8	40.3	41.9	61.5	29.5	24.7	78.9	51.4	46.0	40.9	83.8	57.6

<표 2.4-41> PRMS 모형에 의한 금강권역 중권역별 유출률

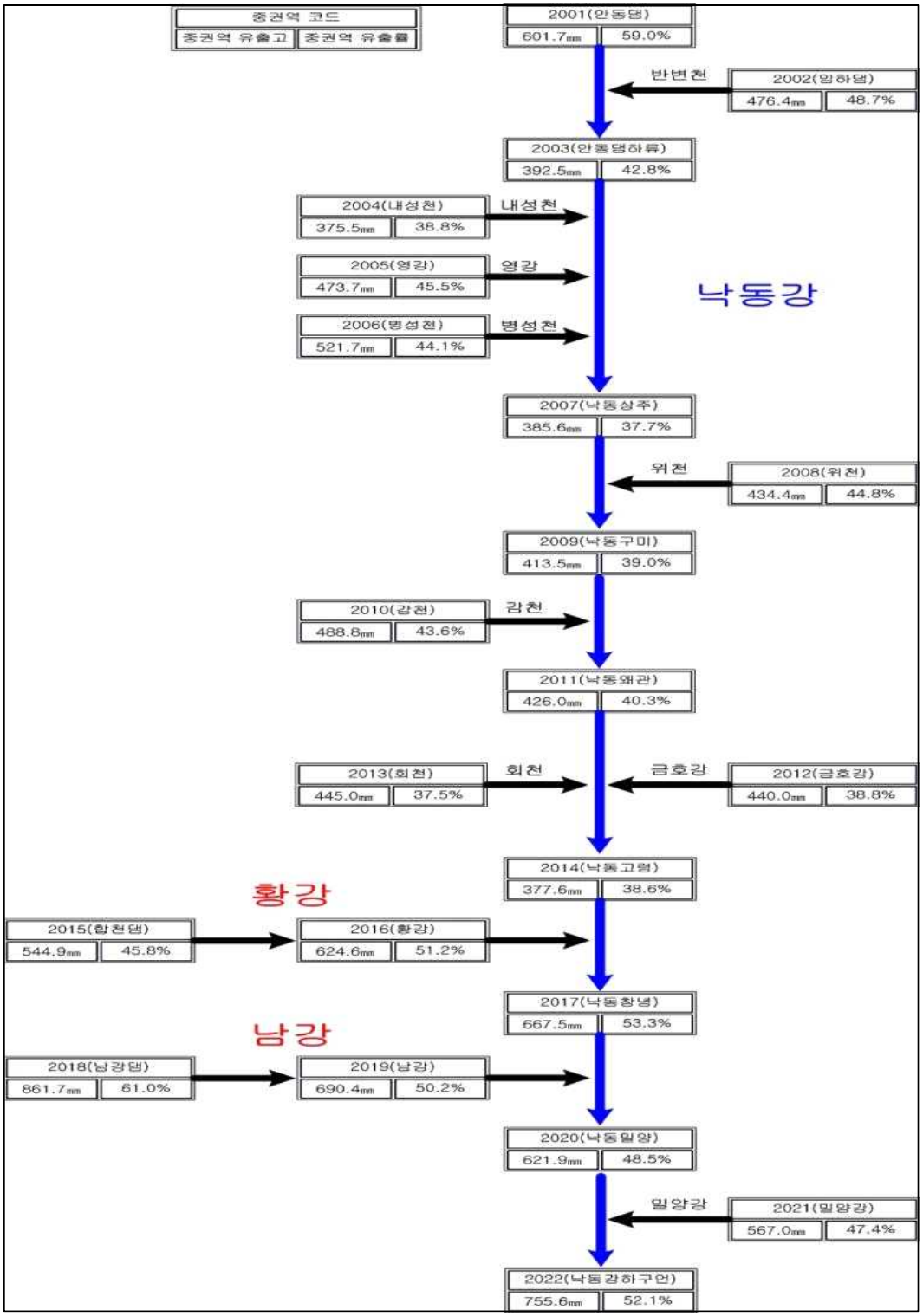
중권역	유 출 률(%)												연평균
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
금강권역	142.2	79.2	36.8	26.7	39.2	14.2	19.3	57.4	45.6	49.1	80.5	62.9	43.8
30(금강)	150.0	86.2	40.5	30.7	44.0	14.1	15.7	58.9	40.1	49.3	93.9	67.0	44.8
3001(용담댐)	95.3	394.6	91.9	57.1	83.9	20.3	44.4	74.3	51.5	61.8	83.4	69.4	64.5
3002(용담댐하류)	196.0	650.3	54.5	57.7	94.9	19.4	21.5	74.1	47.3	49.6	75.0	60.9	57.6
3003(무주남대천)	278.2	175.1	67.3	52.0	134.1	16.6	25.9	71.6	37.9	50.9	84.4	89.2	59.5
3004(영동천)	171.8	184.4	37.2	37.7	83.2	17.7	8.0	63.2	26.6	40.9	78.4	75.4	47.4
3005(초강)	134.3	91.4	31.3	40.0	120.6	11.9	9.6	68.6	32.9	51.0	82.5	114.7	51.2
3006(대청댐상류)	9.4	8.8	10.5	12.4	10.8	7.6	7.7	55.2	27.8	36.0	73.9	54.0	35.5
3007(보청천)	138.0	138.4	19.7	23.4	19.3	7.6	10.5	58.8	28.7	51.5	93.6	81.5	40.6
3008(대청댐)	112.9	110.2	28.3	27.8	24.8	13.2	13.6	56.9	29.2	51.2	90.9	55.2	40.1
3009(갑천)	128.0	59.8	24.0	21.8	24.0	18.2	17.4	68.7	42.3	50.9	91.8	58.9	45.8
3010(대청댐하류)	90.8	52.4	12.9	10.9	9.2	8.5	8.8	41.6	35.8	47.6	107.9	27.5	31.8
3011(미호천)	150.1	68.1	24.9	15.3	11.6	8.1	11.7	43.9	38.2	46.9	119.5	59.7	35.4
3012(금강공주)	182.3	57.0	25.7	20.6	43.6	13.6	10.6	51.2	41.5	51.2	113.3	47.3	39.4
3013(논산천)	218.3	82.1	32.4	27.9	30.3	13.4	10.2	49.7	54.5	43.3	97.0	81.9	42.1
3014(금강하구언)	207.5	61.3	33.9	29.1	38.7	17.6	12.6	47.2	50.4	42.7	94.0	91.0	42.6
31(삽교천)	159.9	64.6	32.5	17.0	26.1	12.3	24.5	53.5	42.9	53.3	93.3	50.0	39.6
3101(삽교천)	159.9	64.6	32.5	17.0	26.1	12.3	24.5	53.5	42.9	53.3	93.3	50.0	39.6
32(금강서해)	147.1	67.8	29.9	19.2	39.4	14.5	16.4	53.9	44.5	47.1	63.6	42.6	39.0
3201(대호방조제)	122.9	82.4	18.1	12.4	50.4	15.3	22.2	72.0	34.8	44.4	29.0	24.8	39.7
3202(부남방조제)	113.0	67.1	25.7	16.9	32.2	12.7	15.3	51.1	47.1	46.0	57.0	41.8	37.2
3203(금강서해)	212.8	54.1	37.4	27.0	40.3	16.0	11.1	43.5	46.8	50.1	89.1	57.4	40.8
33(만경·동진)	109.6	112.1	31.9	27.8	31.8	15.0	25.8	57.1	71.2	47.0	60.5	82.9	46.3
3301(만경강)	103.2	100.1	31.8	28.4	28.5	13.1	18.5	53.8	60.5	42.8	62.5	88.9	42.3
3302(동진강)	88.7	126.9	32.0	25.9	28.3	11.8	34.8	60.2	81.1	48.6	53.7	83.3	48.5
3303(직소천)	174.0	109.9	31.8	29.7	40.2	22.3	20.2	57.6	76.4	53.0	66.1	78.4	49.2

<표 2.4-42> PRMS 모형에 의한 섬진강권역, 영산강권역 중권역별 유출률

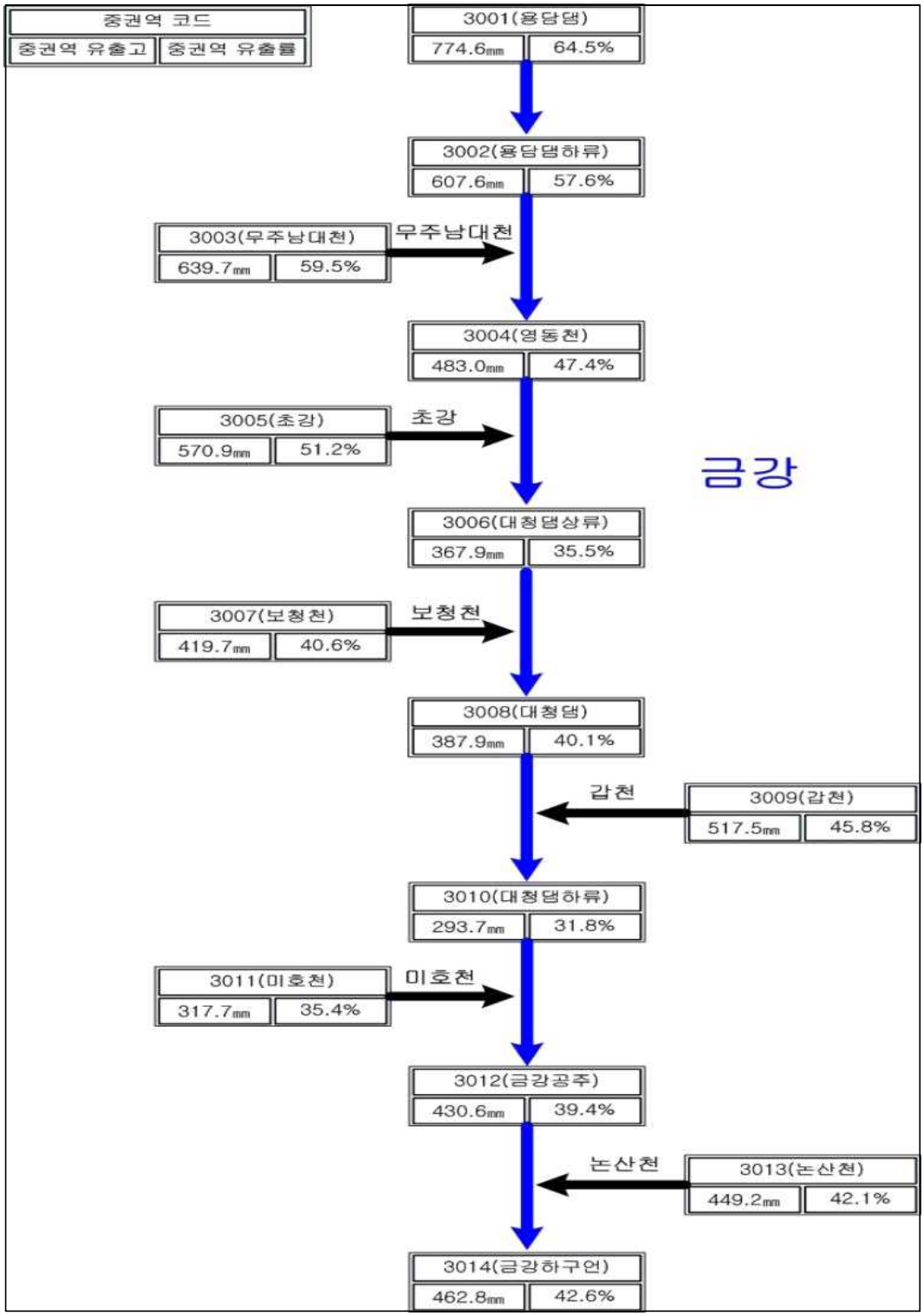
중권역	유 출 률(%)												연평균
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	
섬진강권역	58.2	28.8	40.4	32.3	48.7	35.7	50.0	76.0	60.1	47.6	62.4	101.7	58.1
40(섬진강)	89.7	52.8	41.0	31.6	47.3	27.0	51.7	76.7	55.4	48.8	62.4	88.8	57.7
4001(섬진강댐)	106.1	227.5	36.2	28.0	41.9	11.2	43.8	74.6	38.8	52.3	51.4	46.1	51.4
4002(섬진강댐하류)	146.4	165.9	37.6	32.0	56.7	14.6	48.8	67.1	36.5	50.3	61.3	69.8	51.4
4003(오수천)	85.4	66.7	28.7	21.6	33.2	8.6	55.3	68.4	35.9	44.3	49.1	53.1	48.0
4004(순창)	54.9	48.5	25.2	21.8	17.1	8.3	37.7	67.7	45.2	42.9	52.2	73.4	45.2
4005(요천)	57.0	46.9	35.8	25.8	29.5	13.1	53.4	71.4	47.8	48.4	51.8	73.1	51.6
4006(섬진곡성)	41.3	29.8	25.7	28.2	36.7	18.1	53.5	73.2	50.3	36.7	55.4	86.7	50.8
4007(주암댐)	79.8	31.2	38.4	28.8	49.5	37.4	53.0	76.8	60.8	40.3	67.8	169.3	60.3
4008(보성강)	100.5	51.5	44.3	38.9	47.4	30.2	64.2	79.6	69.2	39.8	66.9	114.5	63.1
4009(섬진강하류)	108.1	44.1	55.8	42.4	58.7	42.5	55.0	83.9	66.1	58.3	76.3	178.7	67.5
41(섬진강남해)	27.5	16.5	39.5	32.9	49.8	45.2	47.4	75.1	65.4	46.2	61.9	128.7	58.4
4101(섬진강서남해)	31.5	12.3	38.3	26.6	35.2	36.1	37.2	67.1	68.9	60.0	68.8	151.5	53.8
4102(완도)	24.7	36.5	59.3	47.2	77.4	65.9	45.9	72.9	73.1	31.1	80.8	101.5	63.4
4103(금산면)	21.0	14.2	57.3	34.0	64.7	63.3	61.5	82.2	57.5	45.5	66.3	202.7	66.0
4104(이사천)	27.9	10.2	28.8	27.4	51.0	47.7	53.6	78.4	62.5	37.8	51.0	123.5	58.7
4105(수어천)	26.4	13.0	40.9	36.4	51.2	41.5	53.1	79.4	59.3	47.5	50.2	102.3	60.2
4106(여수시)	15.0	6.6	43.5	37.9	40.6	32.0	47.7	79.7	50.9	50.3	60.6	131.5	59.4
영산강권역	55.2	33.6	36.4	34.5	35.6	24.8	36.9	59.5	61.0	43.8	54.0	89.8	48.6
50(영산강)	65.6	41.5	31.9	30.6	23.1	15.5	44.3	58.5	57.3	47.4	54.3	99.9	48.5
5001(영산강상류)	56.2	40.2	35.9	33.4	20.8	14.9	36.8	58.7	62.0	58.4	59.0	104.8	49.2
5002(황룡강)	97.6	102.7	26.0	28.5	42.0	22.1	44.6	62.0	45.8	42.4	59.6	90.2	50.1
5003(지석천)	60.0	32.3	32.3	26.3	21.6	14.5	60.5	64.3	47.6	41.9	60.8	120.4	52.9
5004(영산강중류)	65.5	37.8	30.5	33.4	16.0	12.4	48.1	56.7	68.2	52.9	52.6	113.8	49.9
5005(고막원천)	80.7	43.2	31.4	28.4	15.9	11.5	39.5	55.5	77.6	41.2	49.8	100.6	46.4
5006(영산강하류)	55.7	32.5	30.8	31.6	18.7	13.6	30.2	51.2	63.1	41.5	40.3	87.5	41.7
5007(영암천)	59.6	37.0	34.8	33.1	16.2	11.9	25.0	53.1	57.7	49.5	52.2	105.8	44.6
5008(영산강하구언)	33.3	19.4	35.5	34.0	23.1	19.7	19.2	50.3	54.0	40.5	47.3	79.6	40.9
51(탐진강)	48.5	26.3	38.3	25.7	44.8	29.5	32.9	70.6	56.3	33.8	59.2	123.6	52.0
5101(탐진강)	48.5	26.3	38.3	25.7	44.8	29.5	32.9	70.6	56.3	33.8	59.2	123.6	52.0
52(영산강남해)	33.4	26.2	48.3	44.5	51.7	42.2	18.4	59.9	52.8	39.4	55.2	76.8	48.7
5201(진도)	28.4	35.6	51.2	56.5	75.6	66.7	22.5	68.8	48.0	31.7	60.6	63.1	55.2
5202(영암방조제)	35.8	21.4	46.6	34.8	39.3	28.2	16.5	55.9	54.2	43.5	52.9	82.7	45.4
53(영산강서해)	68.2	39.7	34.1	29.8	30.0	19.3	31.4	57.6	78.8	43.7	51.7	86.1	47.8
5301(주진천)	82.6	91.5	36.0	27.4	31.2	12.9	36.0	61.8	97.6	55.1	56.9	77.6	51.9
5302(와탄천)	71.8	43.9	36.5	30.0	26.5	17.3	34.5	60.0	87.0	48.1	50.4	85.9	50.3
5303(신안군)	51.6	24.0	27.5	31.2	34.7	27.5	13.2	43.6	42.3	25.9	49.6	93.8	38.0
제주도권역	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
60(제주도)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6001(제주서해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6002(제주북해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6003(제주남해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6004(제주동해)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



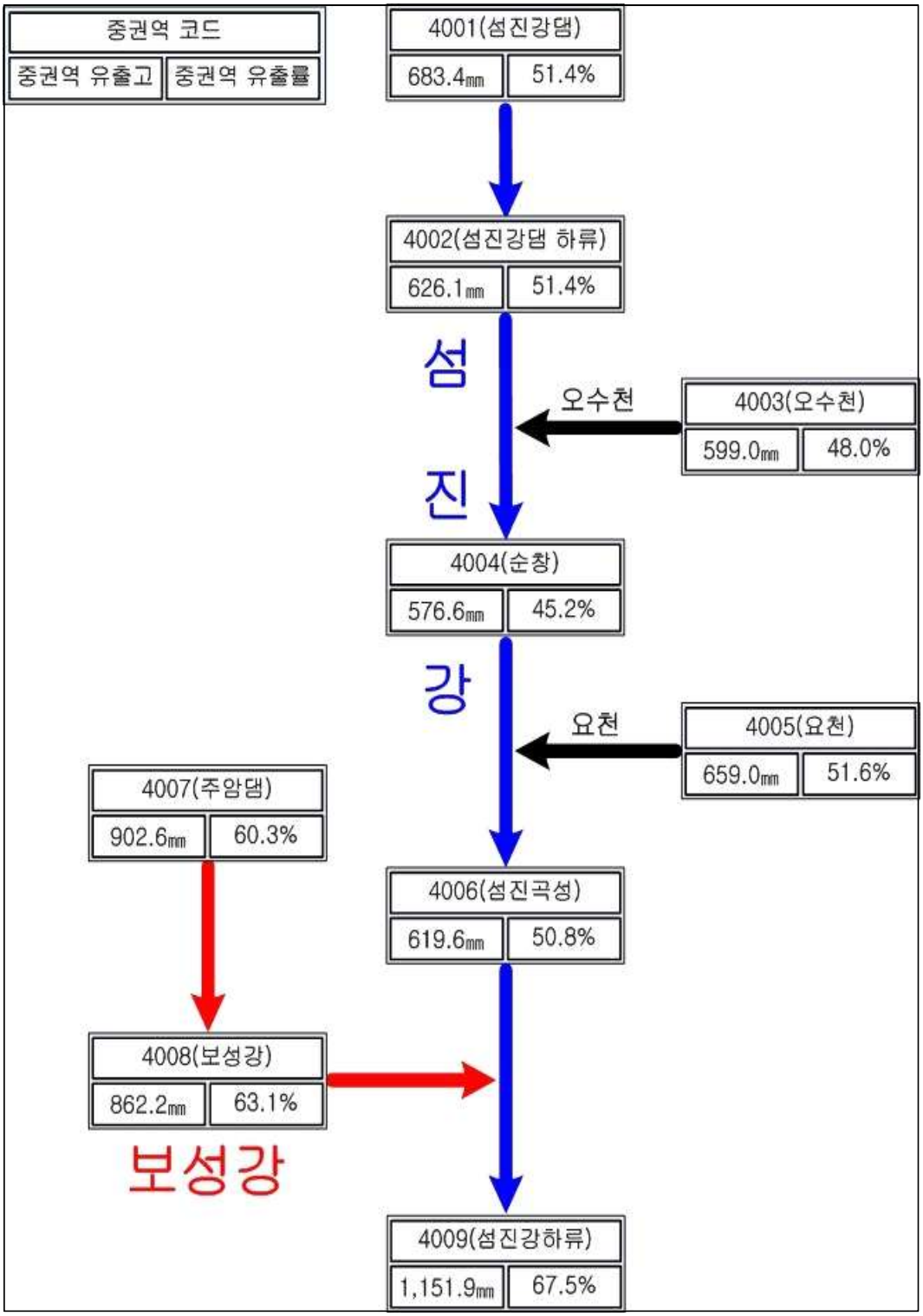
<그림 2.4-59> PRMS 모형에 의한 한강권역 유출고, 유출률



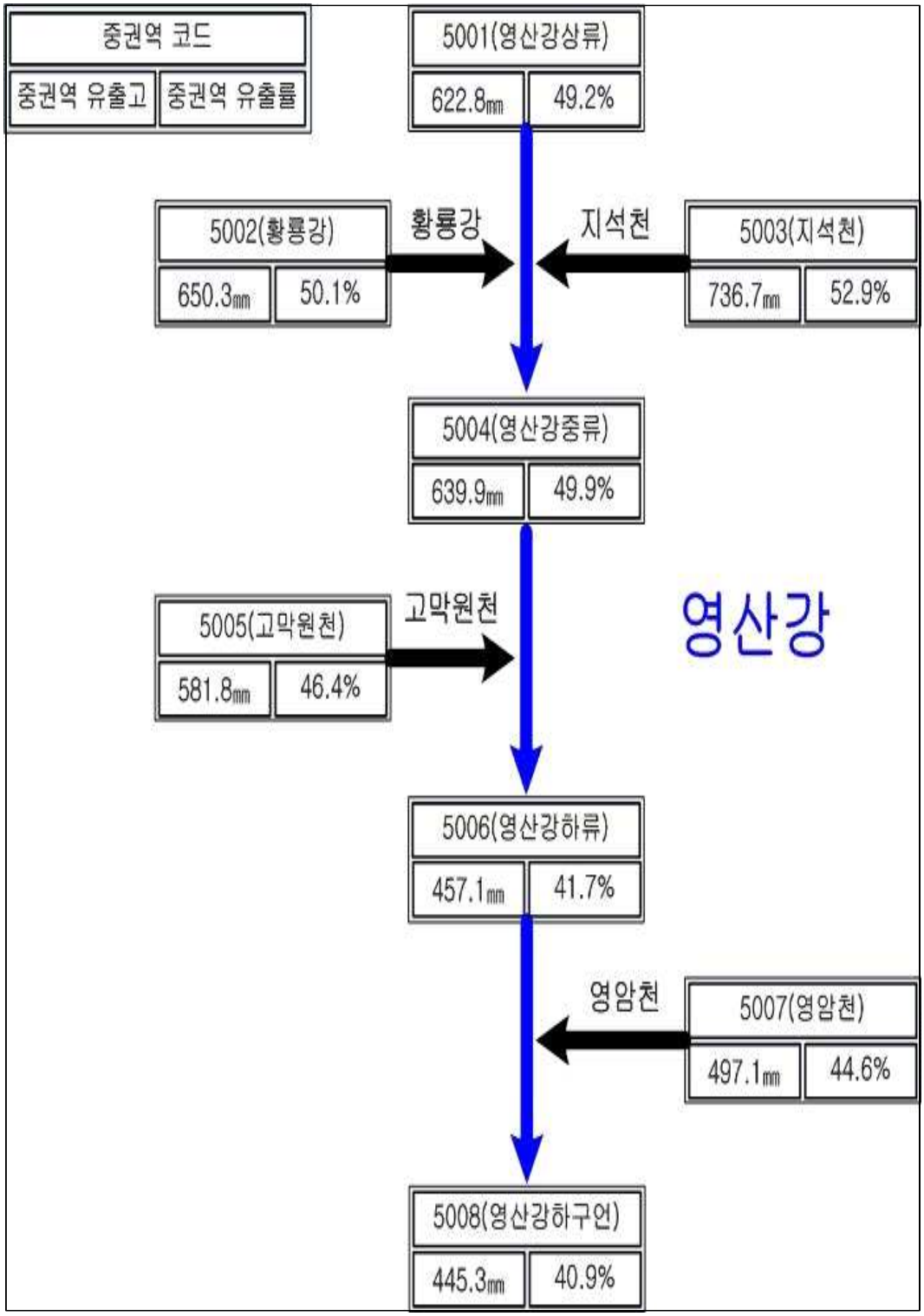
<그림 2.4-60> PRMS 모형에 의한 낙동강권역 유출고, 유출률



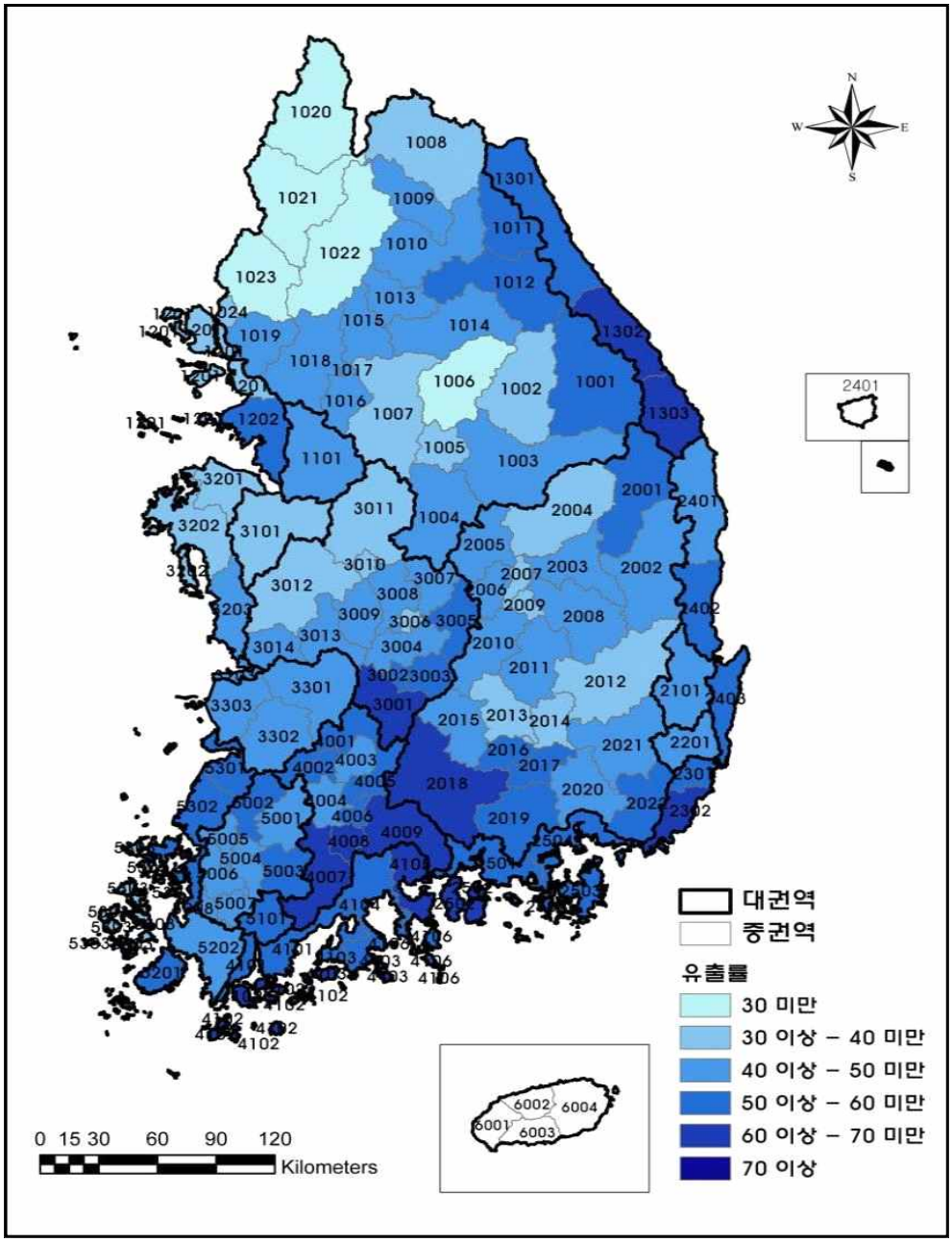
<그림 2.4-61> PRMS 모형에 의한 금강권역 유출고, 유출률



<그림 2.4-62> PRMS 모형에 의한 섬진강권역 유출고, 유출률



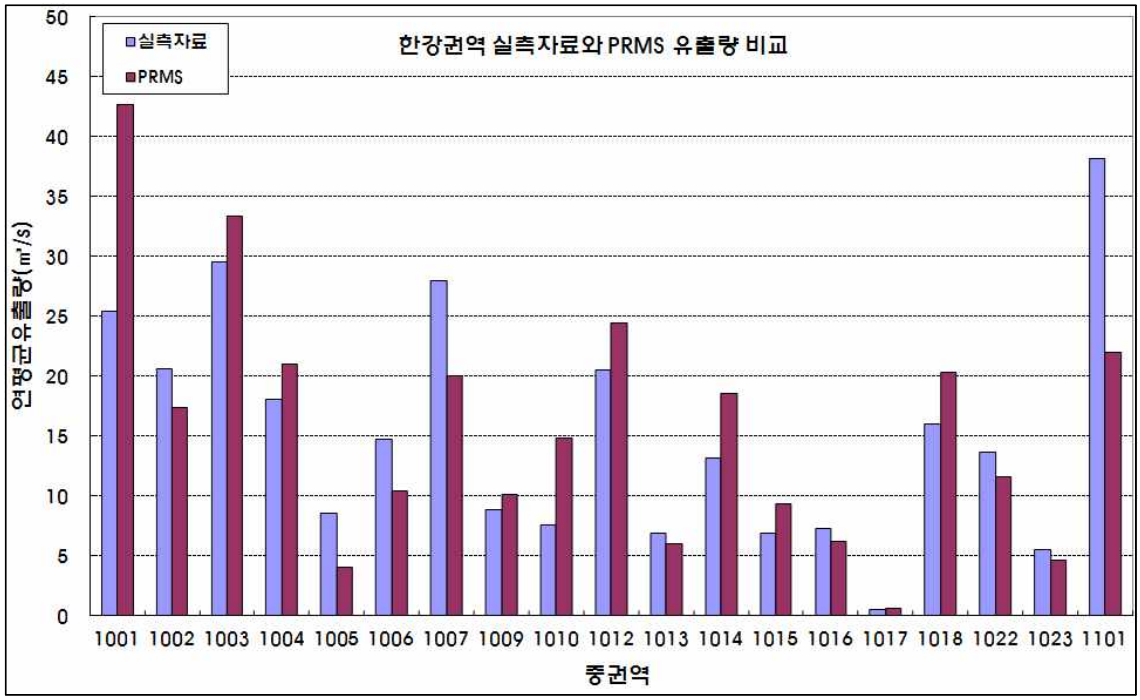
<그림 2.4-63> PRMS 모형에 의한 영산강권역 유출고, 유출률



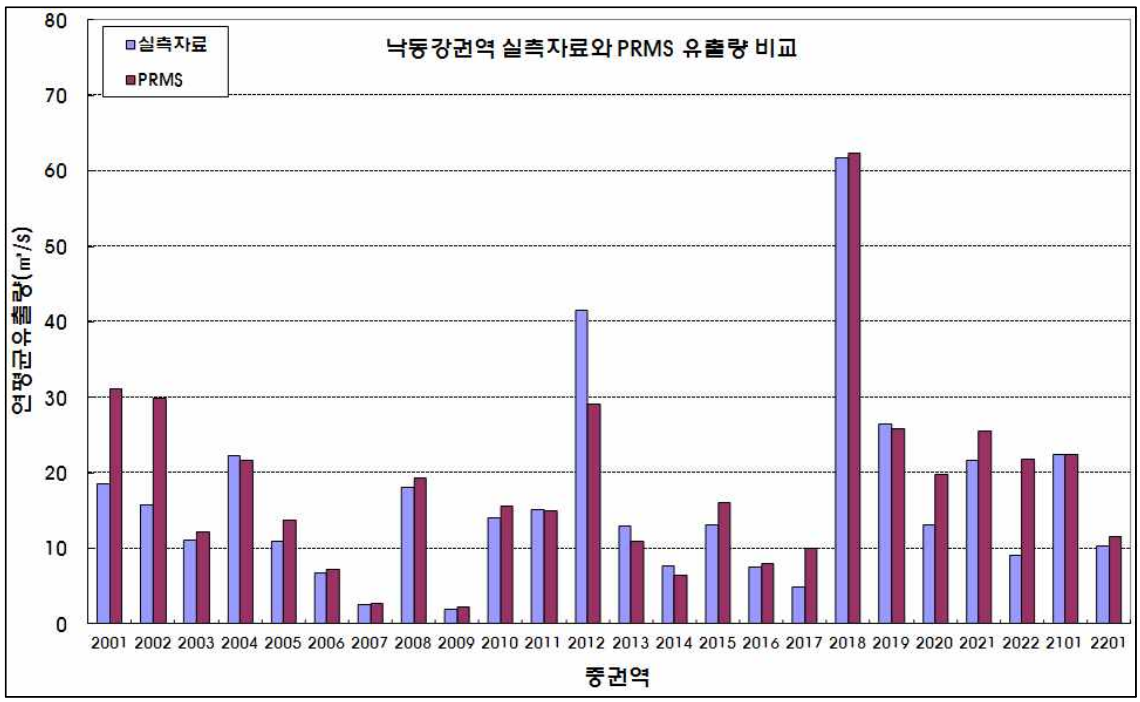
<그림 2.4-64> PRMS 모형에 의한 중권역별 유출률

본 과업에서는 중권역 단위로 실측에 의한 값과 PRMS 모형의 모의치에 대한 비교 분석을 수행하였다. 비교 분석은 연평균유출량적인 측면에서 수행하였으며, 비교 분석이 가능한 중권역에 대한 결과를 〈그림 2.4-65〉 ~ 〈그림 2.4-69〉에 나타내었다. 권역별로 살펴보면, 한강권역에서 평균 30.2%, 낙동강권역에서는 27.7%, 금강권역에서는 160.0%, 섬진강권역에서는 65.3%, 영산강권역에서는 30.7%의 편차를 나타내었다. 충주댐권역(1003), 형산강(2101), 영동천(3004), 섬진강댐(4001), 영산강중류(5004) 등에서는 평균 이하의 편차를 보였으나, 춘천댐(1010), 낙동강하구언(2022), 대청댐하류(3010), 보성강(4008), 황룡강(5002)에서는 평균 이상의 큰 편차를 나타내었다.

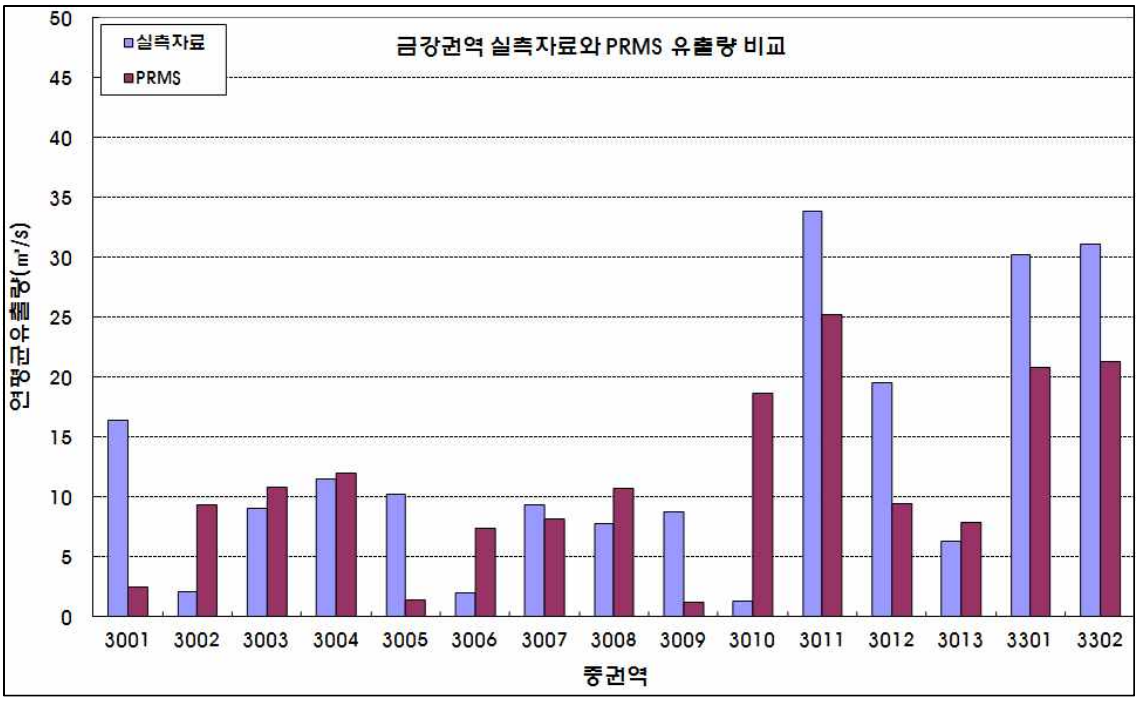
이와 같이 실측에 의한 값과 PRMS의 모의 값이 차이를 보이는 이유는 PRMS의 모의 값은 하도구간 내에서 인위적인 영향을 받지 않는 자연유량으로 산정되기 때문에 실측으로 유량을 산정하는 기본적인 산정방법에 차이 때문으로 판단된다.



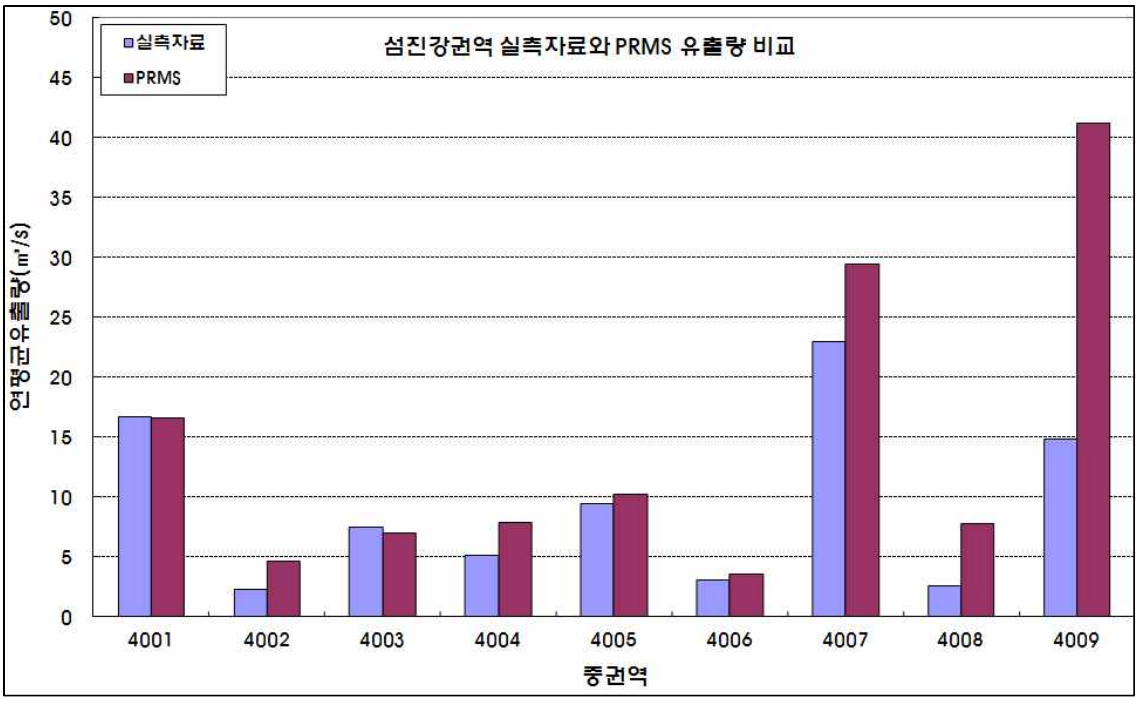
<그림 2.4-65> 한강권역 실측자료와 PRMS 유출량 비교



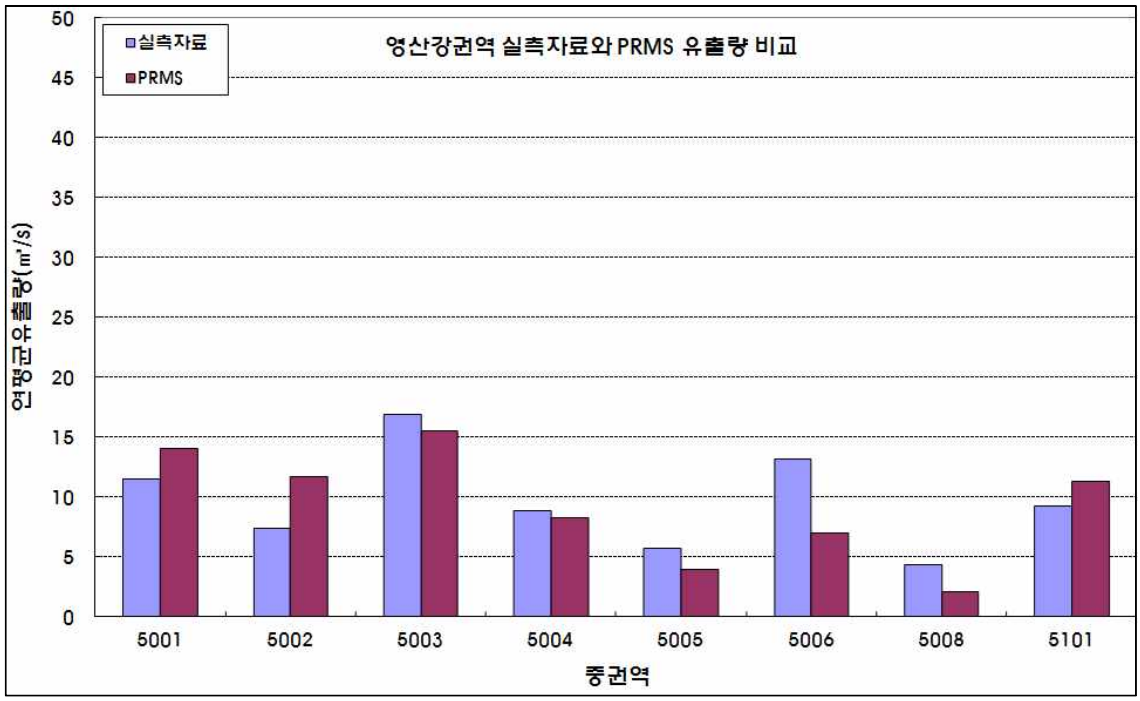
<그림 2.4-66> 낙동강권역 실측자료와 PRMS 유출량 비교



<그림 2.4-67> 금강권역 실측자료와 PRMS 유출량 비교



<그림 2.4-68> 섬진강권역 실측자료와 PRMS 유출량 비교



<그림 2.4-69> 영산강권역 실측자료와 PRMS 유출량 비교

나) 유황분석

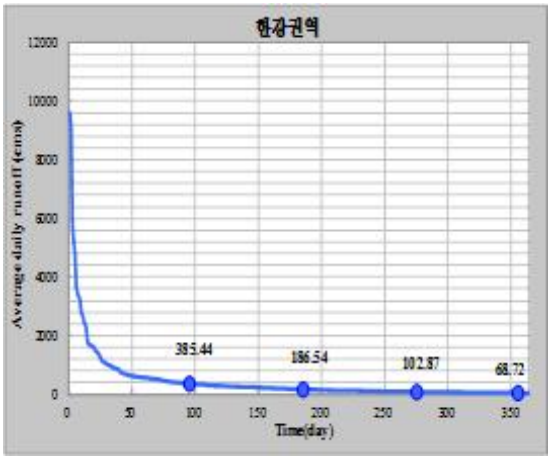
유황은 대상 하천의 연간 유량의 시간적 특성을 나타내는 것으로 통상 풍수량(95일), 평수량(185일), 저수량(275일), 갈수량(355일)의 4가지로 구분된다. 본 과업에서는 PRMS 모형의 일유출량 자료를 토대로 대권역, 주요 지점에서 유황분석을 실시하였다. 유황의 특성을 권역별로 기술하면 다음과 같다. 한강권역의 경우 풍수량 385.4㎥/s, 평수량 186.5㎥/s, 저수량 102.9㎥/s, 갈수량 68.7㎥/s의 특성을 보였다. 낙동강권역의 경우 풍수량 421.6㎥/s, 평수량 203.4㎥/s, 저수량 125.7㎥/s, 갈수량 48.4㎥/s의 특성을 보였다. 금강권역의 경우 풍수량 254.2㎥/s, 평수량 134.0㎥/s, 저수량 53.2㎥/s, 갈수량 31.2㎥/s의 특성을 보였다. 섬진강권역의 경우 풍수량 178.1㎥/s, 평수량 77.6㎥/s, 저수량 42.7㎥/s, 갈수량 11.1㎥/s의 특성을 보였다. 영산강권역의 경우 각각 풍수량 146.5㎥/s, 평수량 68.3㎥/s, 저수량 27.2㎥/s, 갈수량 10.2㎥/s의 특성을 보였다. 본 과업에서는 유황분석 결과를 〈표 2.4-43〉, 〈표 2.4-44〉, 〈그림 2.4-70〉~〈그림 2.4-75〉에 나타내었다.

<표 2.4-43> PRMS 모형에 의한 유역별 유황분석 결과

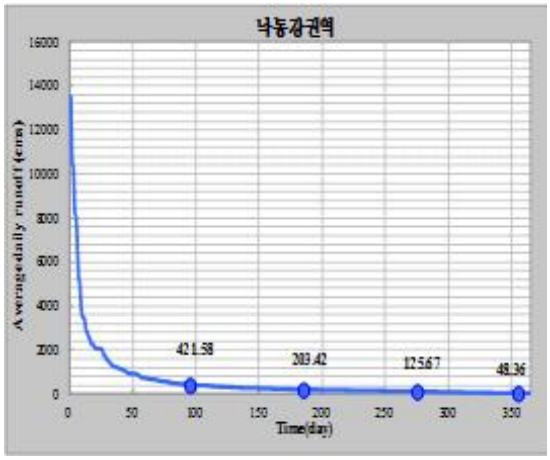
(단위 : ㎥/s)

유 역	유역면적 (㎢)	평균 유출량	풍수량	평수량	저수량	갈수량
한강권역	41,946.7	458.5	385.4	186.5	102.9	68.7
10(한강)	34,427.7	333.1	269.8	134.8	76.3	50.2
11(안성천)	1,658.6	22.0	19.6	6.4	2.1	0.4
12(한강서해)	1,970.8	20.7	14.6	4.5	1.6	0.3
13(한강동해)	3,889.6	82.7	57.6	28.9	17.1	8.6
낙동강권역	31,784.4	600.7	421.6	203.4	125.7	48.4
20(낙동강)	23,689.8	407.0	312.1	147.2	85.7	34.0
21(형산강)	1,140.0	22.5	12.4	5.8	3.2	0.8
22(태화강)	660.9	11.6	9.2	3.7	2.7	0.5
23(회야·수영)	865.4	27.5	14.4	5.9	3.7	0.7
24(낙동강동해)	2,968.0	54.6	27.1	15.7	8.9	1.5
25(낙동강남해)	2,460.3	77.5	46.8	21.7	13.5	2.6
금강권역	17,924.6	264.3	254.2	134.0	53.2	31.2
30(금강)	9,913.9	147.7	129.8	64.2	30.8	20.1
31(삽교천)	1,668.4	21.1	21.5	10.8	3.5	1.1
32(금강서해)	2,975.2	37.7	36.0	18.2	8.0	3.0
33(만경·동진)	3,367.2	57.8	61.0	31.2	9.1	3.6
섬진강권역	8,299.0	235.9	178.1	77.6	42.7	11.1
40(섬진강)	4,914.3	128.4	93.9	38.6	22.1	6.6
41(섬진강남해)	3,384.8	107.5	80.3	37.0	18.4	3.1
영산강권역	7,604.8	149.8	146.5	68.3	27.2	10.2
50(영산강)	3,469.6	66.9	59.1	27.5	9.1	4.2
51(탐진강)	505.5	11.3	7.6	3.3	1.8	0.8
52(영산강남해)	1,506.7	31.2	30.7	15.3	6.4	2.2
53(영산강서해)	2,123.0	40.3	41.5	19.2	7.0	2.3
제주도권역	1,852.2	-	-	-	-	-

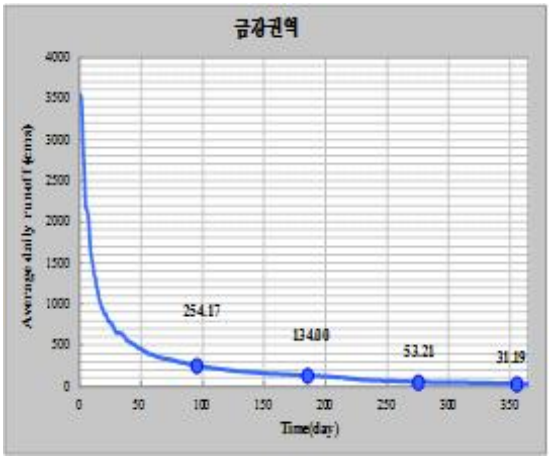
〔주〕 ① 북한지역 포함
② 낙동강권역의 울릉도(중권역 2401) 제외



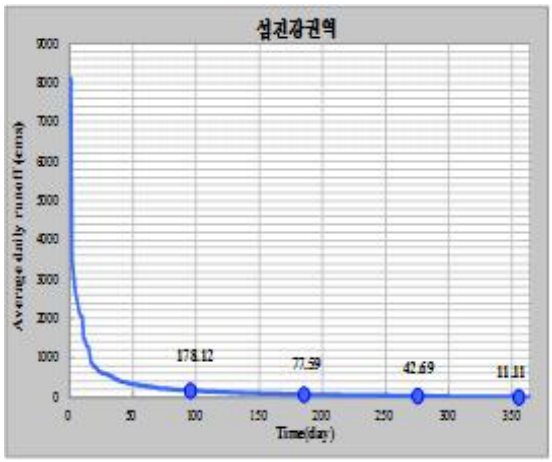
<그림 2.4-70> 한강권역 유황곡선



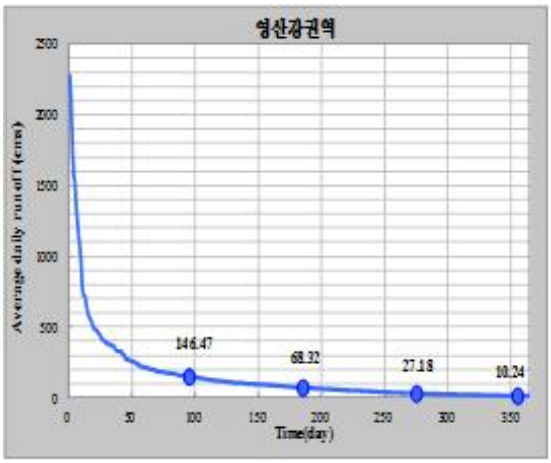
<그림 2.4-71> 낙동강권역 유황곡선



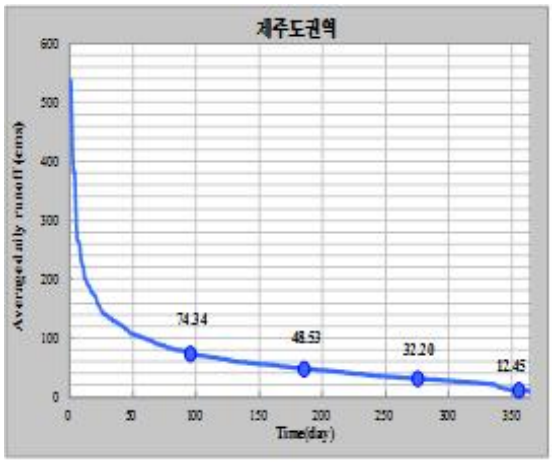
<그림 2.4-72> 금강권역 유황곡선



<그림 2.4-73> 섬진강권역 유황곡선



<그림 2.4-74> 영산강권역 유황곡선



<그림 2.4-75> 제주도권역 유황곡선

<표 2.4-44> PRMS 모형에 의한 주요지점별 유황분석 결과

(단위 : ㎥/s)

주요지점		유역면적 (㎢)	평균 유출량	풍수량	평수량	저수량	갈수량
한강권역	충주댐	6,661.56	93.0	70.2	44.0	22.9	14.8
	여주수위표	10,993.52	134.9	101.1	58.9	34.3	18.6
	남한강	12,115.69	143.2	106.7	61.7	37.5	18.4
	화천댐	4,084.78	37.1	21.8	12.6	7.3	4.2
	소양강댐	2,694.32	36.5	27.9	14.1	6.5	2.2
	소양강	2,783.23	37.2	28.2	14.5	6.7	2.5
	북한강	10,744.05	116.4	79.1	44.5	21.2	9.9
	팔당댐	23,756.51	272.1	210.1	118.2	64.4	42.6
	한강대교	24,922.63	287.1	228.2	121.2	66.0	43.5
	양양남대천	233.07	3.5	1.9	1.2	0.8	0.4
	강릉남대천	258.48	6.8	5.5	2.0	1.2	0.4
	삼척오십천	403.53	11.2	6.5	3.6	2.0	0.5
	평안천합류전	2,861.28	11.1	5.6	2.7	1.7	1.0
	역곡천합류전	3,510.77	12.4	6.0	2.8	1.8	1.0
	군남수위표	4,192.41	13.9	6.7	3.4	2.1	1.1
	적성수위표	6,800.05	26.0	14.9	7.7	4.8	1.6
	문산천합류전	7,512.41	27.5	15.6	8.0	5.1	1.7
	임진강하구	8,139.12	30.5	17.4	8.8	5.5	1.8
낙동강권역	안동댐	1,590.68	30.4	20.1	9.6	5.8	3.0
	임하댐	1,367.71	20.7	10.2	7.2	2.4	0.9
	황강	1,331.86	24.0	18.0	11.0	6.4	4.9
	남강	3,466.76	88.3	81.3	34.3	19.0	9.2
	양산천	245.65	5.9	3.3	1.2	0.3	0.0
	신천	163.22	2.3	1.1	0.6	0.4	0.2
	거창위천	239.38	4.1	3.0	1.9	1.3	1.0
	영덕오십천	374.24	7.2	3.3	2.3	1.4	0.2
	길안천	519.37	7.9	3.9	2.7	0.9	0.4
	회야강	217.50	6.0	3.2	1.3	0.9	0.2
	낙단보	9,399.29	138.0	85.2	42.7	18.7	9.1
	칠곡보	11,097.88	162.9	105.7	51.0	21.7	10.0
	고령교수위표	13,971.85	202.3	126.5	62.1	27.6	13.6
	진동수위표	20,354.49	339.6	258.4	130.6	73.1	31.7
	월포수위표	1,158.79	13.8	6.6	1.2	0.4	0.1
	점촌수위표	609.41	9.2	5.5	3.0	2.1	1.3
	용곡수위표	1,314.30	18.1	8.7	5.8	2.0	0.6
	김천수위표	599.97	9.3	6.0	3.2	1.1	0.3
	동촌수위표	1,533.24	21.4	10.7	5.4	3.3	2.1
	죽고수위표	1,240.65	22.2	16.6	10.2	6.2	4.8
	정암수위표	2,993.55	77.9	71.5	29.4	16.8	8.6
	밀양수위표	1,292.75	23.3	14.8	6.7	3.9	1.6

<표 2.4-44> PRMS 모형에 의한 주요지점별 유황분석 결과(계속)

(단위 : ㎥/s)

주요지점		유역면적 (㎢)	평균 유출량	풍수량	평수량	저수량	갈수량
금강권역	대청댐	4,190.42	74.2	63.3	25.8	16.4	9.9
	보령댐	162.29	2.2	2.3	1.2	0.5	0.2
	부안댐	57.06	1.1	1.2	0.6	0.2	0.1
	영동천	145.42	2.2	1.4	0.6	0.4	0.2
	유구천	282.62	3.7	2.8	1.4	0.7	0.5
	지천	250.67	3.2	2.5	1.3	0.7	0.4
	금천	164.09	2.7	2.3	0.9	0.5	0.3
	석성천	152.18	2.5	2.1	0.9	0.4	0.3
	길산천	112.89	1.7	1.7	0.8	0.3	0.1
	무한천	467.31	6.1	5.8	3.0	1.1	0.3
	소양천	154.74	2.1	2.1	0.8	0.3	0.2
	전주천	287.63	4.0	3.8	1.4	0.6	0.3
	정읍천	215.46	4.1	4.3	1.9	0.5	0.2
	고부천	252.97	4.8	5.0	2.2	0.6	0.2
	원평천	265.93	5.1	5.3	2.3	0.6	0.3
	석화수위표	1,594.06	16.0	14.6	7.5	2.5	0.4
	공주수위표	7,213.35	109.7	93.0	43.1	22.8	15.1
	규암수위표	8,328.81	124.1	104.6	49.6	25.7	17.5
섬진강권역	보성강	1,313.28	37.2	23.1	9.3	5.4	1.5
	압록수위표	2,472.47	50.0	36.2	15.6	7.5	2.9
	송정수위표	4,274.87	102.0	73.2	30.7	17.2	5.2
영산강권역	담양댐	47.89	0.9	0.9	0.4	0.1	0.0
	광주댐	43.62	0.9	0.8	0.4	0.1	0.0
	장성댐	122.93	2.5	2.3	0.8	0.5	0.2
	나주댐	85.18	2.0	1.2	0.5	0.2	0.1
	장흥댐	192.07	4.3	2.9	1.2	0.7	0.3
	광주천	112.80	2.2	2.2	1.1	0.2	0.1
	나주수위표	2,055.79	43.6	36.4	15.9	5.9	2.6

2.4.5 홍수유출 특성분석

가. 2014년 강수특성조사

1) 2014년 홍수기 강수 개황

2014년 전국의 연평균 강수량은 1,173.5㎜로 평년대비 89.8%를 보였으며, 강수일수는 111.9일로 평년보다 8.4일이 많았다. 장마기간은 제주도, 남부지방, 중부지방에서 각각 42일(6.17.~7.28.), 28일(7.2.~7.29.), 28일(7.2.~7.29.)로 제주도는 평년보다 길었으나, 남부지방과 중부지방은 평년보다 짧았다. 장마기간 강수량은 남부지방과 중부지방에서 각각 145.9㎜와 145.4㎜로 평년(각각 348.6㎜, 366.4㎜)보다 적었으나, 제주도에서는 441.5㎜로 평년(398.6㎜)보다 많았다. 남부지방과 중부지방의 장마기간 강수량은 1973년 이후 각각 최소 5위와 4위를 기록하였다.

2014년 6월 17일 일시적인 장마전선의 북상으로 제주도에 많은 비가 내렸으나, 중부와 남부지방으로 북상하지는 못하여 장마가 늦어지는 경향을 보였다. 7월에는 제8호 태풍 '너구리(NEOGURI)'의 영향으로 9일~11일에는 제주도와 남해안, 경남 동해안을 중심으로 강한 바람과 함께 비가 내렸다. 제10호 태풍 '마트모(MATMO)'가 중국 남동부지역에 상륙한 후 소멸되면서 다량의 수증기가 중부지방으로 유입되고 장마전선이 중북부지방에서 활성화되면서 25일~26일에 많은 비가 내렸다. 8월 전반에는 제12호 태풍 '나크리(NAKRI)'와 제11호 태풍 '할롱(HALONG)'의 영향을 2차례 받아 전국 대부분 지방에 많은 비가 내렸으며(2일 일강수량 최다 극값 현황: 고흥 306.5㎜ 2위, 남해 258.5㎜ 2위) 후반에는 대기가 정체하여 우리나라 상공에 찬 공기가 유입되었다. 이 저기압의 영향으로 흐리고 비가 오는 날이 많아 낮 최고기온이 오르지 않으면서 기온이 큰 폭으로 떨어질 때가 많았다.

9월에는 제16호 태풍 '풍웡(FUNG-WONG)'이 중국 동해상에서 열대저압부로 약화된 후 강한 바람과 함께 다량의 수증기가 우리나라로 유입되어 23일~24일에 전국 대부분 지방에서 많은 비가 내렸다. 특히 24일에는 남부지방 일부지역에서 9월 일강수량 극값을 기록한 곳도 있었다(2014년도 기상연보).

2) 2014년도 홍수기 강수특성

가) 장마 및 태풍

2014년도의 장마기간은 제주도에서 6월 17일에 시작하여 7월 28일에 종료되었으며, 남부·중부지방에서는 7월 2일에 시작하여 7월 29일에 종료되었다. 제주도, 남부지방, 중부지방에서 각각 42일, 28일, 28일로 제주도는 평년보다 길었으나, 남부지방과 중부지방은 평년보다 짧았다.

태풍의 발생 개수는 총 22개로 평년(25.5개)보다 3.5개 적었으며, 그 가운데 4개의 태풍이 우리나라에 직접적으로 영향을 주었다(2014년도 이상기후보고서).

나) 가뭄 및 강수량 현황

2014년 5월~7월은 전국적으로 평년의 절반 수준의 강수량을 기록하였다. 특히, 강원, 충북, 경상도 지역은 평년대비 50%의 강수량만을 기록하여, 일부 지역에 가뭄피해가 발생하였다. 이와 함께 전국평균 강수량은 1,173.5㎜로 1973년 관측 이후 평년 대비 90%를 보였으며, 특히 서울·경기·인천과 강원영서 지역의 강수량 평년비는 65% 이하로 강수량이 매우 적었다(2014년도 이상기후보고서).

<표 2.4-45> 2014년 지역별 평균 강수량 및 강수량 평년비

구분	서울 경기 인천	강원 영서	강원 영동	대전 충남	충북	전북	광주 전남	대구 경북	부산 울산 경남	전국
강수량 (㎜)	808.0	721.1	1,243.9	1,060.7	1,013.2	1,218.4	1,483.5	1,152.7	1.490.7	1.173.5
평년비 (%)	64	55	87	83	80	94	105	103	104	90

3) 기간별 강수특성

2014년도 주요 홍수사상에 영향을 미친 강수특성 분석을 위해 장마기간에 의한 영향(6월 17일~7월 31일), 태풍에 의한 영향(7월 중순~9월 중순)으로 나누어 주요사항을 정리하였다.

가) 장마기간에 의한 영향

2014년 장마전선은 6월 17일에 시작하여 7월 28일에 종료되었으며, 남부·중부 지방에서는 7월 2일에 시작하여 7월 29일에 종료되었다. 장마전선이 6월 하순에는 제주도 남쪽에 머물러 강수량이 적었고 대기불안정으로 내륙지역에 소나기가 자주 발생하였다. 이에 따른 전국 강수량은 101.1㎜로 평년(158.6㎜)의 65% 수준에 머물렀다.

장마기간 강수량은 남부지방과 중부지방에서 각각 145.9㎜와 145.4㎜로 평년(각각 348.6㎜와 366.4㎜)보다 적었으나, 제주도에서는 441.5㎜로 평년(398.6㎜)보다 많았다.

<표 2.4-46> 2014년과 평년의 장마 시작일과 종료일 및 기간

	2014년			평년(1981년~2010년)		
	시작	종료	기간(일)	시작	종료	기간(일)
중부지방	7.2	7.29	28	6.24~25	7.24~25	32
남부지방	7.2	7.29	28	6.23	7.23~24	32
제주도	6.17	7.28	42	6.19~20	7.20~21	32

※ 〔출처〕 기상청 보도자료(2014.08.01)

<표 2.4-47> 2014년과 평년의 장마기간 강수일수 및 평균강수량

	2014년			평년(1981년~2010년)	
	강수일수 (일)	평균강수량 (㎜)	강수량평비 (%)	강수일수 (일)	평균강수량 (㎜)
중부지방	12.9	145.4	40	17.2	366.4
남부지방	15.7	145.9	42	17.1	348.6
제주도	21.0	441.5	111	18.3	398.6
전국	14.8	158.2	44	17.2	357.9

※ 전국: 47개 지점 평균(중부 19개 지점, 남부 26개 지점, 제주도 2개 지점)
〔출처〕 기상청 보도자료(2014.08.01)

나) 태풍에 의한 영향

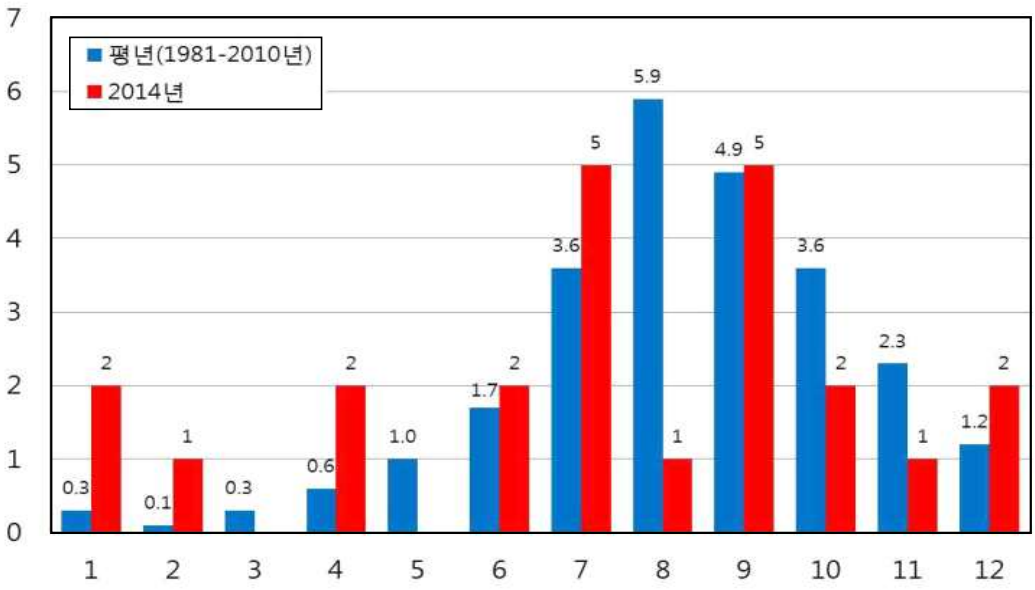
2014년에 12월까지 북서태평양에서 총 23개의 태풍이 활동하였으며, 이중 한 개의 태풍은 북동태평양에서 발생한 후 북서태평양으로 이동하여 왔다. 2014년 월별 태풍발생 분포를 보면 1월에 2개(평년 0.3개), 2월에 1개(평년 0.1개), 4월 2개(평년 0.6개), 6월 2개(평년 1.7개), 7월 5개(평년 3.6개), 8월 1개(평년 5.9개), 9월 5개(평년 4.9개), 10월 2개(평년 3.6개), 11월 1개(평년 2.3개), 12월 2개(평년 1.2개)로 총 23개의 태풍이 발생하여 평년 25.6개보다 2.6개 적었다.

2014년에 발생한 태풍 중 가장 먼저 한반도에 영향을 준 태풍은 제8호 태풍 너구리(NEOGURI)로 7월 8일 15시경부터 제주도 남쪽 먼 바다에 영향을 주기 시작하였고 이후 북상하여 10일 오전까지 제주도 및 제주전해상과 남해먼바다, 동해남부 먼바다에 직접 영향을 주었다.

두 번째로 영향을 준 태풍은 제12호 태풍 나크리(NAKRI)로 제11호 태풍 할롱보다 늦게 발생하였으나, 제11호 태풍 할롱보다 서쪽인 일본 오키나와 남쪽 약 860㎞ 부근 해상에서 발생과 동시에 북태평양고기압 가장자리를 따라 북상하여 제11호 태풍 할롱보다 먼저 한반도에 영향을 주었다. 제12호 태풍 나크리는 북태평양고기압의 서쪽 가장자리를 따라 북상하면서 발달하여 제주 동서쪽 해상으로 북상하면서 8월 1일 12시에 제주도 남쪽 먼 바다를 시작으로 제주도와 제주도 전해상, 남해동부 전해상, 서해남부 전 해상, 광주광역시, 전라남도 등에 태풍 특보가 발표되는 등 2014년 영향 태풍 중 영향범위가 가장 넓었다.

세 번째 영향을 준 태풍은 제11호 태풍 할롱(HALONG)으로 7월 29일 괌 동남동쪽 약 390㎞ 부근 해상의 북태평양고기압 남쪽에서 발생하여 그 가장자리를 따라 서진하면서 발달하여 8월 3일 15시에 중심기압 915hPa, 최대풍속 54㎧의 '매우 강한 대형' 태풍으로 발달하였다. 8월 8일 21시 일본 가고시마 남남동쪽 340㎞ 부근 해상에 위치하면서 제주도 남쪽 먼 바다와 남해동부 먼 바다가 직접 영향권에 든 이후 동해남부 먼 바다와 동해중부 먼 바다에 직접 영향을 주었으며 독도 동쪽 먼 해상을 따라 북상하면서 500hPa의 양의 와도역과의 상호작용과 낮은 해수면온도(21℃) 효과로 11일 09시에 동해북부 먼 바다에서 온대저기압으로 변질되었다.

네 번째로 영향을 준 태풍은 제19호 태풍 봉퐁(VONGFONG)으로 남해상을 중심으로 바람이 매우 강하게 불었으며 12일과 13일에 제주도 남쪽 먼 바다와 남해동부 및 동해 남부 먼 바다에 영향을 미친 후 일본열도를 따라 빠르게 북동진하며 10월 14일 09시에 일본 센다이 동북동쪽 약 250㎞ 부근 해상에서 온대저기압으로 변질되었다(2014년 태풍분석보고서).



<그림 2.4-76> 2014년 월별 태풍 발생 현황

<표 2.4-48> 2014년 태풍으로 인한 관측기록

번호 / '태풍명'	누적 강수량 (㎜)	일최대 순간풍속 (㎧)	일최저해면기압 (hPa)	최대파고 (m)
제8호 '너구리'	윗세오름 505.0	가파도 33.8	지귀도 983.4	마라도 11.5
제11호 '할롱'	설악산 172.0	서수도 30.4	독도 993.1	거제도 6.3
제12호 '나크리'	윗세오름 1,507.5	지귀도 41.9	고산 984.8	거문도 8.5
제19호 '봉퐁'	윗세오름 166.5	간여암 32.2	서귀포 1000.4	거제도 9.0

〔출처〕 2014년 태풍분석보고서

나. 2014년 홍수특성조사

2014년 전국의 홍수예보지점은 총 37개소(한강권역 10개, 낙동강권역 10개, 금강권역 9개, 섬진강권역 3개, 영산강권역 5개)로 〈표 2.4-49〉와 같다. 본 과업에서는 〈표 2.4-49〉에 수록된 홍수예보지점을 대상으로 홍수특성(홍수위, 홍수량)을 분석하였다. 홍수위는 대상 지점에서 발생한 수위자료로 연간 수위 수문곡선을 작도한 후 최대 특성을 갖는 수위 사상을 선정하여 분석하였다. 홍수량은 수위-유량관계곡선식이 있는 지점에서는 수위-유량관계곡선식으로 유량을 환산하여 분석하였으며, 자동유량관측소가 운영중인 홍수예보지점에서는 자동유량을 활용하여 그 특성을 분석하였다.

<표 2.4-49> 전국의 홍수예보지점

홍수통제소	홍수예보지점	지점수
한 강	영월, 여주*, 한강대교*, 적성*, 평택, 퇴계원, 성남, 중랑교*, 전곡, 동연교	10
낙동강	낙동*, 왜관*, 현풍*, 진동*, 삼랑진*, 구포*, 안강, 포항*, 울산*, 동촌	10
금 강	강경, 공주, 규암*, 석화, 원평, 유성, 회덕, 대천*, 신태인*	9
섬진강	송정, 구례2, 하동2*	3
영산강	마륵*, 선암, 남평, 나주*, 연산	5

〔주〕 *자동유량관측소가 운영중인 홍수예보지점

1) 한강권역

2014년 한강권역은 7월, 8월 강수량이 평년보다 많이 작았고 특히, 7월 강수량은 평년대비 53%에 그쳐, 1973년 이래 네 번째로 적은 강수량을 기록하였다. 이러한 결과, 2014년에는 전 지점에서 주위보 수위를 초과하는 수위가 발생되지 않았다.

2014년 주요지점의 계획홍수위와 계획홍수량은 〈표 2.4-50〉, 순위별 첨두홍수위와 첨두홍수량은 〈표 2.4-51〉, 〈표 2.4-52〉에 나타내었다. 주요지점 계획홍수위와 계획홍수량은 한강홍수통제소에서 2014년에 고시된 값을 기준으로 정리하였다.

<표 2.4-50> 2014년 한강권역 계획홍수위 및 계획홍수량 현황

지점	수계명	하천	계획 홍수위 (EL. m)	계획 홍수량 (m^3/s)	자료출처
영월	한강	한강	193.68	7,720	지방1급 한강 하천정비기본계획(재정비) (2004년)
여주		한강	41.72	16,070	한강 하천기본계획(보완) (2011년)
퇴계원		왕숙천	26.36	1,985	왕숙천수계 하천기본계획(2013년)
성남		탄천	18.01	1,686	탄천수계 하천기본계획(2015년)
중랑교		중랑천	17.05	1,950	중랑천수계 하천기본계획(2012년)
한강대교		한강	15.33	37,000	한강 하천정비기본계획(보완) (2002년)
전곡		한탄강	29.06	5,400	한탄강 하천정비기본계획(2003년)
적성		임진강	21.00	15,060	임진강 하천기본계획(2011년)
평택	안성천	안성천	7.98	2,800	안성천수계 하천정비기본계획(변경) (2002년)
동연교		진위천	9.34	3,700	안성천수계 하천정비기본계획(변경) (2002년)

<표 2.4-51> 2014년 한강권역 주요지점 순위별 첨두홍수위 현황

하천	지점	1순위			2순위			3순위		
		발생 일시	수위	EL. m	발생 일시	수위	EL. m	발생 일시	수위	EL. m
한강	영월	08.11 11:40	2.48	185.69	08.22 00:50	2.02	185.23	08.19 20:50	1.96	185.17
한강	여주	10.22 00:30	1.12	33.65	08.22 17:30	1.05	33.58	08.11 11:10	1.04	33.57
왕숙천	퇴계원	08.21 12:00	1.06	23.41	07.25 07:00	0.47	22.82	07.24 07:30	0.45	22.80
탄천	성남	08.21 11:10	4.77	14.33	07.25 02:40	3.55	13.11	08.10 19:30	3.44	13.00
중랑천	중랑교	07.25 03:50	1.68	10.85	08.21 10:50	1.62	10.79	07.23 06:50	1.55	10.72
한강	한강대교	08.12 10:10	2.57	4.64	08.13 11:00	2.35	4.42	10.11 23:10	2.32	4.39
한탄강	전곡	07.25 12:20	1.13	20.94	09.03 18:00	1.02	20.83	08.22 08:00	0.90	20.71
임진강	적성	07.25 16:00	0.62	8.05	09.03 22:00	0.53	7.96	08.22 12:20	0.42	7.85
안성천	평택	07.18 10:50	4.81	4.94	08.11 02:40	3.04	3.17	10.21 17:50	2.72	2.85
진위천	동연교	08.21 15:50	4.47	4.19	08.10 23:20	3.68	3.40	07.18 12:10	3.65	3.37

<표 2.4-52> 2014년 한강권역 주요지점 순위별 첨두홍수량 현황

하천	지점	1순위		2순위		3순위	
		발생 일시	홍수량 (m^3/s)	발생 일시	홍수량 (m^3/s)	발생 일시	홍수량 (m^3/s)
한강	영월	08.11 11:40	887.00	08.22 00:50	536.84	08.19 20:50	497.73
한강	여주	10.22 09:00	816.56	08.22 16:20	734.90	09.25 04:30	507.65
왕숙천	퇴계원	08.21 12:00	232.20	07.25 07:00	86.46	07.24 07:30	82.64
탄천	성남	08.21 11:10	595.78	07.25 02:40	256.68	08.10 19:30	235.27
중랑천	중랑교	07.25 03:50	124.21	08.21 10:50	112.97	07.23 06:50	100.58
한강	한강대교	08.22 04:10	2,379.33	08.21 20:10	2,116.94	08.12 11:00	2,093.07
한탄강	전곡	07.25 12:20	206.21	09.03 18:00	166.41	08.22 08:00	128.88
임진강	적성	07.25 16:00	265.58	09.03 22:00	225.19	08.22 12:20	180.94
안성천	평택	07.18 10:50	735.19	08.11 02:40	264.08	-	-
진위천	동연교	08.21 15:50	574.46	08.10 23:20	351.54	07.18 12:10	344.10

※ 평택 지점은 수위 2.70m 이하 수위는 유량 환산이 불가함

2) 낙동강권역

낙동강권역의 첨두홍수위와 첨두홍수량을 검토한 결과, 8월 중순 이후에 주로 발생하였다. 장마기간 이후 9월에 발생한 태풍은 우리나라로 접근하는 과정에서 세력이 약화되어 영향이 미미하였고, 이에 따라 2014년 낙동강권역에서의 홍수예보는 발령되지 않았다.

2014년 주요지점의 계획홍수위와 계획홍수량은 〈표 2.4-53〉에, 순위별 첨두홍수위와 첨두홍수량은 〈표 2.4-54〉~〈표 2.4-55〉에 나타내었다.

<표 2.4-53> 2014년 낙동강권역 계획홍수위 및 계획홍수량 현황

지점	수계명	하천	계획 홍수위 (EL. m)	계획 홍수량 (m^3/s)	자료출처
낙동	낙동강	낙동강	39.53	12,500	낙동강수계 하천기본계획(변경) (2009년)
왜관		낙동강	26.38	13,200	낙동강수계 하천기본계획(변경) (2009년)
현풍		낙동강	21.12	14,300	낙동강수계 하천기본계획(변경) (2009년)
진동		낙동강	13.61	16,600	낙동강수계 하천기본계획(변경) (2009년)
삼랑진		낙동강	9.92	19,900	낙동강수계 하천기본계획(변경) (2009년)
구포		낙동강	5.52	22,300	낙동강수계 하천기본계획(변경) (2009년)
동촌		금호강	33.79	5,430	금호강 하천기본계획(변경) (2010년)
안강	형산강	형산강	9.73	4,270	형산강유역 종합치수계획(1992년)
포항		형산강	2.75	4,400	형산강유역 종합치수계획(1992년)
울산	태화강	태화강	5.65	3,000	태화강 하천정비기본계획(1987년)

<표 2.4-54> 2014년 낙동강권역 주요지점 순위별 첨두홍수위 현황

하천	지점	1순위			2순위			3순위		
		발생 일시	수위	EL. m	발생 일시	수위	EL. m	발생 일시	수위	EL. m
낙동강	낙동	08.19 13:50	0.37	33.506	-	-	-	-	-	-
낙동강	왜관	08.21 04:50	1.28	20.369	-	-	-	-	-	-
낙동강	현풍	08.18 21:40	4.95	13.364	08.21 22:20	4.60	13.014	08.25 17:50	3.73	12.144
낙동강	진동	08.19 07:10	5.14	6.922	08.21 23:50	4.95	6.732	08.26 01:20	4.48	6.262
낙동강	삼랑진	08.19 09:40	4.77	3.804	08.21 22:20	4.42	3.454	08.26 02:40	4.00	3.034
낙동강	구포	08.19 16:30	3.04	1.661	08.21 19:30	3.01	1.631	08.26 09:40	3.00	1.621
금호강	동촌	08.21 12:00	4.38	29.315	08.18 11:10	4.15	29.085	-	-	-
형산강	안강	08.18 20:40	4.76	5.399	08.21 11:10	3.86	4.499	08.25 23:40	2.63	3.269
형산강	포항	08.18 23:30	1.84	0.746	08.21 10:00	1.68	0.586	10.13 08:50	1.49	0.396
태화강	울산	08.18 16:10	2.97	1.894	08.03 09:00	2.20	1.124	08.21 11:10	1.83	0.754

<표 2.4-55> 2014년 낙동강권역 주요지점 순위별 첨두홍수량 현황

하천	지점	1순위		2순위		3순위	
		발생 일시	홍수량 (m^3/s)	발생 일시	홍수량 (m^3/s)	발생 일시	홍수량 (m^3/s)
낙동강	낙동	08.19 07:10	3,638.45	-	-	-	-
낙동강	왜관	08.19 10:10	2,527.69	-	-	-	-
낙동강	현풍	08.18 15:40	3,548.14	08.21 22:20	3,274.59	08.25 18:30	2,831.20
낙동강	진동	08.19 04:10	5,263.39	08.21 23:40	5,049.01	08.26 01:10	4,299.66
낙동강	삼랑진	08.19 07:50	6,105.72	08.22 02:20	5,350.02	08.26 03:00	5,081.66
낙동강	구포	08.19 09:50	6,683.56	08.22 00:00	6,138.24	08.26 03:10	5,841.37
금호강	동촌 (미측정)	-	-	-	-	-	-
형산강	안강	08.18 20:40	1,480.36	08.21 11:10	932.73	08.25 23:40	316.57
형산강	포항	08.18 22:10	1,252.05	08.21 12:10	860.03	08.25 23:20	434.51
태화강	울산	08.18 16:10	1,135.93	08.03 07:40	658.58	08.20 07:20	575.86

3) 금강권역

2014년 첨두홍수위와 첨두홍수량을 검토한 결과, 금강권역은 7월 중순 장마전선의 영향으로 많은 비가 내렸으나 주의보 수위에 미치지 못하였다. 공주, 규암 지점은 자동유량에서 산정된 값을 이용하였다. 2014년 주요지점의 계획홍수위와 계획홍수량은 〈표 2.4-56〉에, 순위별 첨두홍수위와 첨두홍수량은 〈표 2.4-57〉, 〈표 2.4-58〉에 나타내었다.

<표 2.4-56> 2014년 금강권역 계획홍수위 및 계획홍수량 현황

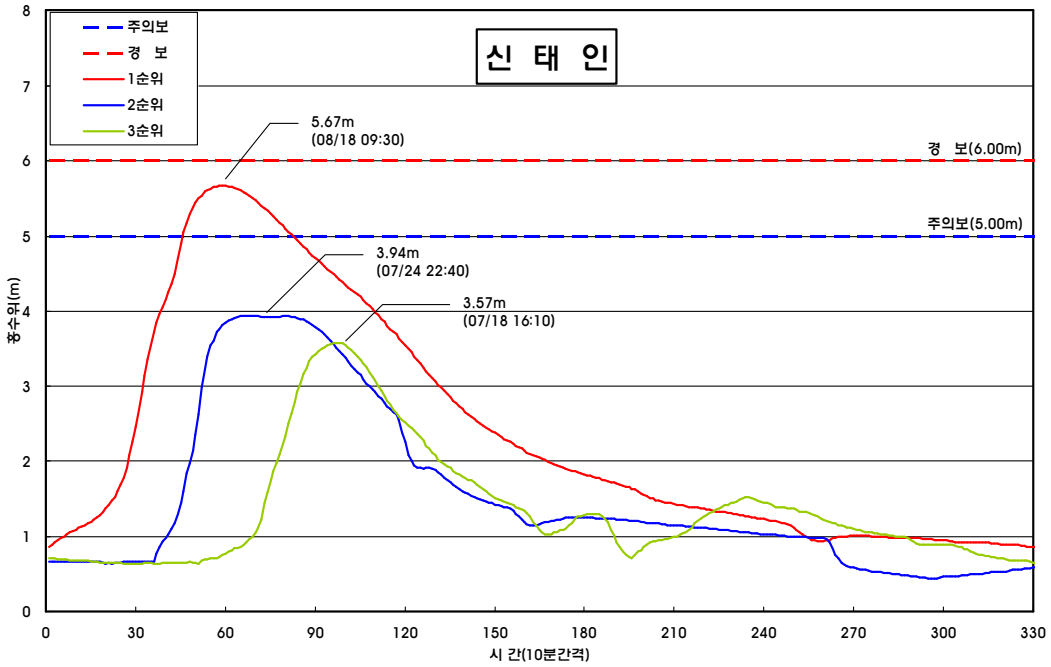
지점	수계명	하천	계획 홍수위 (EL. m)	계획 홍수량 (m^3/s)	자료출처
유성	금강	갑천	44.42	1,745	금강수계 하천기본계획(2011년)
회덕		갑천	5.39	3,770	금강수계 하천기본계획(2011년)
석화		미호천	29.32	6,190	금강수계 하천기본계획(2011년)
공주		금강	36.21	11,600	금강수계 하천기본계획(2011년)
규암		금강	12.34	13,055	금강수계 하천기본계획(2011년)
강경		금강	10.75	14,000	금강수계 하천기본계획(2011년)
원평	삽교천	무한천	5.06	1,350	삽교천수계 하천기본계획(2008년)
대천	만경강	만경강	10.79	3,800	만경강 하천기본계획(보완)(2012년)
신태인	동진강	동진강	7.98	860	동진강 하천기본계획(보완)(2009년)

<표 2.4-57> 2014년 금강권역 주요지점 순위별 첨두홍수위 현황

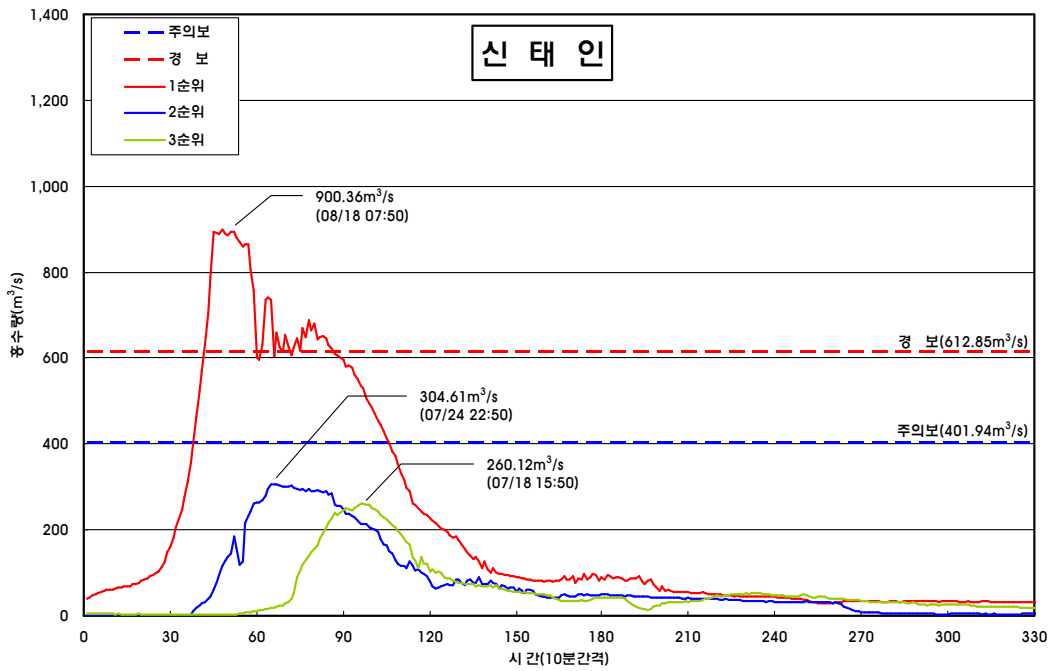
하천	지점	1순위			2순위			3순위		
		발생 일시	수위	EL. m	발생 일시	수위	EL. m	발생 일시	수위	EL. m
미호천	석화	07.18 17:10	3.20	22.98	09.24 12:00	3.14	22.92	10.22 02:10	2.97	22.75
갑천	유성	08.25 14:20	2.74	42.09	07.18 10:10	1.88	41.23	10.22 01:00	1.84	41.19
갑천	회덕	07.18 10:00	2.43	33.62	08.25 14:50	2.20	33.39	06.12 18:20	1.44	32.63
금강	공주	09.24 16:20	3.68	9.34	07.18 16:20	3.67	9.33	08.25 21:20	3.67	9.33
금강	규암	06.03 21:10	1.50	2.26	07.18 23:50	1.33	2.09	09.28 22:20	1.33	2.09
금강	강경	06.03 20:20	3.35	2.42	09.28 20:50	3.20	2.27	06.11 04:40	3.19	2.26
무한천	원평	01.16 14:40	2.06	6.71	03.12 21:10	2.06	6.71	10.07 14:30	2.06	6.71
만경강	대천	08.18 10:00	4.30	7.23	08.25 14:30	3.66	6.59	07.24 23:30	2.59	5.52
동진강	신태인	08.18 09:30	5.67	7.92	07.24 22:40	3.94	6.19	07.18 16:10	3.57	5.82

<표 2.4-58> 2014년 금강권역 주요지점 순위별 첨두홍수량 현황

하천	지점	1순위		2순위		3순위	
		발생 일시	홍수량 (m^3/s)	발생 일시	홍수량 (m^3/s)	발생 일시	홍수량 (m^3/s)
미호천	석화	07.18 17:10	390.28	09.24 12:00	373.20	10.22 02:10	326.83
갑천	유성	08.25 14:20	324.14	07.18 10:10	78.84	10.22 01:00	72.06
갑천	회덕	07.18 10:00	634.04	08.25 14:50	510.40	06.12 18:20	196.70
금강	공주	09.24 17:20	683.51	10.22 09:00	636.91	08.25 22:20	583.95
금강	규암	09.24 14:50	870.79	10.22 10:40	807.92	08.26 00:40	765.35
금강	강경	06.03 20:20	배수영향	09.28 20:50	배수영향	06.11 04:40	배수영향
무한천	원평	01.16 14:40	182.08	03.12 21:10	182.08	10.07 14:30	182.08
만경강	대천	08.18 09:50	982.44	08.25 15:00	648.76	07.24 23:30	161.28
동진강	신태인	08.18 07:50	900.36	07.24 22:50	304.61	07.18 15:50	260.12



<그림 2.4-77> 신태인 첨두홍수위 현황



<그림 2.4-78> 신태인 첨두홍수량 현황

4) 섬진강권역

섬진강권역의 첨두홍수위와 첨두홍수량을 검토한 결과, 섬진강권역에서는 장마전선에 따른 국지성 호우와 추가적인 집중호우의 영향으로 8월 17일~19일 사이에 비교적 높은 수위가 발생하였으나, 홍수예보에 도달하는 수위 및 유량은 발생하지 않았다. 2014년 주요지점의 계획홍수위와 계획홍수량은 〈표 2.4-59〉에, 순위별 첨두홍수위와 첨두홍수량은 〈표 2.4-60〉, 〈표 2.4-61〉에 나타내었다.

<표 2.4-59> 2014년 섬진강권역 계획홍수위 및 계획홍수량 현황

지점	수계명	하천명	계획 홍수위 (EL. m)	계획 홍수량 (m^3/s)	자료출처
구례2	섬진강	섬진강	33.14	11,000	섬진강수계 하천기본계획(보완)(2009년)
송정		섬진강	25.19	12,100	섬진강수계 하천기본계획(보완)(2009년)
하동2		섬진강	8.15	12,470	섬진강수계 하천기본계획(보완)(2009년)

<표 2.4-60> 2014년 섬진강권역 주요지점 순위별 첨두홍수위 현황

하천	지점	1순위			2순위			3순위		
		발생 일시	수위	EL. m	발생 일시	수위	EL. m	발생 일시	수위	EL. m
섬진강	송정	08.18 16:50	9.60	17.75	07.19 01:40	6.62	14.77	08.03 02:50	6.31	14.46
섬진강	구례2	08.18 15:50	5.02	27.96	07.19 00:10	3.69	26.63	08.25 21:00	2.92	25.86
섬진강	하동2	08.03 03:10	4.63	2.47	08.18 19:30	4.55	2.39	-	-	-

<표 2.4-61> 2014년 섬진강권역 주요지점 순위별 첨두홍수량 현황

하천	지점	1순위		2순위		3순위	
		발생 일시	홍수량 (m^3/s)	발생 일시	홍수량 (m^3/s)	발생 일시	홍수량 (m^3/s)
섬진강	송정	08.18 16:50	3,764.73	07.19 01:40	1,855.41	08.03 02:50	1,694.49
섬진강	구례2	08.18 15:50	2,735.73	07.19 00:10	1,507.94	08.25 21:00	954.8
섬진강	하동2	08.18 20:10	3,446.80	08.03 04:20	2,615.53	-	-

5) 영산강권역

2014년 영산강권역의 첨두홍수위와 첨두홍수량이 나타난 기간은 7월 17일~19일이며, 지속된 강우와 추가적인 집중호우로 인해 피해가 발생하였다. 이로 인해 선암 지점에서 8월 18일 홍수주의보와 홍수경보가 1회 발령되었으며, 8월 25일 홍수주의보가 1회 발령되었다. 또한 남평 지점에서는 7월 19일 홍수주의보와 홍수경보가 1회 발령되었다. 2014년 주요지점의 계획홍수위와 계획홍수량은 〈표 2.4-62〉에, 순위별 첨두홍수위와 첨두홍수량은 〈표 2.4-63〉, 〈표 2.4-64〉에 나타내었다.

<표 2.4-62> 2014년 영산강권역 계획홍수위 및 계획홍수량 현황

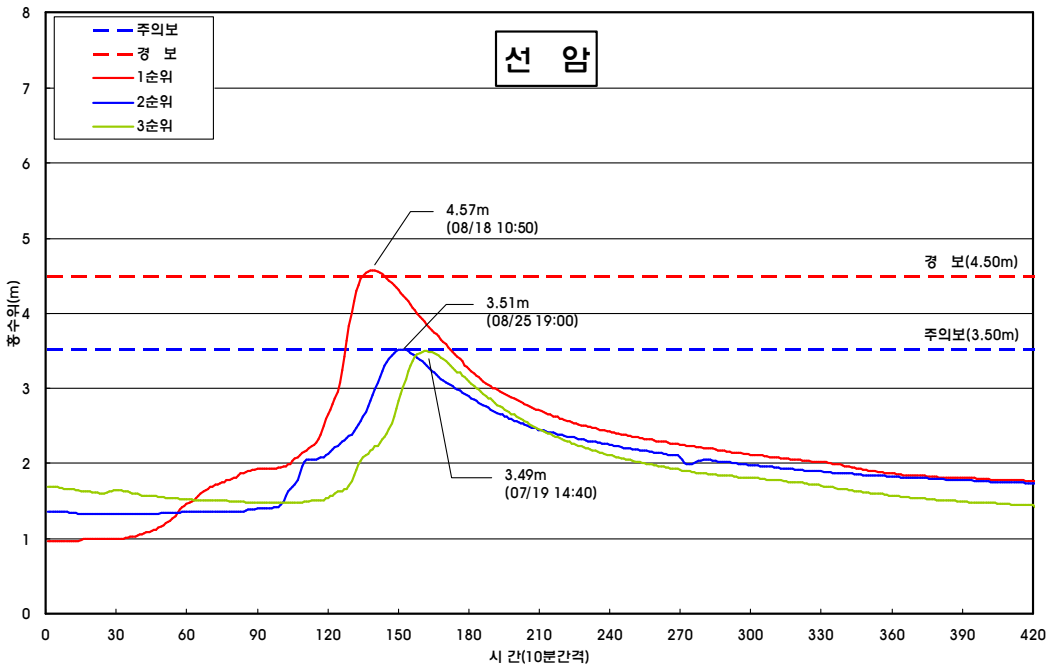
지점	수계명	하천명	계획 홍수위 (EL. m)	계획 홍수량 (m^3/s)	자료출처
마륵	영산강	영산강	13.70	2,490	영산강 하천기본계획(변경)(2014년)
선암		황룡강	14.49	1,740	영산강 하천기본계획(변경)(2014년)
남평		지석천	17.64	2,400	영산강 하천기본계획(변경)(2014년)
나주		영산강	10.78	6,730	영산강 하천기본계획(변경)(2014년)
연산	탐진강	탐진강	19.73	1,850	탐진강수계 하천기본계획(보완)(1998년)

<표 2.4-63> 2014년 영산강권역 주요지점 순위별 첨두홍수위 현황

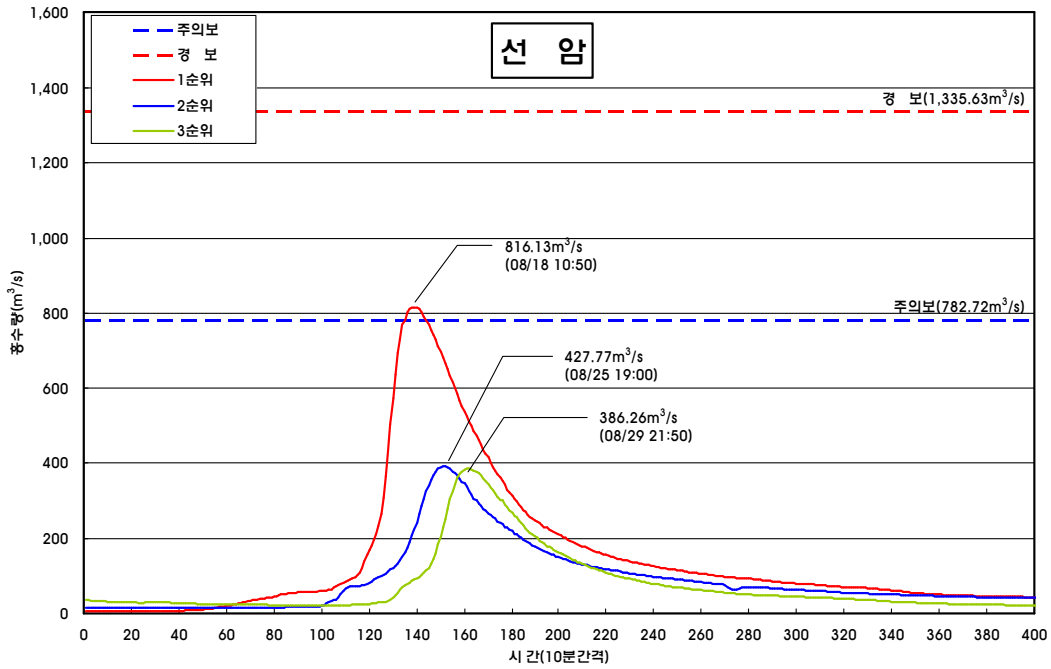
하천	지점	1순위			2순위			3순위		
		발생 일시	수위	EL. m	발생 일시	수위	EL. m	발생 일시	수위	EL. m
영산강	마륵	08.18 08:30	1.52	9.22	08.25 13:20	0.96	8.66	07.19 11:10	0.93	8.63
황룡강	선암	08.18 10:50	4.57	14.62	08.25 19:00	3.51	13.56	07.19 14:40	3.49	13.54
지석천	남평	07.19 10:50	4.54	16.69	08.03 01:00	2.75	14.90	08.25 14:50	2.61	14.76
영산강	나주	07.19 12:10	5.86	7.18	08.18 13:40	3.74	5.06	08.25 15:50	3.58	4.90
탐진강	연산	08.02 17:40	1.74	17.71	09.24 06:30	1.20	17.17	08.25 14:00	0.87	16.84

<표 2.4-64> 2014년 영산강권역 주요지점 순위별 첨두홍수량 현황

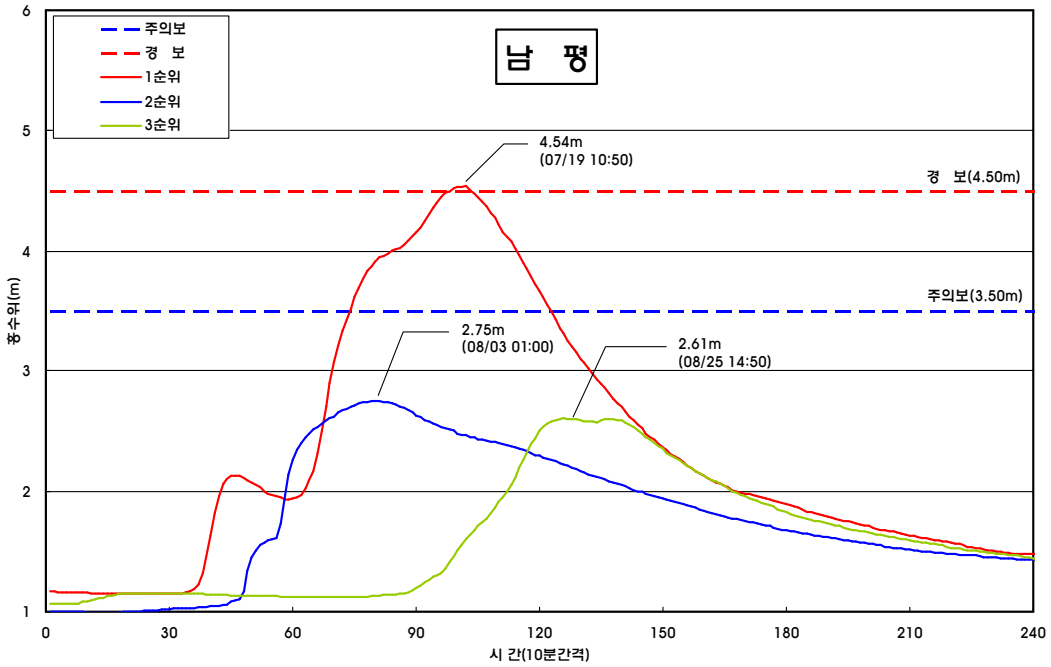
하천	지점	1순위		2순위		3순위	
		발생 일시	홍수량 (m^3/s)	발생 일시	홍수량 (m^3/s)	발생 일시	홍수량 (m^3/s)
영산강	마륵	07.19 11:10	1,191.02	08.18 08:20	753.37	08.25 13:00	513.79
황룡강	선암	08.18 10:50	816.13	08.25 19:00	391.64	07.19 14:40	385.26
지석천	남평	07.19 10:50	1,920.35	08.03 01:00	697.98	08.25 14:50	615.55
영산강	나주	07.19 12:20	3,497.41	08.18 13:10	1,686.42	08.25 15:30	1,430.41
탐진강	연산	08.02 17:40	368.75	09.24 06:30	186.12	08.25 14:00	100.97



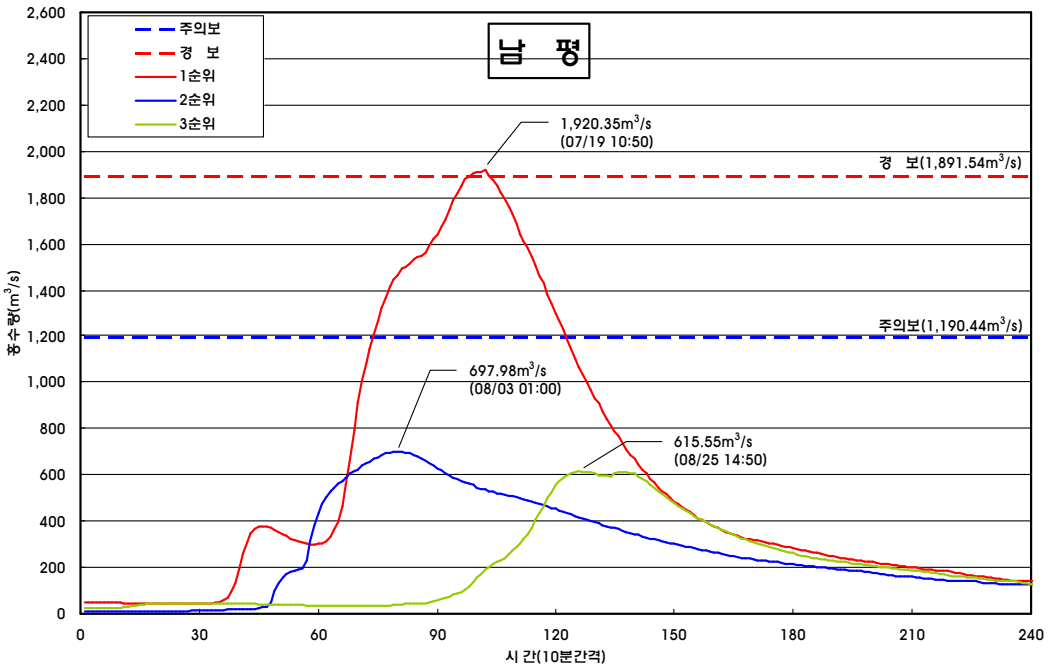
<그림 2.4-79> 선암 첨두홍수위 현황



<그림 2.4-80> 선암 첨두홍수량 현황



<그림 2.4-81> 남평 첨두홍수위 현황



<그림 2.4-82> 남평 첨두홍수량 현황

다. 2014년도 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

1) 연도별 수문자료 조사 현황

2014년도에 발생한 각 권역별 주요지점의 홍수위 및 홍수량을 평가하기 위해 역대 수문자료를 분석하였다. 비교적 장기간의 수위자료를 보유하고 있는 각 권역별 홍수예보지점 37개소로 대상지점으로 선정하였으며, 자료기간은 전 기간으로 하였다. 각 지점별 분석에 사용된 자료년수와 기간은 〈표 2.4-65〉, 〈표 2.4-66〉에 나타내었다. 연도별 수문자료를 분석하기 위해 '2011년 주요지점 장기 수문자료 검증 및 평가연구' 보고서에 제시된 각 권역별 홍수예보지점 자료를 이용하였다. 본 보고서에 수록된 각 연도별 영점표고를 적용하여 지점별로 해발수위를 산정하였으며 이를 통해 일관성 있는 분석을 수행하였다.

<표 2.4-65> 2014년 주요지점 수문자료 현황(홍수위)

권역	하천명	지점명	자료수	보유기간	권역	하천명	지점명	자료수	보유기간
한강(10)	한강	영월	43	1918~2014	낙동강(10)	낙동강	낙동	72	1915~2014
	한강	여주	73	1913~2014		낙동강	왜관	66	1919~2014
	왕숙천	퇴계원	30	1984~2014		낙동강	현풍	63	1921~2014
	탄천	성남	30	1984~2014		낙동강	진동	67	1921~2014
	중랑천	중랑교	24	1990~2014		낙동강	삼랑진	69	1916~2014
	한강	한강대교	71	1918~2014		낙동강	구포	51	1918~2014
	한탄강	전곡	16	1996~2014		금호강	동촌	48	1923~2014
	임진강	적성	15	2000~2014		형산강	안강	37	1965~2014
	안성천	평택	31	1929~2014		형산강	포항	32	1928~2014
	진위천	동연교	24	1986~2014		태화강	울산	28	1969~2014
금강(9)	갑천	유성	11	2004~2014	섬진강(3)	섬진강	구례2	29	1984~2014
						섬진강	송정	29	1984~2014
	갑천	회덕	22	1993~2014		섬진강	하동2	24	1990~2014
	미호천	석화	43	1925~2014	영산강(5)	영산강	마륵	27	1983~2014
	금강	공주	61	1925~2014		황룡강	선암	18	1996~2014
	금강	규암	65	1925~2014					
	금강	강경	46	1930~2014		지석천	남평	26	1983~2014
	삽교천	원평	26	1936~2014		영산강	나주	28	1983~2014
	만경강	대천	23	1983~2014		탐진강	연산	14	2000~2014
	동진강	신태인	19	1985~2014					

<표 2.4-66> 2014년 주요지점 수문자료 현황(홍수량)

권역	하천명	지점명	자료수	보유기간	권역	하천명	지점명	자료수	보유기간
한강(10)	한강	영월	26	1970~2014	낙동강(10)	낙동강	낙동	58	1929~2014
	한강	여주	47	1963~2014		낙동강	왜관	54	1928~2014
	왕숙천	퇴계원	30	1984~2014		낙동강	현풍	54	1928~2014
	탄천	성남	27	1986~2014		낙동강	진동	64	1921~2014
	중랑천	중랑교	19	1996~2014		낙동강	삼랑진	38	1973~2014
	한강	한강대교	61	1930~2014		낙동강	구포	29	1979~2014
	한탄강	전곡	14	2001~2014		금호강	동촌	31	1963~2013
	임진강	적성	15	2000~2014		형산강	안강	26	1983~2014
	안성천	평택	19	1989~2014		형산강	포항	16	1997~2014
	진위천	동연교	18	1989~2014		태화강	울산	20	1982~2014
금강(9)	갑천	유성	13	2004~2014	섬진강(3)	섬진강	구례2	21	1992~2014
	갑천	회덕	22	1993~2014		섬진강	송정	22	1992~2014
	미호천	석화	31	1964~2014		섬진강	하동2	22	1992~2014
	금강	공주	47	1957~2014	영산강(5)	영산강	마륵	20	1994~2014
	금강	규암	50	1958~2014		황룡강	선암	15	1997~2014
	금강	강경	22	1993~2014		지석천	남평	18	1993~2014
	삽교천	원평	22	1940~2014		영산강	나주	20	1993~2014
	만경강	대천	14	2000~2014		탐진강	연산	13	2000~2014
	동진강	신태인	14	2000~2014					

※ 동촌 지점은 2014년에 유량측정이 실시되지 않음

2) 연도별 첨두홍수위, 첨두홍수량 자료 분석

본 과업에서는 2014년 홍수예보지점의 홍수량의 규모 등을 파악하기 위해 역대 최고수위 및 최고홍수량을 분석하였다. 홍수량은 수위-유량관계곡선식이 있는 지점에서는 수위-유량관계곡선식으로 유량을 환산하였으며, 자동유량관측소가 운영중인 지점에서는 자동유량을 활용하여 그 특성을 분석하였다. 본 과업에서는 홍수량 산정에 활용된 수위-유량관계곡선식은 〈부록 2.4.3 나. 수위-유량관계곡선식〉에 정리하여 수록하였다.

가) 한강권역

한강권역의 2014년도에 발생한 홍수예보지점의 수문자료를 평가하기 위해 역대 최고수위 및 최고홍수량을 분석하였다. 영월 지점에서는 1918년 이후 43개년의 자료를 확보하여 홍수위와 홍수량을 분석하였다. 그 결과 1936년에 기록한 수위 11.33m(EL. 194.91m)가 영월 수위관측소 최고 홍수위로 확인되었다. 이후 2002년과 2006년에도 각각 수위 11.10m(EL. 194.36m), 11.09m(EL. 194.35m)의 기록적인 수위를 기록하였다. 2014년은 43개년 중 41위에 해당하는 낮은 수위를 기록하였다.

<표 2.4-67> 영월 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (m^3/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (m^3/s)
1	1918	4.47	188.05	-	23	1985	1.22	184.44	473.22
2	1919	6.05	189.63	-	24	1986	7.95	191.17	6,522.69
3	1920	8.94	192.52	-	25	1987	7.43	190.65	5,807.01
4	1922	6.55	190.13	-	26	1988	3.00	186.22	1,027.57
5	1923	5.70	189.28	-	27	1989	5.59	188.81	3,608.46
6	1924	3.31	186.89	-	28	1990	3.23	186.45	1,232.45
7	1925	8.81	192.39	-	29	1992	2.81	186.03	902.89
8	1926	5.91	189.49	-	30	1994	3.31	186.53	1,303.37
9	1927	3.63	187.21	-	31	2002	11.10	194.36	6,452.07
10	1928	4.43	188.01	-	32	2003	7.33	190.59	6,669.30
11	1929	3.31	186.89	-	33	2004	6.05	189.31	5,170.21
12	1930	8.27	191.85	-	34	2005	3.51	186.77	2,508.56
13	1935	5.68	189.26	-	35	2006	11.09	194.35	6,411.10
14	1936	11.33	194.91	-	36	2007	3.96	187.22	2,241.46
15	1938	5.48	189.06	-	37	2008	4.89	188.15	3,322.77
16	1959	5.80	189.38	-	38	2009	6.37	189.58	3,896.98
17	1969	6.15	189.36	-	39	2010	4.92	188.13	3,278.67
18	1970	7.14	190.35	5,518.76	40	2011	5.92	189.13	3,990.66
19	1980	4.23	187.44	2,073.65	41	2012	3.59	186.80	2,107.82
20	1982	5.23	188.44	3,071.09	42	2013	7.21	190.42	5,701.18
21	1983	1.32	184.54	223.93	43	2014	2.43	184.44	473.22
22	1984	8.84	192.06	7,844.08					

여주 지점에서는 1917년 이후 73개년의 자료를 확보하여 홍수위와 홍수량을 분석하였다. 그 결과 1972년에 기록한 수위 11.30m(EL. 44.31m)가 최고 홍수위로 확인되었다. 2014년은 73개년 중 73위에 해당하는 낮은 수위를 기록하였다.

<표 2.4-68> 여주 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (m^3/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (m^3/s)
1	1917	6.65	39.66	-	38	1979	9.16	42.17	-
2	1918	7.01	40.02	-	39	1980	9.62	42.63	-
3	1919	9.42	42.43	-	40	1981	7.79	40.80	-
4	1920	10.03	43.04	-	41	1982	6.10	39.11	3,009.02
5	1922	3.96	36.97	-	42	1983	5.31	38.32	2,251.98
6	1923	7.65	40.66	-	43	1984	8.94	41.95	9,226.26
7	1924	7.54	40.55	-	44	1985	5.75	38.76	2,524.11
8	1925	10.62	43.63	-	45	1986	5.05	38.06	1,181.93
9	1926	9.28	42.29	-	46	1987	7.93	40.94	2,073.89
10	1928	5.29	38.30	-	47	1988	1.98	34.99	134.87
11	1930	7.74	40.75	-	48	1989	5.58	38.59	2,091.17
12	1931	6.03	39.04	-	49	1990	10.17	43.18	16,456.85
13	1932	3.91	36.92	-	50	1991	5.52	38.35	2,789.32
14	1935	7.15	40.16	-	51	1992	5.07	37.90	2,187.87
15	1936	10.86	43.87	-	52	1993	6.33	39.16	4,127.03
16	1937	6.54	39.55	-	53	1994	6.17	39.00	3,835.29
17	1938	6.72	39.73	-	54	1995	10.6	43.43	15,880.03
18	1954	6.57	39.58	-	55	1996	4.15	36.98	1,744.70
19	1955	6.28	39.29	-	56	1997	6.60	39.43	6,314.98
20	1956	8.60	41.61	-	57	1998	6.41	39.24	8,901.59
21	1959	9.57	42.58	-	58	1999	7.36	40.19	3,951.35
22	1960	7.92	40.93	-	59	2000	5.63	38.46	4,657.38
23	1961	7.33	40.34	-	60	2001	4.66	37.49	2,936.73
24	1963	7.54	40.55	4,002.61	61	2002	9.65	42.48	15,253.79
25	1964	7.68	40.69	5,162.08	62	2003	6.17	39.00	4,639.58
26	1965	8.28	41.29	5,839.15	63	2004	7.11	39.94	6,501.28
27	1967	4.67	37.68	1,417.21	64	2005	5.62	38.45	3,708.44
28	1969	8.40	41.41	10,364.06	65	2006	9.91	42.74	12,199.02
29	1970	6.87	39.88	7,257.62	66	2007	6.31	39.14	5,783.11
30	1971	6.98	39.99	3,554.3	67	2008	4.84	37.67	3,814.35
31	1972	11.30	44.31	11,829.72	68	2009	7.27	39.80	6,875.31
32	1973	4.51	37.52	1,106.11	69	2010	5.59	38.12	6,146.49
33	1974	7.52	40.53	4,300.55	70	2011	6.85	39.38	4,225.79
34	1975	8.20	41.21	5,353.53	71	2012	3.64	36.17	5,465.07
35	1976	9.18	42.19	7,098.83	72	2013	2.89	35.41	4,441.30
36	1977	4.26	37.27	1,866.2	73	2014	1.11	33.64	816.56
37	1978	9.38	42.39	1,866.2					

퇴계원 지점에서는 1984년 이후 30개년의 자료를 확보하여 홍수위와 홍수량을 분석하였다. 그 결과 1998년에 기록한 수위 3.55m(EL. 25.48m)가 퇴계원 수위관측소 최고 홍수위로 확인되었다. 2014년은 30개년 중 19위에 해당하는 수위를 기록하였다.

<표 2.4-69> 퇴계원 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (m^3/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (m^3/s)
1	1984	2.82	24.75	1,350.19	16	2000	1.76	23.69	3,057.25
2	1985	0.89	22.82	191.13	17	2001	3.07	25.00	1522.95
3	1986	1.49	23.42	422.27	18	2002	1.10	23.03	542.69
4	1987	1.93	23.86	665.85	19	2003	1.42	23.35	763.05
5	1989	1.41	23.34	3,386.53	20	2004	1.01	22.94	456.27
6	1990	2.50	24.43	1,378.36	21	2005	1.27	23.20	605.54
7	1991	2.20	24.13	965.38	22	2006	2.37	24.30	1,257.48
8	1992	1.78	23.71	60.43	23	2007	1.66	23.59	874.55
9	1993	0.90	22.83	19.85	24	2008	1.47	23.40	631.99
10	1994	0.93	22.86	20.91	25	2009	1.72	24.07	583.56
11	1995	1.44	23.37	417.40	26	2010	1.71	24.06	631.99
12	1996	2.36	24.29	819.10	27	2011	2.78	25.13	1,230.03
13	1997	0.75	22.68	138.15	28	2012	1.95	24.30	564.17
14	1998	3.55	25.48	2,560.52	29	2013	2.78	25.13	985.44
15	1999	2.78	24.71	1,484.19	30	2014	1.06	23.41	232.20

성남 지점에서는 1984년 이후 30개년의 자료를 확보하여 홍수위와 홍수량을 분석하였다. 그 결과 2009년에 기록한 수위 6.74m(EL. 16.30m)가 성남 수위관측소 최고 홍수위로 확인되었다. 2014년은 30개년 중 15위에 해당하는 수위를 기록하였다.

<표 2.4-70> 성남 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (m^3/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (m^3/s)
1	1984	4.34	15.94	-	16	2000	5.4	15.00	1,596.61
2	1985	2.48	14.08	-	17	2001	4.67	14.27	794.23
3	1986	1.26	12.86	402.67	18	2002	3.94	13.54	1,855.47
4	1987	3.39	14.99	1,509.17	19	2003	4.92	14.52	633.20
5	1988	1.42	13.02	-	20	2004	4.38	13.98	460.73
6	1989	1.44	13.04	85.26	21	2005	4.78	14.38	594.26
7	1990	4.52	16.12	541.77	22	2006	2.61	12.21	88.69
8	1991	2.76	14.36	360.23	23	2007	4.09	13.69	465.84
9	1992	1.31	10.91	106.48	24	2008	5.38	14.98	1,174.07
10	1994	1.5	11.10	132.09	25	2009	6.74	16.30	2,186.74
11	1995	3.22	12.82	855.79	26	2010	5.69	15.25	1,515.81
12	1996	2.32	11.92	623.26	27	2011	6.03	15.59	1,391.64
13	1997	0.28	9.88	45.74	28	2012	6.26	15.82	1,325.00
14	1998	3.85	13.45	319.09	29	2013	5.51	15.07	924.78
15	1999	5.14	14.74	1,258.03	30	2014	4.73	14.29	579.90

중랑교 지점에서는 1991년 이후 24개년의 자료를 확보하여 홍수위와 홍수량을 분석하였다. 그 결과 2001년에 기록한 수위 6.66m(EL. 15.83m)가 중랑교 수위관측소 최고 홍수위로 확인되었다. 2014년은 24개년 중 24위에 해당하는 수위를 기록하였다.

<표 2.4-71> 중랑교 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (m^3/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (m^3/s)
1	1991	2.28	11.45	-	13	2003	4.16	13.33	933.90
2	1992	3.78	12.95	-	14	2004	2.60	11.77	460.73
3	1993	2.83	12.00	-	15	2005	2.51	11.68	261.98
4	1994	3.05	12.22	-	16	2006	5.19	14.36	1,592.83
5	1995	4.69	13.86	-	17	2007	2.42	11.59	302.08
6	1996	5.47	14.64	343.72	18	2008	3.67	12.84	706.11
7	1997	3.37	12.54	243.88	19	2009	4.65	13.82	1,076.15
8	1998	6.55	15.72	1,075.66	20	2010	3.65	12.82	659.85
9	1999	5.36	14.53	699.53	21	2011	5.15	14.32	1,232.52
10	2000	3.38	12.55	499.24	22	2012	2.71	11.88	382.18
11	2001	6.66	15.83	1,401.80	23	2013	3.09	12.26	463.02
12	2002	3.92	13.09	753.75	24	2014	1.67	10.84	122.30

한강대교 지점에서는 1918년 이후 71개년의 자료를 확보하여 홍수위와 홍수량을 분석하였다. 그 결과 1925년에 기록한 수위 11.68m(EL. 14.15m)가 한강대교 수위관측소 최고 홍수위로 확인되었다. 2014년은 71개년 중 71위에 해당하는 수위를 기록하였다.

<표 2.4-72> 한강대교 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (m^3/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (m^3/s)
1	1918	8.50	10.97	-	37	1980	7.72	9.67	12,464.86
2	1919	8.56	11.03	-	38	1981	8.12	10.07	13,802.81
3	1920	9.61	12.08	-	39	1982	4.99	6.94	5,937.57
4	1921	6.52	8.99	-	40	1983	4.23	6.18	4,420.46
5	1922	9.30	11.77	-	41	1984	11.03	12.98	28,836.28
6	1923	7.45	9.92	-	42	1985	4.58	6.53	5,885.75
7	1924	8.51	10.98	-	43	1986	5.05	7.00	2,448.76
8	1925	11.68	14.15	-	44	1987	7.00	8.95	14,690.08
9	1927	7.91	10.38	-	45	1988	5.46	7.41	9,863.63
10	1928	4.61	7.08	-	46	1989	8.87	10.82	13,287.04
11	1930	7.63	10.10	12,795.43	47	1990	11.27	13.22	32,501.80
12	1931	7.02	9.49	10,662.94	48	1991	6.74	8.69	14,255.38
13	1932	7.61	10.08	12,722.16	49	1992	4.10	6.05	6,714.21
14	1935	10.29	12.76	24,618.19	50	1993	7.34	9.29	16,685.66
15	1936	10.45	12.92	25,463.48	51	1994	3.71	5.66	5,531.45
16	1937	6.76	9.23	9,817.81	52	1995	10.00	11.95	26,476.45
17	1938	5.98	8.45	7,507.81	53	1996	6.79	8.74	15,913.23
18	1954	7.77	10.24	13,314.73	54	1997	4.77	6.72	8,443.70
19	1955	7.04	9.51	10,729.52	55	1998	8.55	10.50	20,936.92
20	1956	8.82	11.29	17,570.19	56	1999	8.49	10.44	22,551.33
21	1959	6.07	8.54	5,673.91	57	2000	4.63	6.58	8,159.90
22	1960	7.04	9.51	6,493.78	58	2001	5.35	7.30	10,438.48
23	1961	6.30	8.77	6,018.34	59	2002	9.17	11.12	28,842.18
24	1963	8.94	10.91	24,430.02	60	2003	5.48	7.43	11,637.63
25	1964	8.79	10.76	12,963.35	61	2004	5.97	7.92	13,329.06
26	1965	10.82	12.79	19,470.29	62	2005	4.54	6.49	10,327.11
27	1967	5.70	7.67	5,590.33	63	2006	10.19	12.14	31,201.95
28	1969	6.90	8.85	8,090.71	64	2007	4.95	6.90	10,584.23
29	1970	9.03	10.98	13,663.90	65	2008	6.21	8.16	14,407.94
30	1972	11.27	13.22	25,737.64	66	2009	7.30	9.37	17,453.22
31	1974	5.63	7.58	5,488.63	67	2010	5.70	7.77	13,042.53
32	1975	7.45	9.40	10,227.03	68	2011	8.65	10.72	1,200.63
33	1976	8.41	10.36	13,374.02	69	2012	4.85	6.92	9,658.68
34	1977	4.28	6.23	3,012.33	70	2013	6.40	8.47	16,556.57
35	1978	8.81	10.76	17,627.72	71	2014	2.53	4.60	2,357.37
36	1979	7.98	9.93	13,326.70					

전곡 지점에서는 1999년 이후 16개년의 자료를 확보하여 홍수위와 홍수량을 분석하였다. 그 결과 1999년에 기록한 수위 15.15m(EL. 34.98m)가 전곡 수위관측소 최고 홍수위로 확인되었다. 2014년은 16개년 중 16위에 해당하는 수위를 기록하였다.

<표 2.4-73> 전곡 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (m^3/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (m^3/s)
1	1999	15.15	34.98	-	9	2007	7.21	27.04	3,741.89
2	2000	10.71	30.54	-	10	2008	8.07	27.90	5,388.23
3	2001	8.38	28.21	5,268.58	11	2009	8.97	28.78	6,289.16
4	2002	8.71	28.54	2,736.40	12	2010	5.77	25.58	3,599.74
5	2003	9.30	29.13	4,468.85	13	2011	10.28	30.09	7,825.51
6	2004	4.36	24.19	1,711.84	14	2012	3.33	23.14	1,429.77
7	2005	3.70	23.53	1,298.94	15	2013	7.50	27.31	4,744.92
8	2006	8.59	28.42	4,645.68	16	2014	1.13	20.94	206.21

적성 지점에서는 2000년 이후 15개년의 자료를 확보하여 홍수위와 홍수량을 분석하였다. 그 결과 2000년에 기록한 수위 11.76m(EL. 19.13m)가 적성 수위관측소 최고 홍수위로 확인되었다. 2014년은 15개년 중 15위에 해당하는 수위를 기록하였다.

<표 2.4-74> 적성 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (m^3/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (m^3/s)
1	2000	11.76	19.13	16,257.23	9	2008	7.63	14.77	7,738.22
2	2001	11.46	18.83	11,135.41	10	2009	9.41	16.84	9,913.83
3	2002	10.34	17.48	9,811.40	11	2010	6.85	14.28	6,146.49
4	2003	10.72	17.86	10,958.97	12	2011	10.85	18.28	10,121.54
5	2004	4.59	11.73	3,632.34	13	2012	7.40	14.83	6,773.71
6	2005	4.42	11.56	3,478.71	14	2013	10.11	17.54	9,551.79
7	2006	10.77	17.91	12,421.31	15	2014	0.62	8.05	265.58
8	2007	10.29	17.43	11,062.52					

평택 지점에서는 1930년 이후 31개년의 자료를 확보하여 홍수위와 홍수량을 분석하였다. 그 결과 2000년에 기록한 수위 6.16m(EL. 10.34m)가 평택 수위관측소 최고 홍수위로 확인되었다. 2014년은 31개년 중 17위에 해당하는 수위를 기록하였다.

<표 2.4-75> 평택 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (m^3/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (m^3/s)
1	1930	5.10	7.20	-	17	2000	6.16	10.34	1,345.35
2	1964	3.59	5.69	-	18	2001	4.57	4.60	690.49
3	1968	2.71	4.81	-	19	2002	7.51	7.69	1,235.18
4	1969	3.75	5.85	-	20	2003	4.76	4.94	678.48
5	1983	-0.73	3.45	-	21	2004	6.22	6.40	1,425.34
6	1984	2.50	6.68	-	22	2005	4.32	4.50	569.87
7	1985	-0.03	4.15	-	23	2006	7.69	7.87	2,350.93
8	1986	-0.83	3.35	-	24	2007	4.55	4.58	675.85
9	1987	-0.44	3.74	-	25	2008	5.23	5.26	1,295.47
10	1988	1.98	6.16	-	26	2009	4.75	4.88	707.90
11	1989	0.20	4.38	8.01	27	2010	5.75	5.88	2,055.31
12	1991	-1.43	2.75	6.71	28	2011	2.38	2.51	공사영향
13	1996	-1.44	2.74	53.94	29	2012	5.07	5.20	공사영향
14	1997	1.29	5.47	51.49	30	2013	3.62	3.75	389.54
15	1998	2.88	7.06	1,264.70	31	2014	4.78	4.91	717.70
16	1999	5.30	9.48	1,085.38					

동연교 지점에서는 1986년 이후 24개년의 자료를 확보하여 홍수위와 홍수량을 분석하였다. 그 결과 2000년에 기록한 수위 9.19m(EL. 8.99m)가 동연교 수위관측소 최고 홍수위로 확인되었다. 2014년은 24개년 중 21위에 해당하는 수위를 기록하였다.

<표 2.4-76> 동연교 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (m^3/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (m^3/s)
1	1986	4.80	4.60	-	13	2003	5.45	5.25	843.01
2	1987	6.50	6.30	-	14	2004	5.47	5.27	851.22
3	1989	4.38	4.18	237.64	15	2005	5.71	5.51	825.27
4	1990	5.24	5.04	658.80	16	2006	8.18	7.98	1,950.05
5	1991	8.35	8.15	-	17	2007	5.04	4.84	767.06
6	1996	3.17	2.97	97.57	18	2008	6.58	6.38	1,408.50
7	1997	6.64	6.44	904.98	19	2009	7.81	7.53	1,896.57
8	1998	6.41	6.21	785.17	20	2010	5.49	5.21	937.60
9	1999	7.31	7.11	1,412.02	21	2011	6.86	6.58	공사영향
10	2000	9.19	8.99	2,128.52	22	2012	6.81	6.53	공사영향
11	2001	6.82	6.62	1,031.73	23	2013	3.98	3.70	공사영향
12	2002	9.05	8.85	2,493.47	24	2014	4.47	4.19	574.46

나) 낙동강권역

2014년 낙동강권역에 위치한 홍수예보지점의 수문자료를 평가하기 위해 역대 최고수위 및 최고홍수량을 조사하였다. 낙동 지점에서는 1915년부터 2014년까지의 시자료를 수집하여 분석하였다. 자료기간 동안 홍수위, 홍수량 최대값은 1936년 EL 43.638m, 11,119.38 ㎥/s로 분석되었으며, 최소값은 2014년 EL 33.466m와 1993년 762.36㎥/s로 나타났다. 2014년도는 72개년 중 72위에 해당하는 수위를 기록하였다.

<표 2.4-77> 낙동 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)
1	1915	7.23	41.308	-	37	1976	4.34	38.419	2,362.62
2	1916	9.31	43.388	-	38	1977	5.56	39.638	3,942.69
3	1917	6.79	40.868	-	39	1978	7.67	41.748	6,623.52
4	1918	7.55	41.628	-	40	1979	7.51	40.749	6,335.88
5	1919	8.57	42.648	-	41	1980	7.82	41.893	6,899.02
6	1920	7.97	42.048	-	42	1981	5.65	39.728	4,069.27
7	1921	7.84	41.918	-	43	1983	7.31	40.549	3,601.67
8	1922	7.28	41.358	-	44	1984	9.25	42.489	7,087.74
9	1923	6.32	40.398	-	45	1985	8.99	42.229	6,525.01
10	1924	7.45	41.528	-	46	1986	7.74	40.979	4,239.66
11	1925	8.26	42.338	-	47	1987	9.11	42.349	6,780.78
12	1926	6.93	41.008	-	48	1988	7.67	40.909	4,130.93
13	1927	4.88	38.958	-	49	1989	7.95	41.189	4,577.55
14	1928	4.09	38.168	-	50	1990	6.18	39.419	2,242.70
15	1929	5.60	39.678	3,527.18	51	1992	4.22	37.459	791.88
16	1933	7.02	41.098	5,763.80	52	1993	4.16	37.399	762.36
17	1935	4.51	38.588	2,178.87	53	1995	7.75	40.989	4,255.35
18	1936	9.56	43.638	11,119.38	54	1996	6.86	40.099	3,007.72
19	1937	5.55	39.628	3,458.33	55	1997	8.20	41.439	5,157.87
20	1940	6.44	40.518	4,784.63	56	1998	8.55	41.789	9,015.74
21	1956	7.68	41.758	3,924.42	57	1999	8.28	41.519	8,159.61
22	1958	8.18	42.258	4,596.09	58	2000	7.68	40.841	6,463.58
23	1959	8.36	42.438	4,850.87	59	2001	5.20	38.361	1,673.81
24	1960	6.07	40.148	2,018.22	60	2002	8.93	42.091	7,363.79
25	1961	8.15	42.228	4,265.86	61	2003	8.85	42.011	7,182.21
26	1963	7.74	41.818	3,756.97	62	2004	8.00	41.161	5,430.78
27	1964	7.03	41.108	1,496.92	63	2005	6.17	39.362	4,343.98
28	1965	9.27	43.348	2,960.97	64	2006	7.86	41.052	6,989.43
29	1966	6.90	40.978	1,427.14	65	2007	6.43	39.622	4,793.38
30	1967	5.47	39.548	769.45	66	2008	5.19	38.382	3,091.10
31	1970	7.78	41.858	7,658.72	67	2009	5.35	38.542	3,132.65
32	1971	7.61	41.688	7,330.40	68	2010	3.28	36.472	2,438.47
33	1972	9.26	43.338	10,823.64	69	2011	2.97	36.106	5,972.11
34	1973	5.99	40.068	4,565.82	70	2012	2.35	35.486	5,420.51
35	1974	7.04	41.118	6,282.53	71	2013	0.34	33.476	2,905.92
36	1975	7.54	41.638	7,197.32	72	2014	0.33	33.466	2,138.50

낙동강권역 왜관 지점에서는 1919년부터 2014년까지의 시자료를 수집하여 분석하였다. 자료기간 동안 홍수위, 홍수량 최대값은 1936년 EL 28.656m, 2003년 10,886.69㎥/s로 분석되었으며, 최소값은 1965년 EL 18.446m와 2001년 520.58㎥/s로 나타났다. 또한, 2003년도는 태풍 '매미'의 영향으로 피해가 높았던 것으로 확인되었으며 2014년도는 66개년 중 64위에 해당하는 수위를 기록하였다.

<표 2.4-78> 왜관 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)
1	1919	7.58	26.676	-	34	1982	5.40	24.391	2,184.08
2	1920	7.21	26.306	-	35	1983	6.85	25.841	4,122.15
3	1921	7.27	26.366	-	36	1984	9.40	28.391	10,333.75
4	1922	6.57	25.666	-	37	1985	7.96	26.951	6,312.56
5	1923	6.28	25.376	-	38	1986	6.11	25.101	3,018.61
6	1924	7.29	26.386	-	39	1987	8.42	27.411	7,438.53
7	1925	6.75	25.846	-	40	1988	6.87	25.861	4,540.20
8	1926	6.74	25.836	-	41	1989	7.37	26.361	5,427.42
9	1927	4.72	23.916	-	42	1990	5.81	24.801	3,148.76
10	1928	3.57	22.666	840.81	43	1991	6.30	25.291	4,120.13
11	1929	5.57	24.666	2,343.36	44	1992	4.73	23.721	2,175.97
12	1933	7.46	26.556	4,588.29	45	1993	6.68	25.671	4,313.62
13	1935	4.07	23.166	-	46	1994	4.20	23.191	1,546.83
14	1936	9.56	28.656	8,022.79	47	1995	6.37	25.361	3,877.37
15	1937	5.03	24.126	1,849.18	48	1996	5.48	24.471	-
16	1940	6.47	25.566	3,312.40	49	1997	6.43	25.421	3,782.86
17	1954	6.24	25.336	2,221.02	50	1998	7.63	26.621	7,855.25
18	1955	7.70	26.796	3,527.69	51	1999	7.30	26.291	7,878.05
19	1956	7.38	26.476	3,215.54	52	2000	6.27	25.237	3,603.43
20	1958	8.24	27.336	4,087.21	53	2001	2.75	21.717	520.58
21	1959	8.10	27.196	3,938.19	54	2002	7.64	26.607	10,014.96
22	1960	5.89	24.986	1,952.50	55	2003	7.89	26.857	10,886.69
23	1961	7.99	27.086	4,321.16	56	2004	6.22	25.187	6,000.15
24	1963	6.53	25.626	2,746.75	57	2005	3.82	22.818	3,812.35
25	1964	7.12	26.216	3,028.20	58	2006	6.69	25.688	8,537.08
26	1965	9.35	18.446	-	59	2007	4.84	23.838	5,040.92
27	1966	6.67	25.766	3,557.47	60	2008	3.00	21.998	2,934.57
28	1969	6.32	25.416	3,126.72	61	2009	3.20	22.198	3,346.53
29	1973	5.88	24.976	2,182.57	62	2010	2.32	21.318	2,706.34
30	1974	6.79	25.886	3,163.08	63	2011	4.23	23.319	8,158.00
31	1978	5.38	24.476	1,726.22	64	2012	4.92	24.009	8,779.43
32	1980	7.36	26.456	3,877.93	65	2013	1.02	20.109	2,618.06
33	1981	8.30	27.396	5,230.08	66	2014	1.28	20.369	2,519.97

현풍 지점에서는 1921년부터 2014년까지의 시자료를 수집하여 분석하였다. 자료기간 동안 홍수위, 홍수량 최대값은 2003년 EL 22.209m, 1999년 13,247.45㎥/s로 분석되었으며, 최소값은 1981년 EL 11.097m와 1928년 1,629.08㎥/s로 나타났다. 또한, 2003년도는 태풍 '매미'의 영향으로 피해가 높았던 것으로 확인되었으며 2014년도는 63개년 중 60위에 해당하는 수위를 기록하였다.

<표 2.4-79> 현풍 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)
1	1921	6.91	15.374	-	33	1982	8.74	14.147	8,291.00
2	1922	9.49	17.954	-	34	1983	9.65	15.057	10,508.89
3	1924	10.26	18.724	-	35	1984	12.48	17.887	-
4	1925	12.76	21.224	-	36	1985	11.24	16.647	-
5	1926	8.28	16.744	-	37	1986	9.34	14.747	9,717.17
6	1927	5.34	13.804	-	38	1987	10.41	15.817	12,613.08
7	1928	5.02	13.484	1,629.08	39	1989	8.67	14.077	8,133.56
8	1929	7.65	16.114	4,030.77	40	1991	9.62	15.027	10,430.61
9	1933	10.58	19.044	7,920.89	41	1992	6.92	12.327	4,775.33
10	1935	5.26	13.724	1,805.49	42	1993	10.61	16.017	13,206.24
11	1936	12.98	21.444	12,060.98	43	1994	6.16	14.619	3,642.97
12	1937	6.16	14.624	2,543.49	44	1995	9.31	14.717	9,250.54
13	1938	4.75	13.214	-	45	1996	9.86	15.267	11,066.91
14	1940	7.48	15.944	3,844.35	46	1997	10.79	19.249	6,231.71
15	1955	9.54	18.004	4,413.00	47	1998	12.78	21.239	8,460.59
16	1956	9.35	17.814	4,232.46	48	1999	12.44	20.899	13,247.45
17	1958	10.75	19.214	5,651.17	49	2000	11.22	19.679	7,565.39
18	1959	9.42	17.884	4,298.54	50	2001	6.99	15.449	2,618.89
19	1960	6.71	15.174	2,114.14	51	2002	13.00	21.459	10,721.85
20	1961	9.34	17.804	3,228.22	52	2003	13.75	22.209	12,740.18
21	1963	9.30	17.764	3,200.97	53	2004	11.39	19.849	8,313.40
22	1964	9.33	17.794	3,221.40	54	2005	7.45	15.909	3,214.97
23	1965	12.80	21.264	6,022.29	55	2006	11.95	20.409	9,888.22
24	1966	8.00	16.464	2,378.26	56	2007	9.81	18.269	6,485.06
25	1969	7.72	16.184	4,772.05	57	2008	6.13	14.589	3,139.64
26	1971	8.87	17.334	6,679.79	58	2009	6.56	15.019	3,665.65
27	1972	10.48	18.944	9,888.31	59	2010	7.89	16.349	4,844.78
28	1973	7.33	15.794	4,197.74	60	2011	9.53	17.944	8,535.90
29	1974	9.09	17.554	7,081.22	61	2012	11.21	19.624	11,068.84
30	1975	8.76	17.224	6,483.47	62	2013	5.12	13.534	4,451.35
31	1976	7.81	16.274	4,909.80	63	2014	4.95	13.364	3,461.10
32	1981	5.69	11.097	2,185.56					

진동 지점에서는 1921년부터 2014년까지의 시자료를 수집하여 분석하였다. 자료기간 동안 홍수위, 홍수량 최대값은 1965년 EL 13.713m, 2012년 13,217.77㎥/s로 분석되었으며, 최소값은 1994년 EL 6.323m와 1,475.50㎥/s로 나타났다. 또한, 2012년도는 태풍 '산바'의 영향으로 피해가 높았던 것으로 확인되었으며 2014년도는 67개년 중 64위에 해당하는 수위를 기록하였다.

<표 2.4-80> 진동 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)
1	1921	6.42	8.523	2,083.37	35	1982	9.52	11.253	7,642.93
2	1922	8.45	10.553	6,663.09	36	1983	8.80	10.533	6,384.77
3	1923	6.93	9.033	2,854.32	37	1984	9.98	11.713	8,515.39
4	1924	9.14	11.243	9,138.81	38	1985	8.82	10.553	6,417.97
5	1925	10.97	13.073	-	39	1986	7.72	9.453	4,584.28
6	1926	8.94	11.043	8,373.22	40	1987	9.22	10.953	7,102.91
7	1927	6.36	8.463	2,009.41	41	1988	7.57	9.303	4,529.64
8	1929	8.01	10.113	5,327.84	42	1989	9.40	11.133	8,305.10
9	1933	10.40	12.503	-	43	1990	7.89	9.623	5,391.89
10	1935	5.97	8.073	1,614.66	44	1991	8.78	10.513	7,257.56
11	1936	11.46	13.563	-	45	1992	5.65	7.383	2,813.65
12	1937	7.20	9.303	3,365.60	46	1993	9.01	10.743	7,962.46
13	1938	6.40	8.503	2,058.32	47	1994	4.59	6.323	1,457.50
14	1940	7.88	9.983	4,969.63	48	1995	7.79	9.523	5,547.42
15	1954	9.94	12.043	5,082.00	49	1996	8.37	10.103	6,637.63
16	1956	8.63	10.733	3,845.09	50	1997	8.81	10.543	6,152.09
17	1958	10.03	12.133	5,173.31	51	1998	10.47	12.203	6,149.25
18	1959	8.22	10.323	3,493.39	52	1999	10.51	12.243	10,080.44
19	1960	6.06	8.163	1,919.45	53	2000	10.26	12.189	9,079.10
20	1961	8.95	11.053	3,845.00	54	2001	6.88	8.809	4,704.66
21	1963	9.26	11.363	4,126.15	55	2002	11.04	12.969	11,217.08
22	1964	8.60	10.703	4,020.83	56	2003	11.70	13.629	12,529.84
23	1965	11.61	13.713	8,045.76	57	2004	8.84	10.769	7,406.08
24	1966	7.20	9.303	2,852.06	58	2005	5.79	7.719	4,167.00
25	1967	5.92	8.023	1,837.88	59	2006	10.29	12.219	10,628.84
26	1969	7.11	9.213	2,773.49	60	2007	8.69	10.619	7,788.01
27	1970	9.34	11.443	6,060.65	61	2008	4.49	6.419	3,203.87
28	1971	7.69	9.793	3,764.20	62	2009	7.01	8.939	5,881.00
29	1972	9.15	11.253	5,762.52	63	2010	6.89	8.819	5,502.93
30	1973	6.67	8.773	2,659.48	64	2011	8.66	10.442	11,637.29
31	1975	6.05	8.153	2,097.32	65	2012	9.42	11.202	13,217.77
32	1979	7.82	9.923	3,921.74	66	2013	5.11	6.892	5,545.01
33	1980	7.92	10.023	4,045.57	67	2014	5.13	6.912	5,235.01
34	1981	5.72	7.453	1,830.19					

삼랑진 지점에서는 1916년부터 2014년까지의 시자료를 수집하여 분석하였다. 자료기간 동안 홍수위, 홍수량 최대값은 1936년 EL 9.762m, 2002년 14,742.30㎥/s로 분석되었으며, 최소값은 1994년 EL 0.456m와 1,152.85㎥/s로 나타났다. 또한, 2002년은 태풍 '루사'의 영향으로 870.5㎜의 일 최대강수량을 기록하였으며 2014년도는 69개년 중 62위에 해당하는 수위를 기록하였다.

<표 2.4-81> 삼랑진 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)
1	1916	7.14	6.622	-	36	1981	9.00	7.226	9,523.18
2	1917	5.16	4.642	-	37	1982	8.10	6.326	8,186.66
3	1919	6.45	5.932	-	38	1983	6.58	4.806	6,072.97
4	1920	8.12	7.602	-	39	1984	8.78	7.006	9,190.94
5	1921	7.36	6.842	-	40	1985	7.55	5.776	7,400.26
6	1922	6.70	6.182	-	41	1986	3.74	1.966	2,687.01
7	1923	5.29	4.772	-	42	1987	7.12	5.346	6,802.24
8	1924	4.37	3.852	-	43	1988	5.62	3.846	5,015.23
9	1925	6.88	6.362	-	44	1989	8.52	6.746	10,863.97
10	1926	6.59	6.072	-	45	1990	5.90	4.126	5,483.23
11	1927	5.06	4.542	-	46	1991	7.29	5.516	7,491.10
12	1929	6.39	5.872	-	47	1992	3.77	1.996	2,685.34
13	1933	9.07	8.552	-	48	1993	6.97	5.196	6,988.85
14	1935	4.91	4.392	-	49	1994	2.23	0.456	1,152.85
15	1936	10.28	9.762	-	50	1995	5.55	3.776	4,691.49
16	1938	5.25	4.732	-	51	1996	6.31	4.536	3,434.79
17	1940	6.51	5.992	-	52	1997	6.43	4.656	6,026.98
18	1954	7.26	6.703	-	53	1998	8.31	6.536	7,102.63
19	1955	7.17	6.613	-	54	1999	8.44	6.666	7,229.74
20	1958	8.51	7.953	-	55	2000	8.66	8.043	9,357.78
21	1959	6.87	6.313	-	56	2001	5.72	5.103	6,061.66
22	1960	4.85	4.293	-	57	2002	9.55	8.933	14,742.30
23	1961	7.36	6.803	-	58	2003	9.40	8.783	14,462.42
24	1963	8.08	7.523	-	59	2004	7.04	6.423	10,345.53
25	1964	4.45	3.893	-	60	2005	4.18	3.563	3,402.35
26	1965	9.82	9.263	-	61	2006	8.67	8.053	13,130.91
27	1966	5.00	4.443	-	62	2007	7.22	6.603	10,640.11
28	1969	5.07	4.513	-	63	2008	3.19	2.573	2,546.78
29	1970	7.97	7.413	-	64	2009	5.91	5.293	5,123.94
30	1971	5.73	5.173	-	65	2010	5.90	5.283	5,113.20
31	1972	7.27	6.713	-	66	2011	7.92	6.954	11,816.63
32	1973	4.88	4.323	2,640.19	67	2012	8.43	7.464	11,151.52
33	1974	7.55	6.993	5,275.65	68	2013	4.28	3.314	5,397.14
34	1975	6.35	5.793	3,979.41	69	2014	4.76	3.794	5,912.38
35	1980	7.40	6.843	7,189.95					

구포 지점에서는 1918년부터 2014년까지의 시자료를 수집하여 분석하였다. 자료기간 동안 홍수위, 홍수량 최대값은 1936년 EL 5.831m, 2012년 11,700.08㎥/s로 분석되었으며, 최소값은 1986년 EL 0.349m와 1994년 732.91㎥/s로 나타났다. 또한, 2012년도는 태풍 '산바'의 영향으로 피해가 높았던 것으로 확인되었으며 2014년도는 51개년 중 42위에 해당하는 수위를 기록하였다.

<표 2.4-82> 구포 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)
1	1918	3.99	3.031	-	27	1990	3.29	2.331	5,208.70
2	1919	3.49	2.531	-	28	1991	3.96	3.001	7,266.68
3	1920	4.37	3.411	-	29	1992	2.88	1.921	3,841.56
4	1921	4.34	3.381	-	30	1993	3.40	2.441	5,559.27
5	1922	4.02	3.061	-	31	1994	2.25	0.753	732.91
6	1923	3.44	2.481	-	32	1995	3.06	2.101	4,454.96
7	1924	4.90	3.941	-	33	1996	3.34	2.381	5,368.78
8	1925	3.75	2.791	-	34	1997	3.58	2.083	6,121.12
9	1926	3.90	2.941	-	35	1998	4.32	2.823	8,310.52
10	1929	3.77	2.811	-	36	1999	4.49	2.993	8,791.74
11	1933	4.94	3.981	-	37	2000	4.70	3.203	9,377.03
12	1935	4.89	3.931	-	38	2001	3.22	1.723	4,982.44
13	1936	6.79	5.831	-	39	2002	5.21	3.713	10,761.63
14	1937	3.52	2.561	-	40	2003	4.96	3.463	10,089.00
15	1938	3.29	2.331	-	41	2004	3.70	2.233	6,488.40
16	1940	4.13	3.171	-	42	2005	2.73	1.263	3,310.59
17	1958	5.60	4.641	-	43	2006	4.39	2.923	9,839.99
18	1960	2.55	1.591	-	44	2007	3.72	2.253	7,047.10
19	1961	4.36	3.401	-	45	2008	2.67	1.203	-
20	1963	4.39	3.431	-	46	2009	2.94	1.473	5,393.06
21	1965	5.58	4.621	-	47	2010	3.05	1.583	4,982.42
22	1979	4.17	3.211	8,437.93	48	2011	4.63	4.630	11,317.32
23	1986	2.07	0.349	3,098.39	49	2012	5.19	3.811	11,700.08
24	1987	3.80	2.079	6,790.42	50	2013	2.94	1.561	5,763.94
25	1988	3.09	1.369	4,555.03	51	2014	3.04	1.661	6,615.67
26	1989	4.31	3.351	8,282.00					

동촌 지점에서는 1923년부터 2014년까지의 시자료를 수집하여 분석하였다. 자료기간 동안 홍수위, 홍수량 최대값은 1987년 EL 37.842m, 2003년 6,757.20㎥/s로 분석되었으며, 최소값은 2005년 EL 27.251m와 1983년 196.83㎥/s로 나타났다. 또한, 2003년은 태풍 '매미'의 영향으로 피해가 높았던 것으로 나타났으며 2014년은 48개년 중 40위에 해당하는 수위를 기록하였다.

<표 2.4-83> 동촌 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)
1	1923	2.77	29.539	-	25	1991	5.34	31.892	4,373.71
2	1924	4.70	31.469	-	26	1992	2.93	29.482	1,034.13
3	1925	5.78	32.549	-	27	1993	4.49	31.042	2,850.57
4	1926	4.16	30.929	-	28	1994	1.59	28.142	275.98
5	1929	5.20	31.969	-	29	1995	2.44	28.992	683.74
6	1933	5.58	32.349	-	30	1996	3.37	29.922	1,431.77
7	1935	3.31	30.079	-	31	1997	3.15	29.702	1,222.62
8	1936	6.20	32.969	-	32	1998	5.65	30.831	-
9	1940	3.59	30.359	-	33	1999	5.16	30.341	-
10	1958	8.45	35.219	-	34	2000	4.57	29.751	1,836.83
11	1959	3.77	30.539	-	35	2001	5.20	30.381	2,023.06
12	1960	2.70	29.469	-	36	2002	6.60	31.781	2,940.10
13	1961	4.86	31.629	-	37	2003	7.35	32.531	6,757.20
14	1963	5.38	32.149	2,740.35	38	2004	4.95	30.131	2,863.73
15	1965	5.69	32.459	2,698.93	39	2005	2.07	27.251	441.36
16	1980	2.74	29.509	752.61	40	2006	5.98	31.161	3,951.91
17	1983	1.80	28.352	196.78	41	2007	4.29	29.471	2,066.36
18	1984	2.93	29.482	725.36	42	2008	3.01	28.191	832.07
19	1985	4.86	31.412	2,149.72	43	2009	2.63	27.811	633.54
20	1986	0.75	27.302	-	44	2010	4.29	29.471	1,576.39
21	1987	11.29	37.842	2,828.80	45	2011	6.15	31.085	3,318.90
22	1988	3.13	29.682	1,115.61	46	2012	5.72	30.655	2,838.17
23	1989	5.04	31.592	2,813.76	47	2013	4.31	29.245	1,591.74
24	1990	3.88	30.432	1,905.78	48	2014	4.38	29.315	미측정

안강 지점에서는 1965년부터 2014년까지의 시자료를 수집하여 분석하였다. 자료기간 동안 홍수위, 홍수량 최대값은 1969년 EL 11.097m, 2012년 4,034.82㎥/s로 분석되었으며, 최소값은 1989년 EL 0.935m와 67.97㎥/s로 나타났다. 또한, 2012년은 태풍 '산바'의 영향으로 피해가 높았던 것으로 분석되었으며 2014년은 37개년 중 22위에 해당하는 수위를 기록하였다.

<표 2.4-84> 안강 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)
1	1965	5.62	10.907	-	20	1993	2.96	3.795	892.65
2	1969	5.81	11.097	-	21	1998	8.74	9.575	-
3	1970	4.40	9.687	-	22	1999	4.94	5.775	1,595.39
4	1972	5.31	10.597	-	23	2000	5.59	6.356	1,846.84
5	1975	3.51	8.797	-	24	2001	5.11	5.876	1,691.00
6	1977	2.49	7.777	-	25	2002	8.05	8.816	-
7	1978	4.98	10.267	-	26	2003	6.08	6.846	1,942.29
8	1980	5.18	10.467	-	27	2004	6.56	7.326	816.00
9	1982	2.98	5.815	-	28	2005	5.95	6.716	561.34
10	1983	2.58	3.415	729.16	29	2006	6.81	7.576	1,129.97
11	1984	4.70	5.535	1,852.30	30	2007	5.42	6.186	2,001.71
12	1985	3.62	4.455	1,215.88	31	2008	3.59	4.356	799.22
13	1986	2.07	2.905	535.71	32	2009	3.03	3.796	545.77
14	1987	1.03	1.865	233.45	33	2010	2.70	3.466	371.53
15	1988	1.44	2.275	337.83	34	2011	4.91	4.910	2,245.90
16	1989	0.10	0.935	67.97	35	2012	7.80	8.439	4,034.82
17	1990	0.96	1.795	217.55	36	2013	3.20	3.839	647.90
18	1991	2.06	2.895	532.21	37	2014	4.76	5.399	1,480.36
19	1992	1.60	2.435	383.78					

포항 지점에서는 1928년부터 2014년까지의 시자료를 수집하여 분석하였다. 자료기간 동안 홍수위, 홍수량 최대값은 1959년 EL 3.423m, 2012년 4,962.83㎥/s로 분석되었으며, 최소값은 1986년 EL 0.277m와 2009년 478.06㎥/s로 나타났다. 2014년은 32개년 중 23위에 해당하는 수위를 기록하였다.

<표 2.4-85> 포항 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)
1	1928	2.36	1.343	-	17	1999	2.22	1.383	3,307.56
2	1929	2.22	1.203	-	18	2000	2.27	1.345	1,509.83
3	1936	2.69	1.673	-	19	2001	1.93	1.005	1,310.13
4	1954	2.75	1.733	-	20	2002	2.93	2.005	3,138.01
5	1955	2.02	1.003	-	21	2003	2.39	1.465	2,093.79
6	1959	4.44	3.423	-	22	2004	2.58	1.620	2,686.85
7	1965	2.52	1.503	-	23	2005	2.51	1.550	2,420.70
8	1969	2.38	1.363	-	24	2006	2.69	1.730	2,986.75
9	1970	2.40	1.383	-	25	2007	2.33	1.405	1,217.90
10	1971	1.58	0.563	-	26	2008	1.58	0.655	711.05
11	1972	2.35	1.333	-	27	2009	1.40	0.475	478.06
12	1986	0.36	0.277	-	28	2010	1.47	0.545	562.56
13	1987	1.59	1.507	-	29	2011	1.81	0.716	1,085.70
14	1990	0.38	0.335	-	30	2012	3.10	2.006	4,962.83
15	1993	1.47	1.425	-	31	2013	1.54	0.450	842.61
16	1998	3.71	2.873	-	32	2014	1.83	0.736	1,233.18

울산 지점에서는 1969년부터 2014년까지의 시자료를 수집하여 분석하였다. 자료기간 동안 홍수위, 홍수량 최대값은 2002년 EL 4.641m, 2012년 2,739.83㎥/s로 분석되었으며, 최소값은 1999년 EL 0.031m와 1992년 115.44㎥/s로 나타났다. 2014년도는 28개년 중 17위에 해당하는 수위를 기록하였다.

<표 2.4-86> 울산 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)
1	1969	5.35	4.587	-	15	2001	2.43	1.471	373.35
2	1980	4.49	3.727	-	16	2002	5.60	4.641	1,698.79
3	1981	3.40	2.637	-	17	2003	4.01	3.051	794.85
4	1982	3.70	2.937	775.57	18	2004	2.92	1.961	449.90
5	1983	2.19	1.427	299.68	19	2005	3.48	2.521	728.08
6	1984	4.10	3.337	914.60	20	2006	4.71	3.751	1,727.78
7	1985	3.57	2.807	710.44	21	2007	2.51	1.551	-
8	1986	3.45	2.687	667.79	22	2008	2.60	1.641	-
9	1987	5.10	4.337	1,369.92	23	2009	2.10	1.141	-
10	1988	2.33	1.567	333.40	24	2010	2.11	1.151	-
11	1991	1.91	1.147	237.64	25	2011	3.29	2.214	873.91
12	1992	1.22	0.457	115.44	26	2012	4.28	3.204	2,739.83
13	1999	0.99	0.031	-	27	2013	1.63	0.554	109.93
14	2000	4.28	3.321	263.86	28	2014	2.96	1.884	1,125.32

다) 금강권역

금강권역의 2014년도에 발생한 홍수예보지점의 수문자료를 평가하기 위해 역대 최고수위 및 최고홍수량을 조사하였다. 석화 지점에서는 1925년부터 43개년 시자료를 수집하여 첨두홍수위와 첨두홍수량의 특성을 분석하였다. 2014년은 43개년 중 42위에 해당하는 낮은 수위를 기록하였다. 1995년도는 태풍 '제니스'의 영향으로 최고 첨두홍수위와 첨두홍수량을 나타내고 있으며, 당시 역대 재산피해 1위를 기록한 바 있다.

<표 2.4-87> 석화 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (m^3/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (m^3/s)
1	1925	3.71	24.13	-	23	1994	5.85	25.65	1,891.15
2	1926	7.26	27.68	-	24	1995	8.96	28.74	5,055.25
3	1930	7.56	27.98	-	25	1996	4.07	23.87	842.71
4	1931	3.63	24.05	-	26	1997	6.48	26.28	1,412.55
5	1933	4.10	24.52	-	27	1998	5.50	25.30	1,287.05
6	1934	6.16	26.58	-	28	1999	6.34	26.12	1,346.16
7	1936	6.95	27.37	-	29	2000	5.15	24.93	1,447.35
8	1937	5.20	25.62	-	30	2001	4.27	24.05	1,000.94
9	1940	6.12	26.54	-	31	2002	8.01	27.79	3,765.49
10	1954	4.89	25.31	-	32	2003	5.76	25.54	1,565.06
11	1958	4.74	25.16	-	33	2004	7.13	26.91	2,926.13
12	1959	5.08	25.50	-	34	2005	6.58	26.36	2,313.65
13	1964	5.09	25.51	2,844.48	35	2006	7.78	27.56	4,305.38
14	1965	4.33	24.75	1,698.23	36	2007	6.22	26.00	2,312.49
15	1971	5.18	25.60	-	37	2008	4.34	24.12	883.77
16	1976	4.17	24.59	1,124.36	38	2009	5.53	25.31	1,670.31
17	1985	2.23	25.05	1,620.35	39	2010	6.60	26.38	2,725.72
18	1989	3.22	26.04	1,428.09	40	2011	6.40	26.18	2,502.75
19	1990	0.00	22.82	1,382.37	41	2012	6.07	25.85	1,622.42
20	1991	3.85	26.67	1,382.37	42	2013	4.60	24.38	945.12
21	1992	5.52	25.32	1,857.67	43	2014	3.20	22.98	390.28
22	1993	3.24	23.04	452.96					

유성 지점에서는 2004년부터 2014년까지 11개년의 안정된 시자료를 수집하여 홍수위와 홍수량의 특성을 분석하였다. 한달 정도 장마가 지속된 2011년에 최고 홍수위인 4.40m(EL. 43.75m)가 발생하였고, 2014년은 11개년 중 8위의 첨두홍수위를 기록하였다.

<표 2.4-88> 유성 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)
1	2004	3.22	42.57	551.02	7	2010	2.51	41.86	226.41
2	2005	3.93	43.28	923.29	8	2011	4.40	43.75	1,668.90
3	2006	3.10	42.45	424.24	9	2012	3.39	42.74	609.87
4	2007	3.34	42.69	529.13	10	2013	2.27	41.62	165.55
5	2008	2.23	41.58	157.04	11	2014	2.74	42.09	324.14
6	2009	4.03	43.38	894.61					

회덕 지점에서는 1993년 이후 21개년의 시자료를 수집하여 홍수위와 홍수량을 분석하였다. 1993년에 최고 홍수위 2.76m(EL. 33.94m)가 기록된 것으로 분석되었다.

<표 2.4-89> 회덕 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)
1	1993	2.76	33.94	685.71	12	2004	3.60	34.79	1,238.92
2	1994	2.14	33.33	374.32	13	2005	4.16	35.35	1,504.47
3	1995	4.96	36.13	2,652.49	14	2006	3.43	34.62	655.11
4	1996	2.94	34.11	887.22	15	2007	3.40	34.59	1,045.00
5	1997	4.39	35.58	2,666.18	16	2008	3.49	34.68	1,181.97
6	1998	4.06	35.25	1,915.42	17	2009	4.44	35.63	2,186.00
7	1999	3.87	35.06	1,899.22	18	2010	2.37	33.56	625.94
8	2000	3.99	35.18	1,109.24	19	2011	5.22	36.41	2,773.94
9	2001	2.28	33.47	544.44	20	2012	3.51	34.70	1,342.18
10	2002	3.77	34.96	1,341.54	21	2013	1.69	32.88	281.37
11	2003	3.93	35.12	1,440.63	22	2014	2.43	33.62	634.04

공주 지점에서는 1925년부터 2014년까지 61개년의 시자료를 수집하여 분석하였다. 그 결과 1934년도 최대 홍수위 EL. 17.29m, 1995년 최대 홍수량 6,515.08m^3/s로 분석되었으며, 2014년에는 수위 3.68m(EL. 9.34m)로 56위에 비교적 낮은 홍수위를 기록하였다.

<표 2.4-90> 공주 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (m^3/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (m^3/s)
1	1925	6.49	13.12	-	32	1979	6.27	12.90	1,629.77
2	1926	8.48	15.11	-	33	1981	3.42	10.05	1,440.94
3	1930	8.29	14.92	-	34	1984	6.12	12.75	4,252.00
4	1931	8.00	14.63	-	35	1985	6.90	13.53	5,298.64
5	1932	6.20	12.83	-	36	1986	5.50	12.13	2,045.69
6	1933	7.48	14.11	-	37	1987	8.60	15.23	4,399.49
7	1934	10.66	17.29	-	38	1988	4.20	10.83	1,296.12
8	1935	5.98	12.61	-	39	1990	5.49	11.15	2,266.65
9	1936	9.48	16.11	-	40	1993	3.88	9.54	2,026.67
10	1937	7.24	13.87	-	41	1994	3.18	8.84	1,369.02
11	1940	7.82	14.45	-	42	1995	8.53	14.19	6,515.08
12	1954	6.95	13.58	-	43	1996	3.11	8.77	1,399.27
13	1955	7.48	14.11	-	44	1997	4.46	10.12	2,673.99
14	1956	7.80	14.43	-	45	1998	4.70	10.36	4,412.88
15	1957	7.18	13.81	2,613.60	46	1999	3.26	8.92	2,828.28
16	1958	10.10	16.73	5,769.90	47	2000	8.91	14.57	3,256.80
17	1959	8.45	15.08	3,953.37	48	2001	3.14	8.80	639.05
18	1960	7.69	14.32	3,231.84	49	2002	8.32	13.98	3,149.86
19	1961	7.54	14.17	3,098.02	50	2003	6.57	12.23	2,061.78
20	1963	7.73	14.36	2,557.36	51	2004	7.78	13.44	3,429.92
21	1964	7.55	14.18	5,028.96	52	2005	7.10	12.76	2,824.02
22	1967	4.50	11.13	1,124.86	53	2006	7.93	13.59	5,146.51
23	1969	6.88	13.51	3,843.09	54	2007	6.59	12.25	2,751.06
24	1970	7.50	14.13	4,933.18	55	2008	5.43	11.09	1,916.56
25	1971	8.78	15.41	2,356.28	56	2009	6.33	11.99	2,687.87
26	1972	6.86	13.49	1,438.42	57	2010	5.32	10.98	2,055.52
27	1973	6.42	13.05	1,665.05	58	2011	6.20	11.86	4,253.26
28	1974	7.52	14.15	1,921.53	59	2012	5.50	11.16	3,417.77
29	1975	6.78	13.41	1,749.41	60	2013	2.32	7.98	1,320.38
30	1976	5.80	12.43	1,518.69	61	2014	3.68	9.34	683.51
31	1977	7.35	13.98	1,882.13					

규암 지점에서는 1925년부터 2014년까지 65개년의 시자료를 수집하여 분석하였다. 규암 지점 분석 시에는 자동유량자료를 이용하였다. 총 63개년의 자료 중 1995년도에 발생한 태풍 '제니스'의 영향으로 최고 홍수위 10.12m(EL. 10.88m)가 기록되었으며, 2014년은 수위 1.50m(EL. 2.26m)로 낮은 수위를 기록하였다.

<표 2.4-91> 규암 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (m^3/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (m^3/s)
1	1925	5.17	6.30	-	34	1980	6.46	7.59	4,052.69
2	1926	6.08	7.21	-	35	1981	5.10	6.23	2,213.34
3	1930	5.58	6.71	-	36	1982	4.40	7.16	1,764.53
4	1931	5.45	6.58	-	37	1984	6.65	9.41	4,316.15
5	1932	4.79	5.92	-	38	1985	7.00	9.76	4,841.77
6	1933	5.54	6.67	-	39	1986	5.00	7.76	3,435.92
7	1934	7.77	8.90	-	40	1987	8.09	10.85	8,789.95
8	1936	6.94	8.07	-	41	1988	3.90	6.66	2,214.99
9	1937	5.26	6.39	-	42	1990	5.03	7.79	3,117.90
10	1940	6.18	7.31	-	43	1992	6.59	7.35	3,268.47
11	1952	4.24	5.37	-	44	1993	6.04	6.80	2,680.76
12	1954	5.53	6.66	-	45	1994	7.76	8.52	3,528.40
13	1955	5.47	6.60	-	46	1995	10.12	10.88	7,907.21
14	1956	5.67	6.80	-	47	1996	5.56	6.32	2,171.92
15	1957	5.40	6.53	-	48	1997	7.52	8.28	4,431.21
16	1958	8.18	9.31	14,387.75	49	1998	7.85	8.61	4,948.23
17	1959	7.34	8.47	11,574.77	50	1999	5.84	6.60	3,138.03
18	1960	6.63	7.76	9,435.51	51	2000	8.18	8.94	4,807.77
19	1961	6.62	7.75	8,026.85	52	2001	2.95	3.71	1,304.29
20	1963	6.84	7.97	8,568.26	53	2002	7.57	8.33	3,634.89
21	1964	6.50	7.63	2,845.08	54	2003	6.40	7.16	4,044.06
22	1967	4.01	5.14	1,297.00	55	2004	6.90	7.66	4,469.94
23	1968	5.47	6.60	4,154.69	56	2005	6.54	7.30	4,048.96
24	1969	8.82	9.95	10,103.09	57	2006	7.01	7.77	5,351.19
25	1970	6.33	7.46	5,451.22	58	2007	5.78	6.54	3,596.92
26	1971	8.00	9.13	7,122.20	59	2008	3.72	4.48	1,924.86
27	1972	5.66	6.79	2,882.03	60	2009	5.11	5.87	3,001.16
28	1973	4.99	6.12	2,095.52	61	2010	4.59	5.35	2,573.03
29	1974	6.36	7.49	3,891.64	62	2011	6.68	7.44	5,467.64
30	1975	5.16	6.29	2,279.43	63	2012	5.16	5.92	3,219.27
31	1976	4.58	5.71	1,693.26	64	2013	2.26	3.02	1,408.70
32	1977	5.59	6.72	2,791.94	65	2014	1.50	2.26	870.79
33	1979	5.63	6.76	2,843.18					

강경 지점에서는 1930년 이후 40개년의 시자료를 수집하여 홍수위와 홍수량을 분석하였다. 1958년도 최대 홍수위 9.86m(EL. 7.78m), 1998년 최대 홍수량 7,785.78㎥/s으로 확인되었으며, 2014년은 39위에 비교적 낮은 수위를 기록하였다.

<표 2.4-92> 강경 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)
1	1930	5.68	3.60	-	21	1995	5.57	4.67	2,949.83
2	1931	5.44	3.36	-	22	1996	4.72	3.75	1,970.33
3	1934	7.19	5.11	-	23	1997	6.40	5.47	4,541.81
4	1935	4.40	2.32	-	24	1998	7.16	6.23	7,785.78
5	1936	6.18	4.10	-	25	1999	5.39	4.46	3,587.42
6	1937	4.50	2.42	-	26	2000	7.29	6.36	7,592.16
7	1940	5.96	3.88	-	27	2001	4.32	3.39	2,250.71
8	1958	9.86	7.78	-	28	2002	7.00	6.07	6,938.64
9	1961	6.00	3.92	-	29	2003	6.15	5.22	4,858.07
10	1963	5.80	3.72	-	30	2004	6.43	5.50	5,791.63
11	1964	5.22	3.14	-	31	2005	5.99	5.06	4,862.95
12	1965	5.83	3.75	-	32	2006	6.53	5.60	5,755.78
13	1971	6.10	4.02	-	33	2007	5.52	4.59	3,867.69
14	1973	5.03	2.95	-	34	2008	3.80	2.87	2,079.19
15	1984	6.05	5.08	-	35	2009	4.89	3.96	3,126.71
16	1985	6.08	5.11	-	36	2010	4.76	3.83	2,986.63
17	1986	5.40	4.43	-	37	2011	6.79	5.86	5,698.61
18	1987	8.70	7.73	-	38	2012	5.69	4.76	4,085.90
19	1993	5.10	4.13	2,375.02	39	2013	3.47	2.54	1,815.94
20	1994	4.32	3.35	1,598.16	40	2014	3.35	2.42	1,548.18

원평 지점에서는 1936년부터 2014년까지의 26개년의 시자료를 수집하여 홍수위와 홍수량을 분석하였다. 1998년도 최대 홍수위 5.32m(EL. 10.98m), 최대 홍수량 926.01㎥/s로 확인되었으며, 2014년은 24위에 비교적 낮은 수위를 기록하였다.

<표 2.4-93> 원평 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)
1	1936	4.27	9.93	-	14	2002	4.11	9.67	852.28
2	1937	3.14	8.80	-	15	2003	3.76	9.32	697.84
3	1958	4.64	10.30	-	16	2004	2.49	8.05	275.94
4	1940	4.35	10.01	2,977.91	17	2005	3.83	9.39	698.84
5	1959	3.36	9.02	-	18	2006	1.78	7.43	409.42
6	1981	2.00	7.66	76.92	19	2007	1.21	6.86	235.52
7	1988	0.70	6.36	3.23	20	2008	2.48	7.13	279.20
8	1992	4.89	10.55	807.44	21	2009	1.82	6.47	129.37
9	1993	2.71	8.37	189.56	22	2010	3.52	8.17	584.79
10	1998	5.32	10.98	926.01	23	2011	3.91	8.56	719.46
11	1999	4.31	9.87	314.03	24	2012	3.91	8.56	719.46
12	2000	4.96	10.52	704.47	25	2013	2.22	6.87	217.55
13	2001	2.84	8.40	300.21	26	2014	2.06	6.71	182.08

대천 지점에서는 1983년부터 2014년까지 총 23개년의 시자료를 수집하여 분석하였다. 자료기간 동안 홍수위, 홍수량 최대값은 2005년 태풍 '나비'의 영향으로 인해 EL 10.56m, 4,304.32㎥/s로 조사되었으며, 최소값은 2001년 EL 6.09m, 222.00㎥/s로 나타났다.

<표 2.4-94> 대천 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)
1	1983	3.65	7.87	-	13	2004	6.05	8.91	1,601.00
2	1984	4.95	9.17	-	14	2005	7.70	10.56	4,304.32
3	1985	4.75	8.97	-	15	2006	4.98	7.84	803.96
4	1986	4.15	8.37	-	16	2007	5.24	8.10	1,366.13
5	1987	5.13	9.35	-	17	2008	3.80	6.66	533.76
6	1988	0.77	4.99	-	18	2009	7.03	9.89	3,227.18
7	1990	3.02	7.24	-	19	2010	5.84	8.70	1,872.22
8	1991	1.56	5.78	-	20	2011	7.28	10.14	3,326.62
9	2000	5.17	9.50	1,369.00	21	2012	4.21	7.14	841.90
10	2001	1.88	6.09	222.00	22	2013	4.14	7.07	751.00
11	2002	3.70	7.91	740.00	23	2014	4.30	7.23	982.44
12	2003	4.95	7.81	1,081.00					

신태인 지점에서는 1985년부터 2014년까지 총 19개년의 시자료를 수집하여 분석하였다. 자료기간 동안 홍수위, 홍수량 최대값은 2011년 태풍 '무이파'의 영향으로 인해 EL 9.53m, 1,268.18㎥/s로 조사되었으며, 최소값은 1990년 EL 6.10m, 2003년 282.00㎥/s로 나타났다.

<표 2.4-95> 신태인 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)
1	1985	4.79	8.97	-	11	2006	4.44	6.70	429.58
2	1988	2.38	6.56	-	12	2007	5.14	7.40	464.51
3	1990	1.92	6.10	-	13	2008	2.36	4.62	1,088.11
4	1991	3.28	7.46	-	14	2009	5.10	7.36	458.24
5	2000	4.36	6.92	312.00	15	2010	5.47	7.73	517.41
6	2001	3.89	6.15	304.00	16	2011	7.27	9.53	1,268.18
7	2002	4.37	6.63	953.00	17	2012	5.99	8.25	969.68
8	2003	4.52	6.78	282.00	18	2013	4.62	6.87	665.76
9	2004	5.12	7.38	370.00	19	2014	5.67	7.92	900.36
10	2005	5.83	8.09	710.28					

라) 섬진강권역

송정 지점에서는 1984년부터 2014년까지의 시자료를 수집하여 분석하였다. 이 자료기간 동안의 홍수위, 홍수량 최대값은 2010년 EL 22.82m, 8,734.30㎥/s로 분석되었으며, 최소값은 2005년 EL 11.88m, 440.25㎥/s로 나타났다.

<표 2.4-96> 송정 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)
1	1984	12.00	22.11	-	16	2000	12.63	21.03	5,294.71
2	1985	10.86	20.97	-	17	2001	10.72	18.92	3,661.82
3	1986	11.80	21.91	-	18	2002	14.31	22.51	6,322.68
4	1987	6.26	16.37	-	19	2003	10.46	18.66	3,581.71
5	1988	3.64	13.75	-	20	2004	12.21	20.41	5,279.26
6	1990	3.46	13.57	-	21	2005	3.68	11.88	440.25
7	1991	8.64	18.75	-	22	2006	10.39	18.59	4,068.15
8	1992	4.38	14.49	1,028.64	23	2007	13.09	21.29	7,057.82
9	1993	6.39	16.27	1,916.95	24	2008	4.25	12.45	788.63
10	1994	3.84	14.24	927.21	25	2009	12.09	20.29	5,995.40
11	1995	4.74	15.14	1,247.33	26	2010	14.62	22.82	8,734.30
12	1996	6.09	16.49	1,842.12	27	2011	11.83	20.03	5,743.34
13	1997	10.71	21.11	4,350.58	28	2012	9.50	17.70	3,798.56
14	1998	10.63	21.03	5,306.76	29	2013	13.12	21.27	6,857.09
15	1999	8.76	19.16	3,860.16	30	2014	9.60	17.75	3,764.73

구례2 지점에서는 1984년부터 2014년까지의 시자료를 수집하여 분석하였다. 자료기간 동안 홍수위, 홍수량 최대값은 2010년 EL 30.69m, 2002년 7,277.97㎥/s로 분석되었으며, 최소값은 1994년 EL 24.96m, 2008년 777.20㎥/s로 나타났다.

<표 2.4-97> 구례2 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)
1	1984	2.50	25.50	-	16	2000	5.26	28.17	4,113.16
2	1985	5.40	28.40	-	17	2001	4.97	27.88	3,564.53
3	1986	5.98	28.98	-	18	2002	6.96	29.87	7,277.97
4	1987	6.24	29.24	-	19	2003	4.82	27.73	3,277.09
5	1988	2.32	25.32	-	20	2004	6.21	29.12	5,366.73
6	1990	2.84	25.84	-	21	2005	3.68	26.59	1,714.37
7	1991	3.76	26.76	-	22	2006	4.37	27.28	2,425.68
8	1992	2.78	25.78	1,187.51	23	2007	6.73	29.64	4,985.28
9	1993	3.86	26.92	1,941.11	24	2008	2.63	25.54	777.20
10	1994	1.88	24.96	-	25	2009	5.82	28.73	3,634.59
11	1995	3.16	26.24	1,419.62	26	2010	7.78	30.69	6,336.69
12	1996	3.46	26.54	1,741.97	27	2011	6.09	29.00	3,966.63
13	1997	6.14	29.03	4,899.18	28	2012	4.92	27.83	2,631.65
14	1998	5.85	28.76	5,080.19	29	2013	6.86	29.80	4,983.37
15	1999	5.03	27.94	3,721.63	30	2014	5.02	27.96	2,735.73

하동2 지점에서는 1990년부터 2014년까지의 시자료를 수집하여 분석하였다. 자료기간 동안 홍수위, 홍수량 최대값은 2002년 EL 6.22m, 2002년 8,008.00㎥/s로 분석되었으며, 최소값은 1999년 EL 3.55m, 1992년 1,781.50㎥/s로 나타났다. 2013년은 낙뢰에 의한 결측이 발생한 관계로 분석에서 제외하였다.

<표 2.4-98> 하동2 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)
1	1990	4.52	3.42	-	13	2002	8.38	6.22	8,008.0
2	1991	4.91	3.81	-	14	2003	6.46	4.30	4,677.4
3	1992	4.34	3.24	1,781.5	15	2004	6.79	4.63	5,200.0
4	1993	4.94	3.84	2,105.7	16	2005	4.57	2.41	1,900.9
5	1994	4.01	2.71	2,477.4	17	2006	6.41	4.25	4,142.2
6	1995	3.87	2.57	2,325.0	18	2007	7.08	4.92	5,332.5
7	1996	4.12	2.82	2,600.5	19	2008	4.52	2.36	3,186.4
8	1997	5.60	4.30	8,369.4	20	2009	7.23	5.07	5,684.9
9	1998	5.42	4.12	5,998.1	21	2010	7.78	5.62	6,747.6
10	1999	3.83	3.55	3,423.4	22	2011	7.16	5.00	5,599.2
11	2000	5.11	4.83	5,986.0	23	2012	5.91	3.75	4,230.9
12	2001	3.96	3.68	3,553.3	24	2014	4.63	2.47	3,446.8

마) 영산강권역

마륵 지점에서는 1983년부터 2014년까지의 시자료를 수집하여 분석하였다. 자료기간 동안 홍수위, 홍수량 최대값은 2004년 EL 15.14m, 2009년 2,214.58㎥/s로 분석되었으며, 최소값은 2014년 EL 9.22m, 2005년 426.64㎥/s로 나타났다.

<표 2.4-99> 마륵 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)
1	1983	2.60	10.26	-	15	2001	4.56	12.22	664.00
2	1985	4.40	12.06	-	16	2002	5.84	13.50	969.00
3	1986	4.18	11.84	-	17	2003	5.47	13.13	871.00
4	1987	5.95	13.61	-	18	2004	7.48	15.14	2,145.00
5	1988	1.93	9.59	-	19	2005	3.63	11.29	426.64
6	1990	2.01	9.67	-	20	2006	3.98	11.64	508.45
7	1993	3.89	11.55	-	21	2007	4.39	12.05	793.97
8	1994	6.10	13.76	1,284.00	22	2008	3.63	11.29	533.43
9	1995	2.92	10.58	1,284.00	23	2009	5.41	13.07	2,214.58
10	1996	3.92	11.58	1,027.00	24	2010	5.62	13.28	1,496.66
11	1997	6.42	14.08	1,465.00	25	2011	2.64	10.30	1,021.79
12	1998	6.42	14.08	1,465.00	26	2012	2.80	10.46	1,106.67
13	1999	5.08	12.74	934.00	27	2013	4.03	11.73	1,599.70
14	2000	4.91	12.57	783.00	28	2014	1.52	9.22	1191.02

선암 지점에서는 1996년부터 2014년까지의 시자료를 수집하여 분석하였다. 자료기간 동안 홍수위, 홍수량 최대값은 2013년 EL 15.35m, 2010년 1,440.63㎥/s로 분석되었으며, 최소값은 2008년 EL 12.12m, 299.85㎥/s로 나타났다.

<표 2.4-100> 선암 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)
1	1996	3.49	13.42	-	11	2006	3.58	13.51	676.20
2	1997	4.06	13.99	1,065.00	12	2007	3.18	13.11	711.38
3	1998	4.06	13.99	-	13	2008	2.19	12.12	299.85
4	1999	3.15	13.08	626.00	14	2009	3.40	13.33	790.97
5	2000	3.27	13.20	585.00	15	2010	4.50	14.43	1,440.63
6	2001	2.87	12.80	-	16	2011	3.39	13.32	694.64
7	2002	3.45	13.38	648.00	17	2012	4.51	14.44	1,342.00
8	2003	3.54	13.47	680.00	18	2013	5.30	15.35	1,211.83
9	2004	4.09	14.02	927.00	19	2014	4.57	14.62	816.13
10	2005	3.05	12.98	512.49					

남평 지점에서는 1983년부터 2014년까지의 시자료를 수집하여 분석하였다. 자료기간 동안 홍수위, 홍수량 최대값은 2004년 EL 18.29m, 3,406.00㎥/s로 분석되었으며, 최소값은 1988년 EL 13.27m, 2005년 292.24㎥/s로 나타났다.

<표 2.4-101> 남평 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)
1	1983	2.27	14.53	-	15	2002	4.24	16.26	2,536.00
2	1985	3.90	16.16	-	16	2003	3.11	15.13	892.00
3	1987	1.18	13.44	-	17	2004	6.27	18.29	3,406.00
4	1988	1.01	13.27	-	18	2005	1.96	13.98	292.24
5	1990	1.86	13.82	-	19	2006	3.11	15.13	901.55
6	1993	2.74	15.00	978.00	20	2007	3.87	15.89	1,406.96
7	1994	1.70	13.97	-	21	2008	1.99	14.01	305.53
8	1995	2.10	14.37	852.00	22	2009	4.50	16.52	1,878.05
9	1996	1.87	14.14	-	23	2010	3.37	15.39	1,066.53
10	1997	2.33	14.60	721.00	24	2011	3.51	15.53	1,196.32
11	1998	3.46	15.73	-	25	2012	4.20	16.22	1,670.83
12	1999	2.65	14.92	1,062.00	26	2013	3.19	15.34	992.70
13	2000	2.90	14.92	1,223.00	27	2014	4.54	16.69	1,920.35
14	2001	2.84	14.86	3,013.00					

나주 지점에서는 1983년부터 2014년까지의 시자료를 수집하여 분석하였다. 자료기간 동안 홍수위, 홍수량 최대값은 1989년 EL 11.93m, 2004년 7,738.00㎥/s로 분석되었으며, 최소값은 2011년 EL 4.04m, 2008년 784.36㎥/s로 나타났다.

<표 2.4-102> 나주 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)
1	1983	5.58	6.95	-	16	2000	6.71	8.02	2,332.00
2	1984	6.41	7.78	-	17	2002	7.26	8.57	2,703.00
3	1985	7.76	9.13	-	18	2003	5.96	7.27	2,359.00
4	1986	8.10	9.47	-	19	2004	10.16	11.47	7,738.00
5	1987	7.63	9.00	-	20	2005	4.05	5.36	1,247.95
6	1988	5.07	6.44	-	21	2006	5.59	6.90	2,667.34
7	1989	10.56	11.93	-	22	2007	6.67	7.98	2,238.28
8	1990	6.40	7.77	-	23	2008	3.17	4.48	784.36
9	1993	5.81	7.18	1,201.00	24	2009	8.27	9.58	2,921.16
10	1994	3.63	4.94	4,728.00	25	2010	7.01	8.32	1,996.45
11	1995	4.10	5.41	4,728.00	26	2011	2.73	4.04	1,456.21
12	1996	5.53	6.84	1,924.00	27	2012	5.66	6.97	3,111.01
13	1997	7.66	8.97	5,609.00	28	2013	6.47	7.79	4,425.89
14	1998	8.75	10.06	6,778.00	29	2014	5.86	7.18	3,497.41
15	1999	6.93	8.24	2,486.00					

연산 지점에서는 2000년부터 2014년까지의 시자료를 수집하여 분석하였다. 자료기간 동안 홍수위, 홍수량 최대값은 2002년 EL 17.87m, 647.00㎥/s로 분석되었으며, 최소값은 2008년 EL. 16.53m, 2013년 72.78㎥/s 로 나타났다.

<표 2.4-103> 연산 지점 첨두홍수위, 첨두홍수량 분석

No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)	No.	연도	수위 h(m)	EL. m	홍수량 (㎥/s)
1	2000	1.63	17.46	367.00	9	2008	0.70	16.53	123.53
2	2001	2.10	17.93	-	10	2009	1.51	17.34	288.30
3	2002	2.04	17.87	647.00	11	2010	1.49	17.32	282.42
4	2003	1.46	17.29	284.00	12	2011	1.30	17.13	229.16
5	2004	2.12	17.95	404.00	13	2012	1.57	17.40	305.71
6	2005	1.11	16.94	121.21	14	2013	0.72	16.69	72.78
7	2006	1.51	17.34	345.76	15	2014	1.74	17.71	368.75
8	2007	1.79	17.62	458.45					

바) 2014년 첨두홍수위 및 첨두홍수량 순위 평가

2014년 첨두홍수위와 첨두홍수량의 평가를 위해 각 권역별 홍수예보지점의 수위 및 유량자료를 이용하였다. 2014년 첨두홍수위와 첨두홍수량의 역대 순위를 〈표 2.4-104〉, 〈표 2.4-105〉에서 살펴보면 금강, 영산강 일부 지점을 제외하고는 전체적으로 낮은 순위를 보였다. 이는 남부·중부지방에서 평년보다 8일~9일 장마가 늦게 시작되었고, 제주도를 제외한 전국에서 평년대비 강수량이 40% 내외로 적은 데에 있다.

이와 같이 2014년 강우분포는 지역적으로 큰 차이를 보였으며, 장마 기간 이후 발생한 태풍도 한반도에 영향이 미미해짐에 따라 평년에 비해 적은 강수량을 기록하였다. 이에 따라 낙동강권역의 포항·울산 지점은 적은 강수량과 조석 영향으로 인하여 홍수위와 홍수량의 기간에서 차이를 보여 주었다. 낙동강권역의 동촌지점은 2014년도 유량측정이 실시되지 않아 홍수량 산정에서 제외되었다.

<표 2.4-104> 주요지점 2014년도 첨두홍수위 역대순위

권역	하천명	지점명	발생일시	수위	EL.m	역대순위
한 강	한강	영월	2014.08.11 12:00	2.43	185.64	41
	한강	여주	2014.10.22 20:00	1.11	33.64	73
	왕숙천	퇴계원	2014.08.21 12:00	1.06	23.41	19
	탄천	성남	2014.08.21 11:00	4.73	14.29	15
	중랑천	중랑교	2014.07.25 04:00	1.67	10.84	24
	한강	한강대교	2014.08.12 10:00	2.53	4.60	71
	한탄강	전곡	2014.07.25 13:00	1.13	20.94	16
	임진강	적성	2014.07.25 16:00	0.62	8.05	15
	안성천	평택	2014.07.18 11:00	4.78	4.91	17
	진위천	동연교	2014.08.21 16:00	4.47	4.19	21
낙동강	낙동강	낙동	2014.08.19 08:00	0.33	33.466	72
	낙동강	왜관	2014.08.21 05:00	1.28	20.369	64
	낙동강	현풍	2014.08.18 22:00	4.95	13.364	60
	낙동강	진동	2014.08.19 06:00	5.13	6.912	64
	낙동강	삼랑진	2014.08.19 08:00	4.76	3.794	62
	낙동강	구포	2014.08.19 17:00	3.04	1.661	42
	금호강	동촌	2014.08.21 12:00	4.38	29.315	40
	형산강	안강	2014.08.18 21:00	4.76	5.399	22
	형산강	포항	2014.08.18 22:00	1.83	0.736	24
	태화강	울산	2014.08.18 16:00	2.96	1.884	17
금 강	금강	강경	2014.06.03 20:00	3.33	2.40	39
	금강	규암	2014.06.03 21:00	1.49	2.25	65
	금강	공주	2014.09.24 16:00	3.67	9.33	56
	미호천	석화	2014.07.18 17:00	3.19	22.97	42
	무한천	원평	2014.01.16 15:00	2.06	6.71	24
	갑천	유성	2014.08.25 14:00	2.73	42.08	8
	갑천	회덕	2014.07.18 10:00	2.43	33.62	18
	만경강	대천	2014.08.18 10:00	4.30	7.23	13
	동진강	신태인	2014.08.18 10:00	5.66	7.91	4
섬진강	섬진강	송정	2014.08.18 17:00	9.60	17.15	17
	섬진강	구례2	2014.08.18 15:00	4.97	27.91	15
	섬진강	하동2	2014.08.03 03:00	4.62	2.46	15
영산강	영산강	마륵	2014.08.18 13:00	1.52	9.22	28
	황룡강	선암	2014.08.18 11:00	4.57	14.62	2
	지석천	남평	2014.07.19 11:00	4.51	16.66	2
	영산강	나주	2014.07.19 12:00	5.85	7.17	18
	탐진강	연산	2014.08.02 18:00	1.73	17.70	5

<표 2.4-105> 주요지점 2014년도 첨두홍수량 역대순위

권역	하천명	지점명	발생일시	홍수량	역대순위
한 강	한강	영월	2014.08.11 12:00	878.44	24
	한강	여주	2014.10.22 09:00	816.56	46
	왕숙천	퇴계원	2014.08.21 12:00	232.20	25
	탄천	성남	2014.08.21 11:00	579.90	16
	중랑천	중랑교	2014.07.25 04:00	122.30	19
	한강	한강대교	2014.08.22 04:00	2,357.37	60
	한탄강	전곡	2014.07.25 13:00	206.21	14
	임진강	적성	2014.07.25 16:00	265.58	15
	안성천	평택	2014.07.18 11:00	717.70	9
	진위천	동연교	2014.08.21 16:00	574.46	16
낙동강	낙동강	낙동	2014.08.19 07:00	2138.50	51
	낙동강	왜관	2014.08.19 11:00	2519.97	45
	낙동강	현풍	2014.08.18 16:00	3461.10	42
	낙동강	진동	2014.08.19 06:00	5235.01	35
	낙동강	삼랑진	2014.08.19 08:00	5912.38	23
	낙동강	구포	2014.08.19 07:00	6615.67	14
	금호강	동촌	미측정		
	형산강	안강	2014.08.18 21:00	1480.36	10
	형산강	포항	2014.08.18 21:00	1233.18	10
	태화강	울산	2014.08.18 16:00	1125.32	5
금 강	금강	강경	2014.06.03 20:00	1,468.42	22
	금강	규암	2014.06.03 22:00	410.25	50
	금강	공주	2014.09.24 18:00	673.27	45
	미호천	석화	2014.07.18 17:00	387.41	30
	무한천	원평	2014.01.16 15:00	182.08	19
	갑천	유성	2014.08.25 14:00	320.26	9
	갑천	회덕	2014.07.18 10:00	634.04	18
	만경강	대천	2014.08.18 10:00	978.08	9
	동진강	신태인	2014.08.18 08:00	890.72	5
섬진강	섬진강	송정	2014.08.18 17:00	3,764.73	14
	섬진강	구례2	2014.08.18 15:00	2,683.45	14
	섬진강	하동2	2014.08.18 19:00	3,281.18	14
영산강	영산강	마륵	2014.07.19 11:00	1,166.36	9
	황룡강	선암	2014.08.18 11:00	816.13	6
	지석천	남평	2014.07.19 11:00	1,897.95	4
	영산강	나주	2014.07.19 12:00	3,390.72	7
	탐진강	연산	2014.08.02 18:00	363.66	4

라. 홍수사상의 선정

1) 홍수사상의 선정을 위한 대상지점 현황

홍수사상은 5개 권역의 37개 홍수예보지점에서 선정하였으며, 관측소 현황 및 자료 현황은 〈표 2.4-106〉과 같다. 자료의 안정성과 연속성을 고려하여 2004년부터 2014년까지의 시자료를 이용하였다. 조석 및 하구둑 배수영향을 받는 지점은 각각 4개소와 7개소이다. 또한, 2010년~2011년까지 실시된 '4대강살리기사업'의 영향과 다기능보 조작으로 일부 지점에서 수위변동이 발생하였다.

<표 2.4-106> 대상지점 현황

권 역	지 점	자료기간/현황	특이사항
한 강 (10개소)	영월	2004년~2014년 / 시자료	
	여주		강천보(상류), 여주보(하류)
	퇴계원		
	성남		
	중랑교		
	한강대교		조석 영향
	전곡		
	적성		
	평택		본류 배수 영향
	동연교		본류 배수 영향
낙동강 (10개소)	낙동	2004년~2014년 / 시자료	낙단보(상류), 구미보(하류)
	왜관		칠곡보(상류), 강정고령보(하류)
	현풍		달성보(상류), 합천·청녕보(하류)
	진동		합천·창녕보(상류), 창녕·함안보(하류)
	삼랑진		하구둑 배수 영향
	구포		하구둑 배수 영향
	동촌		2011년 이후부터 라바보(하류)에 의한 수위변동 발생
	안강		
	포항		조석 영향
	울산		조석 영향
금 강 (9개소)	석화	2004년~2014년 / 시자료	
	유성		
	회덕		
	공주		세종보(상류), 공주보(하류)
	규암		하구둑 배수 영향
	강경		하구둑 배수 영향
	원평		수위관측소 상류 예당저수지 방류량의 영향 발생
	대천		
	신태인		동천 재수문(상류)
섬진강 (3개소)	송정	2004년~2014년 / 시자료	
	구례2		
	하동2		조석 영향
영산강 (5개소)	마륵	2004년~2014년 / 시자료	승촌보(하류)
	선암		
	남평		
	나주		승촌보(상류), 죽산보(하류)
	연산		가동보 영향(상류)

2) 홍수사상의 선정

하천법 시행규칙 제23조(홍수예보의 발령 등)에 따르면, 우리나라에서는 하천의 홍수위를 주의보수위, 경보수위로 분류하고 있다. 주의보수위는 수위가 더 이상 상승하면 제방, 수문, 교량 등에 대한 경계가 필요한 수위로서 홍수예보지점에 계획홍수량의 100분의 50에 해당하는 유량이 흐를 때의 수위를 말한다. 경보수위는 주의보수위를 초과하여 제방, 수문, 교량 등의 붕괴위험이 예상되는 수위로서 홍수예보지점에 계획홍수량의 100분의 70에 해당하는 유량이 흐를 때의 수위를 말한다.

다양한 목적의 수문분석에 이용될 수 있도록 홍수사상을 선정하여야 한다. 홍수사상을 선정하는 방법은 수위나 유량자료를 이용하거나 강수량으로부터 호우사상을 선정하여 이에 대응하는 홍수사상을 분류하는 등의 방법이 있다. 하지만 주의보수위, 경보수위는 예보지점을 중심으로 이루어져있고, 호우사상은 강우의 지역적 분포와 진행 방향에 따라 홍수사상과 반드시 일대일 대응을 하는 것은 아니므로 사용 시 주의가 필요하다. 따라서 본 과업에서는 다양한 목적의 자료 활용을 위해 매년 지점별로 2개~3개 이상의 사상이 선정되도록 기준을 설정하였다. 이를 위해 지속성 있는 일수위 자료를 이용하여 1년 단위로 오름차순 정리한 후 그 해에 95%와 50%에 해당하는 수위를 선정하였다. 이에 따라 매년 적게는 2개~3개, 많게는 12개~13개의 사상이 선정되어 95%에 해당하는 수위가 적절하다는 것을 알 수 있었다. 또한, 홍수 전후 상황을 적절히 판단할 수 있도록 95%를 초과하는 수위를 첨두 수위로 선정하고, 50% 이하의 전후 수위를 통해 사상의 기점과 종점으로 사용하였다.

각 지점별로 전 기간에 대한 홍수사상의 수집은 과거자료의 안정성과 수집·정리에 필요한 시간이 소요됨에 따라 자료가 안정적인 2004년부터 2014년까지 '주요지점 장기 수문자료 검증 및 평가연구(2011.12)' 및 '유량조사사업단(자동유량측정자료)'의 자료를 통해 총 11년간의 자료를 4대강 홍수예보지점별로 정리하였다. 〈표 2.4-107〉은 정리된 자료의 예시로 낙동강권역 진동 지점의 2009년부터 2014년까지의 시수위자료를 분석하여 홍수사상을 선정한 결과이다. 표에서 '홍수사상 번호'는 연도별 홍수사상의 크기등급을 나타내는 것으로서 1열-7열은 관측소 코드(DM. No)이며, 8열-9열은 해당연도, 10열-11열은 그 해의 첨두수위 크기 순서에 따른 번호이다. 또한, 2010년부터 실시된 '4대강살리기사업'의 영향과 부분 수위 결측 등으로 인한 구간은 '비고'란에 간략히 기록하였다.

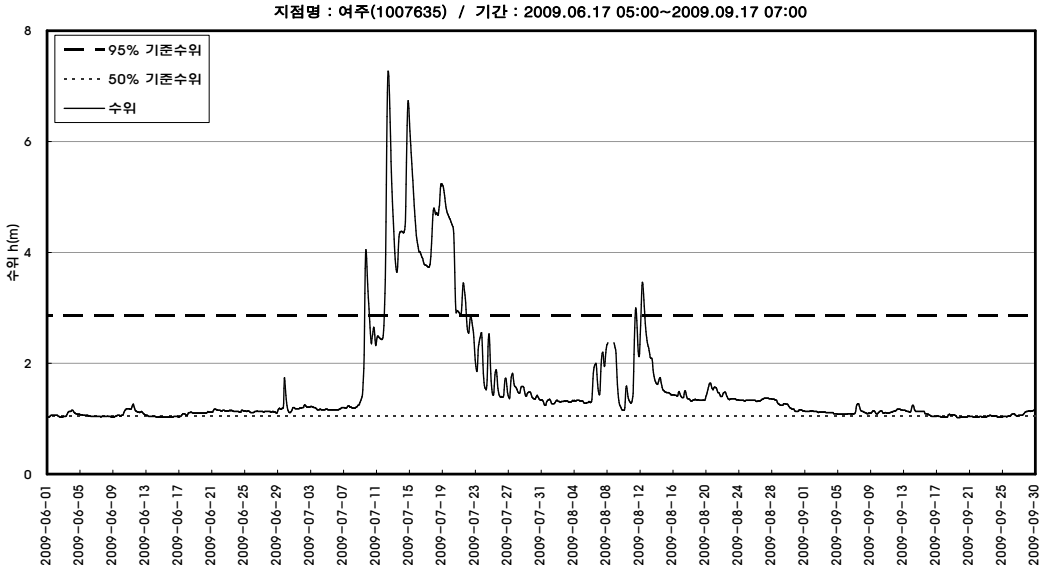
〈표 2.4-107〉에서 알 수 있는 바와 같이 2009년 진동 지점에서 선정된 홍수사상은 총 5개이다. 50% 및 95% 기준수위는 -0.53m, 1.60m이며, 홍수사상의 기점일은 2009년 6월 21일 23시이며 종점일은 10월 17일 11시로 같은 시점과 종점을 갖는다. 2009년의 가장 큰 홍수사상은 7월 17일 00시에 발생한 7.01m이며, 기점일로부터 세 번째 첨두치임을 알 수 있다.

<표 2.4-107> 진동 지점의 2009년~2014년 홍수사상

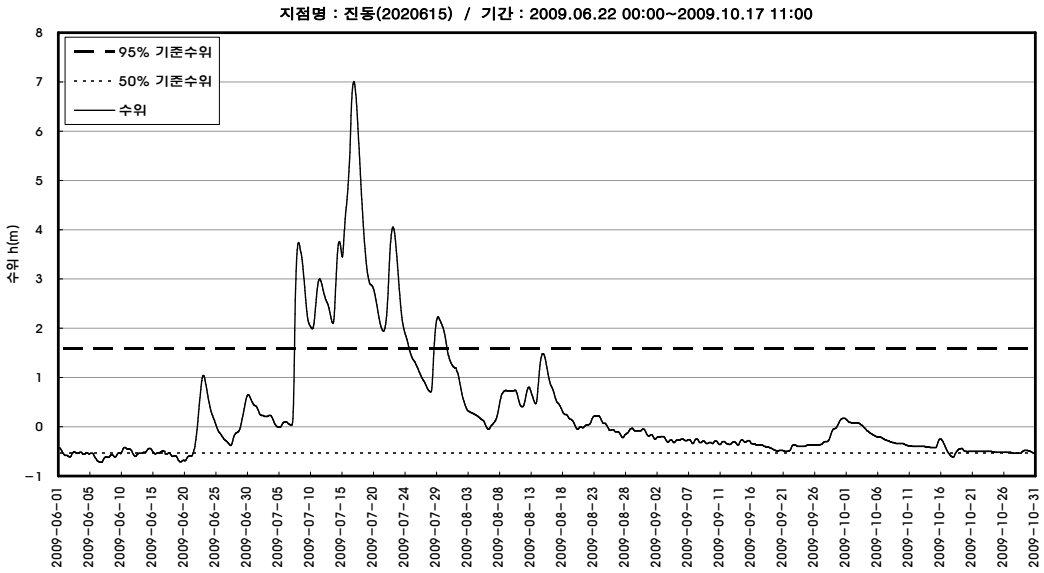
지점	홍수사상 번호	홍수사상 기점		첨두		홍수사상 종점		기준수위		비고
		발생일시	수위	발생일시	수위	발생일시	수위	50%	95%	
진동	20206150903	09-06-21 23:00	-0.54	09-07-08 09:00	3.74	09-10-17 11:00	-0.53	-0.53	1.60	
	20206150904	09-06-21 23:00	-0.54	09-07-11 15:00	3.00	09-10-17 11:00	-0.53	-0.53	1.60	
	20206150901	09-06-21 23:00	-0.54	09-07-17 00:00	7.01	09-10-17 11:00	-0.53	-0.53	1.60	
	20206150902	09-06-21 23:00	-0.54	09-07-23 01:00	4.05	09-10-17 11:00	-0.53	-0.53	1.60	
	20206150905	09-06-21 23:00	-0.54	09-07-30 01:00	2.23	09-10-17 11:00	-0.53	-0.53	1.60	
	20206151008	10-05-18 22:00	0.03	10-05-25 23:00	2.13	10-06-10 13:00	0.03	0.03	2.05	4대강공사
	20206151007	10-07-11 15:00	0.03	10-07-12 15:00	2.25	10-08-02 16:00	0.03	0.03	2.05	
	20206151003	10-07-11 15:00	0.03	10-07-17 19:00	4.56	10-08-02 16:00	0.03	0.03	2.05	
	20206151002	10-08-09 12:00	0.03	10-08-12 04:00	5.26	10-09-30 05:00	0.03	0.03	2.05	
	20206151001	10-08-09 12:00	0.03	10-08-18 01:00	6.89	10-09-30 05:00	0.03	0.03	2.05	
	20206151006	10-08-09 12:00	0.03	10-09-03 05:00	2.61	10-09-30 05:00	0.03	0.03	2.05	
	20206151004	10-08-09 12:00	0.03	10-09-08 01:00	4.41	10-09-30 05:00	0.03	0.03	2.05	
	20206151005	10-08-09 12:00	0.03	10-09-13 12:00	3.36	10-09-30 05:00	0.03	0.03	2.05	
	20206151102	11-06-21 03:00	-0.29	11-06-26 23:00	5.21	11-08-27 19:00	-0.28	-0.29	2.88	4대강공사
	20206151101	11-06-21 03:00	-0.29	11-07-11 00:00	8.66	11-08-27 19:00	-0.28	-0.29	2.88	
	20206151105	11-06-21 03:00	-0.29	11-08-02 22:00	2.90	11-08-27 19:00	-0.28	-0.29	2.88	
	20206151104	11-06-21 03:00	-0.29	11-08-08 22:00	3.36	11-08-27 19:00	-0.28	-0.29	2.88	
	20206151103	11-06-21 03:00	-0.29	11-08-11 13:00	4.06	11-08-27 19:00	-0.28	-0.29	2.88	
	20206151202	12-07-22 23:00	2.68	12-08-24 00:00	5.75	12-08-27 21:00	2.68	2.69	3.64	다기능보
	20206151201	12-08-27 21:00	2.68	12-09-18 06:00	9.42	12-09-26 02:00	2.68	2.69	3.64	
	20206151302	13-06-14 18:00	2.90	13-06-19 20:00	3.92	13-07-12 12:00	2.88	2.90	3.35	
	20206151301	13-06-14 18:00	2.90	13-07-06 06:00	5.11	13-07-12 12:00	2.88	2.90	3.35	
	20206151401	14-05-28 21:00	2.69	14-08-19 06:00	5.13	14-11-01 04:00	2.70	2.70	3.33	

홍수사상 선정을 통한 결과는 〈그림 2.4-83〉과 같다. 〈그림 2.4-83〉은 각 권역별 예시 자료를 나타낸 것으로 자료 선정 기간은 우리나라의 강우특성을 반영하여 장마와 태풍이 집중되는 6월에서 9월까지로 하였다. 10월에 태풍이 발생할 경우 자료 기간을 연장하여 나타내었다.

전국 4대강 홍수예보지점을 통해 각 연도별 95%와 50%의 기준수위를 정하여 홍수사상을 분석하였다. 총 37개의 수위관측소에 대한 결과는 분량이 많아 부록에 수록하였다.

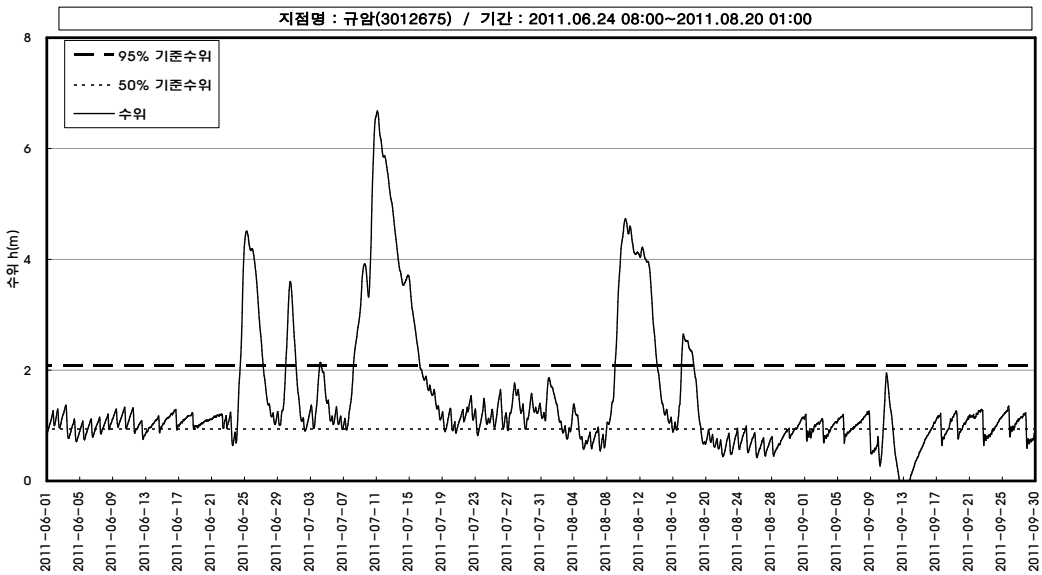


(1) 여주 지점(한강 권역)

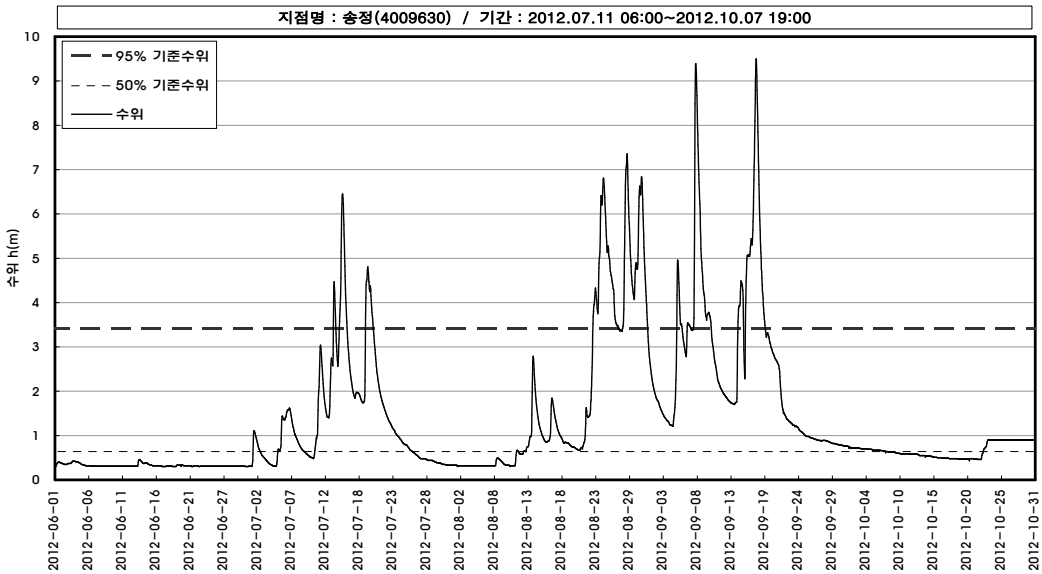


(2) 진동 지점(낙동강 권역)

<그림 2.4-83> 홍수사상 특성



(3) 규암 지점(금강 권역)



(4) 송정 지점(영산강 권역)

<그림 2.4-83> 홍수사상 특성(계속)

2.4.6 유사량 특성 분석

가. 유사량 측정 개요

그간 유사량 측정 이력은 유역조사와 IHP 사업, 관련 연구사업 등에서 찾아 볼 수 있다. 유사량 측정은 1960년대부터 연구 및 조사 목적으로 전국 유역조사사업과 IHP 사업으로 시작되었고, 1990년대 초에는 한국건설기술연구원에서 연구와 조사기술 개발 목적으로 수행되었다. 1990년대 이후로는 하상변동조사연구와 관련하여 기초자료를 수집할 목적으로 실시되었으며, 2000년대에는 전국 유역조사사업이 재 실시되어 유사량 측정이 수행되었다. 그러나 유사량 측정이 극히 제한적인 지점에서 간헐적으로 수행된 관계로 우리나라의 하천 유사량을 대표할 만한 자료는 생산되지 못하였다.

미국 등 여러 선진 외국에서는 오래 전부터 하천 유사 이송 과정에 대한 이론적인 개념과 조사 방법과 기술을 정립하여 유사량을 정기적으로 생산, 축적해 오고 있다. 최근에는 자료의 품질 향상을 위한 제반 기술과 측정장비 개발, 자료처리 및 품질관리 방법 등도 체계화하여 유역관리, 하천관리, 하천시설물 관리, 댐 관리 등에 이용하고 있다.

최근 우리나라에서도 하천 유사량을 정량화하기 위한 연구는 꾸준히 진행되어 오고 있다. 2005년 정부는 선진형 수문정보 인프라 확충과 수문정보의 다양화를 목적으로 “수문조사선진화5개년계획”을 수립하여 유사량이 정기적으로 측정될 수 있는 기틀을 마련하였다. 2010년에는 국가수문관측망에 유사량조사 계획 등을 포함하여 138개소에 달하는 유사량관측망을 구축하였다. 이와 같은 정부의 노력으로 2006년부터 유사량 측정이 정기적으로 수행되어 공인된 자료로 생산되고 있다. 그러나 현재에도 제한된 지점에서 수행되고 있는 점은 개선되어야 할 것으로 판단된다.

본 과업에서는 유사량특성 분석에 활용할 자료의 대상을 한국수문조사연보(국토교통부, 2014)에 수록된 자료로 한정하였다. 이와 같이 자료의 대상을 한정한 이유는 한국수문조사연보(국토교통부, 2014)에 수록된 자료가 국가의 공인을 받은 자료라는 점에 있다.

〈그림 2.4-84〉와 같이 유사량 특성을 분석하기 위해 우선 한국수문조사연보(국토교통부, 2014)에 수록된 측정지점의 정보와 자료를 수집·분석하였다. 부가적으로 수문조사보고서(국토교통부, 2015)를 수집하여 측정자료에 대한 세부적인 내용을 파악하였다. 또한 연유사유출량 및 비유사량의 규모와 특성은 부유사량과 총유사량으로 구분하여 분석하였다. 그러나 이중 총유사량에 대한 연유사유출량 및 비유사량의 규모와 특성은 한국수문조사연보(국토교통부, 2014)에 유량-총유사량관계곡선식이 수록되어 있지 않아 수문조사보고서(국토교통부, 2015)에 수록된 유량-총유사량관계곡선식으로 분석하였다.

기존자료 수집 · 분석 · 검토 · DB구축

• 한국수문조사연보(국토교통부, 2014) 분석, 검토
• 수문조사보고서(국토교통부, 2014) 분석, 검토

유사량 측정

• 2014년 유사량 측정현황
• 유사량 측정방법
• 부유사, 하상토 시료분석

유사량 특성분석

• 측정지점별 유사량 특성분석
• 유량-유사량관계 곡선식 분석
• 유사유출량 및 비유사량 특성분석

<그림 2.4-84> 2014년 유사량 특성 분석 흐름도

나. 유사량 측정 현황

1) 유사량 측정

2014년 유사량 측정지점은 총 26개소(한강 4개소, 낙동강 10개소, 금강 2개소, 영산강 10개소)로 〈표 2.4-108〉과 같고, 유사량 측정 시 적용한 기준과 장비에 대한 현황은 〈표 2.4-109〉와 같다. 측정지점에 대한 위치 정보는 〈그림 2.4-85〉와 같다.

<표 2.4-108> 2014년 유사량 측정지점

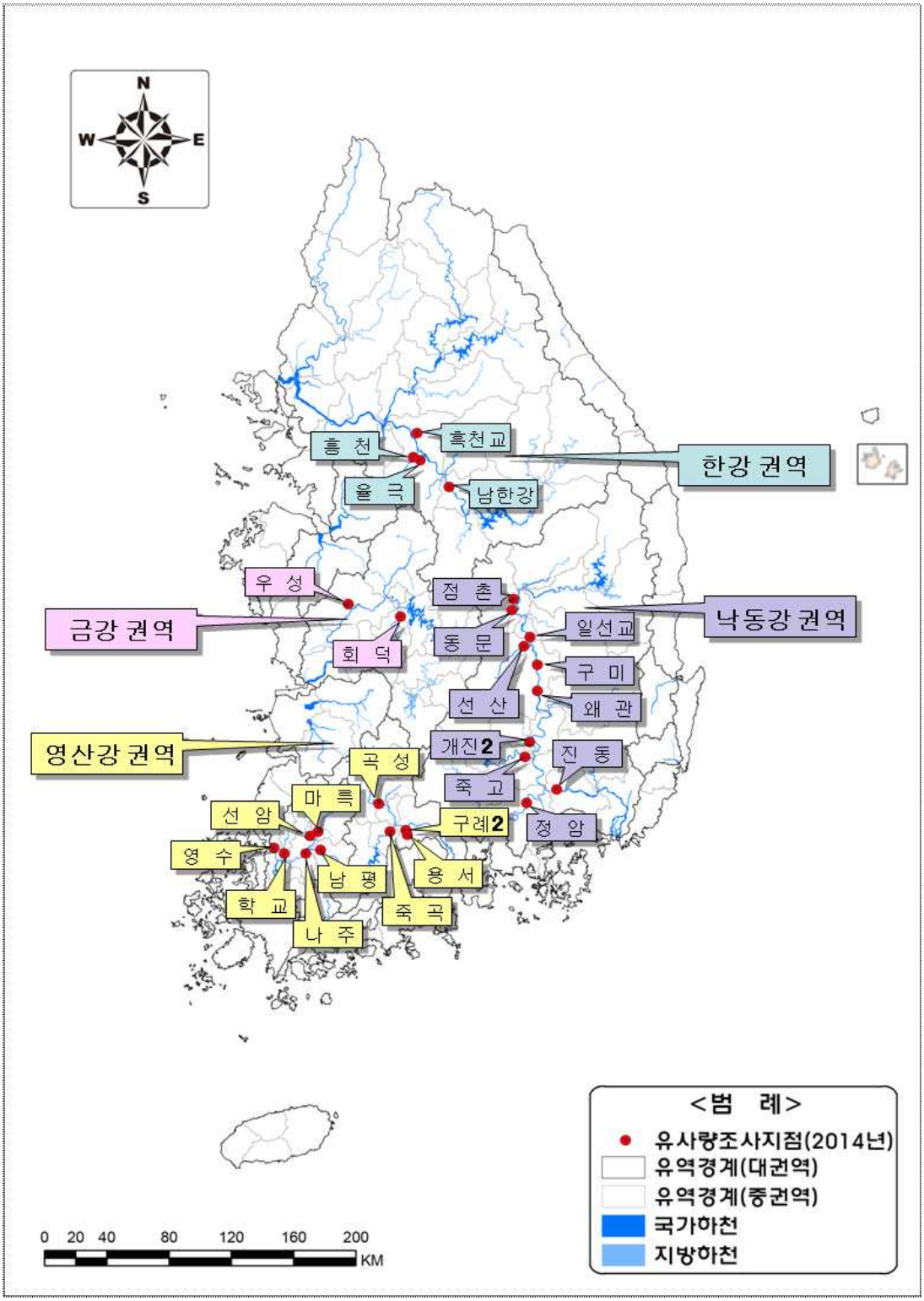
권역	하천	지점	위치	비고
한 강	한강	남한강	강원도 원주시 부론면 법천리 남한강대교	남한강대교
	양화천	율극	경기도 여주군 흥천면 율극리	율극교
	복하천	흥천	경기도 여주군 흥천면 다대리	흥천대교
	흑천	흑천교	경기도 양평군 개군면 공세리	흑천교
낙동강	영강	점촌	경북 문경시 영순면 김용리	(구)영순교
	낙동강	일선교	경북 구미시 도개면 신림리	일선교
	낙동강	구미	경북 구미시 임수동	구미대교
	낙동강	왜관	경북 칠곡군 왜관읍 석전리	제2왜관교
	감천	선산	경북 구미시 선산읍 화조리	선주교
	회천	개진2	경북 고령군 우곡면 야정리	도진교
	황강	죽고	경남 합천군 적중면 죽고리	황강교
	낙동강	진동	경남 함안군 칠서면 계내리	남지대교
	남강	정암	경남 의령군 의령읍 정암리	(구)정암교
	병성천	동문	경북 상주시 복룡동	화계교

<표 2.4-108> 2014년 유사량 측정지점(계속)

권역	하천	지점	위치	비고
금 강	갑천	회덕	대전시 대덕구 대화동	원촌교
	유구천	우성	충남 공주시 사곡면 화월리	국재교
영산강	영산강	마륵	광주시 서구 벽진동	극락교
	영산강	나주	전남 나주시 삼도동	나주대교
	고막원천	학교	전남 함평군 학교면 고막리	원고막교
	지석천	남평	전남 나주시 남평읍 남평리	(구)남평교
	함평천	영수	전남 함평군 함평읍 기각리	영수교
	황룡강	선암	광주광역시 광산구 도산동	평동대교
	섬진강	구례2	전남 구례군 구례읍 신월리	구례교
	보성강	죽곡	전남 곡성군 죽곡면 유봉리	태안교
	황전천	용서	전남 순천시 황전면 선변리	용서교
	섬진강	곡성	전북 남원시 금지면 귀석리	(구)금곡교

<표 2.4-109> 2014년 유사량 측정기준 및 측정장비

내용		기준	비고
부유사	측정횟수	15회	홍수기에 발생된 강우사상
	측선수	4개~8개	국내 기존 3개 측선보다 강화
	측선당 채취시료수	1개	부유사농도 및 입경분포 분석을 위한 충분한 시료량 확보
	부유사 채취기	D-74	현장조건과 측정 여건 반영
	노즐크기	3/16inch	수리특성에 적합
하상토 채취		2회, 15개 측선 선격자법 Grab sampler(60L)	홍수기(7월~8월) 기준으로 전후 각 1회 채취, 추가지점은 홍수 후 1회 채취
관련 사항		측정	수온, 채취시간 등 평균유속(수위-유량관계곡선식 및 자동유량 측정 자료 이용)



<그림 2.4-85> 2014년 유사량 측정지점

2) 측정방법

2014년 유사량측정 26개 지점 중에서 남한강, 흥천, 흑천교, 동문, 우성, 영수, 곡성 지점은 측정성과가 적어 당해년도 유량-유사량관계곡선식이 개발되지 않았다. 따라서 2014년 지점별 유사량 특성 분석은 유량-부유사량관계곡선식 및 유량-총유사량관계곡선식이 개발된 19개 지점에서만 수행하였다. 2014년 부유사량 측정에 적용된 방법은 〈표 2.4-110〉, 〈표 2.4-111〉과 같다. 부유사 측정은 19개 지점 모두 D-74(수심적분장비) 장비로 왕복수심적분 방식으로 수행되었다.

왕복수심적분법은 부유사 채취기를 수면에서 하상 인근까지 내려 다시 들어 올려 시료를 채취하는 방식으로 D-74와 같은 수심적분용 채취기가 자주 이용된다. 하상재료는 큰 자갈과 호박돌 등의 특성을 지닌 지점에서는 격자채취(grid sampling) 방법으로, 모래가 주된 하상재료인 지점에서는 Grab Sampler(60L)로 채취된 것으로 조사되었다. 소류사량은 현장에서 실측하지 않고 실측 부유사농도와 입경분포, 하상토 입경분포, 관련 수리인자 등을 수정아인쉬타인 방법에 적용하여 추정한 것으로 조사되었다.

<표 2.4-110> 부유사량 측정방법

권역	지점	측정장비	노즐 직경(in)	측선수(개)	측선배치*	측정방법	유속**	채취시간	수온(℃)
한강	율 극	D-74	3/16	5~8	부등간격	왕복수심적분	측정	측정	측정
낙동강	점 촌	D-74	3/16	5~6	부등간격	왕복수심적분	측정	측정	측정
	일선교	D-74	3/16	5~6	부등간격	왕복수심적분	측정	측정	측정
	구 미	D-74	3/16	5~6	부등간격	왕복수심적분	측정	측정	측정
	왜 관	D-74	3/16	5~7	부등간격	왕복수심적분	측정	측정	측정
	선 산	D-74	3/16	4~6	부등간격	왕복수심적분	측정	측정	측정
	개 진2	D-74	3/16	5	부등간격	왕복수심적분	측정	측정	측정
	죽 고	D-74	3/16	5~7	부등간격	왕복수심적분	측정	측정	측정
	진 동	D-74	3/16	5~6	등간격	왕복수심적분	측정	측정	측정
	정 암	D-74	3/16	5	등간격	왕복수심적분	측정	측정	측정
금강	회 덕	D-74	3/16	5~7	부등간격	왕복수심적분	측정	측정	측정
영산강	마 륵	D-74	3/16	6	부등간격	왕복수심적분	측정	측정	측정
	나 주	D-74	3/16	5~7	부등간격	왕복수심적분	측정	측정	측정
	학 교	D-74	3/16	5~7	부등간격	왕복수심적분	측정	측정	측정
	남 평	D-74	3/16	5	등간격	왕복수심적분	측정	측정	측정
	선 암	D-74	3/16	5	부등간격	왕복수심적분	측정	측정	측정
	구 례2	D-74	3/16	5~7	부등간격	왕복수심적분	측정	측정	측정
	죽 곡	D-74	3/16	5	등간격	왕복수심적분	측정	측정	측정
	용 서	D-74	3/16	4~5	부등간격	왕복수심적분	측정	측정	측정

* 측선배치 : 등유량에 가까운 부등간격
** 유속 : 수위-유량관계곡선식에 의한 환산값 및 자동유량측정성과 적용

<표 2.4-111> 하상토 채취방법

권역	지점	채취횟수	채취장비	기타
한강	율 극	2	선격자	
낙동강	점 촌	2	면격자	
	일선교	2	면격자	
	구 미	2	선격자	
	왜 관	2	선격자	
	선 산	2	선격자	
	개 진2	1	선격자	추가지점
	죽 고	2	선격자	
	진 동	2	선격자	
	정 암	1	선격자	추가지점
금강	회 덕	2	선격자	
영산강	마 륵	2	선격자	
	나 주	2	선·면격자	
	학 교	1	선격자	추가지점
	남 평	1	면격자	추가지점
	선 암	1	선격자	추가지점
	구 례2	1	면격자	추가지점
	죽 곡	1	면격자	추가지점
	용 서	1	면격자	추가지점

다. 시료분석

1) 부유사

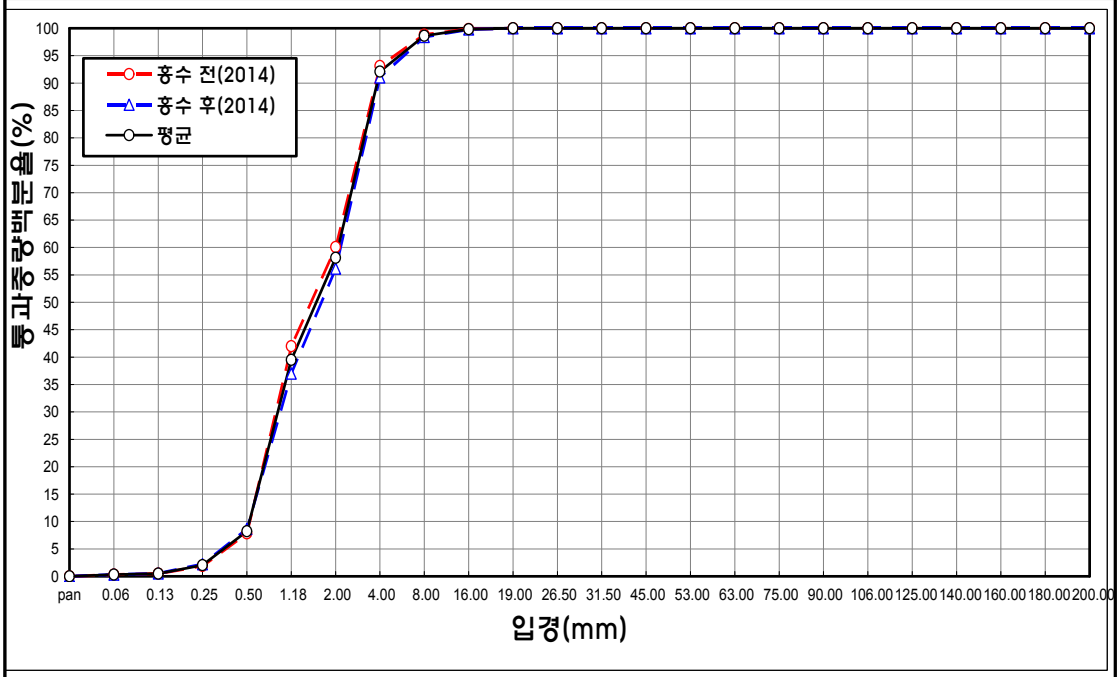
본 과업에서는 수문조사보고서(국토교통부, 2015)에 수록된 시료분석 결과를 인용하여 부록에 수록하였다. 2014년 적용된 시료분석 방법을 보면, 부유사 농도는 여과법으로, 부유사 입경은 레이저 회절이론에 따른 입도분석기로 분석된 것으로 조사되었다. 또한 부유사 입경분포는 8개(0.0020㎜~0.0221㎜, 0.0222㎜~0.0312㎜, 0.0313㎜~0.0422㎜, 0.0423㎜~0.0625㎜, 0.0626㎜~0.1250㎜, 0.1251㎜~0.2500㎜, 0.2501㎜~0.5000㎜, 0.5001㎜~1.0000㎜) 범위로 구분되어 있는 것으로 조사되었다.

2) 하상토

본 과업에서는 수문조사보고서(국토교통부, 2015)에 수록된 하상토 시료분석 결과를 인용하여 부록에 수록하였다. 부록에 수록된 하상토 입경분포는 체분석법을 적용한 결과이며, 통과중량백분율을 기준으로 D5부터 D100까지 5% 간격으로 분석되어 있다. 〈표 2.4-112〉는 하상토 입도분포 분석의 예로 홍수 전, 홍수 후의 하상토를 분석하여 표와 그래프로 나타내었으며 자세한 내용은 부록에 수록하였다.

<표 2.4-112> 율극 지점 하상토 입도분포 분석(예)

하상토 입경 / 측정시점	D_{10}	D_{30}	D_{35}	D_{60}	D_{65}	균등계수 (Cu)	곡률계수 (Cg)
홍수 전	0.43	0.84	0.98	1.67	1.84	3.88	0.98
홍수 후	0.52	1.01	1.14	2.23	2.58	4.29	0.88
평 균	0.48	0.93	1.06	1.95	2.21	4.11	0.92



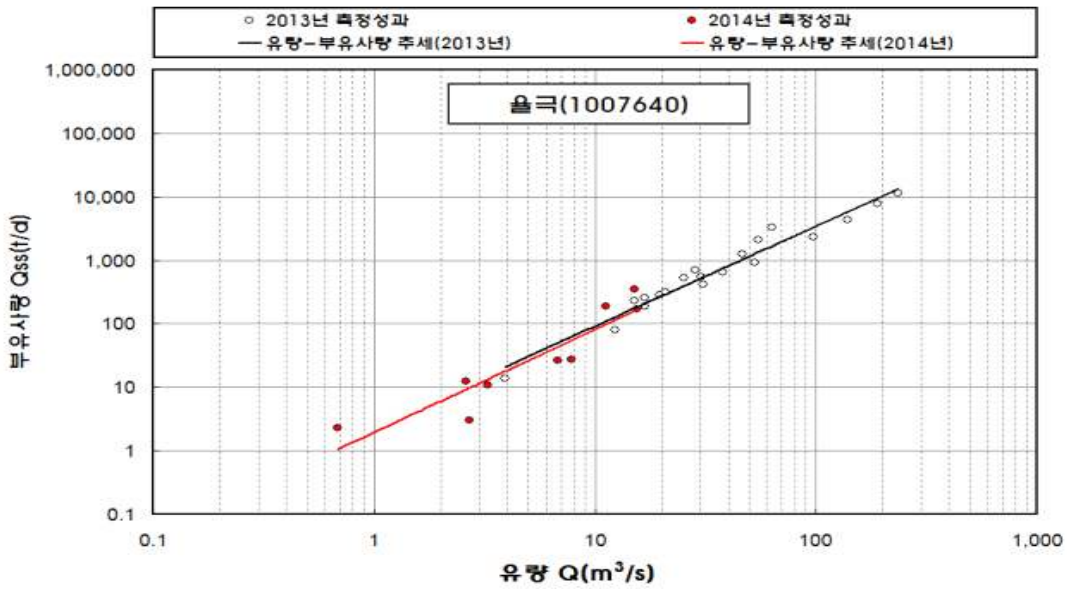
하상토 입경 / 측정시점	D_5	D_{10}	D_{15}	D_{20}	D_{25}	D_{30}	D_{35}	D_{40}	D_{45}	D_{50}
홍수 전	0.30	0.43	0.50	0.64	0.77	0.84	0.98	1.05	1.11	1.18
홍수 후	0.34	0.52	0.66	0.77	0.89	1.01	1.14	1.32	1.53	1.73
평 균	0.32	0.48	0.58	0.71	0.83	0.93	1.06	1.19	1.32	1.46
하상토 입경 / 측정시점	D_{55}	D_{60}	D_{65}	D_{70}	D_{75}	D_{80}	D_{85}	D_{90}	D_{95}	D_{100}
홍수 전	1.51	1.67	1.84	2.00	2.60	3.00	3.40	3.80	6.40	19.00
홍수 후	1.91	2.23	2.58	2.81	3.11	3.37	3.69	3.93	6.06	16.00
평 균	1.71	1.95	2.21	2.41	2.86	3.19	3.55	3.87	6.23	17.50

라. 유사량 특성 분석

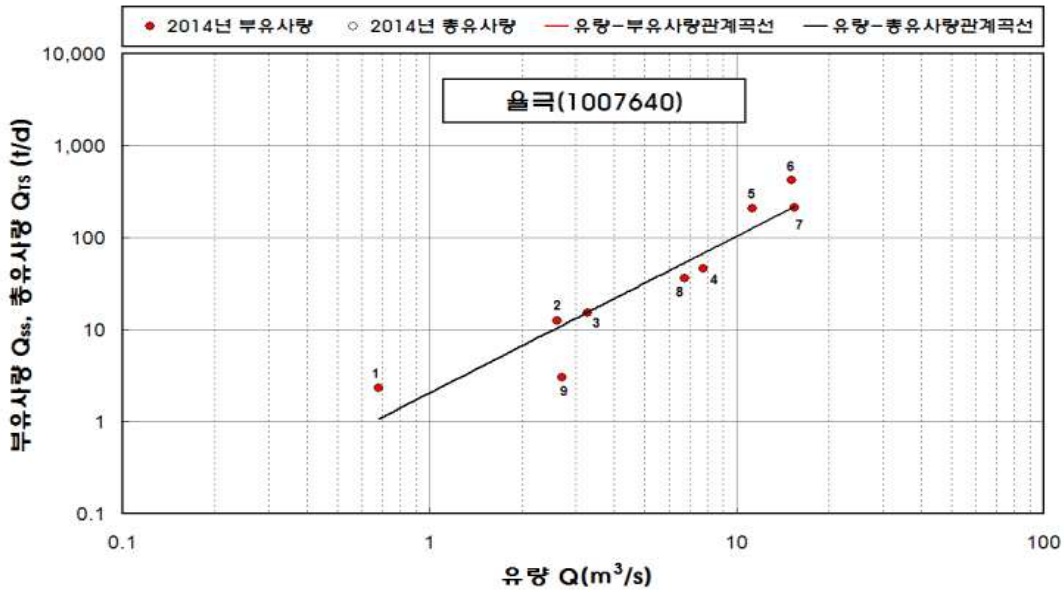
본 과업에서는 한국수문조사연보(국토교통부, 2014)와 수문조사보고서(국토교통부, 2015)에 수록된 부유사량과 총유사량 자료를 수집하여 유사량의 규모와 경년적 변동 특성을 분석하였다. 총유사량은 실측 부유사농도와 입경분포, 하상토 입경분포, 유속 및 수온과 같은 관련 수리인자 등을 수정아인쉬타인 방법(Modified Einstein(1955))에 적용하여 추정한 결과이며 자세한 내용은 부록에 수록하였다.

1) 율극 수위관측소

율극 지점의 2014년 유사량 특성을 파악하기 위해 〈그림 2.4-86〉과 같이 2013년 측정자료와 비교하였으며, 유량-부유사량 특성을 기술하면 다음과 같다. 2014년 유량-부유사량 관계는 전반적으로 기존자료 범위 내에서 형성되었다. 그러나 2014년 측정성과는 주로 저수위에 국한되어 있어 중·고수위 부유사량 특성은 비교·분석할 수가 없었다. 〈그림 2.4-87〉은 산정된 부유사량과 총유사량을 나타낸다. 부유사량은 최저 2.33t/d에서 최대 344.78t/d까지 다양한 규모로 산정되었다. 또한 총유사량은 실측 부유사농도 및 관련 수리인자를 수정아인쉬타인 방법에 적용한 결과로서, 최저 2.33t/d에서 최대 420.59t/d까지 추정되었다.



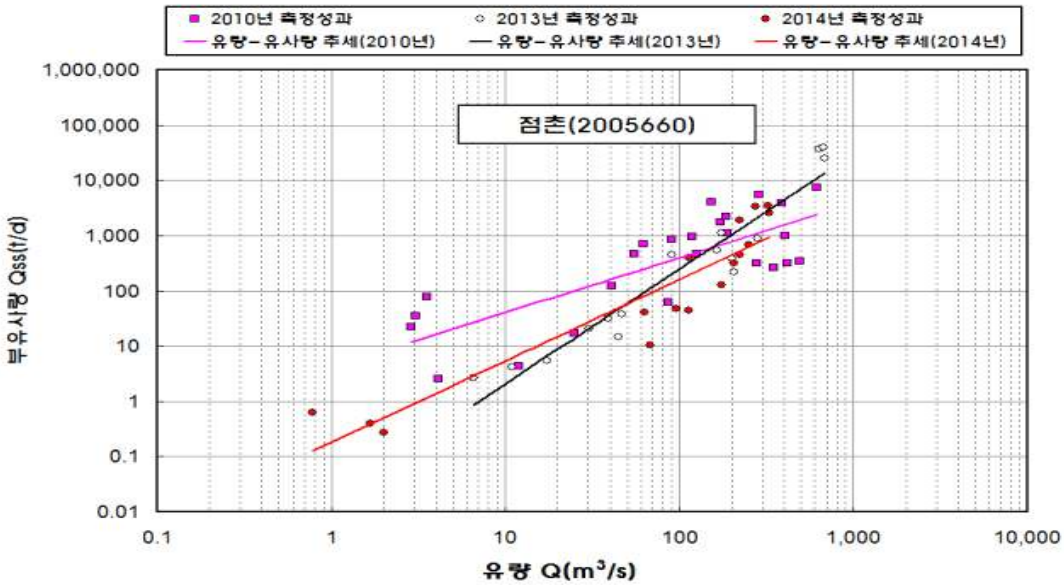
<그림 2.4-86> 유량-부유사량 관계(율극)



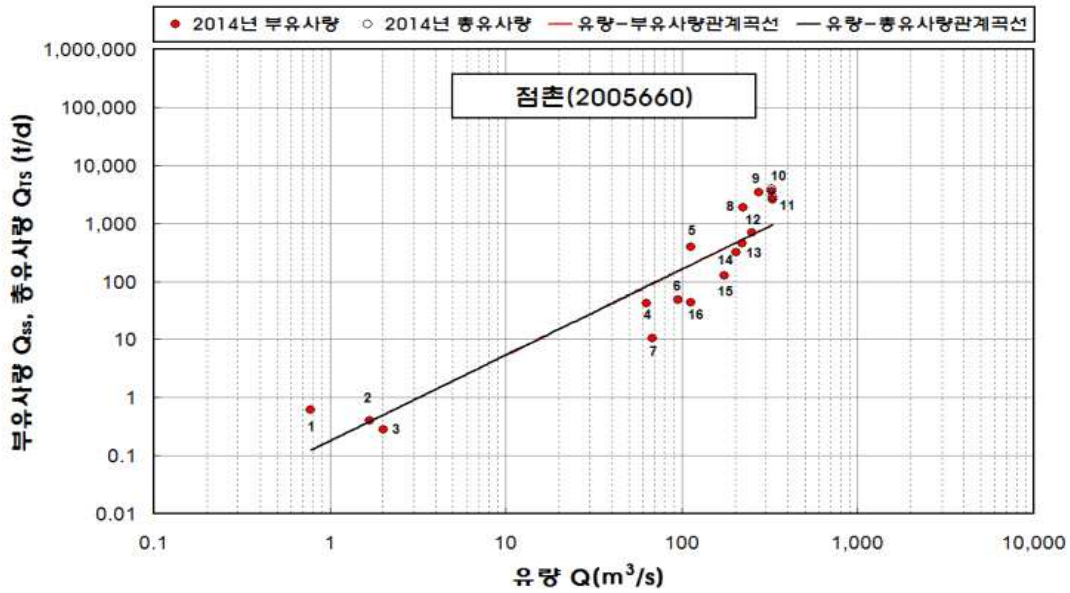
<그림 2.4-87> 부유사량 및 총유사량 특성(율극)

2) 점촌 수위관측소

점촌 지점의 2014년 유사량 특성을 파악하기 위해 〈그림 2.4-88〉과 같이 2010년 및 2013년 측정자료와 비교하였다. 유량-부유사량 특성을 검토한 결과, 2014년 유량-부유사량 관계는 대체로 기존자료 범위 내에 분포하였으나, 저유량 규모에서는 기존자료와 상이한 특성을 보였다. 〈그림 2.4-89〉는 산정된 부유사량과 총유사량을 나타낸다. 부유사량은 최저 0.28t/d에서 최대 3,552.25t/d까지 다양한 규모에서 산정되었다. 또한, 총유사량은 실측 부유사농도 및 관련 수리인자를 수정아인쉬타인 방법에 적용한 결과로서, 최저 0.28t/d에서 최대 3,890.09t/d까지 추정되었다.



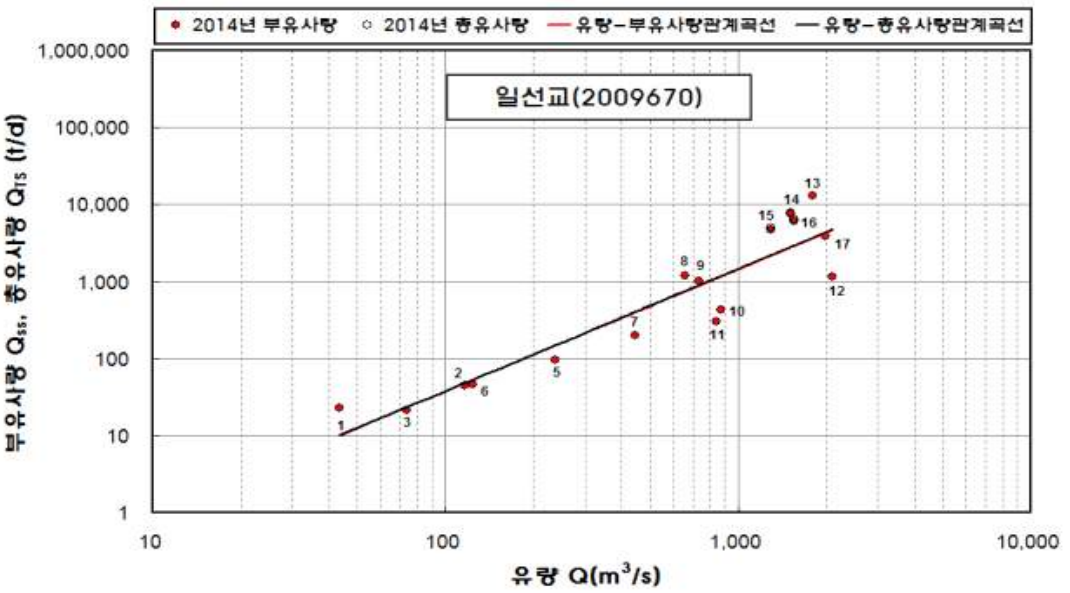
<그림 2.4-88> 유량-부유사량 관계(점촌)



<그림 2.4-89> 부유사량 및 총유사량 특성(점촌)

3) 일선교 수위관측소

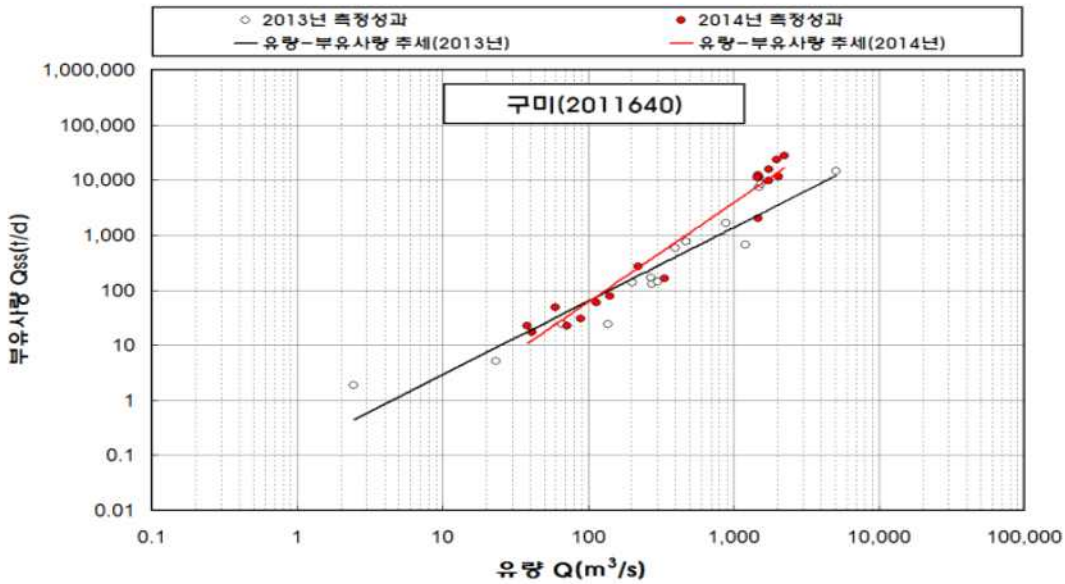
일선교 지점은 1982년 수위관측을 시작한 이래(2014년 수문조사연보 참조), 2014년 처음으로 유사량 측정이 수행되었다. 따라서 기존자료와의 비교·분석을 통한 경향성 분석은 제외하였다. 〈그림 2.4-90〉은 산정된 부유사량과 총유사량을 나타낸다. 부유사량은 최저 21.31t/d에서 최대 12,974.89t/d까지 다양한 규모에서 산정되었다. 또한, 총유사량은 실측 부유사농도 및 관련 수리인자를 수정아인쉬타인 방법에 적용한 결과로서, 최저 21.31t/d에서 최대 13,097.19t/d까지 추정되었으며, 일정한 유량 규모 이상에서 소류사량이 산정되었다.



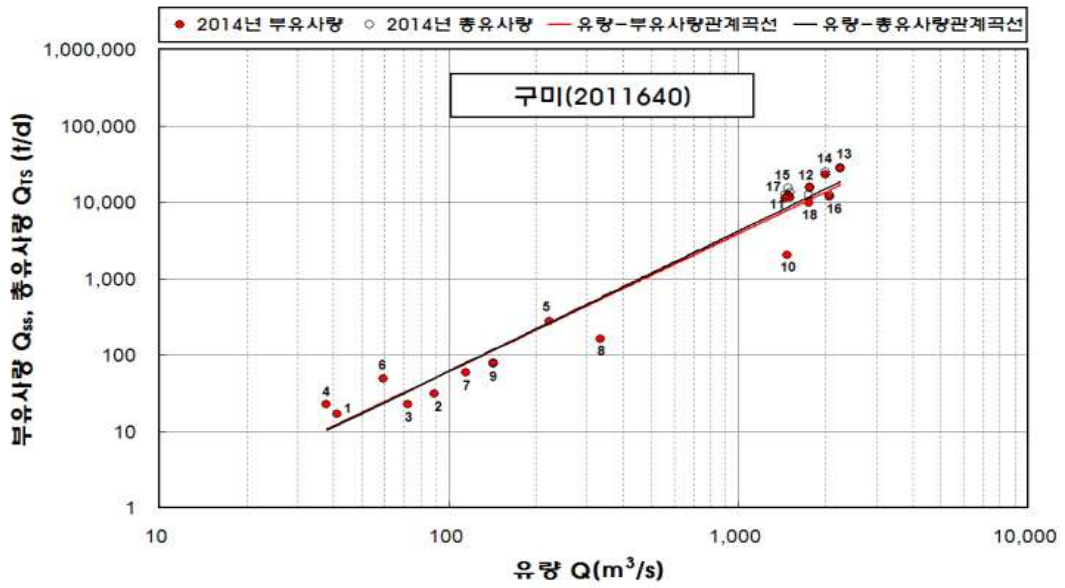
<그림 2.4-90> 부유사량 및 총유사량 특성(일선교)

4) 구미 수위관측소

구미 지점의 2014년 유사량 특성을 파악하기 위해 〈그림 2.4-91〉과 같이 2013년 측정자료와 비교하였다. 유량-부유사량 특성을 검토한 결과, 2014년 유량-부유사량 관계는 대체로 기존자료 범위 내에 분포하였으나, 고유량 규모에서는 기존자료와 상이하게 동일 유량에서 유사량이 큰 특성을 보였다. 〈그림 2.4-92〉는 산정된 부유사량과 총유사량을 나타낸다. 부유사량은 최저 17.00t/d에서 최대 27,245.85t/d까지 다양한 규모로 산정되었다. 또한 총유사량은 실측 부유사농도 및 관련 수리인자를 수정아인쉬타인 방법에 적용한 결과로서, 최저 17.00t/d에서 최대 28,551.42t/d까지 추정되었으며, 소류사량은 일정한 유량 규모 이상에서는 비교적 크게 추정되었다.



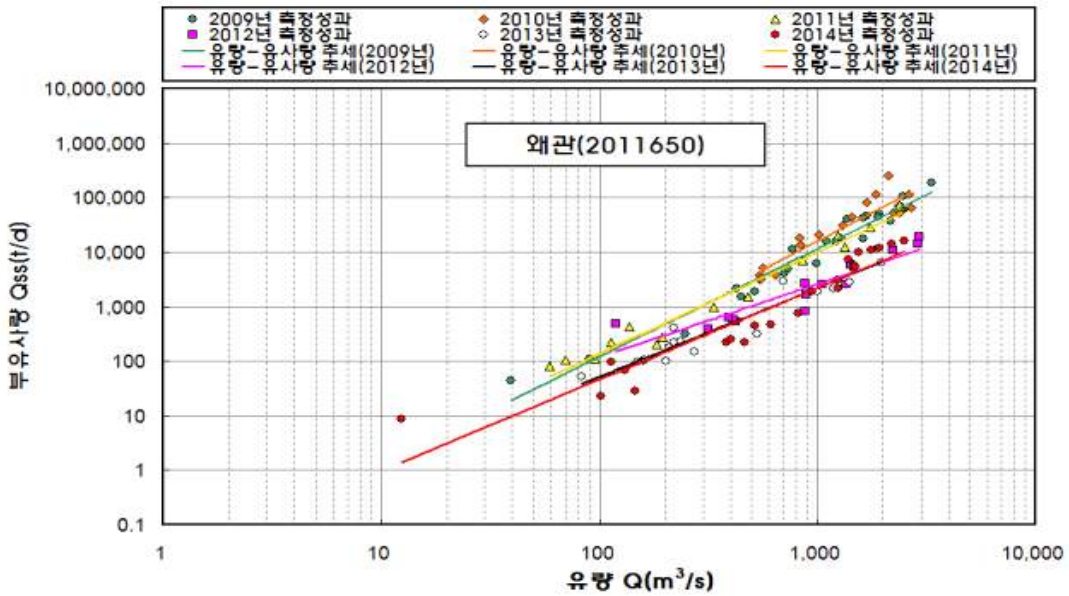
<그림 2.4-91> 유량-부유사량 관계(구미)



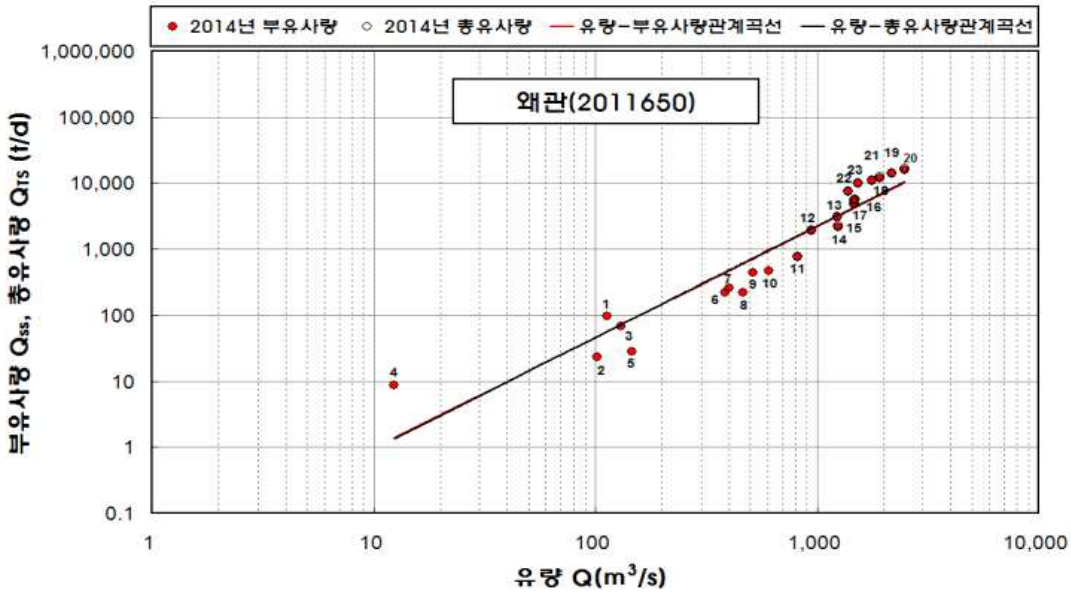
<그림 2.4-92> 부유사량 및 총유사량 특성(구미)

5) 왜관 수위관측소

왜관 지점의 유사량 특성을 파악하기 위해 〈그림 2.4-93〉과 같이 2009년~2013년 측정 자료와 비교하였다. 유량-부유사량 특성을 검토한 결과, 4대강 공사(2012년)를 전후로 유량-부유사량 관계가 상이한 특성을 보였다. 또한 공사 후 동일한 유량 규모에서 부유사량이 작아진 특성을 보였다. 〈그림 2.4-94〉는 산정된 부유사량과 총유사량을 나타낸다. 부유사량은 최저 8.57t/d에서 최대 15,940.27t/d까지 다양한 규모로 산정되었다. 또한 총유사량은 실측 부유사농도 및 관련 수리인자를 수정아인쉬타인 방법에 적용한 결과로서 최저 8.57t/d에서 최대 16,739.57t/d까지 추정되었으며, 소류사량은 일정한 유량 규모 이상에서는 비교적 크게 추정되었다.



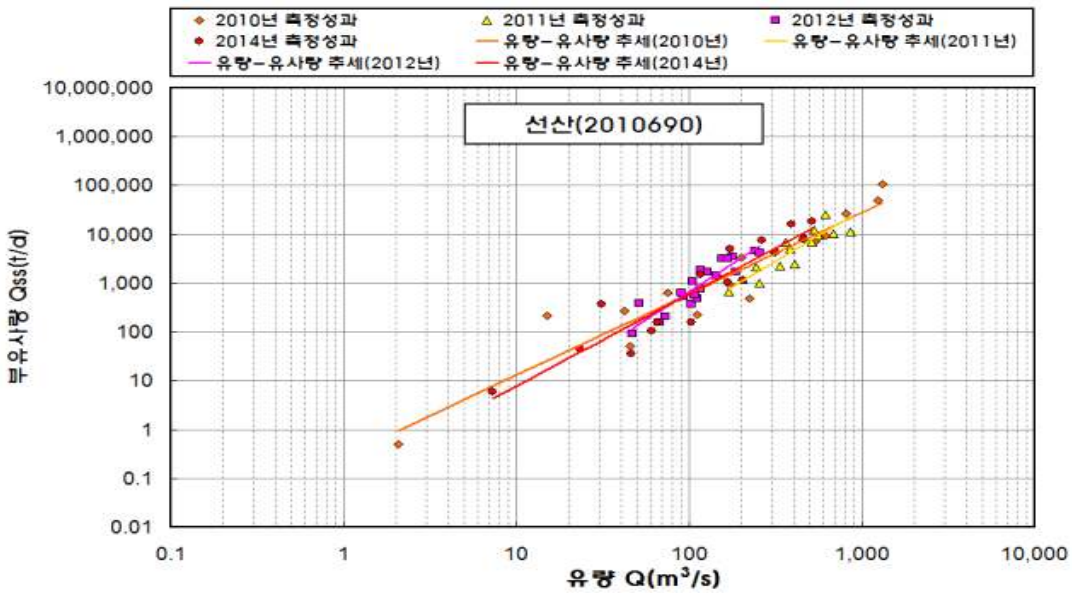
<그림 2.4-93> 유량-부유사량 관계(왜관)



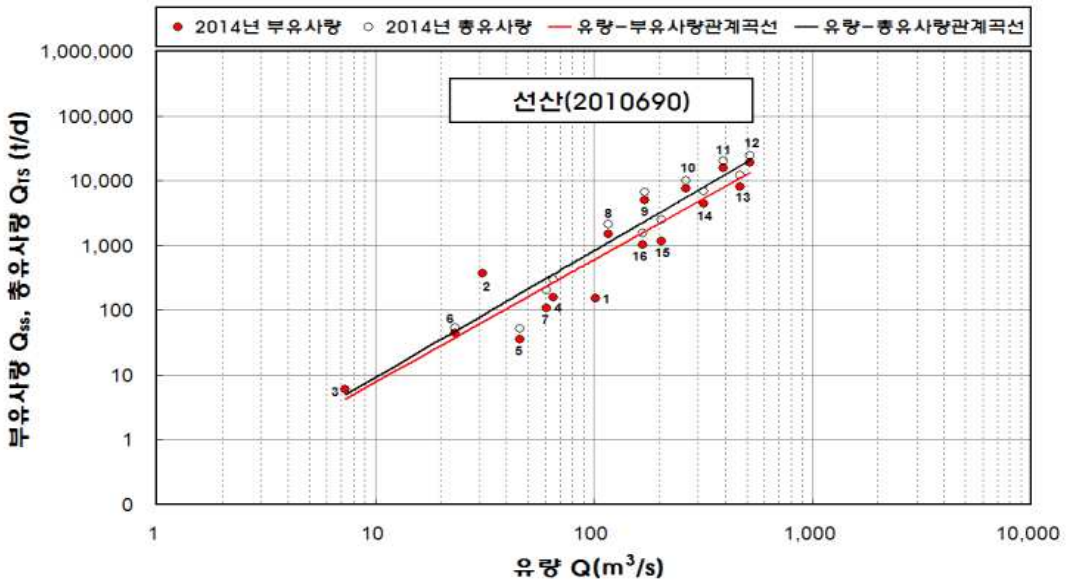
<그림 2.4-94> 부유사량 및 총유사량 특성(왜관)

6) 선산 수위관측소

선산 지점의 유사량 특성을 파악하기 위해 〈그림 2.4-95〉와 같이 2010년~2012년 측정 자료와 비교하였다. 유량-부유사량 특성을 검토한 결과, 2014년 유량-부유사량 관계는 대체로 기존자료 범위 내에 분포하였다. 〈그림 2.4-96〉은 산정된 부유사량과 총유사량을 나타낸다. 부유사량은 최저 6.00t/d에서 최대 18,678.76t/d까지 다양한 규모에서 산정되었다. 또한, 총유사량은 실측 부유사농도 및 관련 수리인자를 수정아인쉬타인 방법에 적용한 결과로서 최저 6.00t/d에서 최대 24,086.01t/d까지 추정되었으며, 소류사량은 일정한 유량 규모 이상에서는 비교적 크게 추정되었다.



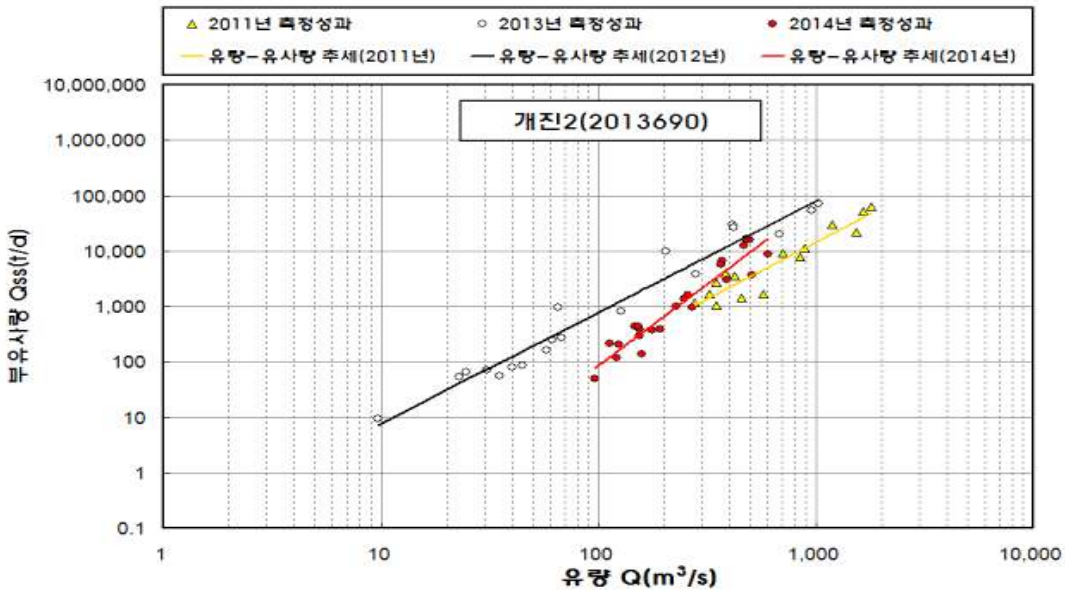
<그림 2.4-95> 유량-부유사량 관계(선산)



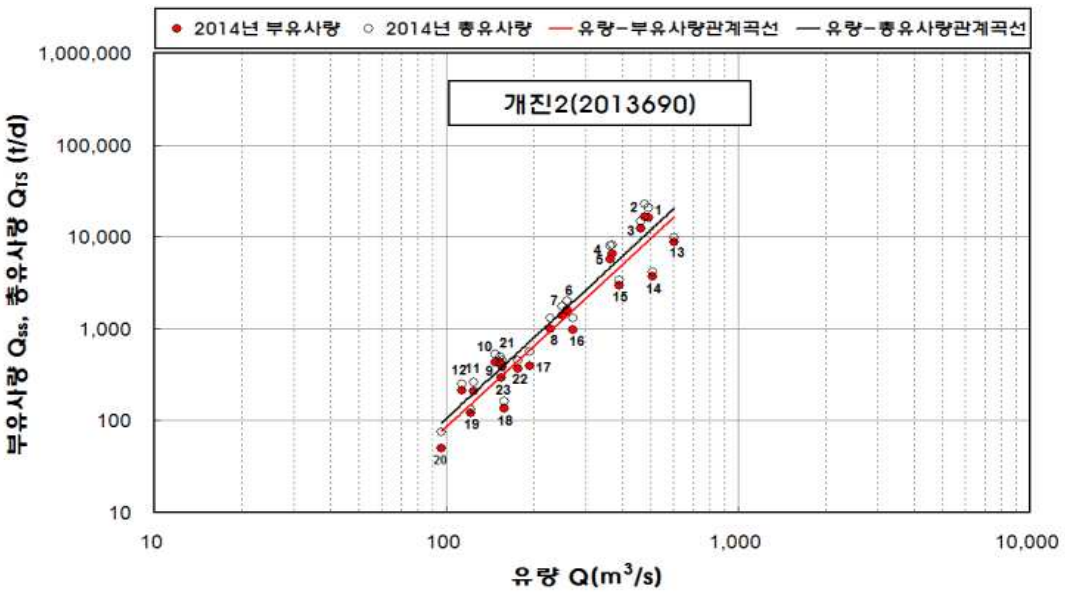
<그림 2.4-96> 부유사량 및 총유사량 특성(선산)

7) 개진2 수위관측소

개진2 지점의 유사량 특성을 파악하기 위해 〈그림 2.4-97〉과 같이 2011년 및 2013년 측정자료와 비교하였다. 유량-부유사량 특성을 검토한 결과, 경년별로 경향성에서 차이를 보였으며, 특히 저유량 규모에서 2013년 자료와 큰 차이를 나타내었다. 〈그림 2.4-98〉은 정된 부유사량과 총유사량을 나타낸다. 부유사량은 최저 49.92t/d에서 최대 16,654.72t/d까지 다양한 규모로 산정되었다. 또한 총유사량은 실측 부유사농도 및 관련 수리인자를 수정아인쉬타인 방법에 적용한 결과로서 최저 75.42t/d에서 최대 22,649.91t/d까지 추정되었다.



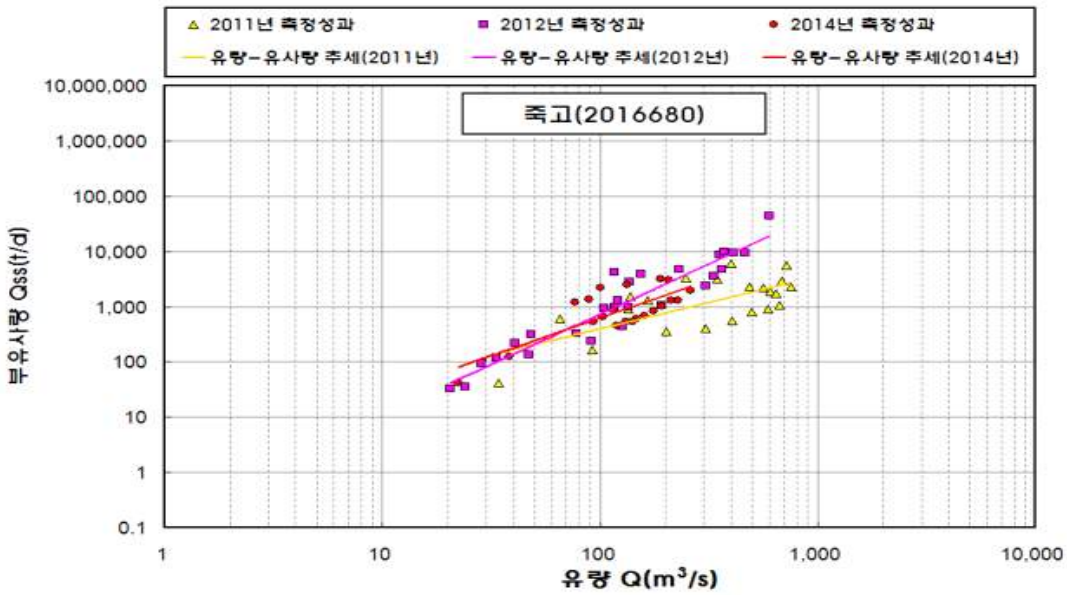
<그림 2.4-97> 유량-부유사량 관계(개진2)



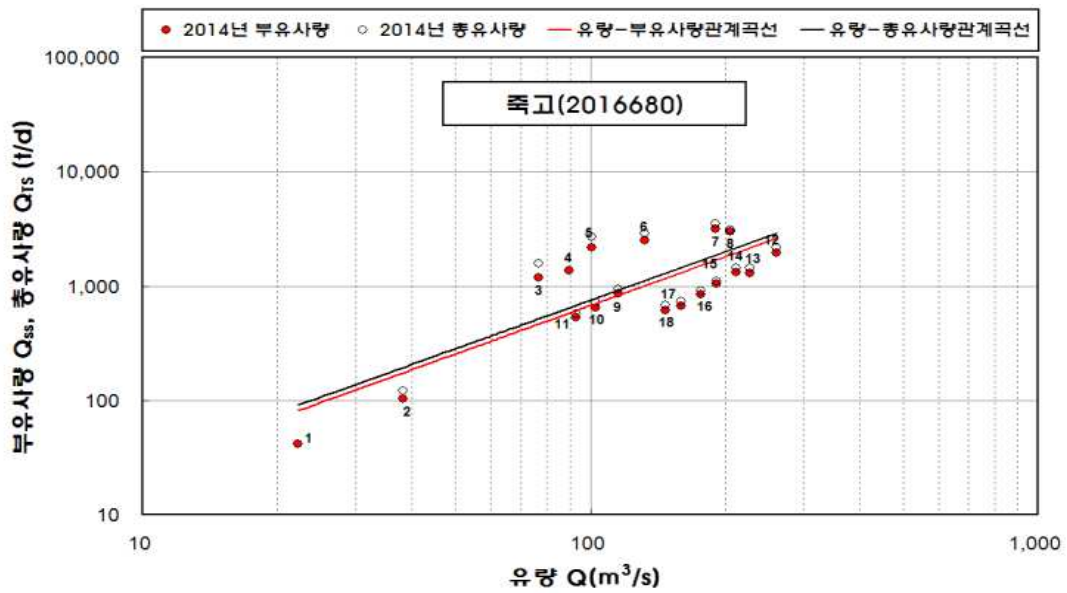
<그림 2.4-98> 부유사량 및 총유사량 특성(개진2)

8) 죽고 수위관측소

죽고 지점의 유사량 특성을 파악하기 위해 〈그림 2.4-99〉와 같이 2011년 및 2012년 측정자료와 비교하였다. 유량-부유사량 특성을 검토한 결과, 2014년 유량-부유사량 관계는 대체로 기존자료 범위 내에 분포하였으며, 2011년 측정자료는 고유량 구간에서 비교적 작은 특성을 나타내었다. 〈그림 2.4-100〉은 산정된 부유사량과 총유사량을 나타낸다. 부유사량은 최저 41.53t/d에서 최대 3,176.31t/d까지 다양한 규모로 산정되었다. 또한 총유사량은 실측 부유사농도 및 관련 수리인자를 수정아인쉬타인 방법에 적용한 결과로서 최저 41.53t/d에서 최대 3,527.74t/d까지 추정되었으며, 소류사량은 일정한 유량 규모 이상에서는 비교적 크게 추정되었다.



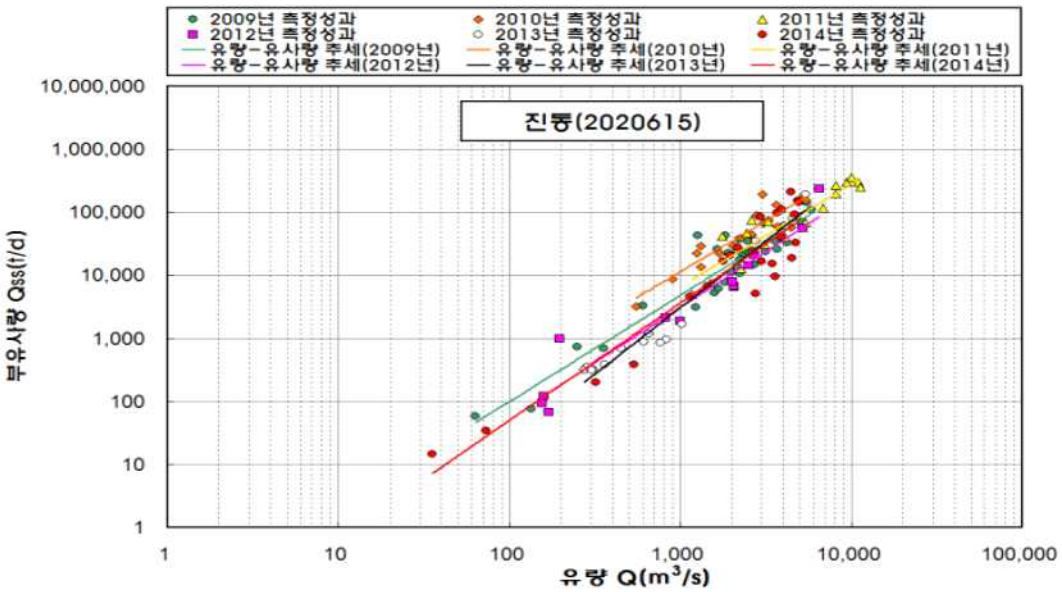
<그림 2.4-99> 유량-부유사량 관계(죽고)



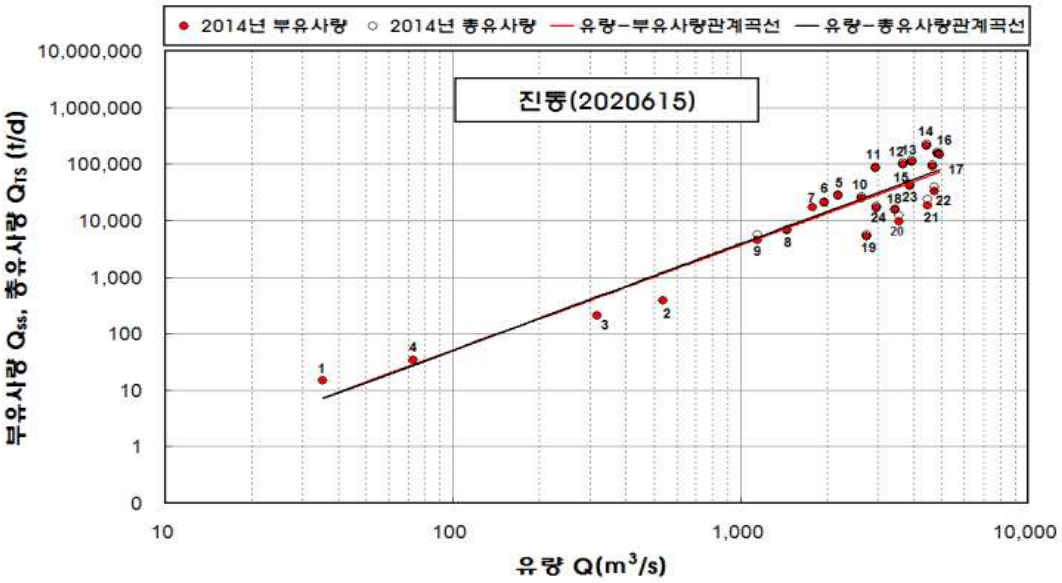
<그림 2.4-100> 부유사량 및 총유사량 특성(죽고)

9) 진동 수위관측소

진동 지점의 유사량 특성을 파악하기 위해 〈그림 2.4-101〉과 같이 2009년~2013년 측정자료와 비교하였다. 유량-부유사량 특성을 검토한 결과, 4대강 공사(2012년)를 전후로 유량-부유사량 관계가 상이한 특성을 보였다. 2012년~2014년 측정성과는 일정한 경향성을 보였으나 4대강 공사 후 동일한 유량 규모에서 부유사량이 작아진 특성을 보였다. 〈그림 2.4-102〉는 산정된 부유사량과 총유사량을 나타낸다. 부유사량은 최저 14.64t/d에서 최대 211,858.09t/d까지 다양한 규모로 산정되었다. 또한 총유사량은 실측 부유사농도 및 관련 수리인자를 수정아인쉬타인 방법에 적용한 결과로서, 최저 14.64t/d에서 최대 221,289.63t/d까지 추정되었으며, 소류사량은 일정한 유량 규모 이상에서는 비교적 크게 추정되었다.



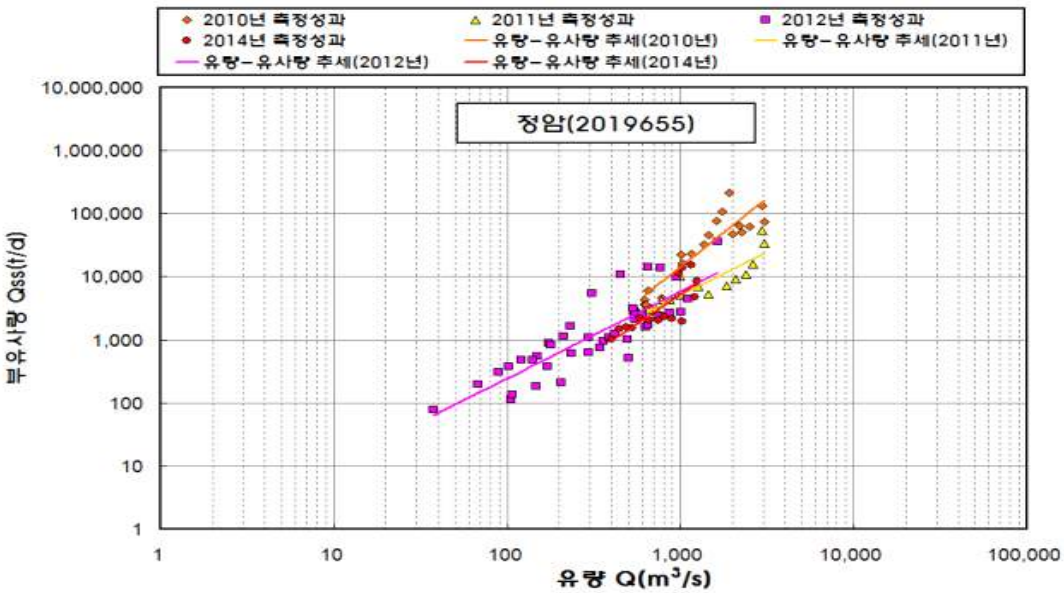
<그림 2.4-101> 유량-부유사량 관계(진동)



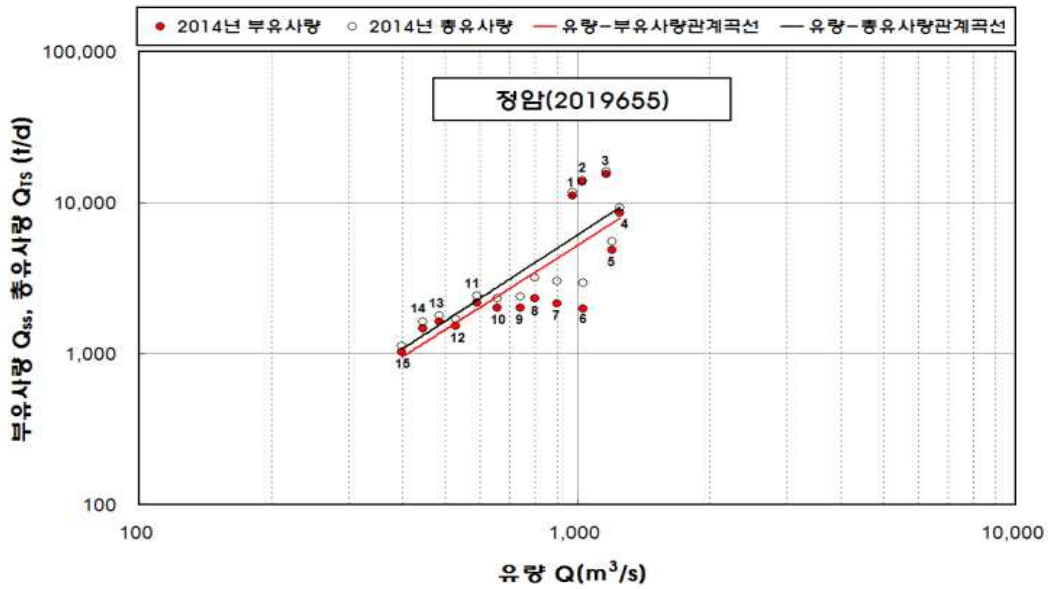
<그림 2.4-102> 부유사량 및 총유사량 특성(진동)

10) 정암 수위관측소

정암 지점의 유사량 특성을 파악하기 위해 〈그림 2.4-103〉과 같이 2010년~2012년 측정자료와 비교하였다. 유량-부유사량 특성을 검토한 결과, 2014년 유량-부유사량 관계는 대체로 기존자료 범위 내에 분포하였다. 다만, 2011년 측정자료는 고유량 규모에서 유사량이 크게 산정되었다. 〈그림 2.4-104〉는 산정된 부유사량과 총유사량을 나타낸다. 부유사량은 최저 1,024.87t/d에서 최대 15,418.12t/d까지 다양한 규모로 산정되었다. 또한 총유사량은 실측 부유사농도 및 관련 수리인자를 수정아인쉬타인 방법에 적용한 결과로서 최저 1,122.22t/d에서 최대 16,111.63t/d까지 추정되었으며, 소류사량은 일정한 유량 규모 이상에서는 비교적 크게 추정되었다.



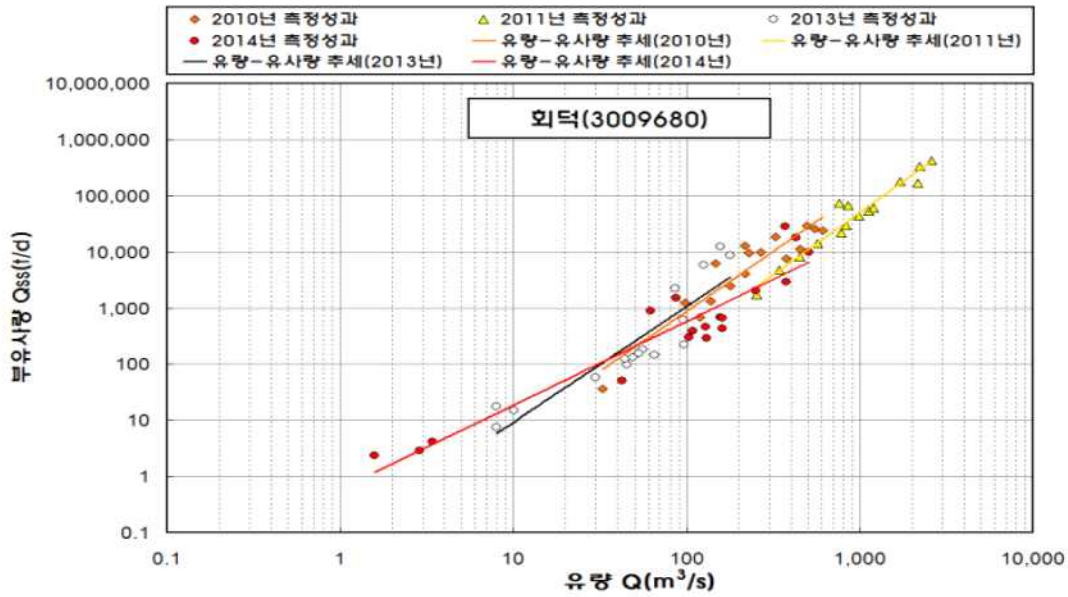
<그림 2.4-103> 유량-부유사량 관계(정암)



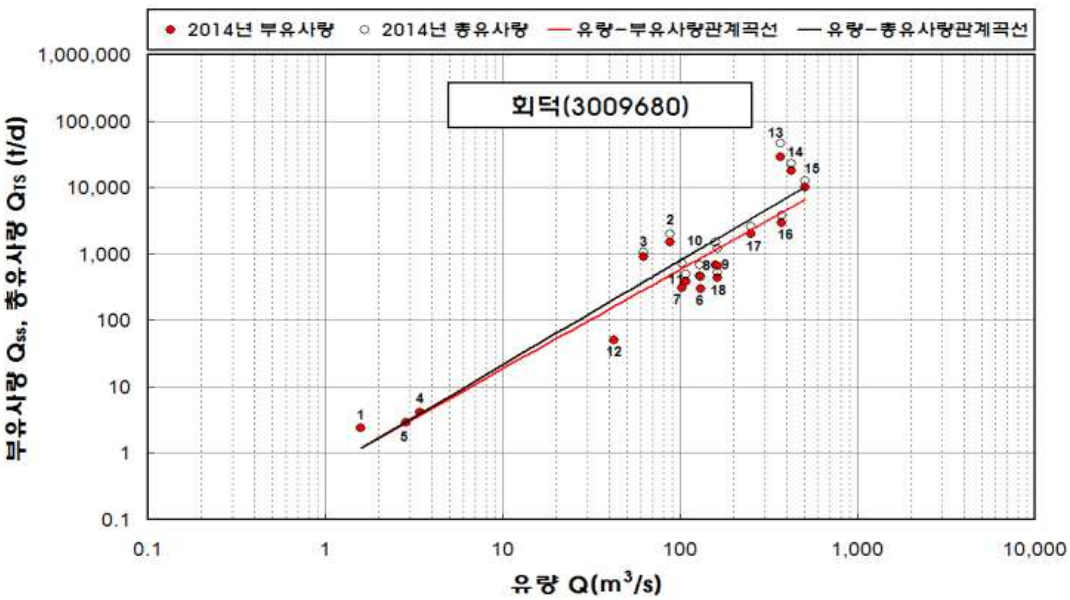
<그림 2.4-104> 부유사량 및 총유사량 특성(정암)

11) 회덕 수위관측소

회덕 지점의 유사량 특성을 파악하기 위해 〈그림 2.4-105〉와 같이 2010년, 2011년, 2013년 측정자료와 비교하였다. 유량-부유사량 특성을 검토한 결과, 2014년 유량-부유사량 관계는 대체로 기존자료 범위 내에 분포하였다. 〈그림 2.4-106〉은 산정된 부유사량과 총유사량을 나타낸다. 부유사량은 최저 2.38t/d에서 최대 28,297.06t/d까지 다양한 규모에서 산정되었다. 또한, 총유사량은 실측 부유사농도 및 관련 수리인자를 수정아인쉬타인 방법에 적용한 결과로서, 최저 2.38t/d에서 최대 46,037.96t/d까지 추정되었으며, 소류사량은 일정한 유량 규모 이상에서는 비교적 크게 추정되었다.



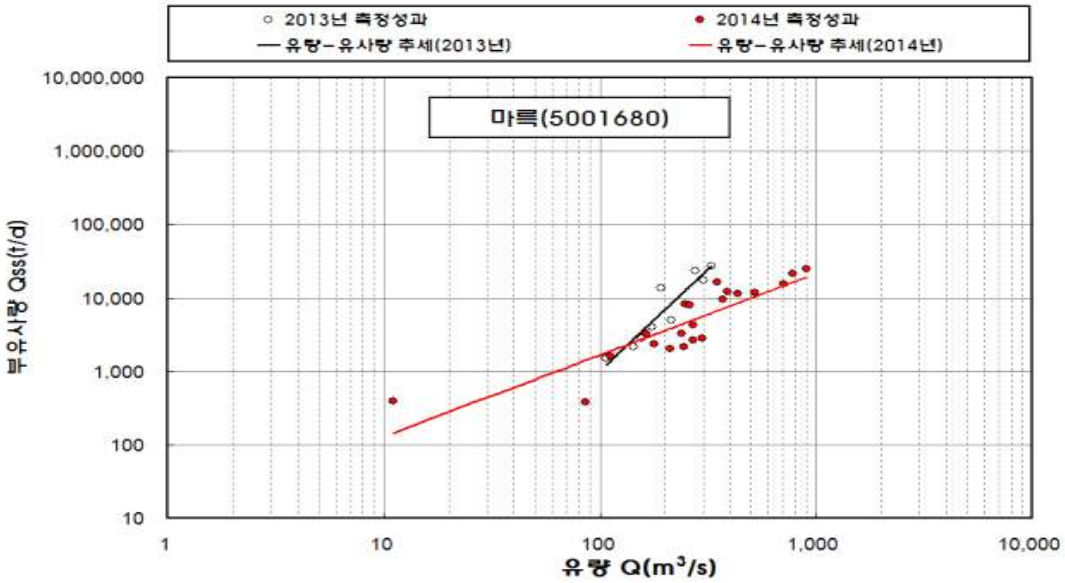
<그림 2.4-105> 유량-부유사량 관계(회덕)



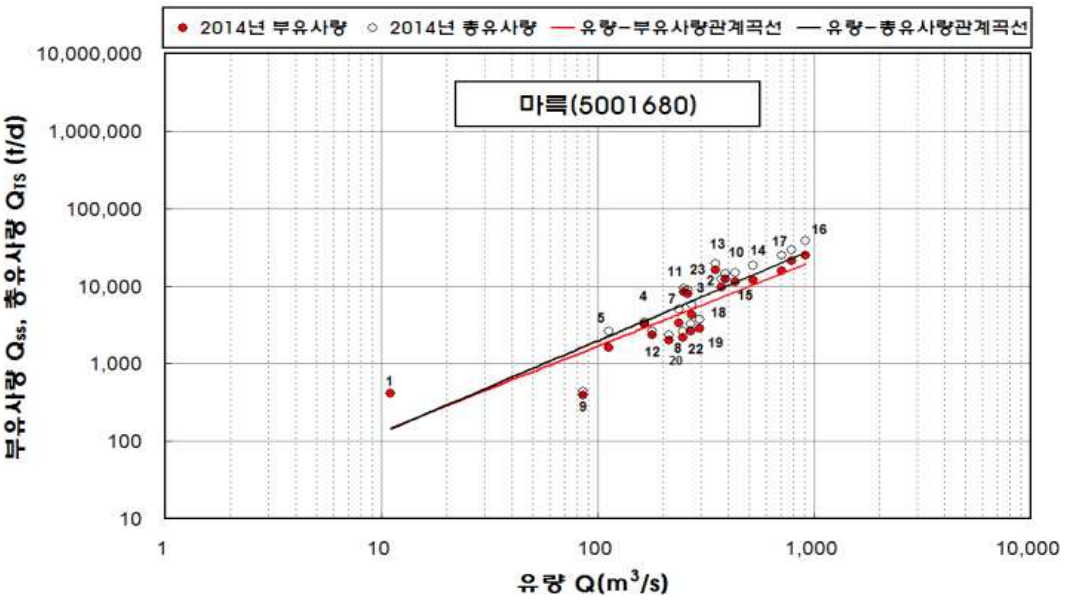
<그림 2.4-106> 부유사량 및 총유사량 특성(회덕)

12) 마륵 수위관측소

마륵 지점의 유사량 특성을 파악하기 위해 〈그림 2.4-107〉과 같이 2013년 측정자료와 비교하였다. 유량-부유사량 특성을 검토한 결과, 2014년 유량-부유사량 관계는 전반적으로 기존자료와 경향성에서 차이를 보였으며, 동일 유량에서 부유사량이 작은 특성을 나타내었다. 〈그림 2.4-108〉은 산정된 부유사량과 총유사량을 나타낸다. 부유사량은 최저 386.22t/d에서 최대 24,966.99t/d까지 다양한 규모에서 산정되었다. 또한, 총유사량은 실측 부유사농도 및 관련 수리인자를 수정아인쉬타인 방법에 적용한 결과로서 최저 413.80t/d에서 최대 37,877.85t/d까지 추정되었다.



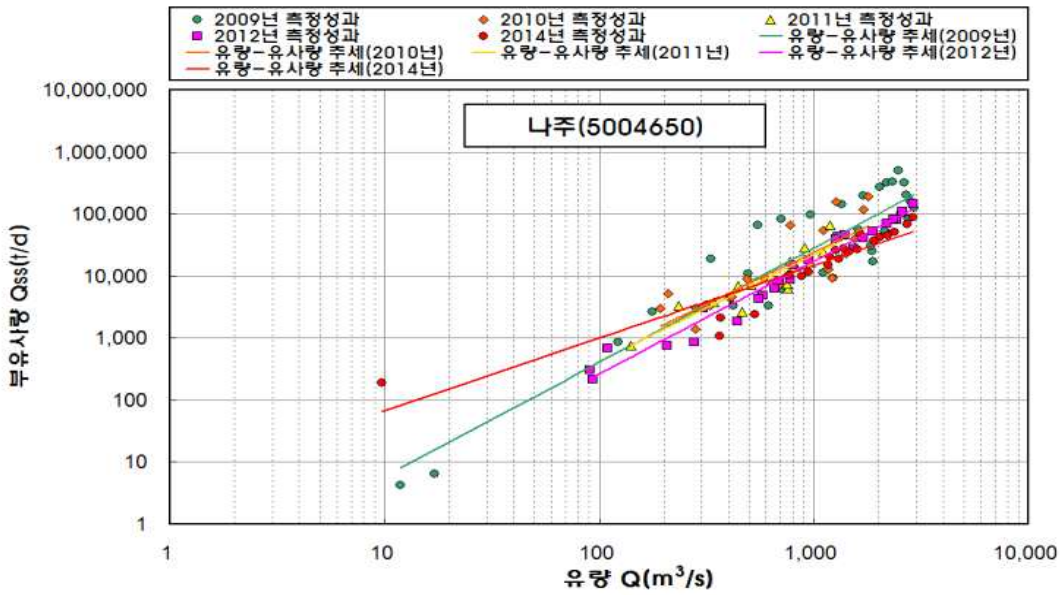
<그림 2.4-107> 유량-부유사량 관계(마륵)



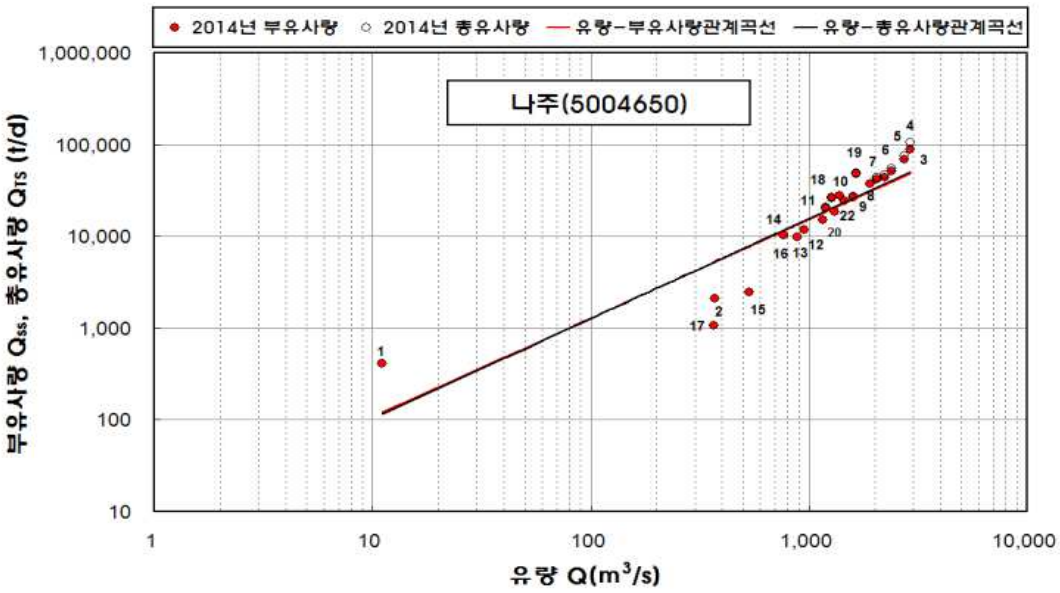
<그림 2.4-108> 부유사량 및 총유사량 특성(마륵)

13) 나주 수위관측소

나주 지점의 유사량 특성을 파악하기 위해 〈그림 2.4-109〉와 같이 2009년~2012년 측정자료와 비교하였다. 유량-부유사량 특성을 검토한 결과, 2014년 유량-부유사량 관계는 대체로 기존자료 범위 내에 분포하였다. 다만, 저유량에서 측정된 성과의 경우는 기존 성과에 비해 다소 크게 산정되었다. 〈그림 2.4-110〉은 산정된 부유사량과 총유사량을 나타낸다. 부유사량은 최저 187.82t/d에서 최대 89,002.16t/d까지 다양한 규모에서 산정되었다. 또한, 총유사량은 실측 부유사농도 및 관련 수리인자를 수정아인쉬타인 방법에 적용한 결과로서 최저 413.80t/d에서 최대 105,148.12t/d까지 추정되었다.



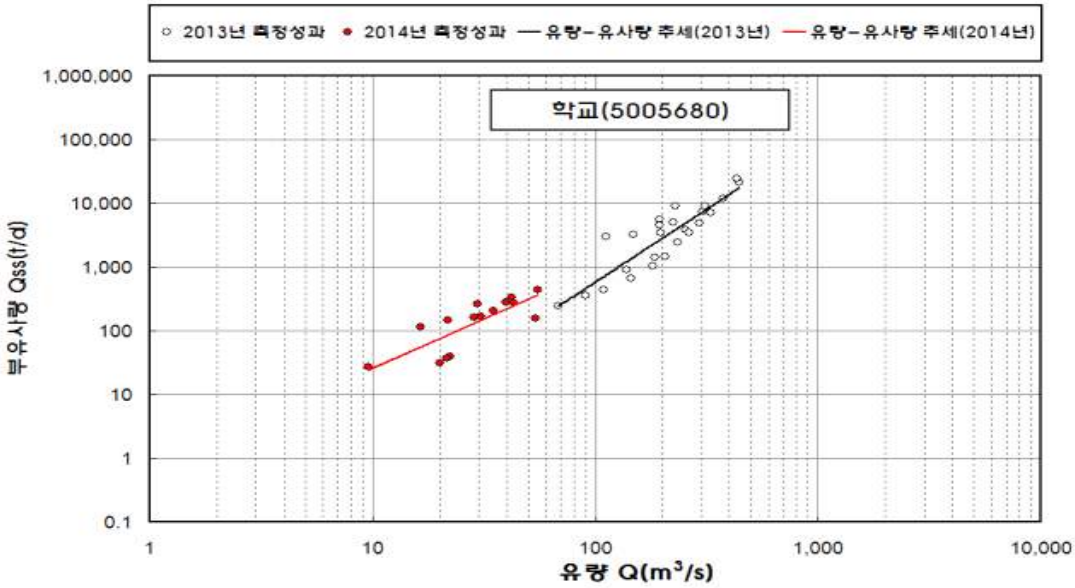
<그림 2.4-109> 유량-부유사량 관계(나주)



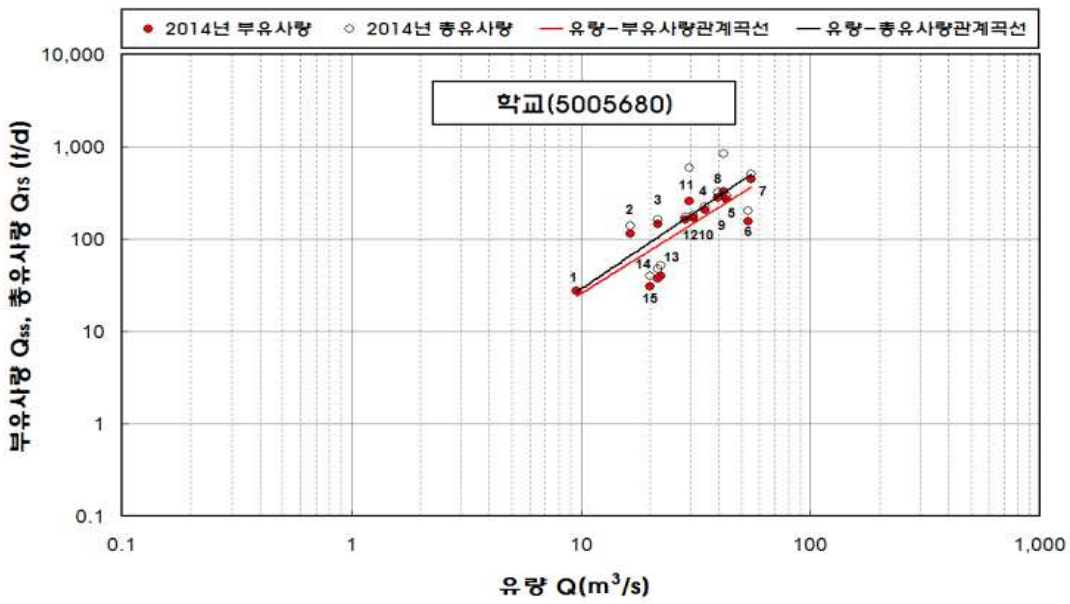
<그림 2.4-110> 부유사량 및 총유사량 특성(나주)

14) 학교 수위관측소

학교 지점의 유사량 특성을 파악하기 위해 〈그림 2.4-111〉과 같이 2013년 측정자료와 비교하였다. 2014년 측정자료는 대부분 저유량 구간에서 측정된 성과로 기존 자료와 측정 범위가 달라 직접적인 비교는 어려우나 경향성은 상이한 것으로 보였다. 〈그림 2.4-112〉는 산정된 부유사량과 총유사량을 나타낸다. 부유사량은 최저 27.26t/d에서 최대 443.66t/d까지 다양한 규모로 산정되었다. 또한 총유사량은 실측 부유사농도 및 관련 수리인자를 수정아인쉬타인 방법에 적용한 결과로서 최저 27.26t/d에서 최대 843.52t/d까지 추정되었다.



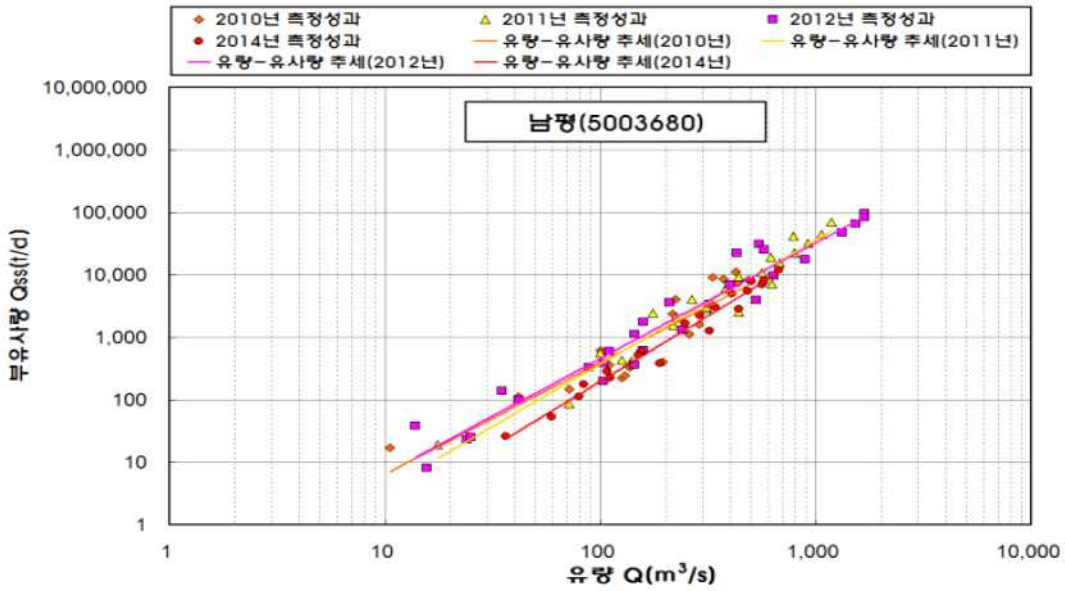
<그림 2.4-111> 유량-부유사량 관계(점촌)



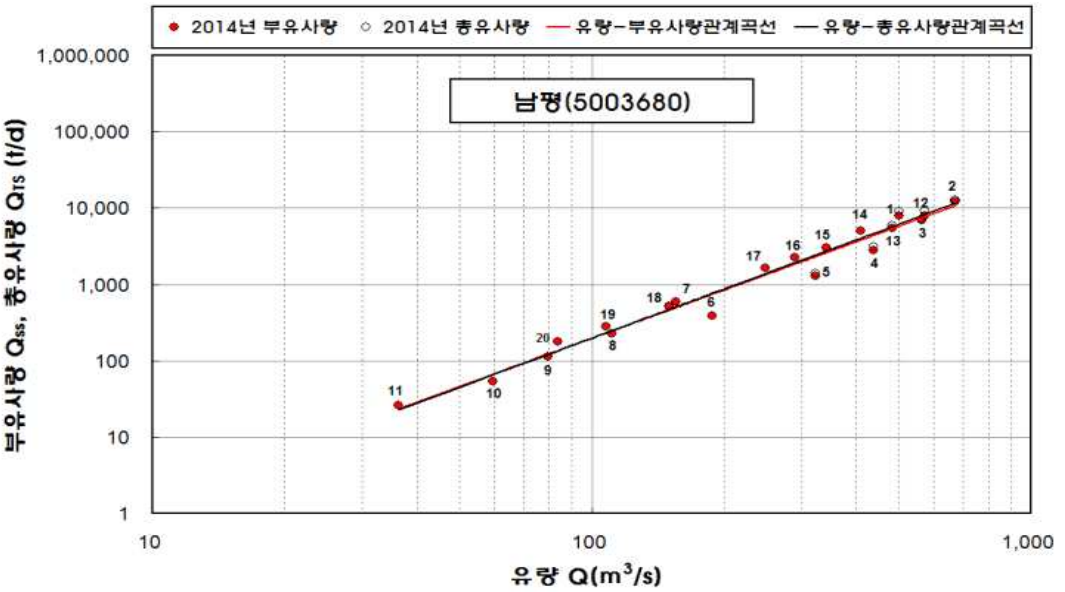
<그림 2.4-112> 부유사량 및 총유사량 특성(학교)

15) 남평 수위관측소

남평 지점의 유사량 특성을 파악하기 위해 〈그림 2.4-113〉과 같이 2010년~2012년 측정자료와 비교하였다. 유량-부유사량 특성을 검토한 결과, 2014년 유량-부유사량 관계는 대체로 기존자료 범위 내에 분포하였다. 〈그림 2.4-114〉는 산정된 부유사량과 총유사량을 나타낸다. 부유사량은 최저 25.85t/d에서 최대 12,027.66t/d까지 다양한 규모로 산정되었다. 또한 총유사량은 실측 부유사농도 및 관련 수리인자를 수정아인쉬타인 방법에 적용한 결과로서 최저 25.85t/d에서 최대 12,801.10t/d까지 추정되었다.



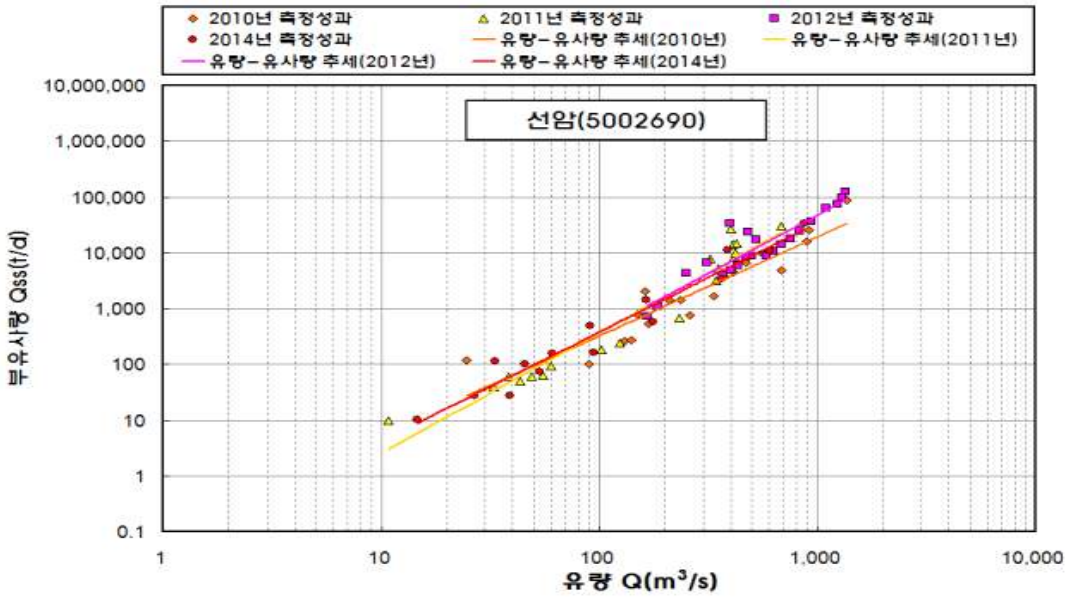
<그림 2.4-113> 유량-부유사량 관계(남평)



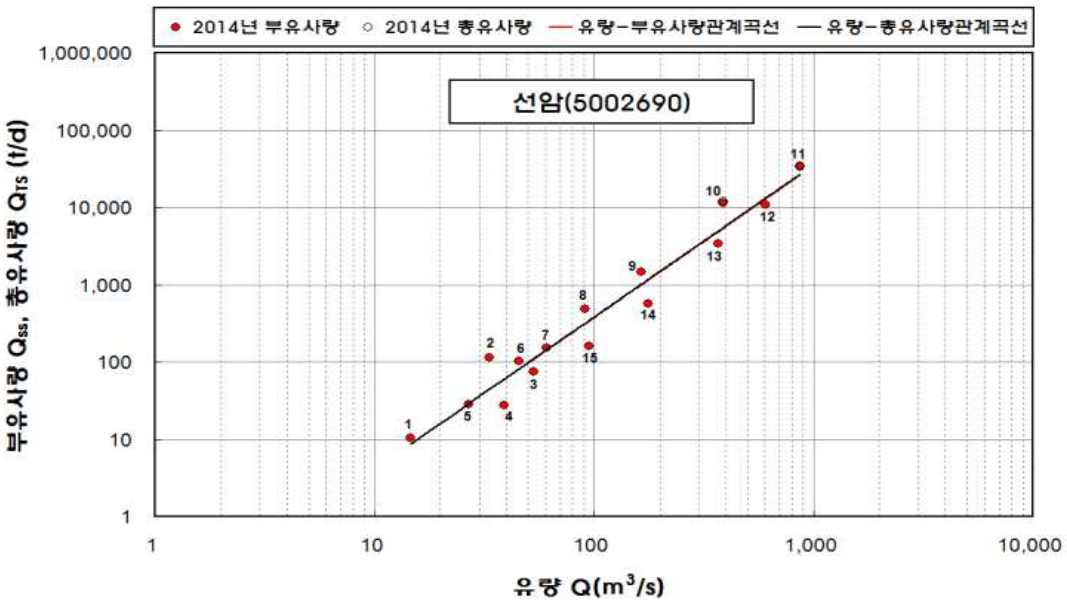
<그림 2.4-114> 부유사량 및 총유사량 특성(남평)

16) 선암 수위관측소

선암 지점의 유사량 특성을 파악하기 위해 〈그림 2.4-115〉와 같이 2010년~2012년 측정자료와 비교하였다. 유량-부유사량 특성을 검토한 결과, 2014년 유량-부유사량 관계는 대체로 기존자료 범위 내에 분포하였다. 〈그림 2.4-116〉은 산정된 부유사량과 총유사량을 나타낸다. 부유사량은 최저 10.34t/d에서 최대 33,721.48t/d까지 다양한 규모로 산정되었다. 또한 총유사량은 실측 부유사농도 및 관련 수리인자를 수정아인쉬타인 방법에 적용한 결과로서 부유사량과 동일하게 최저 10.34t/d에서 최대 33,721.48t/d까지 추정되었다.



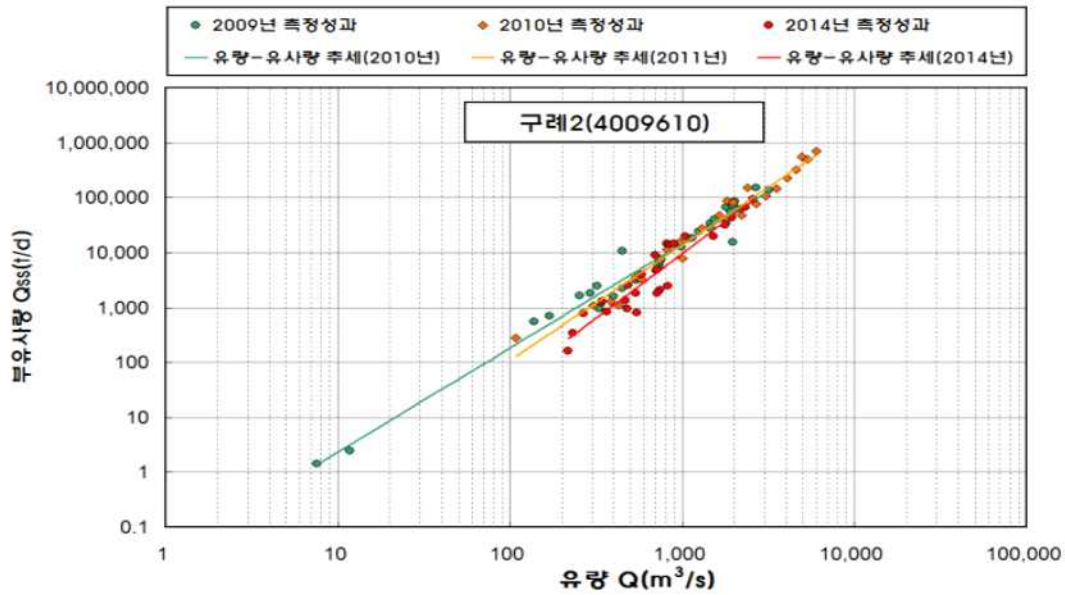
<그림 2.4-115> 유량-부유사량 관계(선암)



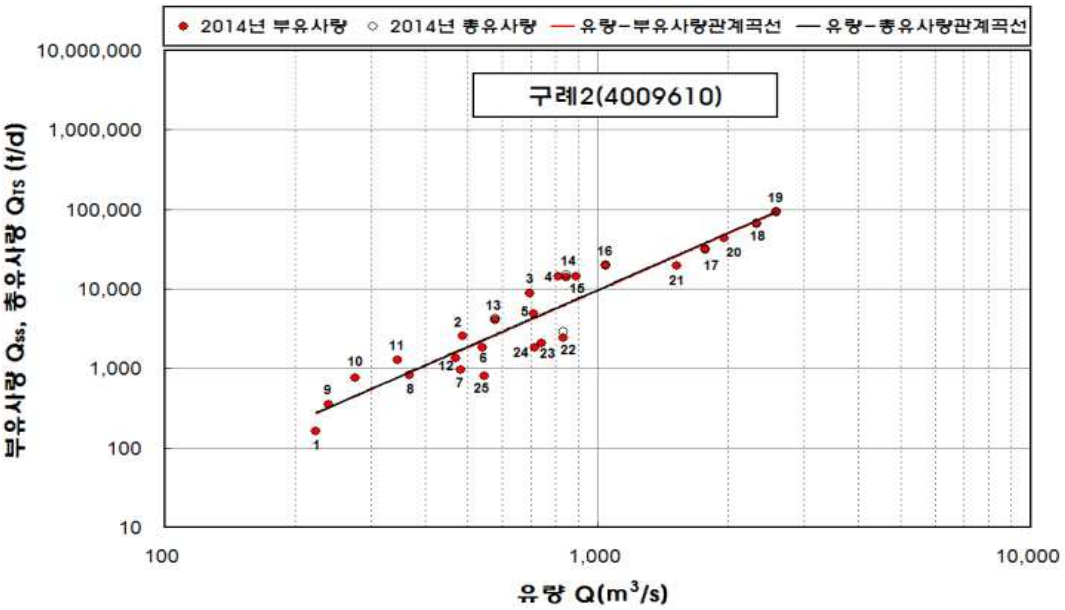
<그림 2.4-116> 부유사량 및 총유사량 특성(선암)

17) 구례2 수위관측소

구례2 지점의 유사량 특성을 파악하기 위해 〈그림 2.4-117〉과 같이 2009년~2010년 측정자료와 비교하였다. 유량-부유사량 특성을 검토한 결과, 2014년 유량-부유사량 관계는 대체로 기존자료 범위 내에 분포하였다. 〈그림 2.4-118〉은 산정된 부유사량과 총유사량을 나타낸다. 부유사량은 최저 161.69t/d에서 최대 92,767.30t/d까지 다양한 규모로 산정되었다. 또한 총유사량은 실측 부유사농도 및 관련 수리인자를 수정아인쉬타인 방법에 적용한 결과로서 최저 161.69t/d에서 최대 93,271.79t/d까지 추정되었다. 또한 소류사량은 일정한 유량 규모 이상의 값을 가졌으나 그 규모는 크지 않았다.



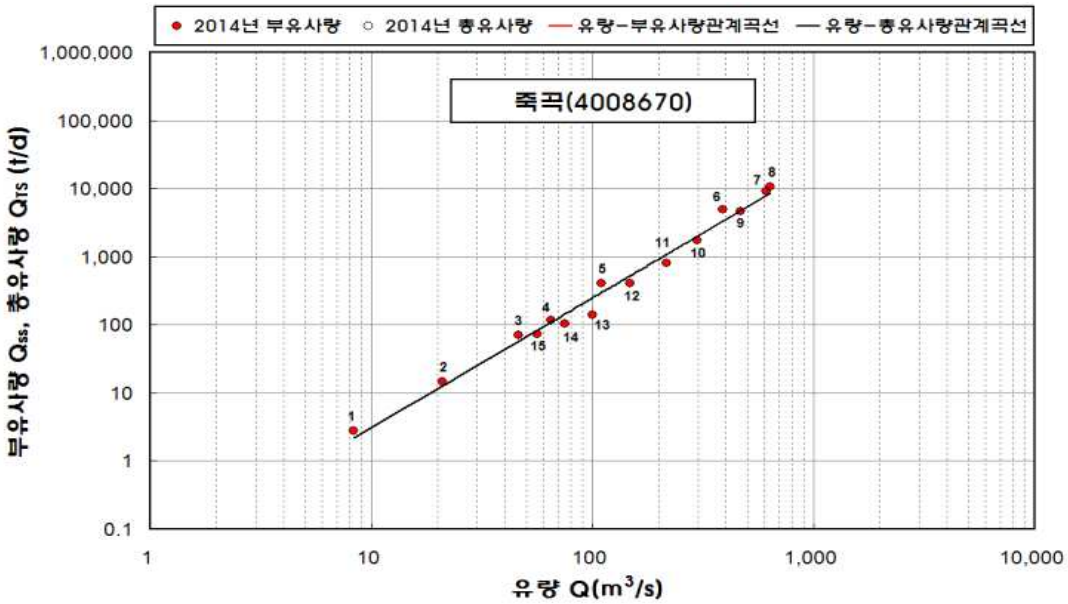
<그림 2.4-117> 유량-부유사량 관계(구례2)



<그림 2.4-118> 부유사량 및 총유사량 특성(구례2)

18) 죽곡 수위관측소

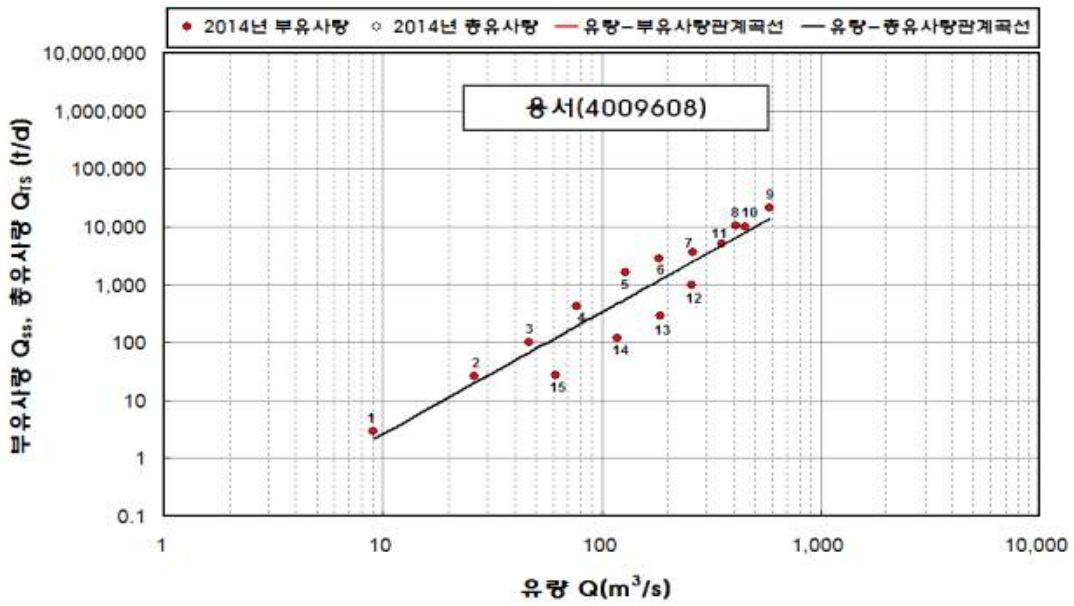
죽곡 지점은 1996년 수위관측을 시작하였으며(2014년 수문조사연보 참조), 2014년 처음으로 유사량 측정이 이루어졌다. 따라서 기존자료와의 비교·분석을 통한 경향성 분석은 제외하였다. 〈그림 2.4-119〉는 산정된 부유사량과 총유사량을 나타낸다. 부유사량은 최저 2.74t/d에서 최대 11,198.32t/d까지 다양한 규모로 산정되었다. 또한 총유사량은 자갈 하천의 특성에 따라 부유사량과 동일하게 추정하였으며, 최저 2.74t/d에서 최대 11,198.32t/d 범위의 값을 가졌다.



<그림 2.4-119> 부유사량 및 총유사량 특성(죽곡)

19) 용서 수위관측소

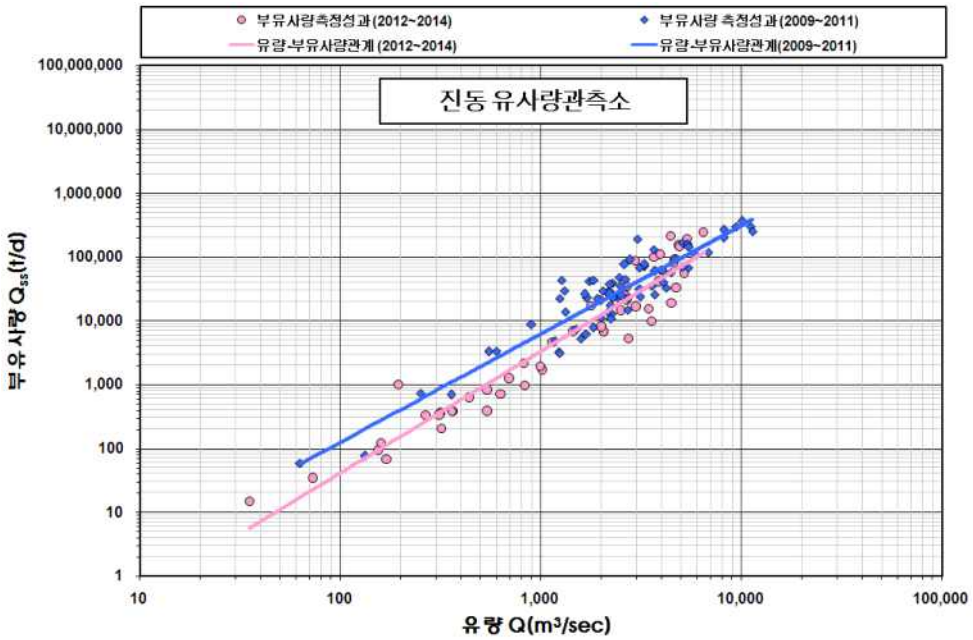
용서 지점은 2011년 수위관측을 시작하였으며(2014년 수문조사연보 참조), 2014년 처음으로 유사량 측정이 이루어졌다. 따라서 기존자료와의 비교·분석을 통한 경향성 분석은 제외하였다. 〈그림 2.4-120〉은 산정된 부유사량과 총유사량을 나타낸다. 부유사량은 최저 2.95t/d에서 최대 21,022.92t/d까지 다양한 규모로 산정되었다. 또한 총유사량은 부유사량과 동일하게 추정되었으며, 최저 2.95t/d에서 최대 21,022.92t/d 범위의 값을 가졌다.



<그림 2.4-120> 부유사량 및 총유사량 특성(용서)

마. 준설공사가 하천유사량에 미치는 영향

본 과업에서는 준설공사가 하천유사량에 미치는 영향을 분석하기 위해 유사량측정 이력이 있는 관측소 중에서 진동 지점을 선정하였다. 진동 지점을 선정한 이유는 준설공사 전후로 비교적 장기간에 걸쳐 유사량 측정이 수행된 데에 있다. 하천유사량에 미치는 영향을 파악하기 위해 유사량측정성과를 〈그림 2.4-121〉과 같이 준설공사 이전(2009년~2011년)과 이후(2012년~2014년)로 구분한 후 유량-부유사량의 추세를 분석하였다. 유량-부유사량의 추세를 통해 준설공사가 하천유사량에 미치는 영향을 분석한 결과 저유량 규모에서는 준설공사 이후가 이전보다 하천유사량이 적은 특성을 나타내었으나, 고유량 규모에서는 준설공사 이전과 유사한 특성을 나타내었다.



<그림 2.4-121> 준설공사가 하천유사량에 미치는 영향 분석

바. 유사유출량 및 비유사량 특성

본 과업에서는 각 지점별 유사유출량과 비유사량을 산정하기 위하여 한국수문조사연보(국토교통부, 2014)와 수문조사보고서(국토교통부, 2015)에 수록된 유량-부유사량관계식 〈표 2.4-113〉 및 유량-총유사량관계식 〈표 2.4-114〉를 이용하였다. 유량-유사량관계곡선식의 적용 유량범위를 벗어나는 구간에 대해서는 외삽이 가능하다는 가정 하에 유사유출량을 산정하였다. 또한 배수영향 등으로 인해 유량 자료가 음(-)유량이 발생하거나, 이상치 등으로 인해 활용할 수 없는 경우는 동기간에 대하여 제외하였다. 유사유출량 산정에 이용된 유량자료는 지점별 수위 자료 및 수위-유량관계곡선식을 활용하여 산정하였으며, 자동유량측정장비가 설치된 지점은 자동유량자료를 그대로 적용하였다.

2014년 과업대상 26개 지점 중에서 부유사 측정성과가 부족하여 유량-유사량관계곡선식

개발이 이루어지지 않은 남한강 등 7개 지점을 제외한 19개 지점에 대해 연유사유출량을 산정하였다. 각 지점별로 산정된 연유사유출량은 〈표 2.4-115〉, 〈표 2.4-116〉과 같다. 2014년은 대부분 지점에서 예년에 비해 강수량이 적었으며, 이로 인해 발생된 유사량 규모도 상대적으로 작게 산정되었다. 낙동강 수계에 위치한 진동 지점에서 부유사 유출량 및 총유사 유출량이 각각 463,644.95 t/yr와 501,480.99 t/yr로 대상 지점 중에서 가장 크게 산정되었다. 또한, 낙동강 수계 점촌 지점에서는 부유사 유출량 및 총유사 유출량이 각각 2,454.70 t/yr, 2,484.92 t/yr로 가장 작은 값을 나타내었다. 개진2 지점과 구례2 지점은 고유량에서는 총유사량이 부유사량에 비해 크게 산정되었으나, 저유량으로 갈수록 부유사량이 총유사량에 비해 증가하는 추세를 보였다. 2014년의 경우 측정범위 이상의 유량이 발생하는 기간이 상대적으로 짧고 유량-유사량관계곡선식의 적용범위 이하 저유량 발생 기간이 길었기 때문에 연유사유출량에서 부유사량이 총유사량에 비해 크게 산정되었다. 죽곡 및 용서 지점은 지점 특성 등으로 측정된 부유사량과 추정된 총유사량이 같은 값을 보였으며, 이를 제외하면 대부분의 지점이 일반적인 특성을 보였다.

단위 유역면적당 유사량의 비로 정의되는 비유사량은 전체유역면적과 순유역면적을 고려하여 각각 산정하였다. 〈표 2.4-115〉, 〈표 2.4-116〉에 나타나 있는 바와 같이 전체유역면적에 대한 부유사량 및 총유사량은 영산강 수계 마륵 지점에서 각각 152.15 t/yr/㎢, 168.26 t/yr/㎢로 가정 크게 산정되었다. 배수영향을 받는 일선교 지점에서 각각 2.99 t/yr/㎢, 3.24 t/yr/㎢로 가장 작게 산정되었다. 또한 순유역면적에 대한 부유사량 및 총유사량도 마륵 지점에서 가장 크게 산정되었으며, 점촌 지점에서 각각 4.03 t/yr/㎢, 4.08 t/yr/㎢로 가장 작게 산정되었다.

<표 2.4-113> 2014년 유량-부유사량관계곡선식

권역	지점	적용 유량범위	유량-부유사량관계곡선식	R^2	사용자료수
한강	율 극	0.68≤Q≤15.43	$Q_{SS} = 1.9603Q^{1.6189}$	0.8508	9
낙동강	점 촌	0.78≤Q≤329.40	$Q_{SS} = 0.1806Q^{1.4760}$	0.8660	16
	일선교	43.47≤Q≤2,095.40	$Q_{SS} = 0.0677Q^{1.4417}$	0.7890	16
	구 미	37.88≤Q≤2,255.69	$Q_{SS} = 0.0151Q^{1.8034}$	0.9564	18
	왜 관	12.40≤Q≤2,493.16	$Q_{SS} = 0.0203Q^{1.6773}$	0.9033	23
	선 산	7.30≤Q≤515.72	$Q_{SS} = 0.1003Q^{1.8876}$	0.8718	16
	개 진2	96.30≤Q≤603.03	$Q_{SS} = 0.0001Q^{2.9271}$	0.9181	23
	죽 고	22.26≤Q≤260.67	$Q_{SS} = 1.1748Q^{1.3633}$	0.6135	21
	진 동	35.29≤Q≤4,912.11	$Q_{SS} = 0.0095Q^{1.8622}$	0.8959	24
	정 암	398.05≤Q≤1,251.42	$Q_{SS} = 0.0150Q^{1.8475}$	0.6197	15
금강	회 덕	1.58≤Q≤505.31	$Q_{SS} = 0.5986Q^{1.4933}$	0.8908	18

<표 2.4-113> 2014년 유량-부유사량관계곡선식(계속)

권역	지점	적용 유량범위	유량-부유사량관계곡선식	R^2	사용자료수
영산강	마 특	11.02≤Q≤908.71	$Q_{SS} = 10.0640Q^{1.1094}$	0.7590	21
	나 주	366.48≤Q≤2,918.18	$Q_{SS} = 0.0192Q^{1.9295}$	0.9585	20
	학 교	9.56≤Q≤55.51	$Q_{SS} = 0.7247Q^{1.5506}$	0.6397	15
	남 평	36.27≤Q≤673.81	$Q_{SS} = 0.0127Q^{2.0967}$	0.9764	20
	선 암	14.59≤Q≤867.71	$Q_{SS} = 0.0458Q^{1.9591}$	0.9538	15
	구 례2	217.60≤Q≤2,585.44	$Q_{SS} = 0.0009Q^{2.3482}$	0.8828	25
	죽 곡	8.35≤Q≤635.47	$Q_{SS} = 0.0381Q^{1.9078}$	0.9864	15
	용 서	9.09≤Q≤587.73	$Q_{SS} = 0.0206Q^{2.1043}$	0.8887	15

<표 2.4-114> 2014년 유량-총유사량관계곡선식

권역	지점	적용 유량범위	유량-총유사량관계곡선식	R^2	사용자료수
한강	율 극	0.68≤Q≤15.43	$Q_{TS} = 2.0604Q^{1.7032}$	0.8787	9
낙동강	점 촌	0.78≤Q≤329.40	$Q_{TS} = 0.1789Q^{1.4813}$	0.8641	16
	일선교	43.47≤Q≤2,095.40	$Q_{TS} = 0.0251Q^{1.5888}$	0.8544	16
	구 미	37.88≤Q≤2,255.69	$Q_{TS} = 0.0132Q^{1.8333}$	0.9546	18
	왜 관	12.40≤Q≤2,493.16	$Q_{TS} = 0.0192Q^{1.6896}$	0.9033	23
	선 산	7.30≤Q≤515.72	$Q_{TS} = 0.1013Q^{1.9558}$	0.8959	16
	개 진2	96.30≤Q≤603.03	$Q_{TS} = 0.0001Q^{2.9257}$	0.9127	23
	죽 고	22.26≤Q≤260.69	$Q_{TS} = 1.1414Q^{1.3888}$	0.5971	21
	진 동	35.29≤Q≤4,912.11	$Q_{TS} = 0.0085Q^{1.8868}$	0.9047	24
	정 암	398.05≤Q≤1,251.42	$Q_{TS} = 0.0134Q^{1.8865}$	0.7137	15
금강	회 덕	1.58≤Q≤505.31	$Q_{TS} = 0.5762Q^{1.5700}$	0.9028	18
영산강	마 특	11.02≤Q≤908.71	$Q_{TS} = 8.4417Q^{1.1844}$	0.7845	21
	나 주	366.48≤Q≤2,918.18	$Q_{TS} = 8.3770Q^{1.0905}$	0.8043	20
	학 교	9.56≤Q≤55.51	$Q_{TS} = 0.6091Q^{1.6754}$	0.6049	15
	남 평	36.27≤Q≤673.81	$Q_{TS} = 0.0107Q^{2.1350}$	0.9775	20
	선 암	14.59≤Q≤867.71	$Q_{TS} = 0.0446Q^{1.9667}$	0.9529	15
	구 례2	217.60≤Q≤2,585.44	$Q_{TS} = 0.0007Q^{2.3828}$	0.8860	25
	죽 곡	8.35≤Q≤635.47	$Q_{TS} = 0.0381Q^{1.9078}$	0.9864	15
	용 서	9.09≤Q≤587.73	$Q_{TS} = 0.0206Q^{2.1043}$	0.8887	15

<표 2.4-115> 2014년 유사유출량 및 비유사량 특성(부유사량)

권역	지점	유역면적		부유사량		
		전체면적 (㎢)	순면적 (㎢)	연유사유출량 (t/yr)	비유사량 (전체유역면적) (t/yr/㎢)	비유사량 (순유역면적) (t/yr/㎢)
한강	율 극	177.3	177.3	3,918.53	22.10	22.10
낙동강	점 촌	609.4	609.4	2,454.70	4.03	4.03
	일선교	9,532.8	6,573.3	28,505.01	2.99	4.34
	구 미	10,915.4	7,874.1	91,390.88	8.37	11.61
	왜 관	11,103.9	8,062.4	54,476.30	4.91	6.76
	선 산	987.5	905.5	23,415.17	23.71	25.86
	개 진2	749.8	749.8	10,461.39	13.95	13.95
	죽 고	1,240.7	315.7	25,472.96	20.53	80.69
	진 동	20,354.8	13,854.3	463,944.95	22.79	33.49
	정 암	2,990.7	705.7	47,089.65	15.75	66.73
금강	회 덕	609.4	609.4	11,204.61	18.39	18.39
영산강	마 륵	683.5	576.8	103,997.65	152.15	180.30
	나 주	2,055.8	1,724.3	83,012.01	40.38	48.14
	학 교	193.4	193.4	9,944.58	51.42	51.42
	남 평	576.2	576.2	56,345.57	97.79	97.79
	선 암	555.1	542.8	9,817.81	17.69	18.09
	구 례2	3,827.3	1,995.5	74,665.04	19.51	37.42
	죽 곡	1,273.6	263.6	16,920.20	13.29	64.19
	용 서	128.7	128.7	5,569.63	43.28	43.28

<표 2.4-116> 2014년 유사유출량 및 비유사량 특성(총유사량)

권역	지점	유역면적		부유사량		
		전체면적 (㎢)	순면적 (㎢)	연유사유출량 (t/yr)	비유사량 (전체유역면적) (t/yr/㎢)	비유사량 (순유역면적) (t/yr/㎢)
한강	율 극	177.3	177.3	4,888.35	27.57	27.57
낙동강	점 촌	609.4	609.4	2,484.92	4.08	4.08
	일선교	9,532.8	6,573.3	30,922.96	3.24	4.70
	구 미	10,915.4	7,874.1	97,722.33	8.95	12.41
	왜 관	11,103.9	8,062.4	55,905.78	5.03	6.93
	선 산	987.5	905.5	33,255.06	33.68	36.73
	개 진2	749.8	749.8	10,374.73	13.84	13.84
	죽 고	1,240.7	315.7	26,959.26	21.73	85.40
	진 동	20,354.8	13,854.3	501,480.99	24.64	36.20
	정 암	2,990.7	705.7	53,559.40	17.91	75.90
금강	회 덕	609.4	609.4	15,003.00	24.62	24.62
영산강	마 륵	683.5	576.8	115,008.85	168.26	199.39
	나 주	2,055.8	1,724.3	206,138.37	100.27	119.55
	학 교	193.4	193.4	14,495.91	74.95	74.95
	남 평	576.2	576.2	60,673.23	105.30	105.30
	선 암	555.1	542.8	9,980.30	17.98	18.39
	구 례2	3,827.3	1,995.5	74,035.47	19.34	37.10
	죽 곡	1,273.6	263.6	16,920.20	13.29	64.19
	용 서	128.7	128.7	5,569.63	43.28	43.28

바. 결론 및 제언

본 과업에서는 한국수문조사연보(국토교통부, 2014)와 수문조사보고서(국토교통부, 2015)에 수록된 유사량자료와 유량-유사량관계곡선식으로 지점별 유사량 규모와 특성, 연유사유출량의 규모와 비유사량 특성 등을 분석하였다. 본 과업을 통해 얻은 주요 결론 및 제언은 다음과 같다.

(1) 2014년 유사량 대상 지점 중 당해년도 측정성과가 부족하여 유량-유사량관계곡선식이 개발되지 않은 남한강 등 7개 지점을 제외한 19개 지점에 대한 연유사유출량(t/yr)을 산정한 결과, ①부유사량에 대한 연유사유출량은 평균 59,084.56 t/yr, 최대 463,944.95 t/yr, 최소 2,454.70 t/yr, 표준편차 103,195.72 t/yr의 특성을 나타내었다. ②총유사량에 대한 연유사유출량은 평균 70,283.09 t/yr, 최대 501,480.99 t/yr, 최소 2,484.92 t/yr, 표준편차 115,910.33 t/yr의 특성을 나타내었다.

(2) 2014년 유사량 대상 지점 중 19개 지점에 대한 비유사량을 전체유역면적과 순유역면적을 고려하여 각각 산정한 결과, ①부유사량에 대한 전체유역면적을 고려한 비유사량은 평균 31.21 t/yr/㎢, 최대 152.15 t/yr/㎢, 최소 2.99 t/yr/㎢, 표준편차 36.60 t/yr/㎢의 특성을 나타내었다. ②부유사량에 대한 순유역면적을 고려한 비유사량은 평균 43.61 t/yr/㎢, 최대 180.30 t/yr/㎢, 최소 4.03 t/yr/㎢, 표준편차 42.56 t/yr/㎢의 특성을 나타내었다. ③총유사량에 대한 전체유역면적을 고려한 비유사량은 평균 38.31 t/yr/㎢, 최대 168.26 t/yr/㎢, 최소 3.24t/yr/㎢, 표준편차 43.56 t/yr/㎢의 특성을 나타내었다. ④총유사량에 대한 순유역면적을 고려한 비유사량은 평균 52.13 t/yr/㎢, 최대 199.39 t/yr/㎢, 최소 4.08 t/yr/㎢, 표준편차 49.63 t/yr/㎢의 특성을 나타내었다. ⑤측정 지점의 상류에 댐이나 저수지 등 인위적인 구조물에 의해 영향을 받아 전체유역면적과 순유역면적의 고려가 필요한 지점은 전체 19개 중 12개 지점인 것으로 분석되었다.

유사량자료는 하천시설물의 설계와 유지관리, 하천개수와 하도의 안정, 홍수터 관리, 저수지의 설계 및 운영 등 수자원개발 및 관리 등에 기본적인 자료로 활용된다. 이와 같이 유사량자료가 각종 하천분석 및 유지관리 등에 다목적으로 활용되는 점을 감안하여 볼 때 유역관리, 하천관리, 하천시설물관리, 댐 관리가 요구되는 지점에서는 유사량 측정이 정기적으로 수행되어야 할 것으로 판단된다. 그리고 정확하고 다양한 유사량자료를 생산할 수 있는 환경과 연구개발이 뒷받침되어야 할 것이다.

2.4.7 증발산량 특성분석

가. 지점 증발산량 분석

1) 증발산량 개요

증발산량은 호수나 저수지, 지면 등의 수분과 식물 등의 엽면으로부터 수분이 태양 에너지를 받아 기체 상태로 변환하는 과정에서 발생된다. 이는 수자원의 관점에서 보면 물의 손실에 해당된다. 증발산량 자료는 국가의 수자원 계획 및 개발 등에 기본자료로 이용될 뿐만 아니라 물 순환과정의 규명, 기상예보 정확도 향상, 작물의 소비수량 산정, 물수지 분석, 장기유출 해석 및 모형 개발 등 여러 분야에 활용되고 있다.

미국 등 여러 선진 외국에서는 오래 전부터 증발산 과정에 대한 이론적인 개념을 정립하여 증발산량을 정기적으로 측정해 오고 있다. 최근에는 에디공분산 장비와 같은 첨단 장비를 개발하여 증발산량을 실시간으로 측정해 오고 있으며, 자료의 품질 향상을 위한 제반 기술과 자료처리, 품질관리 방법 등도 체계화하여 실무에 이용하고 있다.

우리나라에서도 증발산량을 정량화하기 위한 연구는 꾸준히 진행되어 오고 있다. 2005년 정부는 선진형 수문정보 인프라 확충과 수문정보의 다양화를 목적으로 “수문조사선진화5개년계획”을 수립하여 증발산량을 정기적으로 생산할 수 있는 기틀을 마련하였다. 2010년에는 국가수문관측망에 증발산량 관측소 신설계획과 조사계획 등을 포함하여 증발산량관측망을 구축하였다. 이와 같은 정부의 노력으로 현재 우리나라에서도 국토교통부 뿐만 아니라 산림과학원, 기상연구소, 한국수자원공사 등 관련 기관에서 플럭스 타워를 운영하고 있다. 그러나 관련 기관에서 연중 증발산을 비롯한 여러 플럭스를 함께 관측하고 있으나 관련 기관의 플럭스 이용 목적이 서로 상이한 관계로 증발산량이 공식적인 자료로 가공되지 못하고 있다. 이에 따라 본 과업에서는 국토교통부 증발산량 관측소에서 생산된 증발산량 자료만을 수집하여 그 특성을 분석하였다. 증발산량 특성의 전체적인 흐름은 〈그림 2.4-122〉와 같다.

기존자료 수집 · 분석 · 검토 · DB구축

- 한국수문조사연보(국토교통부, 2014) 분석, 검토
- 수문조사보고서(국토교통부, 2014) 분석, 검토

지점 증발산량 분석

- 증발산량 관측현황 조사
- 일증발산량 특성분석
- 월증발산량 특성분석
- 연증발산량 특성분석

공간증발산량 지도

- 공간증발산량 지도 작성
- 공간증발산량 특성 분석

<그림 2.4-122> 증발산량 특성분석 흐름도

2) 증발산량 관측 현황

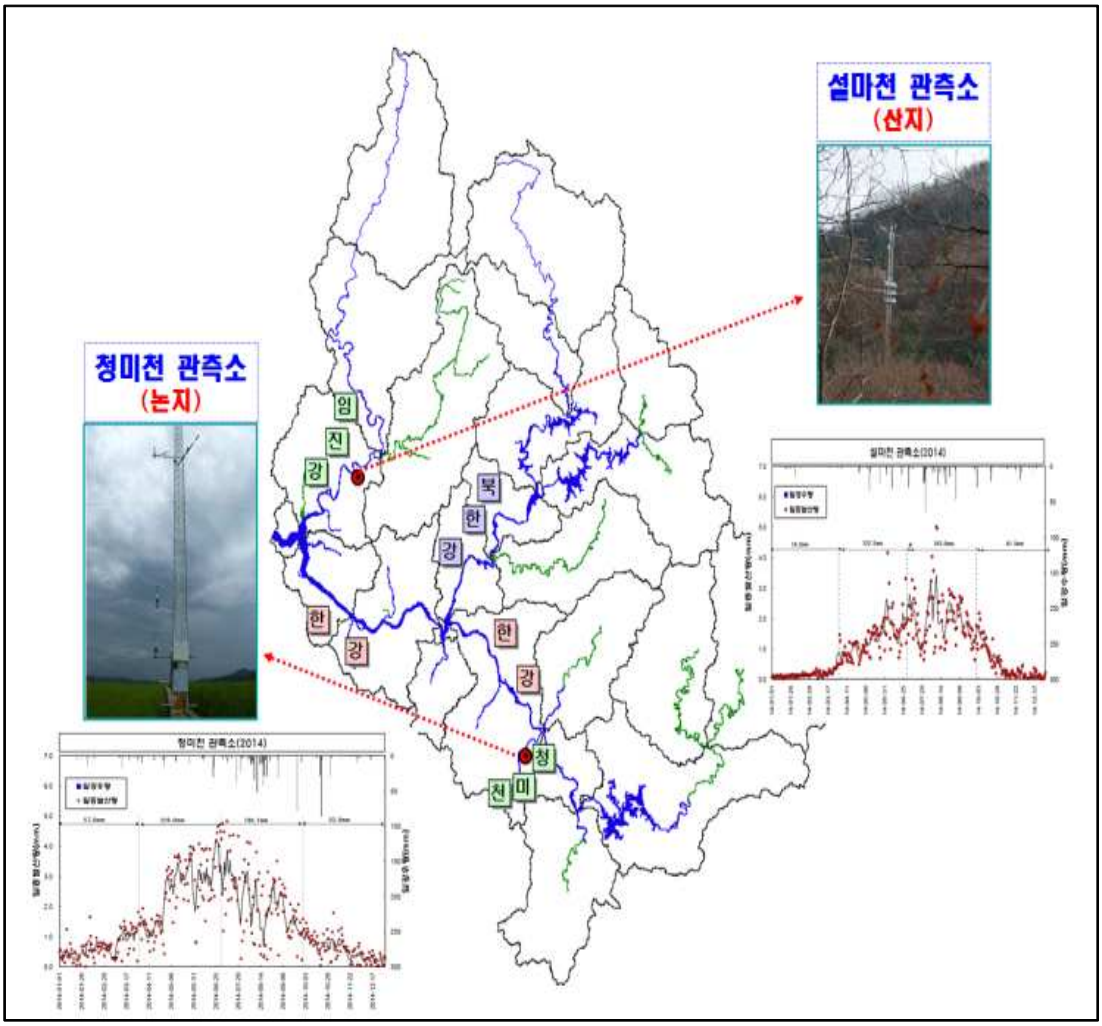
① 관측소 현황

국토교통부에서 운영·관리하는 증발산량 관측소는 현재 2개소로서 한강 권역인 설마천과 청미천 유역에 위치하고 있으며 〈표 2.4-117〉, 〈그림 2.4-123〉과 같다. 설마천 관측소는 산지 증발산량, 청미천 관측소는 논지 증발산량을 관측할 목적으로 운영되고 있으며, 관측시스템은 〈표 2.4-118〉, 〈표 2.4-119〉, 〈그림 2.4-124〉, 〈그림 2.4-125〉와 같다. 설마천 관측소는 30년~50년 수령의 침엽수와 활엽수로 구성되어 있는 설마천 유역의 중류부에 위치하고 있다. 플럭스 타워 19.2m 높이에는 3차원 초음파 풍향풍속계인 RM-81000과 CSAT3가 장착되어 있고, 고속 반응 적외선 기체 분석기(LI-7500)가 설치되어 있다. 또한 자동기상시스템과 순복사계가 18.8m 높이에 설치되어 있다. 군락 하부의 특성을 파악하기 위해 2.0m 높이에 자동기상시스템 등이 설치되어 있고, 토양 관련 관측 장비로는 타워 북동쪽 약 1.0m 가량 떨어진 곳에 토양열 플럭스센서와 토양수분센서가 매설되어 있다.

청미천 관측소는 경기도 여주군 농업기술원 종자관리소의 논에 위치하고 있다. 플럭스 타워 높이는 20.0m로 에디공분산 및 미기상 관측시스템이 장착되어 있다. 에디공분산 시스템으로 3차원 초음파 풍향풍속계인 CAST3, 폐회로 기체분석기인 EC-155가 9.7m 높이에 설치되어 있다. 자동기상시스템은 9.7m, 2.0m 높이에 각각 설치되어 풍향, 풍속, 온도, 습도, 강수 등을 측정하고 있다. 토양 관련 관측 장비로는 관측소 인근 논에 토양열 플럭스센서와 토양수분센서가 매설되어 있다.

<표 2.4-117> 증발산량 관측소 현황

권역	유역	관측소	위치	관측개시일
한강	설마천	설마천	경기도 파주시 적성면 설마리(산지)	2007. 7
	청미천	청미천	경기도 여주군 점동면 뇌곡리(논지)	2008. 9



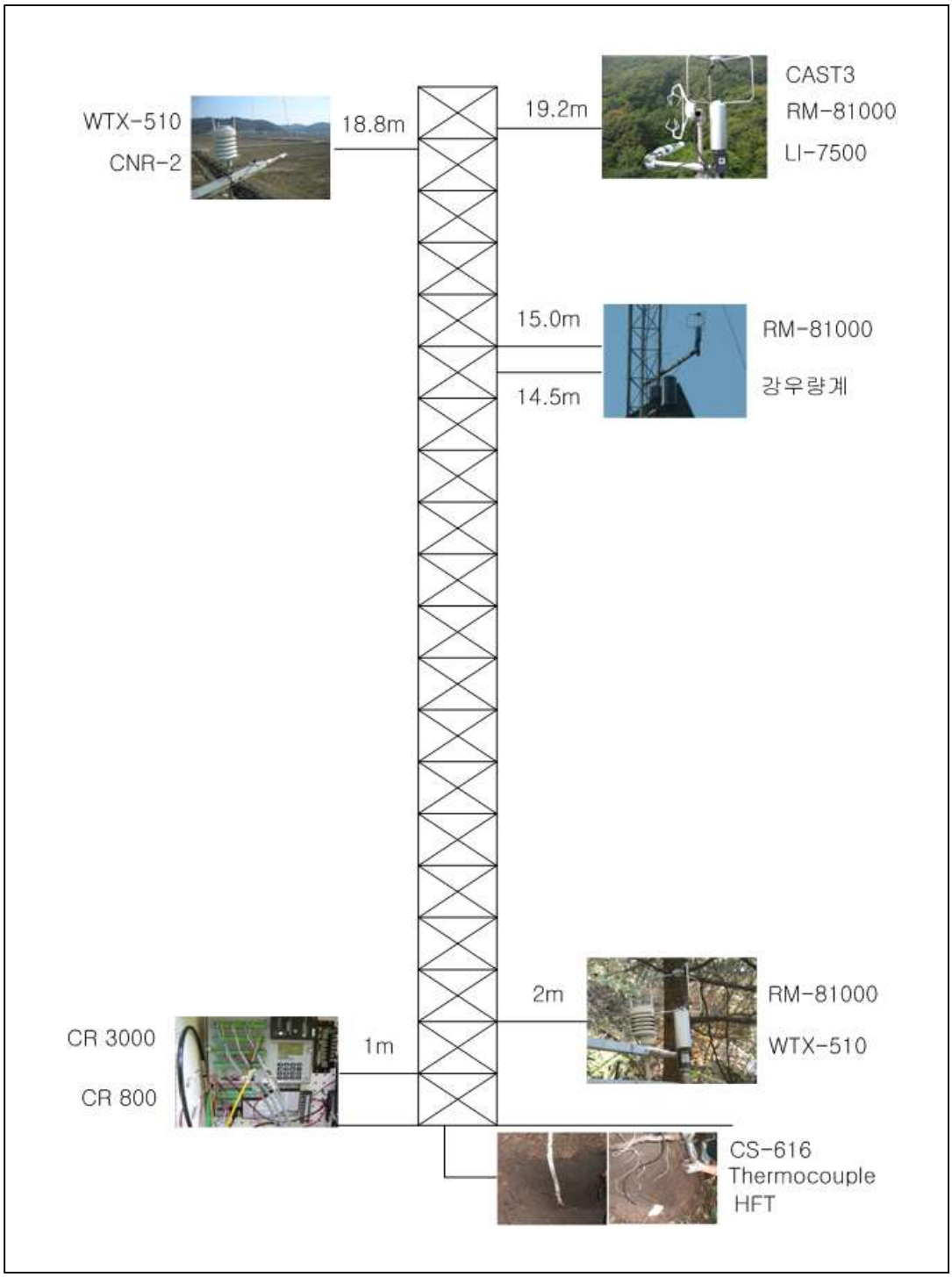
<그림 2.4-123> 증발산량 관측소 위치 정보

<표 2.4-118> 설마천 증발산량 관측시스템

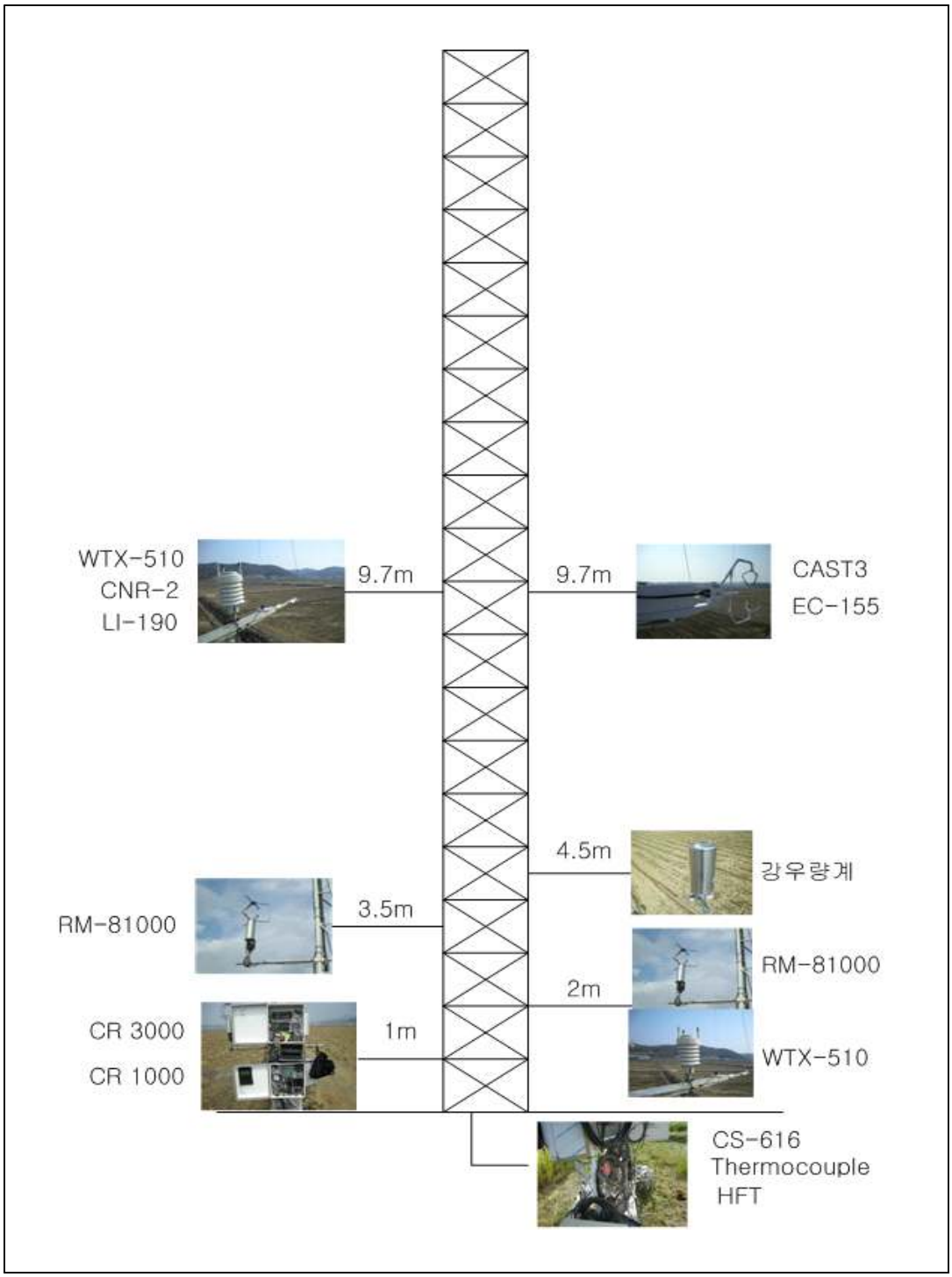
설마천 증발산량 관측시스템			
명칭	모델명	관측높이(m)	관측자료
3차원 초음파 풍향풍속계	CSAT3	19.2	풍향, 풍속, 기온
	RM-81000	19.2	
	RM-81000	15.0	
	RM-81000	2.0	
개회로 기체분석기	LI-7500	19.2	CO2, H2O
순복사계	CNR2	18.8	순복사량
	NR-Lite	2.0	
자동기상시스템	WTX510	18.8	강우, 풍속 등
	WTX510	2.0	
토양온도센서	Thermocouple	지면	토양온도
토양열 플럭스센서	HFT	지면	토양열 플럭스
토양수분센서	CS-616	지면	토양수분

<표 2.4-119> 청미천 증발산량 관측시스템

청미천 증발산량 관측시스템			
명칭	모델명	관측높이(m)	관측자료
3차원 초음파 풍향풍속계	CSAT3	9.7	풍향, 풍속, 기온
	RM-81000	3.5	
	RM-81000	2.0	
폐회로 기체분석기	EC-155	9.7	CO2, H2O
순복사계	CNR2	9.7	순복사량
광양자센서	LI-190	9.7	일조량
자동기상시스템	WTX510	9.7	강우, 풍속 등
	WTX510	2.0	
토양열 플럭스센서	HFT	지면	토양열 플럭스
토양수분센서	CS-616	지면	토양수분



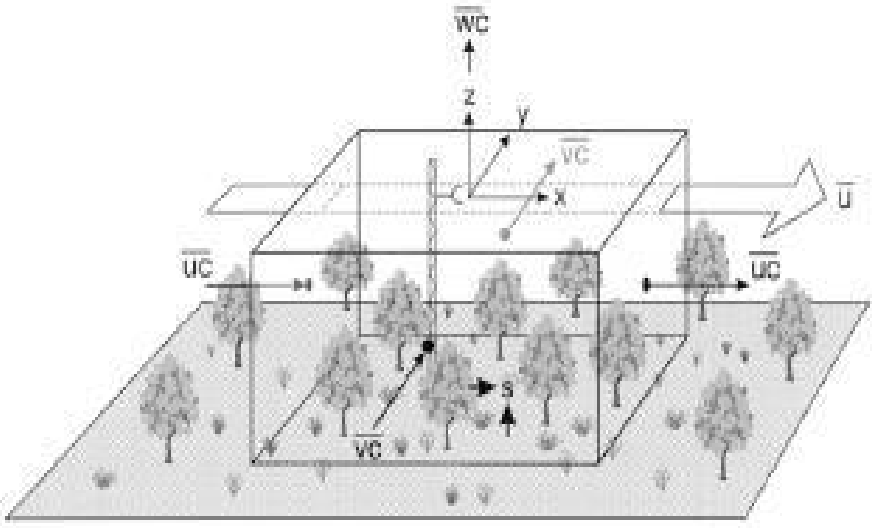
<그림 2.4-124> 설마천 증발산량 관측시스템



<그림 2.4-125> 청미천 증발산량 관측시스템

② 에디공분산 방법

국토교통부에서 운영·관리하고 있는 2개의 증발산량 관측소는 에디공분산 방식으로 증발산량을 관측하고 있다. 에디공분산 방식은 보존 방정식에 근거를 두고 있으며, 그 표현은 〈그림 2.4-126〉과 아래의 식과 같다. 아래의 식은 Ⅰ항~Ⅳ항으로 구성되는데, Ⅰ항은 저류항으로 관측 높이 아래에 저장된 수증기양, Ⅱ항은 에디공분산항으로 연직 풍속과 수증기 농도의 공분산으로 계산되는 난류 수증기 플럭스를 의미한다. Ⅲ항~Ⅳ항은 각각 연직 이류항과 수평 이류항으로 연직 혹은 수평적으로 발생되는 수증기 농도 차가 연직 혹은 수평적으로 이류되는 수증기 양을 나타낸다.



<그림 2.4-126> 에너지 보존방정식

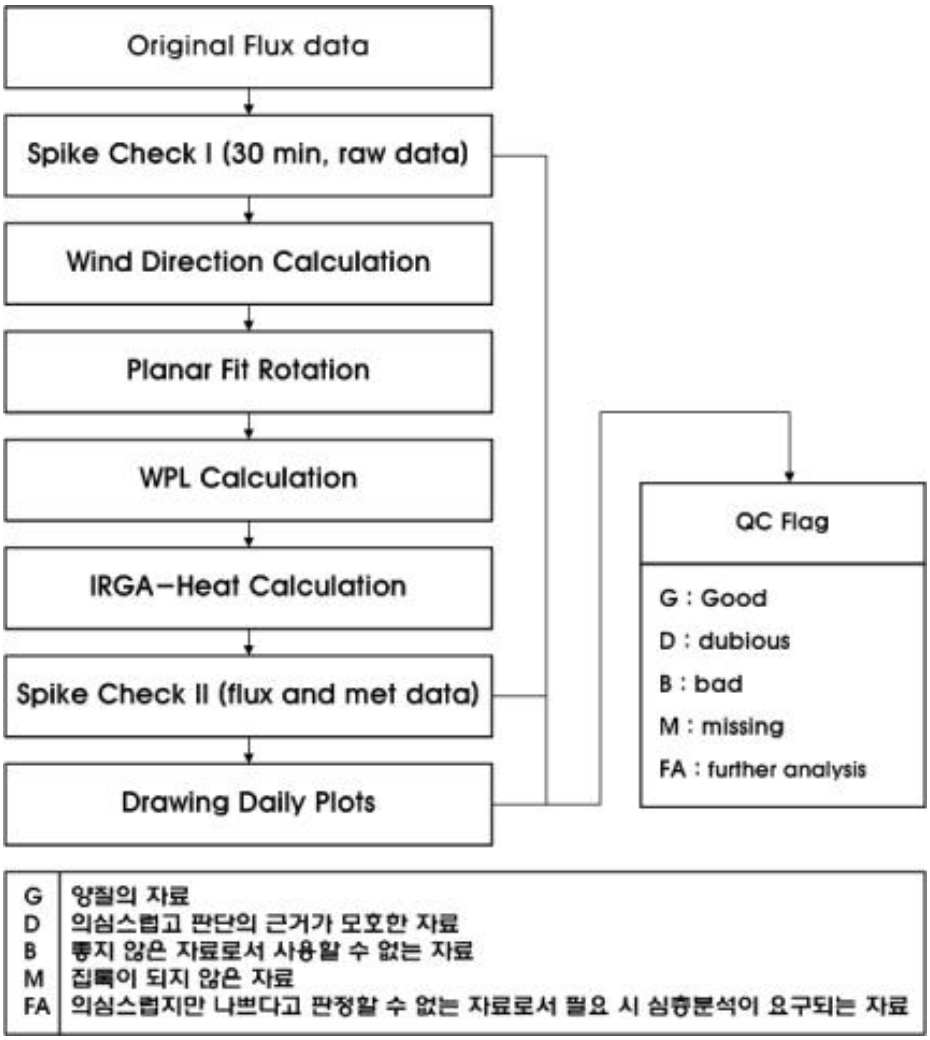
$$NEE_{H_2O} = \underbrace{\int_0^h \left[\frac{\partial \bar{c}}{\partial t}\right] dz}_{\text{I}} + \underbrace{\left(\overline{w'c'}\right)_h}_{\text{II}} + \underbrace{\int_0^h \bar{w}(z)\frac{\partial \bar{c}}{\partial z} dz}_{\text{III}} + \underbrace{\int_0^h \bar{u}(z)\frac{\partial \bar{c}}{\partial x} dz}_{\text{IV}}$$

여기서 NEE_{H2O}는 증발산량(또는 수증기 플럭스, 즉 단위 시간당 단위 면적당 관측 높이 하부의 식생 군락이 대기와 교환한 순 수증기량), c는 수증기 농도, u와 w는 유선 속도와 연직 속도, h는 관측 높이를 나타낸다.

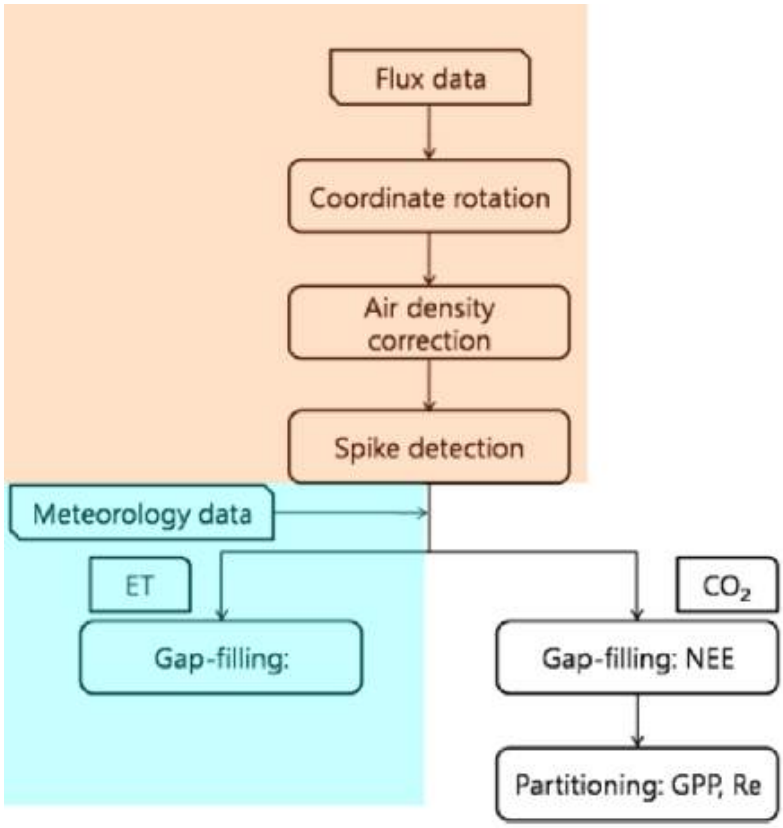
③ 자료처리와 품질관리

국토교통부에서 운영 중인 증발산량 관측소는 에디공분산 자료와 미기상학적 자료가 함께 관측되도록 관측시스템이 설계되어 있다. 이와 같이 관측시스템을 설계한 주요 목적은 에디공분산 방식으로 측정된 자료의 정상성을 확보하는 데에 있다. 측정 자료에는 이상치와 결측치가 포함되기 마련이기 때문에 자료처리와 품질관리를 수행할 목적으로 에디공분

산 자료와 미기상학적 자료를 함께 관측하고 있다. 국토교통부에서 적용하고 있는 자료처리와 품질관리 방법과 과정은 〈그림 2.4-127〉과 같다. 〈그림 2.4-127〉에 나타나 있는 바와 같이 자료처리와 품질관리는 튀는 자료 1차 점검, 풍향계산, 평면맞추기 회전(Planar Fit Rotation), WPL 계산, 튀는 자료 2차 점검, 적외선 기체분석기 가열효과 보정, 시계열 특성 검토 순으로 수행된다. 이와 같은 과정에서 자료는 품질의 정도에 따라 5단계(G: Good, D: Dubious, B: Bad, M: Missing, FA: Further Analysis)로 구분되어 확정된다. 자료처리와 품질관리에 대한 주요 내용은 2008년도 유량조사보고서(증발산량측정)에 자세하게 기술되어 있다. 2009년 홍진규 등은 자료처리와 품질관리가 가능한 〈그림 2.4-128〉과 같은 "KoFlux 표준화프로그램"을 개발하였다. KoFlux 표준화프로그램은 크게 자료처리, 품질관리, 결측자료 보완 단계로 구성되어 있으며, 현재 국토교통부, 산림과학원 등 국내 여러 기관에서 본 프로그램을 이용하고 있다.



<그림 2.4-128> 자료처리와 품질관리 절차



<그림 2.4-129> Koflux 표준화프로그램(2009, 홍진규 등)

3) 증발산량 특성 분석

증발산량 관측소에서 생산된 자료, 즉 일증발산량, 월증발산량, 연증발산량은 자료처리와 품질관리, 결측자료의 보완 과정을 거쳐 최종적으로 가공된다. 본 과업에서는 설마천과 청미천 증발산량 관측소에서 생산된 2014년 증발산량 자료를 수집하여 시간적 변동 특성을 분석하였다.

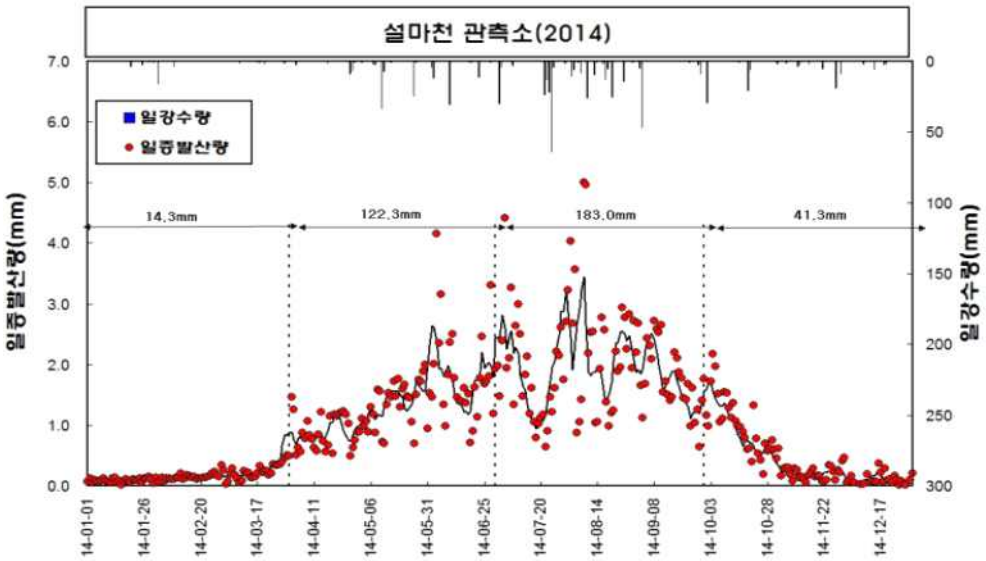
① 설마천 관측소

ⓐ 일증발산량 특성

설마천 관측소의 2014년 일증발산량 특성 분석 결과는 〈표 2.4-120〉과 〈그림 2.4-129〉와 같다. 본 관측소의 증발산량은 〈표 2.4-120〉에 수록되어 있는 바와 같이 평균 1.0㎜, 최대 5.0㎜, 최소 0.0㎜, 표준편차 0.9㎜의 특성을 나타내었다. 일증발산량 시간적 변동 특성은 〈그림 2.4-129〉와 같다. 〈그림 2.4-129〉에 나타나 있는 바와 같이 대체적으로 일증발산량은 1월~3월, 10월~12월까지는 변동폭이 적었으나, 4월~9월까지는 변동폭이 크게 발생하였다.

<표 2.4-120> 설마천 관측소 일증발산량 특성(2014년)

일증발산량(㎜)					
설마천 관측소	최대	최소	평균	표준편차	1년 누계
	5.0	0.0	1.0	0.9	360.9



<그림 2.4-130> 2014년 일증발산량 특성(설마천)

ⓑ 월증발산량 특성

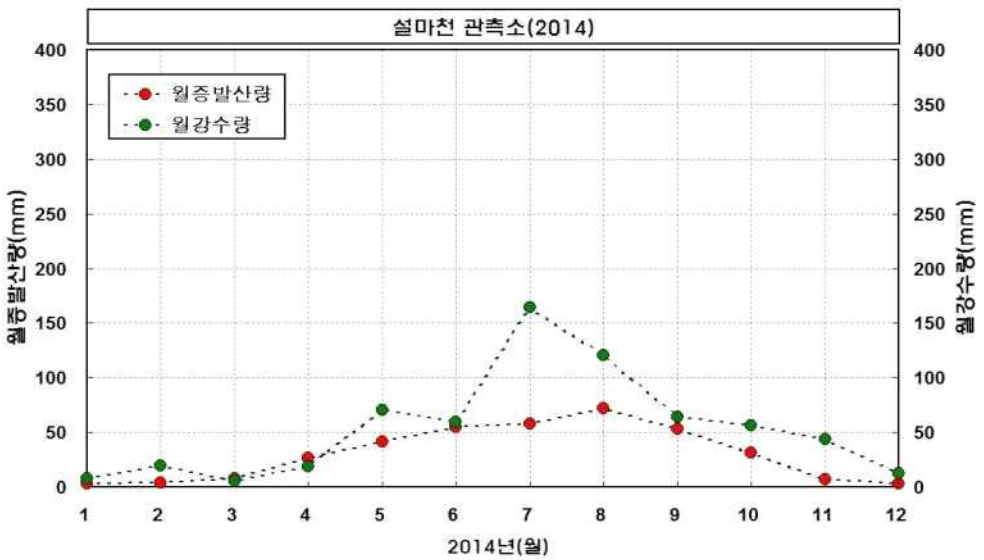
설마천 관측소의 2014년 월증발산량 특성 분석 결과는 〈표 2.4-121〉과 〈그림 2.4-130〉과 같다. 〈표 2.4-121〉에 수록되어 있는 바와 같이 월증발산량은 평균 30.1㎜, 최대 72.0㎜, 최소 2.8㎜, 표준편차 25.2㎜의 특성을 나타내었다. 또한 월별 증발산 비율은 평균 8.3%, 최대 19.9%, 최소 0.8%, 표준편차 7.0%의 특성을 나타내었다.

월증발산량에 대한 특성 분석 결과는 〈그림 2.4-130〉과 같다. 〈그림 2.4-130〉에 나타나 있는 바와 같이 1월과 2월은 겨울철 특성으로 인해 증발산량이 거의 일정하였으나 4월부터 식물과 혼효림의 증산 작용으로 인해 꾸준히 증가하였다. 7월에는 장마가 시작되면서 증발산량이 감소한 후 다시 8월에는 증발산량이 증가하여 최대값을 나타내었다. 9월부터 다시 증발산량이 줄어들기 시작하여 11월 이후부터는 평균 이하로 감소하였다.

<표 2.4-121> 2014년 월증발산량 특성(설마천)

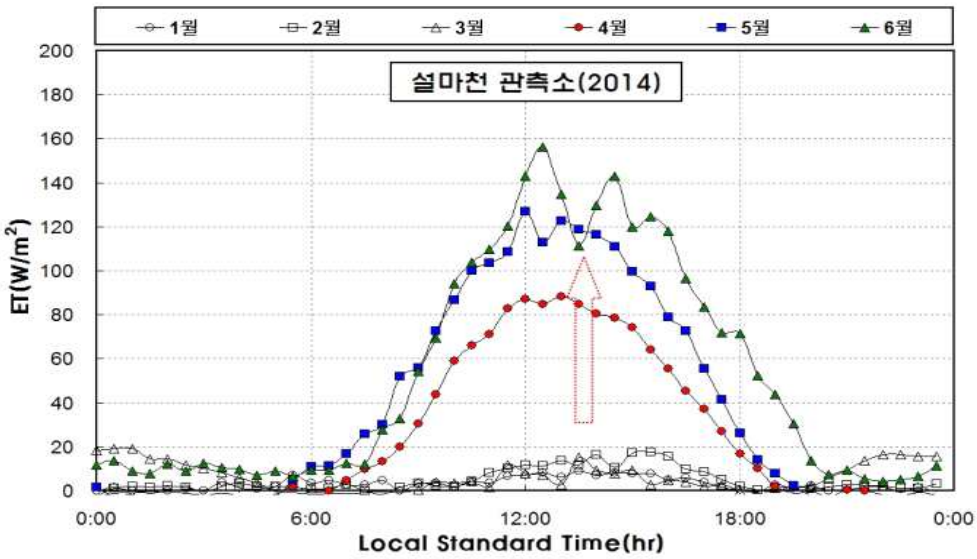
월	월증발산량(㎜)	월강수량(㎜)	월강수량 대비 증발산 비율(%)	월별 증발산 비율(%)
1월	2.8	7.8	36.1	0.8
2월	3.9	19.5	19.8	1.1
3월	7.6	5.1	149.4	2.1
4월	26.6	18.7	142.2	7.4
5월	41.2	70.7	58.3	11.4
6월	54.5	59.4	91.7	15.1
7월	57.7	164.6	35.1	16.0
8월	72.0	120.2	59.9	19.9
9월	53.3	63.8	83.6	14.8
10월	31.4	56.5	55.5	8.7
11월	6.7	43.5	15.4	1.9
12월	3.3	12.9	25.6	0.9
합계	360.9	642.7	-	100.0
평균	30.1	53.6	56.2	8.3
최대	72.0	164.6	-	19.9
최소	2.8	5.1	-	0.8
표준편차	25.2			7.0

* 월별 합계에 대한 강수량 대비 증발산량 비율

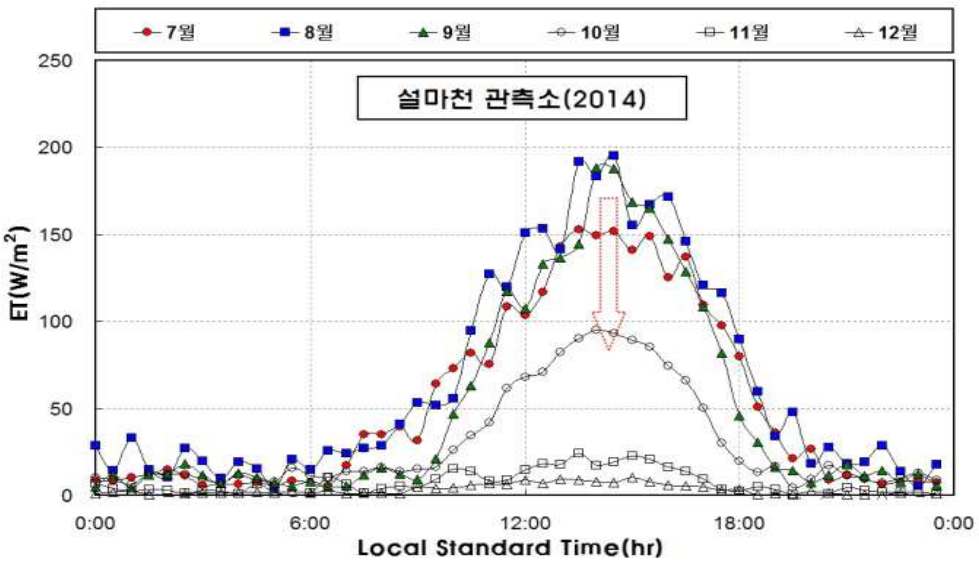


<그림 2.4-131> 2014년 월증발산량 특성(설마천)

월증발산량에 대한 시간적 변동 특성 분석 결과는 〈그림 2.4-131〉, 〈그림 2.4-132〉와 같다. 〈그림 2.4-131〉, 〈그림 2.4-132〉에 나타나 있는 바와 같이 월증발산량은 약 오전 6시부터 상승하여 복사량 공급이 충분한 낮에 전반적으로 최대를 보이다가 오후 8시 30분까지 급격히 감소하는 특성을 나타내었다. 또한 월증발산량은 일정기간까지 상승했다가 다시 감소하는 계절적 특성을 유지하였으나, 5월과 6월의 특성은 서로 상이하였다.



<그림 2.4-132> 월증발산량 시간적 변동 특성(설마천, 2014년 1월~6월)



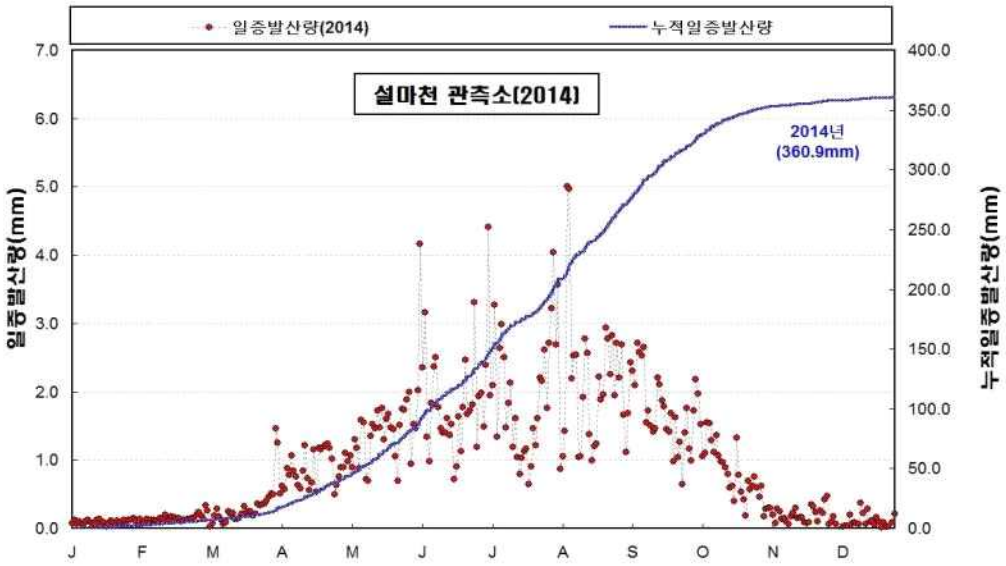
<그림 2.4-133> 월증발산량 시간적 변동 특성(설마천, 2014년 7월~12월)

ⓒ 연증발산량 특성

설마천 관측소의 2014년 연증발산량 특성 분석 결과는 〈표 2.4-122〉와 같다. 산정된 연증발산량은 360.9㎜로 이는 연강수량 대비 56.2%에 해당된다. 2014년에는 과거에 비해 강수량이 적어 강수량 대비 증발산량 비율이 높게 산정되었다. 연증발산량은 1년간의 일증발산량을 누적하여 산정한 값으로서 그 특성은 〈그림 2.4-133〉과 같다.

<표 2.4-122> 2014년 연증발산량 특성(설마천)

연도	연증발산량(㎜)	연강수량(㎜)	비율(%)
2014년	360.9	642.7	56.2



<그림 2.4-134> 2014년 연증발산량 특성(설마천)

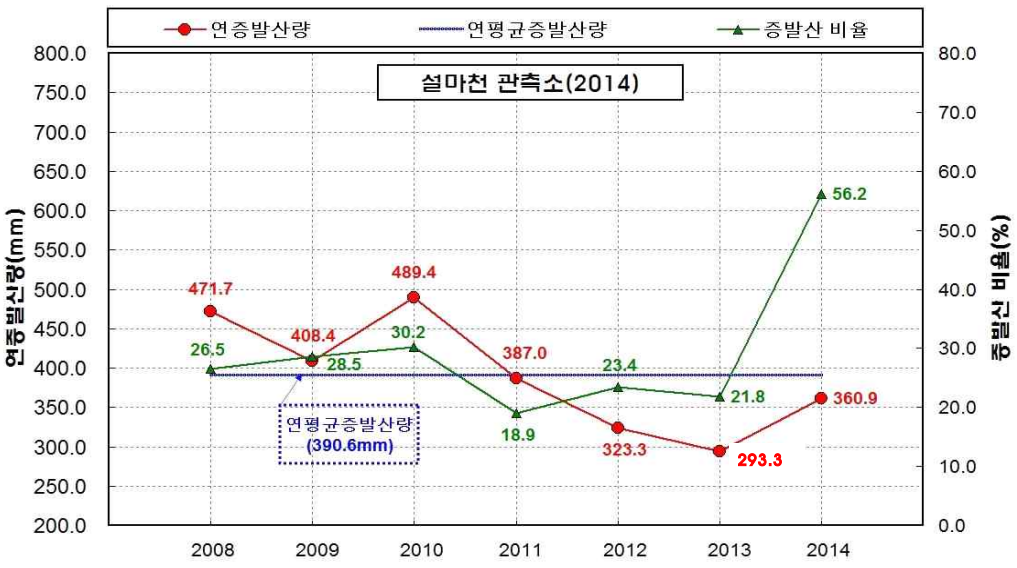
ⓓ 연증발산량 변동 특성

2008년에서 2014년까지 7개년 동안 설마천 관측소에서 산정된 연증발산량의 변동 특성은 〈표 2.4-123〉, 〈그림 2.4-134〉~〈그림 2.4-136〉과 같다. 〈표 2.4-123〉에 수록되어 있는 바와 같이 연증발산량은 2008년 471.7㎜, 2009년 408.4㎜, 2010년 489.4㎜, 2011년 387.0㎜, 2012년 323.3㎜, 2013년 293.3㎜, 2014년 360.9㎜의 특성을 나타내었다. 7개년에 대한 연증발산량의 규모를 분석한 결과, 평균 390.6㎜, 최대 489.4㎜, 최소 293.3㎜, 표준편차 72.5㎜의 변동 특성을 나타내었다. 최대 연증발산량은 2010년, 최소 연증발산량은 2013년에 발생된 것으로 분석되었다. 연강수량 대비 증발산 비율은 평균 29.4%, 최대 56.2%, 최소 18.9%, 표준편차 12.5%의 특성을 나타내었다. 연강수량 대비 증발산 비율이 가장 큰 연도는 최대 증발산량이 산정된 해인 2014년으로 분석되었으며, 최소 증발산량 비율은 2011년에 발생하였다.

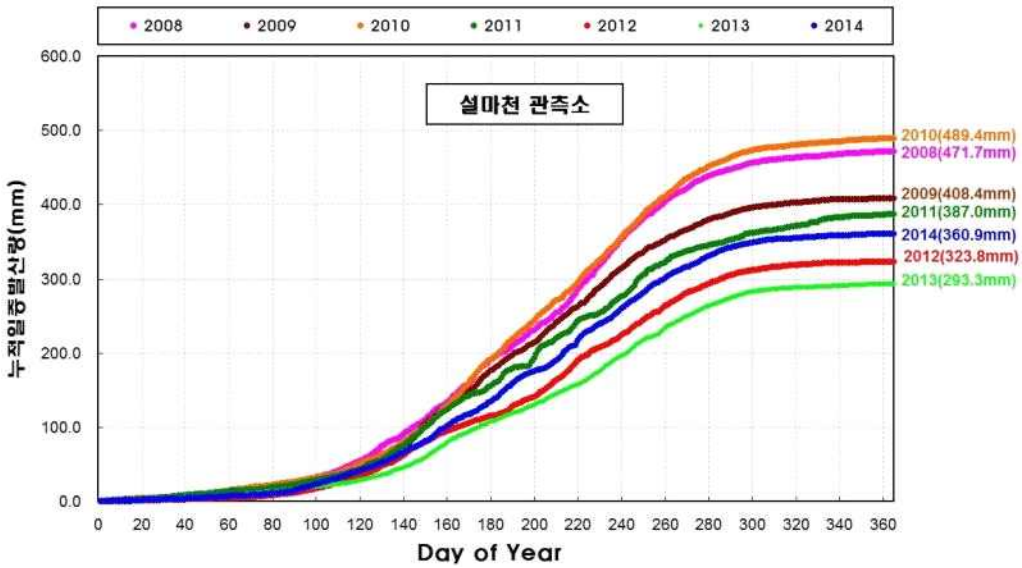
〈그림 2.4-134〉~〈그림 2.4-136〉은 연증발산량 변동 특성을 나타낸다. 〈그림 2.4-134〉~〈그림 2.4-136〉에 나타나 있는 바와 같이 2013년의 증발산량이 상대적으로 적은 특성을 나타내었다.

<표 2.4-123> 연증발산량 변동 특성(설마천)

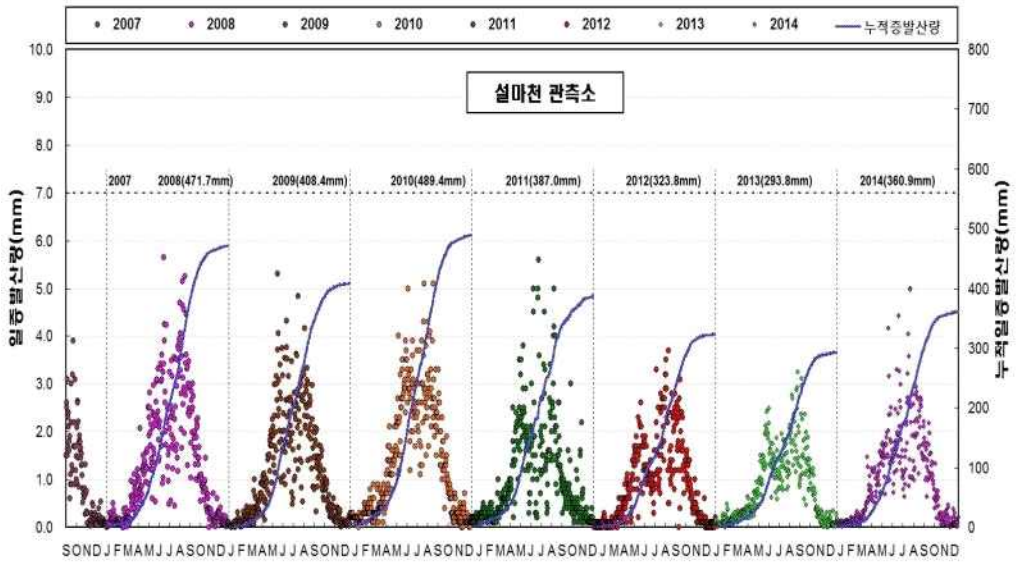
연도	연증발산량(㎜)	연강수량(㎜)	비율(%)
2008년	471.7	1,777.0	26.5
2009년	408.4	1,430.5	28.5
2010년	489.4	1,621.0	30.2
2011년	387.0	2,043.0	18.9
2012년	323.3	1,383.4	23.4
2013년	293.3	1,348.5	21.8
2014년	360.9	642.7	56.2
평균	390.6	1,463.7	29.4
최대	489.4	2,043.0	56.2
최소	293.3	642.7	18.9
표준편차	72.5	438.4	12.5



<그림 2.4-135> 강수량 대비 연증발산 변동 특성(설마천)



<그림 2.4-136> 설마천 관측소 연증발산량 변동 특성(I)



<그림 2.4-137> 설마천 관측소 연증발산량 변동 특성(II)

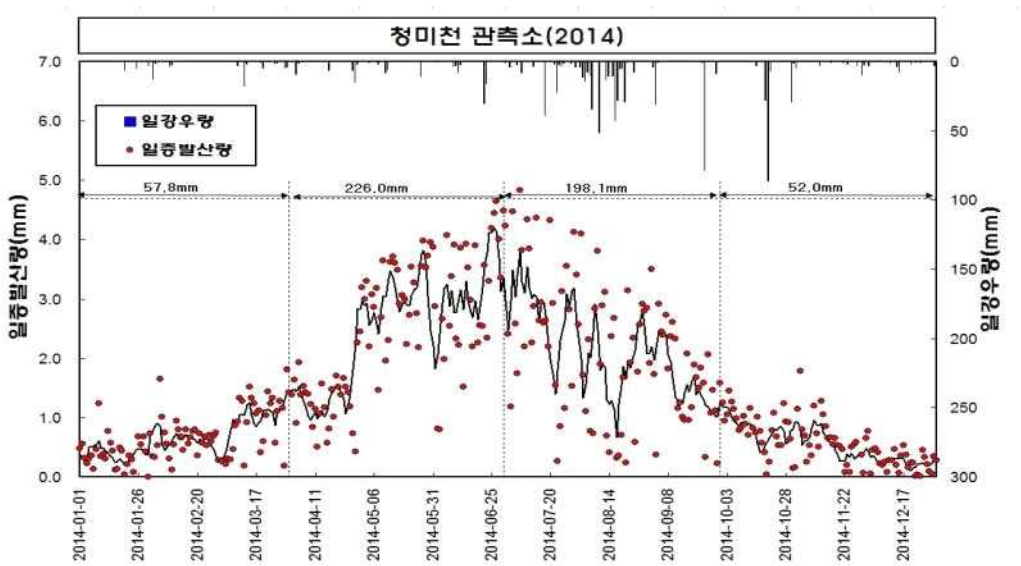
② 청미천 관측소

ⓐ 일증발산량 특성

청미천 관측소의 2014년 일증발산량 특성 분석 결과는 〈표 2.4-124〉와 〈그림 2.4-137〉과 같다. 산정된 증발산량은 〈표 2.4-124〉에 수록되어 있는 바와 같이 평균 1.5㎜, 최대 4.8㎜, 최소 0.0㎜, 표준편차 1.2㎜의 특성을 나타내었다. 일증발산량 변동 특성은 〈그림 2.4-137〉과 같다. 〈그림 2.4-137〉에 나타나 있는 바와 같이 일증발산량은 1월~3월, 10월~12월까지는 변동폭이 다소 적었으나, 4월~9월까지는 강우 등의 영향으로 변동폭이 크게 발생하였다.

<표 2.4-124> 청미천 관측소 일증발산량 특성(2014년)

일증발산량(㎜)					
청미천 관측소	최대	최소	평균	표준편차	1년 누계
	4.8	0.0	1.5	1.2	533.9



<그림 2.4-138> 2014년 일증발산량 특성(청미천)

ⓑ 월증발산량 특성

청미천 관측소의 2014년 월증발산량 특성 분석 결과는 〈표 2.4-125〉와 〈그림 2.4-138〉과 같다. 월증발산량은 〈표 2.4-125〉에 수록되어 있는 바와 같이 평균 44.5㎜, 최대 95.6㎜, 최소 8.7㎜, 표준편차 32.1㎜의 특성을 나타내었다. 또한 월별 증발산 비율은 평균 8.3%,

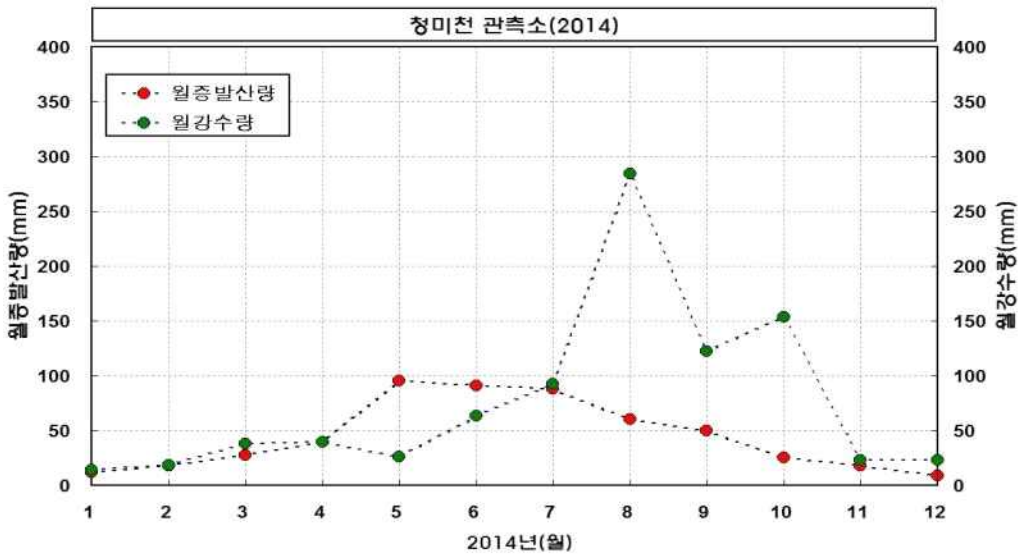
최대 17.9%, 최소 1.6%, 표준편차 6.0%의 특성을 나타내었다.

월증발산량에 대한 시간적 변동 특성 분석 결과는 〈그림 2.4-138〉과 같다. 〈그림 2.4-138〉에 나타나 있는 바와 같이 1월과 2월은 겨울철 특성으로 인해 증발산량이 일정하게 유지되었으나, 3월은 논의 관개로 인한 증발과 벼의 증산 작용으로 인해 꾸준히 증가하였다. 7월~8월은 장마의 영향으로 증감하다가 10월부터 증발산량이 줄어들기 시작하여 11월 이후부터는 평균 이하로 감소하였다.

<표 2.4-125> 2014년 월증발산량 특성(청미천)

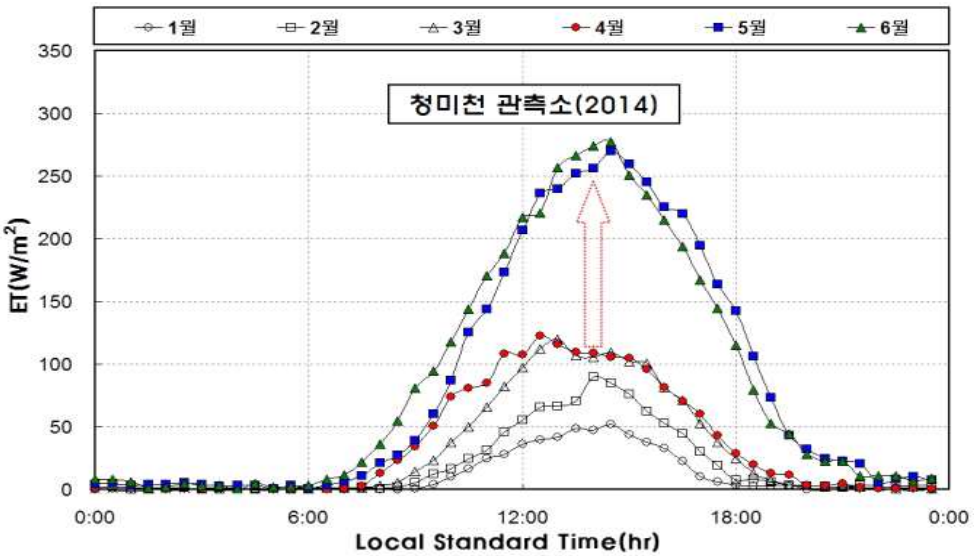
월	월증발산량 (㎜)	월강수량 (㎜)	월강수량 대비 증발산 비율(%)	월별 증발산 비율(%)
1월	12.1	14.0	86.4	2.2
2월	18.2	18.9	96.4	3.4
3월	27.5	37.7	72.9	5.1
4월	39.2	39.6	99.1	7.3
5월	95.6	26.3	363.4	17.9
6월	91.2	63.3	144.0	17.1
7월	87.8	92.6	94.8	16.4
8월	60.1	284.3	21.1	11.3
9월	50.2	122.7	40.9	9.4
10월	25.6	153.8	16.6	4.8
11월	17.8	23.5	75.7	3.3
12월	8.7	22.9	37.8	1.6
합계	533.9	899.6	-	100.0
평균	44.5	75.0	59.3*	8.3
최대	95.6	284.3	-	17.9
최소	8.7	14.0	-	1.6
표준편차	32.1	79.8	-	6.0

* 월별 합계에 대한 강수량 대비 증발산량 비율

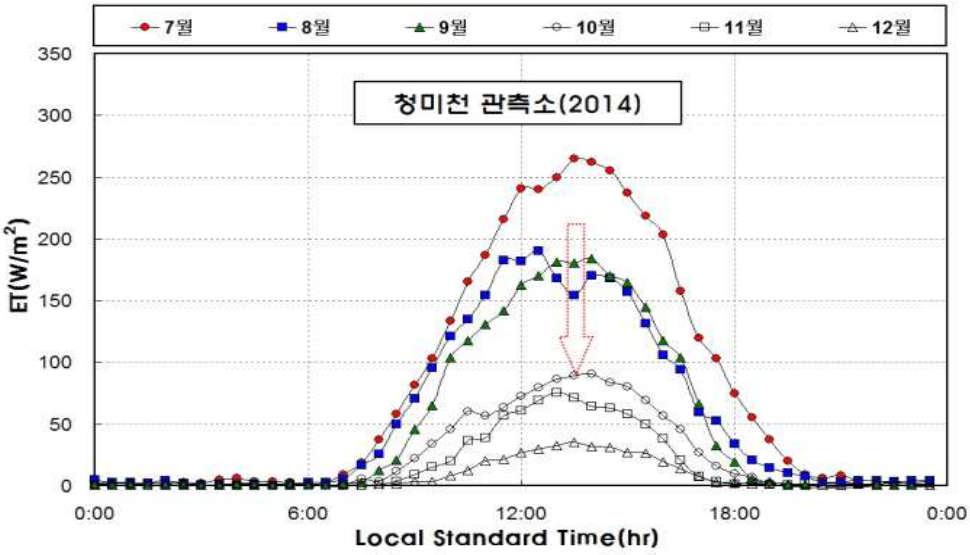


<그림 2.4-139> 2014년 월증발산량 특성(청미천)

월증발산량에 대한 시간적 변동 특성 분석 결과는 〈그림 2.4-139〉, 〈그림 2.4-140〉과 같다. 〈그림 2.4-139〉, 〈그림 2.4-140〉에 나타나 있는 바와 같이 월증발산량은 오전 6시 30분부터 상승하여 복사량 공급이 충분한 낮에 전반적으로 최대를 보이다가 오후 8시 30분까지 급격히 감소하는 특성을 나타내었다. 또한 월증발산량은 일정기간까지 상승했다가 다시 감소하는 계절적 특성을 유지하였다.



<그림 2.4-140> 월증발산량 시간적 변동 특성(청미천, 2014년 1월~6월)



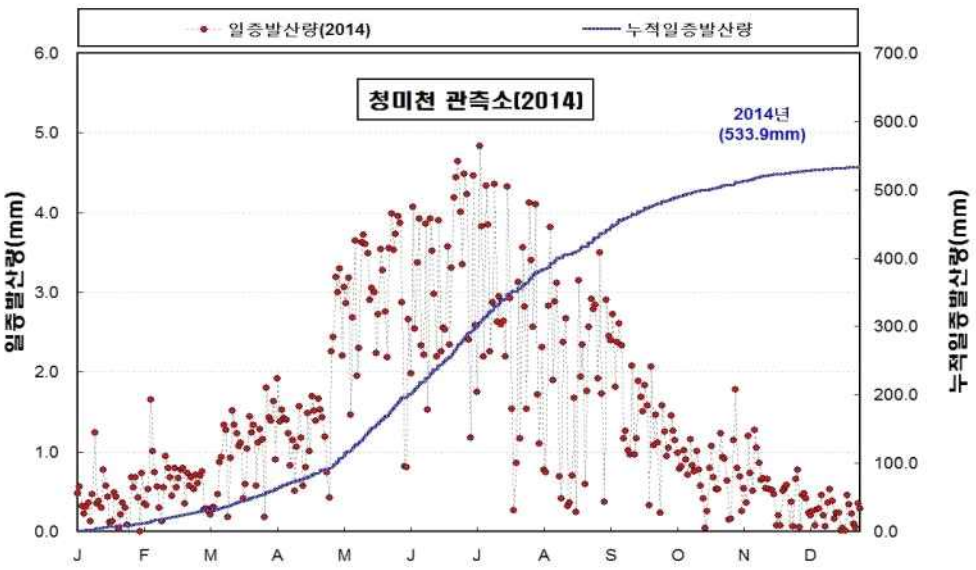
<그림 2.4-141> 월증발산량 시간적 변동 특성(청미천, 2014년 7월~12월)

ⓒ 연증발산량 특성

청미천 관측소의 2014년 연증발산량 특성 분석 결과는 〈표 2.4-126〉과 같다. 산정된 연증발산량은 533.9㎜로 이는 연강수량 899.6㎜ 대비 59.3%에 해당된다. 연증발산량은 1년간의 일증발산량을 누적하여 산정한 값으로서 그 특성은 〈그림 2.4-141〉과 같다.

<표 2.4-126> 청미천 관측소 연증발산량 특성

연도	연증발산량 (㎜)	연강수량 (㎜)	비율(%)
2014년	533.9	899.6	59.3



<그림 2.4-142> 2014년 연증발산량 특성(청미천)

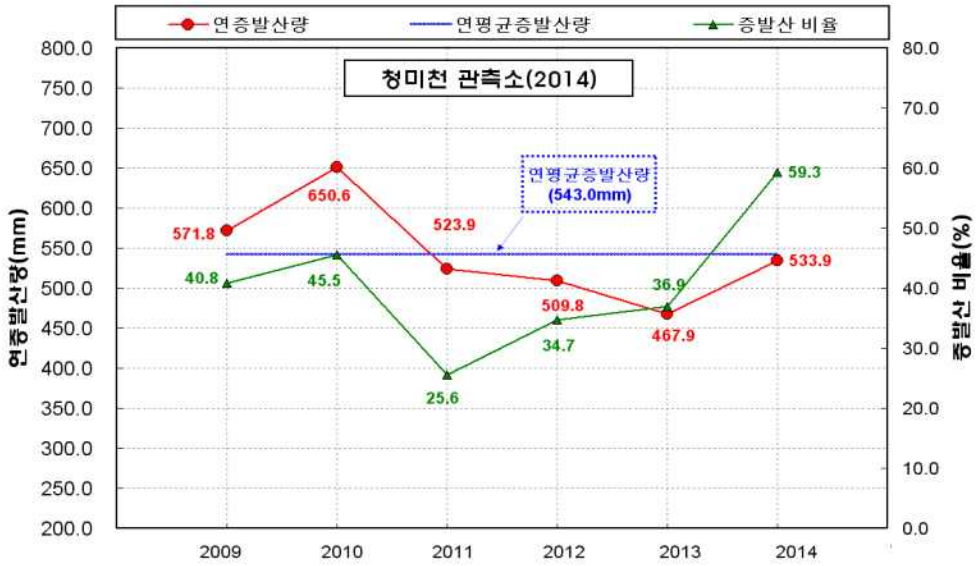
ⓓ 연증발산량 변동 특성

2009년에서 2014년까지 6개년 동안 청미천 관측소에서 산정된 연증발산량의 변동 특성은 〈표 2.4-127〉 및 〈그림 2.4-142〉~〈그림 2.4-144〉와 같다. 〈표 2.4-127〉에 수록되어 있는 바와 같이 연증발산량은 2009년 571.8㎜, 2010년 650.6㎜, 2011년 523.9㎜, 2012년 509.8㎜, 2013년 467.9㎜, 2014년 533.9㎜의 특성을 나타내었다. 6개년에 대한 연증발산량을 분석한 결과, 평균 543.0㎜, 최대 650.6㎜, 최소 467.9㎜, 표준편차 62.6㎜의 변동 특성을 나타내었다. 최대 연증발산량 650.6㎜는 2010년, 최소 연증발산량 467.9㎜는 2013년에 발생된 것으로 분석되었다. 또한 연강수량 대비 증발산 비율은 평균 40.5%, 최대 59.3%, 최소 25.6%, 표준편차 11.4%의 특성을 나타내었다. 연강수량 대비 증발산 비율이 가장 큰 연도는 강수량이 가장 적은 해인 2014년으로 분석되었으며, 최소 증발산 비율은 2011년에 발생하였다.

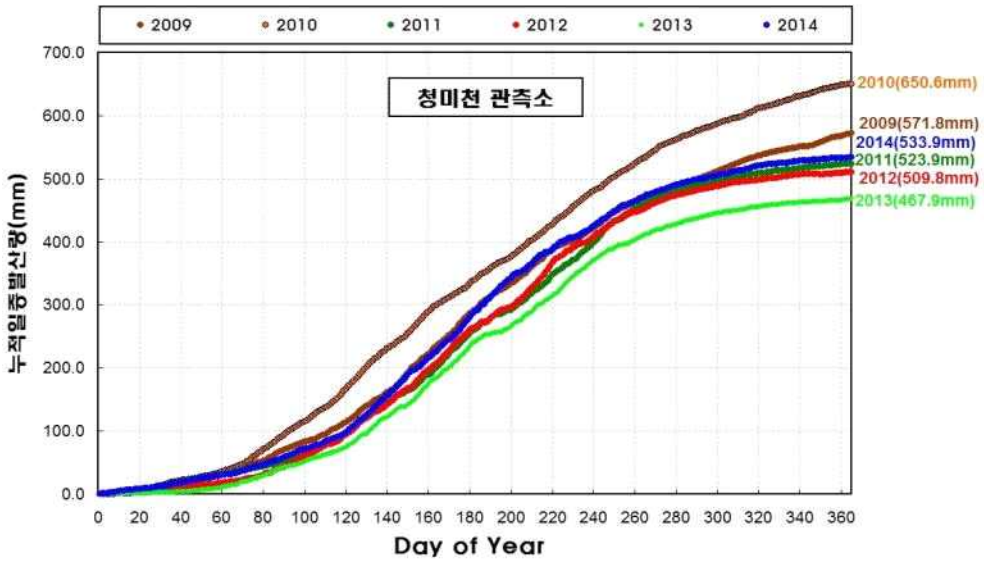
〈그림 2.4-142〉~〈그림 2.4-144〉는 연증발산량 변동 특성을 나타낸다. 〈그림 2.4-142〉~〈그림 2.4-144〉에 나타나 있는 바와 같이 2013년의 증발산량이 상대적으로 적은 특성을 나타내었다.

<표 2.4-127> 청미천 관측소 연증발산량 특성

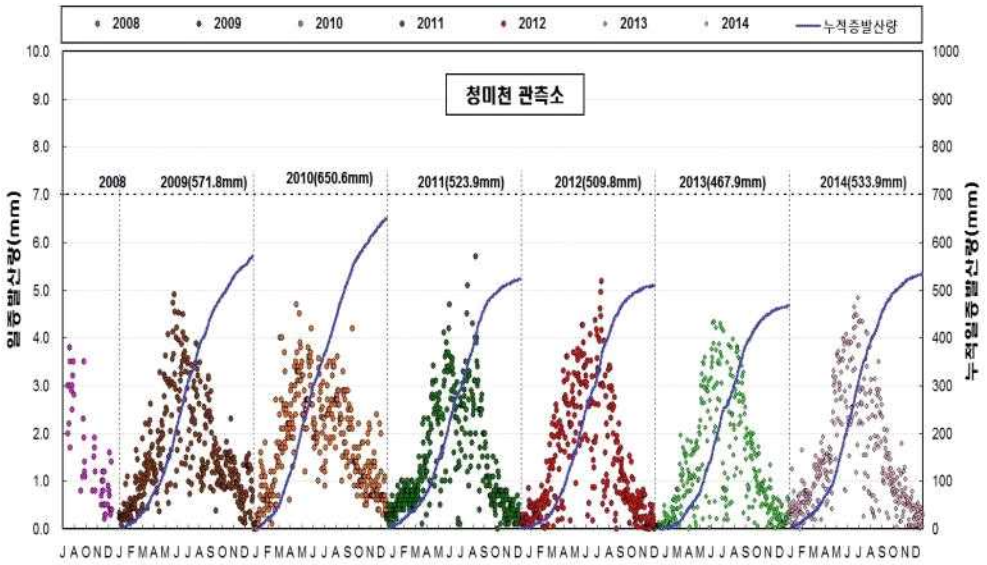
연도	연증발산량 (㎜)	연강수량 (㎜)	비율(%)
2009년	571.8	1,401.5	40.8
2010년	650.6	1,429.6	45.5
2011년	523.9	2,045.0	25.6
2012년	509.8	1,468.9	34.7
2013년	467.9	1,267.5	36.9
2014년	533.9	899.6	59.3
평균	543.0	1,418.7	40.5
최대	650.6	2,045.0	59.3
최소	467.9	899.6	25.6
표준편차	62.6	370.8	11.4



<그림 2.4-143> 강수량 대비 연증발산량 변동 특성(청미천)



<그림 2.4-144> 청미천 관측소 연증발산량 변동 특성(I)



<그림 2.4-145> 청미천 관측소 연증발산량 변동 특성(II)

나. 공간 증발산량지도 작성 및 분석

1) 공간 증발산량 개요

공간 증발산량(space evapotranspiration)이라 함은 어떤 유역 내에서 일정기간 동안 시공간적으로 기화되는 수증기의 양이다. 이는 유역 증발산량(area evapotranspiration)과 같은 의미이며, 어느 특정 지점에서 일정기간 동안 발생되는 지점 증발산량(point evapotranspiration)과는 구별된다. 지점 증발산량은 어느 특정 지점에 증발산량 관측소를 설치하여, 일정 시간간격으로 관측하면 획득할 수 있다. 그러나 이와 같은 자료를 통해서는 유역에서 발생되는 증발산량의 시공간적인 분포와 특성을 파악할 수 없다. 사실, 공간증발산량이라는 용어는 유역 내에서 발생되는 증발산의 시공간적 분포와 특성을 포함하고 있다. 그렇기 때문에 이를 직접적인 방식으로 산정한다는 것은 사실상 불가능하다.

최근 세계 각지에서는 공간 증발산량을 정량화할 수 있는 방법에 대한 연구가 지속적으로 수행되고 있다. 이는 원격탐사 기법을 증발산량 지도(evapotranspiration map) 작성 분야에 접목하는 것으로서, 현재 많은 방법과 알고리즘들이 연구되어 개발되고 있다. 그러나 국외에서 개발된 여러 알고리즘들은 우리나라의 유역 특성을 반영하는 데에 여러 가지 한계점을 내포하고 있다. 이와 같은 이유로 인해 우리나라에서는 아직까지 이와 같은 방법이 실무에 직접적으로 활용되지 못하고 있다. 이에 따라 본 과업에서는 이와 같은 문제점을 인식하고, 원격탐사 기법을 활용하는 여러 방법 중 가장 신뢰성이 높고, 또한 우리나라의 특성을 잘 반영할 수 있는 RS-PM(remote sensing-based Penman Monteith) 방법을 공간 증발산량 산정에 적용하였다.

2) 공간 증발산량 산정 방법

현재 세계 각지에서는 공간 증발산량 산정에 필요한 입력자료를 획득하기 위해 Landsat-TM(Landsat Thematic Mapper), MODIS(Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer), AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) 등의 위성자료를 활용하고 있다. 사실, 위성자료를 기반으로 하는 공간적인 증발산량을 산정할 수 있는 방법과 알고리즘들은 상당히 많다. 그러나 아직까지 많은 한계점을 지니고 있다. 공간 증발산량 지도 작성에서 가장 문제가 되는 것은 인공위성이 탐사한 위성자료에 있다. 탐사된 위성자료에는 속성이 비어 있는 많은 영역이 존재한다. 이와 같은 특성은 구름이 낀 지역과 전파 방해가 일어나는 도심지, 위성의 탐사 경로로 인해 미탐사되어진 지역 등에 내포되어 있다. 위성자료에 이러한 특성이 존재하면 작성된 증발산량 지도에 속성이 존재하지 않거나 이상치가 포함되게 된다.

공간 증발산량 지도를 작성할 수 있는 방법을 아래에 기술하면 다음과 같다. 첫째, 지상에 설치된 증발산량 관측소의 지점 증발산량을 기반으로 이를 보간하여 공간 증발산량을 산정하는 방법이다. 그러나 이 방법은 상당히 많은 수의 지상 증발산량 관측소를 필요로 한다. 현재 국토교통부에서 공식적으로 운영하고 있는 증발산량 관측소는 설마천과 청미천 관측소의 2개소 뿐이므로 이를 적용하기에는 무리가 따른다. 둘째, 공간 증발산량을 간접적으로 추정하는 방법이 있다. 이는 지상에서 관측된 기상자료로부터 지점 증발산량을 추정하여 간접적으로 공간 증발산량을 산정하는 방법이다. 그러나 지점 증발산량의 추정공식의 많은 제약조건과 보간의 불확실성 등으로 인해, 실제 증발산량을 대표하기가 어렵다. 셋째, 원격탐사 기법을 활용하여 공간 증발산량을 간접적으로 추정하는 방법이다. 이 방법을 적용하기 위해서는 많은 위성자료와 관련 알고리즘들이 필요하다. 사실, 각각의 위성에서 탐사되고 있는 자료는 그 형태와 종류, 특성이 서로 상이하기 때문에 이를 처리할 수 있는 다양한 기법과 알고리즘들이 필요하다. 이중 세 번째 방법이 공간 증발산량을 산정할 수 있는 방법으로 세계 여러 나라에서 각광을 받고 있다. 그러나 여기서 중요한 것은 산정된 공간 증발산량이 얼마나 정확하고 합리적인 값을 가졌는가에 있다. 최근에 가장 널리 이용되고 있는 방법은 MODIS 위성자료를 기반으로 하는 RS-PM 알고리즘이다. RS-PM 알고리즘은 기존 FAO-PM 복합방정식을 토대로 하고 있다. 이는 FAO-PM 복합방정식이 가지고 있는 변수 등을 MODIS 위성자료에서 추출하여 공간 증발산량을 산정하는 방법이다.

① MODIS 위성 및 자료

MODIS(Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer)는 시공간적으로 각각 1일, 1km×1km의 안정적인 해상도를 제공하는 인공위성이다. MODIS 위성이 탐사한 자료는 대기·해양·육지에 대한 구름 분석, 에어로졸·수증기 등의 특성 분석, 대기권의 태양·지구 복사에너지 관측을 통한 지구 온난화 및 기후 변화 감시, 해상과 육상에서의 생물간의 상호관계 분석 등 다양한 분야에서 널리 활용된다(http://modis.gsfc.nasa.gov/). MODIS 위성은 EOS(NASA earth observing system)에 의해 발사된 Terra(1999. 12. 18 발사)와 Aqua(2002. 5. 4 발사) 인공위성에 탑재되어있다. 각각 매일 오전 10시 30분경(descending), 오후 1시 30분경(ascending)에 적도를 통과한다(http://modis.gsfc.nasa.

gov/). 705km 상공에서 MODIS 위성은 36개 밴드를 이용하여 매 1~2일마다 지구 전체 표면을 관측한다. 모든 MODIS Product는 Hierarchical Data Format (HDF) 파일 형태로 이루어져 있다.

② RS-PM Algorithm

RS-PM(remote sensing-based Penman Monteith) 알고리즘은 Mu et al.(2007) 등에 의해 소개되었으며, Penman-Monteith 방정식을 근간으로 하고 있다. Penman-Monteith 방정식은 물리적인 개념에 바탕을 둔 공식으로, 에너지 교환 및 질량 이송 이론에 관여하는 기공 저항(stomatal resistance), 공기동력학 저항(aerodynamic resistance) 등을 고려한다. RS-PM 알고리즘은 아래의 식을 근간으로 증발산량을 산정한다.

$$\lambda E = \frac{\Delta A_c + \rho_a c_p (e_s - e_a)/r_a}{\Delta + \gamma(1 + r_s/r_a)}$$

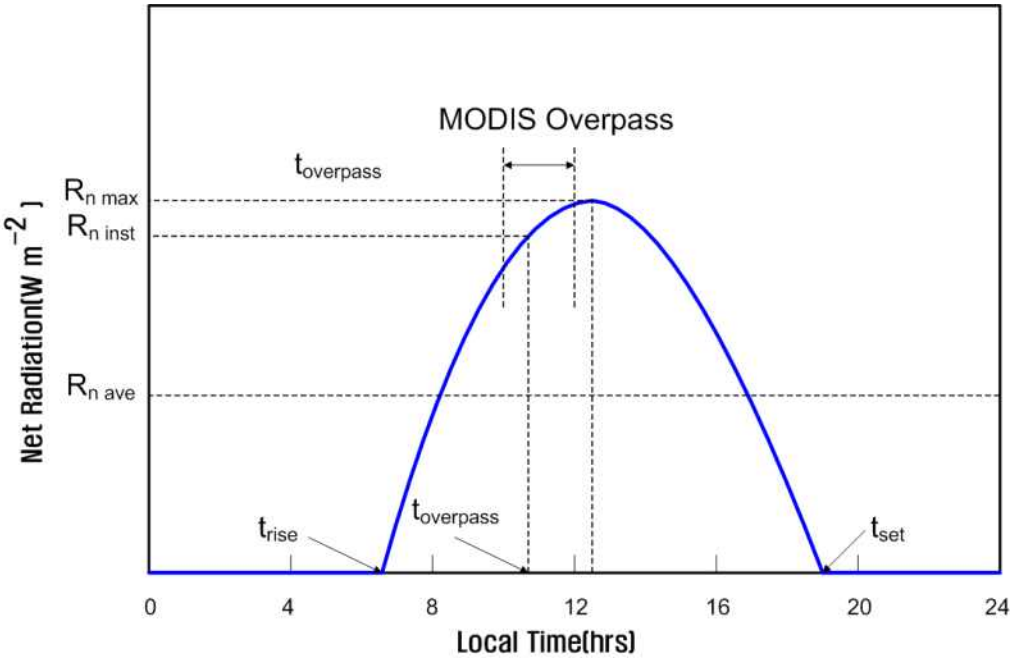
여기서 λ는 잠재 기화열(J/kg), λE는 잠열 플럭스(W/m2), A_c는 순복사량과 지중열 플럭스의 차이($R_n - G$), e_s는 포화증기압(Pa), e는 실제증기압(Pa), ρ는 공기의 밀도(kg/m3), C_p는 공기의 비열(J/kgK), r_a는 공기동역학적 저항(s/m), γ는 습도계 상수(Pa/K), Δ는 온도에 따른 포화 증기압 곡선의 기울기(Pa/K)이다.

③ Sinusoidal 모형

Sinusoidal 모형은 Lagouarde and Brunet(1983)에 의해 소개되었으며, Sinusoidal 수식, 하루 중 낮의 길이, 일 최대 지표면 온도와 최소 지표면 온도의 차를 이용하여 지표면 온도의 일중 변화 등을 산정할 수 있다. Bisht 등(2005)은 이러한 개념을 기반으로 맑은 날에 대한 순복사량의 일중 변화를 추정하기 위한 Sinusoidal model을 제안하였다. 그 수식은 아래의 식과 같다.

$$R_n(t) = R_{n,\max} \times \sin[(\frac{t - t_{rise}}{t_{set} - t_{rise}})\pi]$$

$R_{n,\max}$는 하루 중 관측된 순복사량의 최대치, t_{rise}와 t_{set}은 각각의 지역에 대한 일출과 일몰 시각(local sunrise and sunset time)이다. 따라서 임의의 날 임의의 장소에 대한 순복사량과 위성의 통과 시간은 순복사량 추정 모형과 위성 정보로부터 각각 알 수 있다.

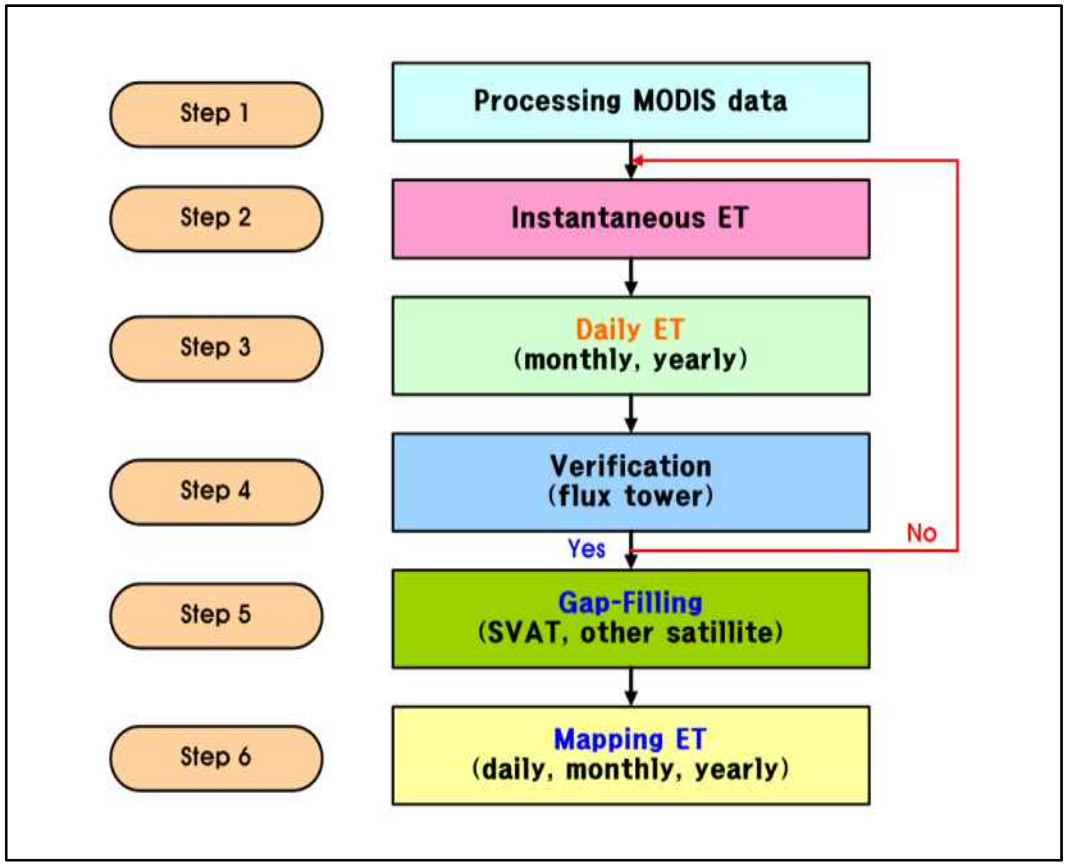


<그림 2.4-146> MODIS overpassing time에 따른 sinusoidal model

3) 증발산량 지도 작성 절차

본 과업에서는 공간 증발산량을 산정하기 위해 RS-PM(remote sensing-based Penman Monteith) 방법을 적용하였다. RS-PM 방법의 입력자료는 MODIS 위성자료를 통해 추출하였다. 〈그림 2.4-146〉은 공간 증발산량을 산정하는 일반적인 과정을 나타내고 있다. 〈그림 2.4-146〉에 나타나 있는 바와 같이 공간 증발산량을 산정하기 위해서는 총 6단계의 과정이 필요하다. 6단계 과정에서 주로 수행되는 내용을 아래에 기술하면 다음과 같다.

1단계는 MODIS 자료를 처리하는 과정이다. 주로 위성자료의 형식(레이어 구분 등)과 해상도(resolution) 등의 변환, 자료처리 등이 수행된다. 2단계는 순간 증발산량(instantaneous evapotranspiration)을 산정하는 과정이다. 순간 증발산량은 인공위성이 순간적으로 탐사한 위성자료에서 관련 인자를 추출하여 PM 복합방정식으로 산정된 값이다. 3단계는 일증발산량을 산정하는 과정이다. 일증발산량은 이전 단계에서 산정된 순간 증발산량을 sinusoidal model에 적용하면 산정되어 진다. 4단계는 산정된 증발산량의 규모와 특성을 검증하는 단계이다. 어떻게 보면 증발산량의 적정성을 검증하는 단계라 할 수 있다. 산정된 증발산량의 적정성 검증은 지상 증발산량관측소에서 관측된 지점 증발산량을 토대로 수행되게 된다. 5단계는 여러 원인으로 산정되지 못한 값, 즉 빈 셀(no value)을 Gap-Filling하는 과정이다. 6단계는 공간적인 일증발산량, 월증발산량, 연증발산량을 산정하는 과정이다. 공간적인 일증발산량, 월증발산량, 연증발산량은 1단계~5단계 과정을 통해 최종적으로 완성된 공간 증발산량을 분석하면 산정이 가능하다.



<그림 2.4-147> 공간 증발산량 산정 절차

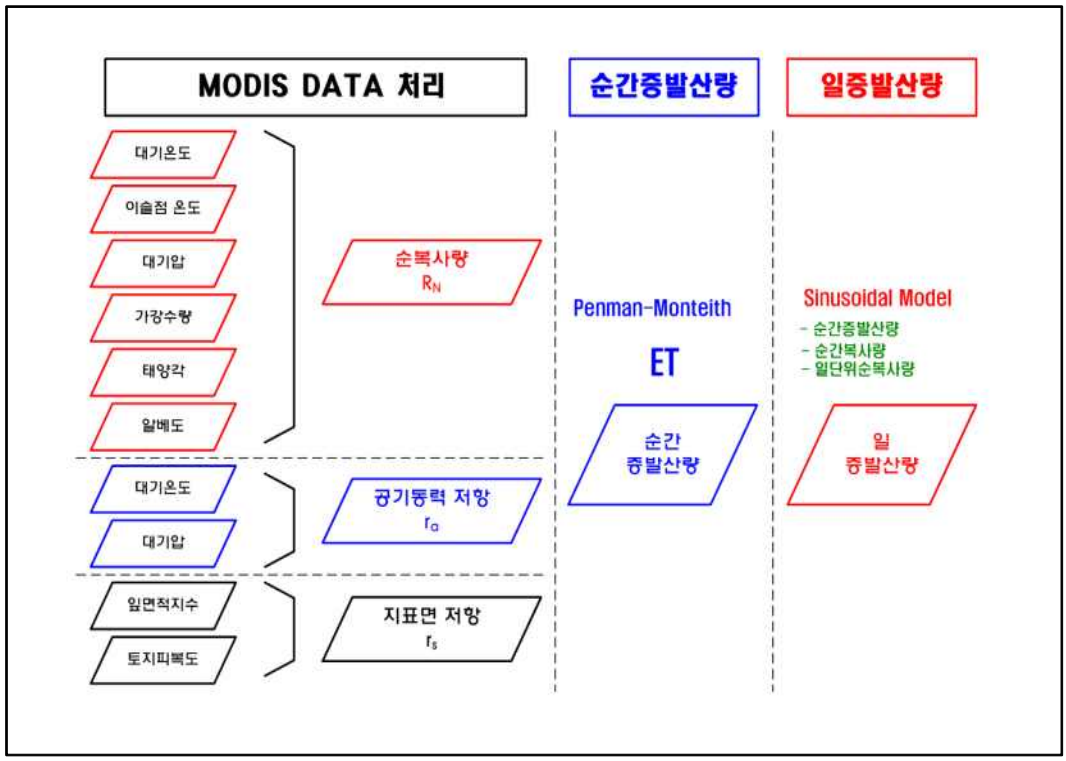
4) 증발산량 지도 작성 및 분석

① 증발산량 지도 작성

본 과업에서는 설마천과 청미천 유역을 대상으로 공간 증발산량을 산정하기 위해 MODIS 위성 기반의 RS-PM 알고리즘을 적용하여 증발산량 지도를 작성하였다. 설마천과 청미천 유역을 대상유역으로 선정한 이유는 작성된 증발산량 지도를 검증하고 비교·분석할 수 있는 지점 증발산량(point evapotranspiration)이 존재하는 데에 있다. 증발산량 지도 작성을 위해 활용한 소프트웨어는 IDL(interactive data language) 기반의 ENVI (environment for visualization image) 프로그램이며, 이는 일종의 객체지향 프로그램이다. 〈그림 2.4-147〉에 나타나 있는 바와 같이, RS-PM 알고리즘으로 증발산량을 산정하기 위해서는 우선 순복사량 지도, 공기동력학적 저항 지도, 지표면 저항 지도 등이 작성돼야 한다. 이에 따라 본 과업에서는 먼저 MODIS 위성자료를 분류하여 대기온도, 이슬점 온도, 대기압, 가강수량, 태양각, 대기압, 토지피복에 대한 격자지도(Grid, 1km×1m) 등을 각각 제작하였다. 또한 이와 같은 지도를 기반으로 순복사량 지도, 공기동력 저항 지도, 지표면 저항 지도 등을 작성하였다. 이후에는 이전 과정에서 작성된 순복사량 지도, 공기동력 저항 지도, 지표면저항 지도를 RS-PM 알고리즘에 적용하여 순간 증발산량 지도를 작성하였다.

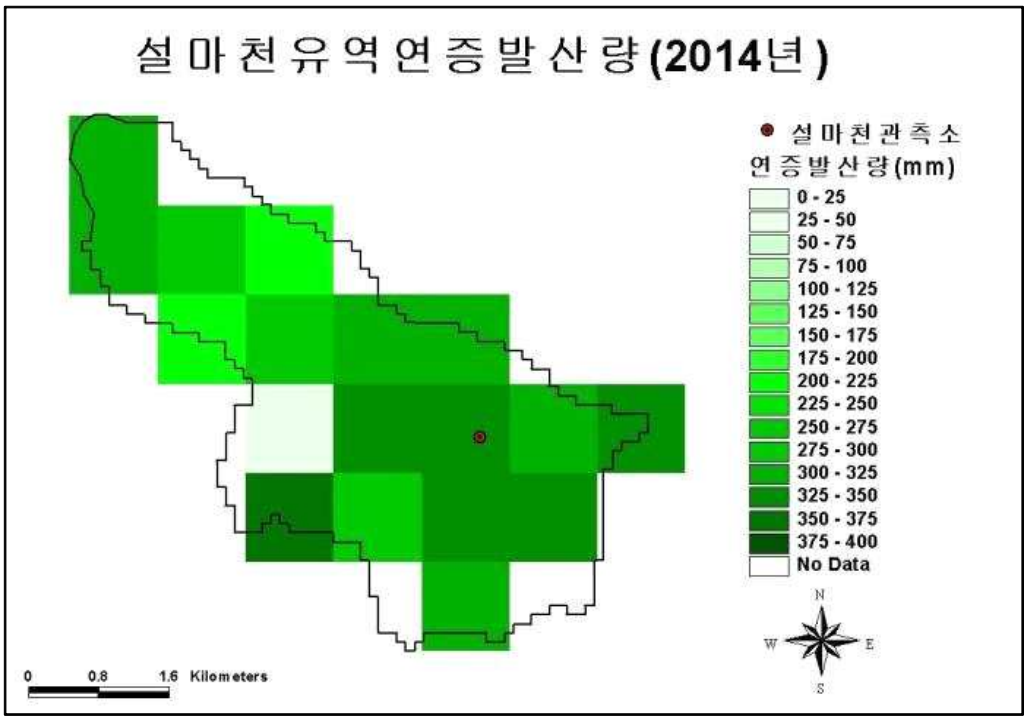
위의 과정에서 작성된 순간 증발산량 지도는 시간적 길이 즉, 기간을 갖지 않는다. 순간 증발산량 지도에는 위성이 탐사한 그 시점의 증발산량이 산정되게 된다. 그렇기 때문에 순간 증발산량 지도는 일정기간을 갖는 증발산량 지도와는 구별된다. 이에 따라 본 과업에서는 순간 증발산량 지도를 일정기간을 갖는 증발산량 지도로 변환하기 위해 sinusoidal model을 이용하였다. sinusoidal model을 토대로 일증발산량 지도를 작성한 후 이를 월별로 누가하여 12개의 월증발산량 지도를 작성하였다. 또한, 12개의 월증발산량 지도를 서로 누적하여 해당 년의 연증발산량 지도를 작성하였다. 본 과업에서 작성한 공간 증발산량 지도는 설마천 유역에서 378개, 청미천 유역에서는 378개, 총 756개에 이른다. 즉 각각의 유역에서 일증발산량 지도 365개, 월증발산량 지도 12개, 연증발산량 지도 1개가 작성되었다.

〈그림 2.4-148〉~〈그림 2.4-153〉은 각각의 대상유역에서 작성된 증발산량 지도로서, 증발산량의 시공간적인 규모와 분포를 나타내고 있다. 본 과업에서는 작성된 증발산량 지도를 〈부록 2.4.7 증발산량 특성분석〉에 수록하였다.

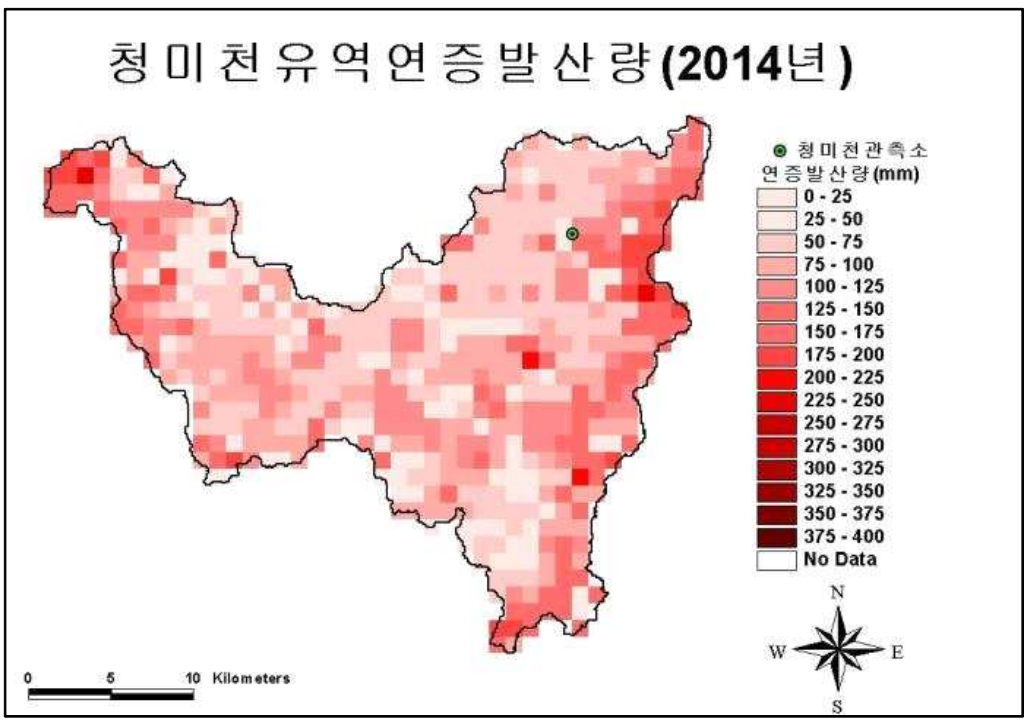


<그림 2.4-148> 일증발산량 지도 작성 과정

ⓐ 연증발산량 지도

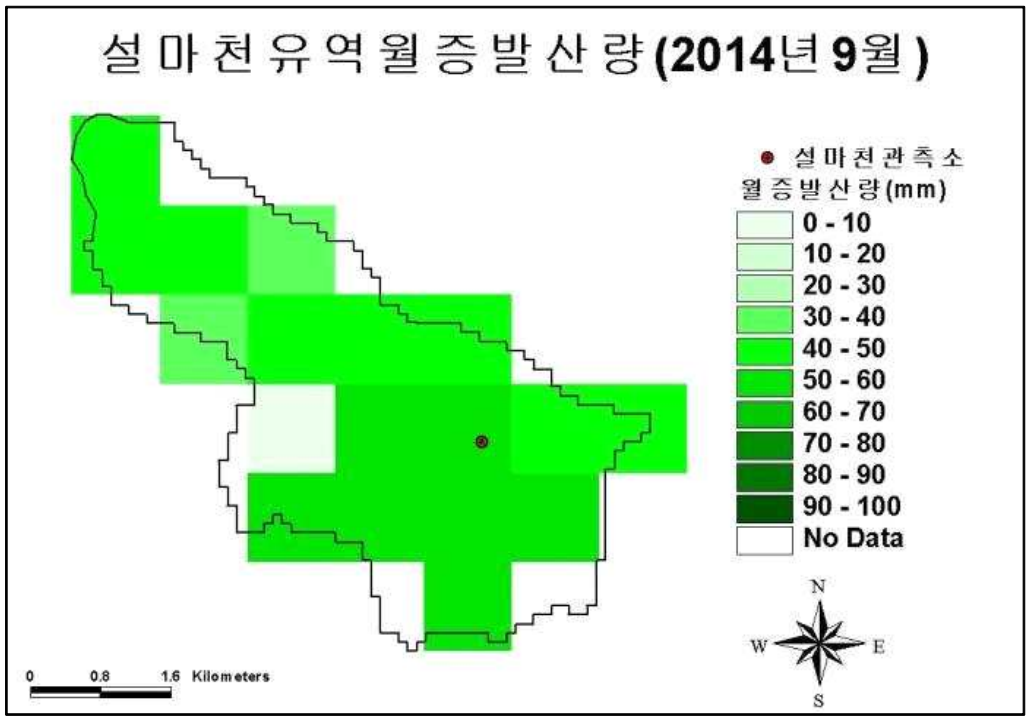


<그림 2.4-149> 설마천 유역 연증발산량 지도(2014년, 1km×1km)

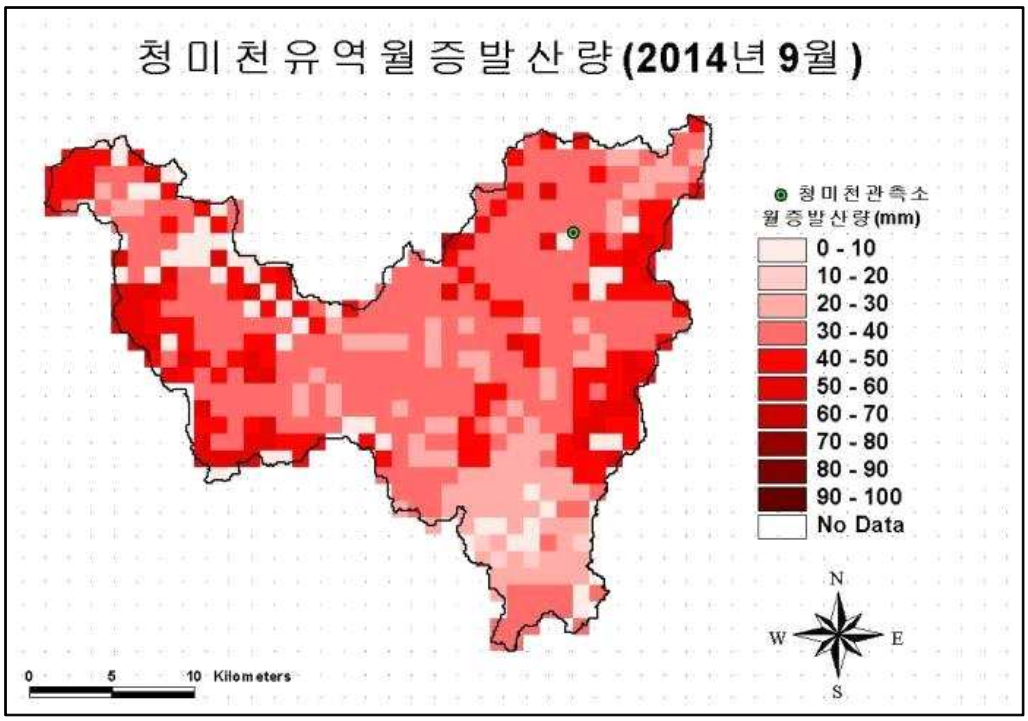


<그림 2.4-150> 청미천 유역 연증발산량 지도(2014년, 1km×1km)

② 월증발산량 지도

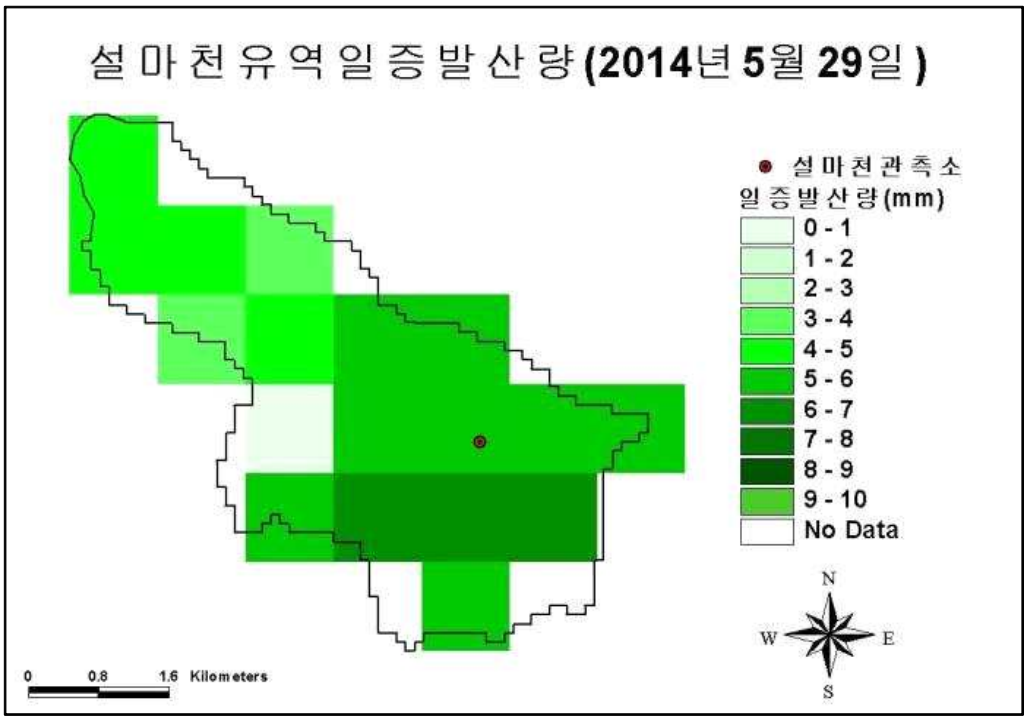


<그림 2.4-151> 설마천 유역 월증발산량 지도(2014년 9월, 1km×1km)

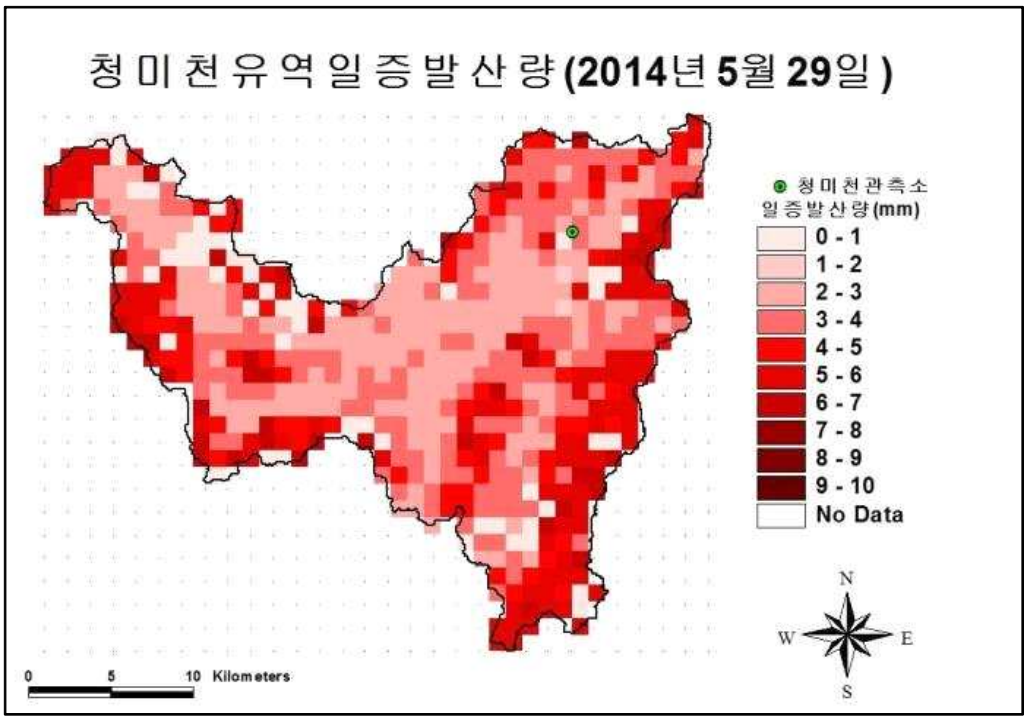


<그림 2.4-152> 청미천 유역 월증발산량 지도(2014년 9월, 1km×1km)

③ 일증발산량 지도



<그림 2.4-153> 설마천 유역 일증발산량 지도(2014년 5월 29일, 1km×1km)



<그림 2.4-154> 청미천 유역 일증발산량 지도(2014년 5월 29일, 1km×1km)

② 공간 증발산량 특성 분석

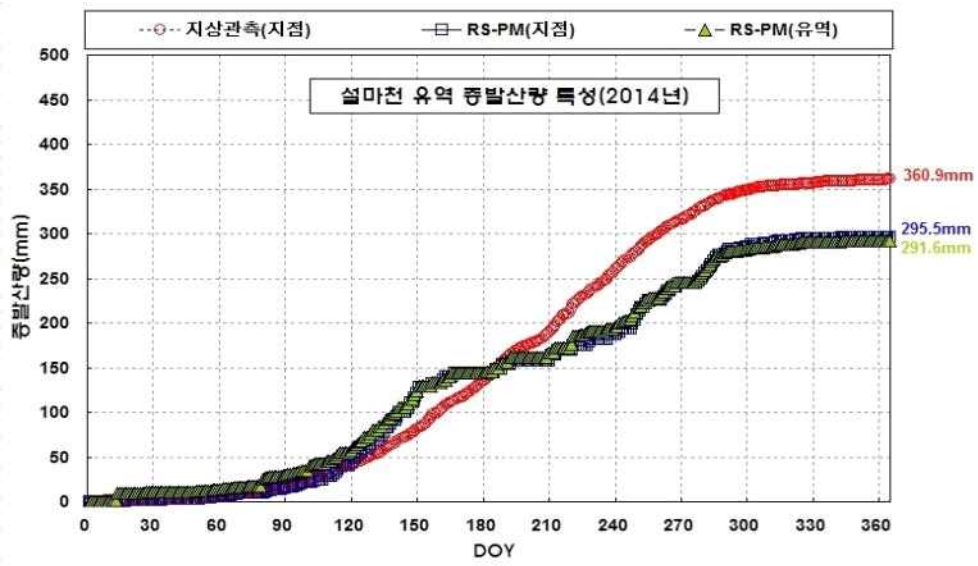
본 과업에서는 설마천과 청미천 유역을 대상으로 MODIS 위성 기반의 RS-PM 알고리즘을 적용하여 공간 증발산량을 산정하였다. 공간 증발산량의 특성 분석은 지상 관측소에서 관측된 지점 증발산량, RS-PM 알고리즘으로 산정된 지점 증발산량(1km×1km, 1km2)과 유역 증발산량(1km×1km, 1km2)을 기반으로 수행하였다. 여기서, RS-PM 알고리즘으로 산정된 지점 증발산량은 지상 관측소가 위치하는 지점의 셀(1km×1km, 1km2) 값이며, 유역 증발산량은 각 유역의 모든 셀 값의 평균값을 의미한다.

ⓐ 설마천 유역

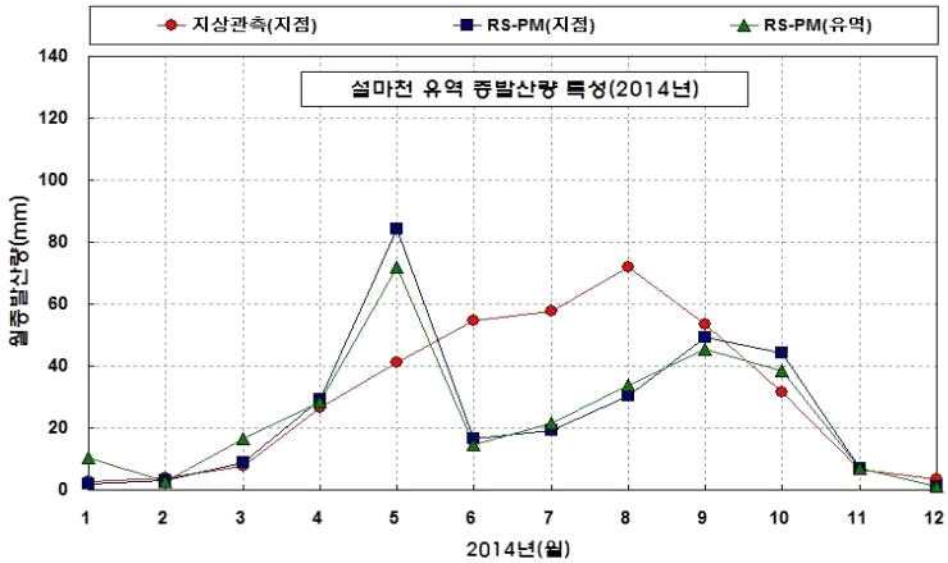
본 과업에서는 설마천 유역에서 산정된 공간 증발산량의 특성을 분석하기 위해 설마천 관측소의 지점 자료와 함께 비교·분석하였다. 설마천 유역에 대한 월별 증발산량 특성 분석 결과는 〈표 2.4-128〉, 〈그림 2.4-154〉, 〈그림 2.4-155〉와 같다. 〈그림 2.4-154〉에 나타나 있는 바와 같이 연증발산량은 설마천 관측소의 경우 360.9㎜, RS-PM(지점)의 경우 295.5㎜, RS-PM(유역)의 경우 291.6㎜의 규모를 나타내었다. RS-PM 알고리즘으로 산정된 연증발산량의 규모를 비교해 보면, RS-PM(지점)과 RS-PM(유역)의 값은 일부 기간을 제외하고 거의 유사한 특성을 나타내었다. 그러나 RS-PM 알고리즘으로 작성된 지도는 비어 있는 셀 값(no value)을 많이 내포하고 있으며, 본 과업에서는 이에 대해 Gap-filling을 수행하지 못하였다. 〈그림 2.4-155〉는 설마천 유역의 월별 증발산량의 특성을 나타낸다. 〈그림 2.4-155〉에 나타나 있는 바와 같이 전반적으로 RS-PM의 증발산량이 지상관측 값보다 작은 특성을 보였다. 이는 위성자료가 가지고 있는 빈 셀(no value)의 특성으로 인해 일증발산량이 산정되지 못해 6월~8월의 증발산량이 극단적으로 작은 값을 나타내었다.

<표 2.4-128> 설마천 유역 증발산량 특성 분석(2014년)

월	지상관측(지점)	RS-PM(지점)	RS-PM(유역)
1	2.8	2.0	10.3
2	3.9	3.2	2.6
3	7.6	90	16.4
4	26.6	29.2	28.4
5	41.2	84.3	72.0
6	54.5	16.4	14.6
7	57.7	19.4	21.6
8	72.0	30.5	33.7
9	53.3	49.4	45.3
10	31.4	44.2	38.6
11	6.7	7.0	6.8
12	3.3	1.1	1.1
평균	30.1	24.6	24.3
합계	360.9	295.5	291.6
최대	72.0	84.3	72.0
최소	2.8	1.1	1.1



<그림 2.4-155> 설마천 유역 일누적증발산량 특성(2014년)



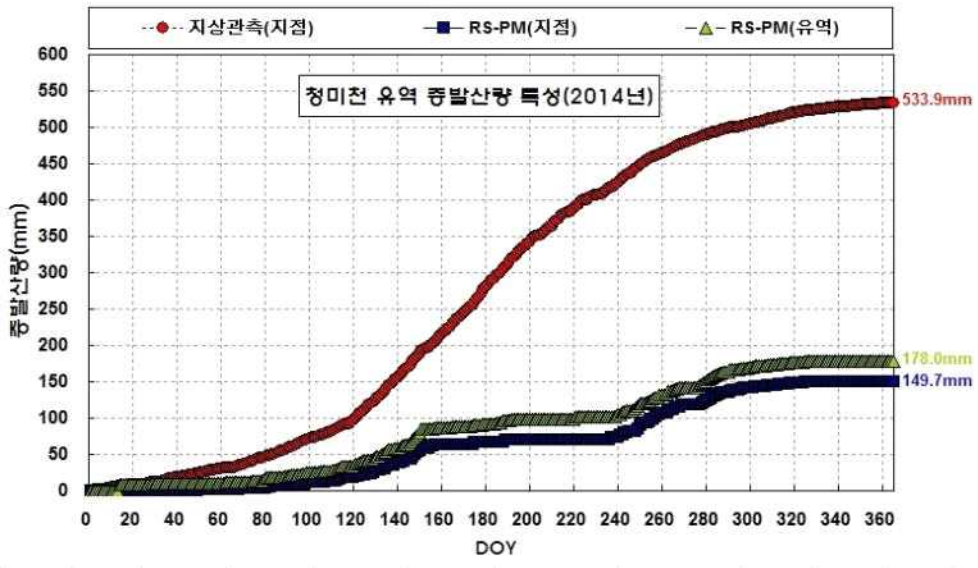
<그림 2.4-156> 설마천 유역 월증발산량 특성(2014년)

ⓑ 청미천 유역

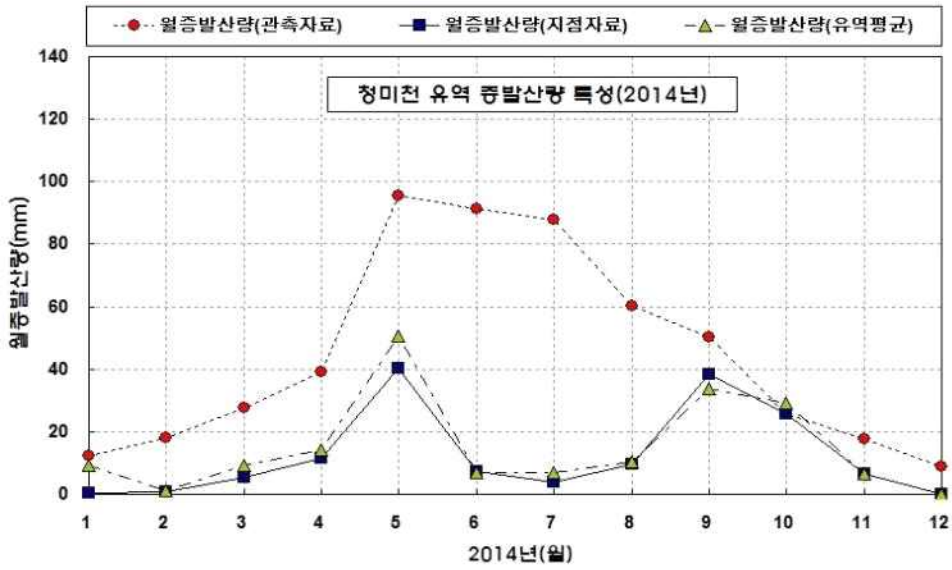
본 과업에서는 청미천 유역에서 산정된 공간 증발산량의 특성을 분석하기 위해 청미천 지상 관측소의 지점 자료와 함께 비교·분석하였다. 청미천 유역에 대한 월별 증발산량 특성 분석 결과는 〈표 2.4-129〉, 〈그림 2.4-156〉, 〈그림 2.4-157〉과 같다. 〈그림 2.4-156〉에 나타나 있는 바와 같이 연증발산량은 청미천 관측소의 경우 533.9㎜, RS-PM(지점)의 경우 149.7㎜, RS-PM(유역)의 경우 178.1㎜의 규모를 보였다. 2014년 RS-PM 알고리즘으로 산정된 연증발산량은 지상관측소에 비해 극단적으로 작은 값을 나타내었다. 이는 RS-PM 알고리즘으로 작성된 지도에 대해 설마천 유역처럼 비어 있는 셀 값(no value)에 대해 Gap-filling하지 못하였기 때문으로 판단된다. 〈그림 2.4-157〉은 청미천 유역의 월별 증발산량의 특성을 나타낸다. 청미천 유역에서는 RS-PM(유역)과 RS-PM(지점)이 지상관측 값보다 작은 특성을 나타내었다.

<표 2.4-129> 청미천 유역 증발산량 특성 분석(2014년)

월증발산량	지상관측(지점)	RS-PM(지점)	RS-PM(유역)
1	12.1	0.5	9.2
2	18.2	0.9	1.3
3	27.5	5.3	9.1
4	39.2	11.5	14.2
5	95.6	40.4	50.5
6	91.2	7.4	7.0
7	87.8	3.8	6.9
8	60.1	9.6	10.3
9	50.2	38.2	33.8
10	25.6	25.7	29.2
11	17.8	6.3	6.5
12	8.7	0.0	0.1
평균	44.5	12.5	14.8
합계	533.9	149.7	178.1
최대	95.6	40.4	50.5
최소	8.7	0.0	0.1



<그림 2.4-157> 청미천 유역 일누적증발산량 특성(2014년)



<그림 2.4-158> 청미천 유역 월증발산량 특성(2014년)

다. 결론 및 제언

본 과업에서는 설마천과 청미천 관측소에서 생산된 일증발산량, 월증발산량, 연증발산량을 대상으로 시간적 변동 특성을 분석하였고, MODIS 위성자료를 기반으로 하는 RS-PM 알고리즘을 설마천과 청미천 유역에 적용하여 공간 증발산량을 산정하였다.

(1) 설마천 관측소의 증발산량 특성 분석 결과, ①일증발산량은 평균 1.0㎜, 최대 5.0㎜, 최소 0.0㎜, 표준편차 0.9㎜의 특성을 보였다. ②월증발산량은 평균 30.1㎜, 최대 72.0㎜, 최소 2.8㎜, 표준편차 25.2㎜, 월별 증발산 비율은 평균 8.3%, 최대 19.9%, 최소 0.8%, 표준편차 7.0%의 특성을 보였다. ③연증발산량은 360.9㎜로 연강수량(642.7㎜) 대비 56.2%에 해당하였다. ④7개년(2008년~2014년)에 대한 연증발산량은 평균 390.6㎜, 최대 489.4㎜, 최소 293.3㎜, 표준편차 72.5㎜의 변동 특성을 보였다.

(2) 청미천 관측소의 증발산량 특성 분석 결과, ①일증발산량은 평균 1.5㎜, 최대 4.8㎜, 최소 0.0㎜, 표준편차 1.2㎜의 특성을 보였다. ②월증발산량은 평균 44.5㎜, 최대 95.6㎜, 최소 8.7㎜, 표준편차 32.1㎜, 월별 증발산 비율은 평균 8.3%, 최대 17.9%, 최소 1.6%, 표준편차 6.0%의 특성을 보였다. ③연증발산량은 533.9㎜로 이는 연강수량(899.6㎜) 대비 59.3%에 해당하였다. ④6개년(2009년~2014년)에 대한 연증발산량은 평균 543.0㎜, 최대 650.6㎜, 최소 467.9㎜, 표준편차 62.6㎜의 변동 특성을 보였다.

(3) RS-PM 알고리즘을 이용하여 산정된 공간 증발산량의 규모를 분석한 결과, 설마천 유역의 경우 RS-PM(지점)은 295.5㎜, RS-PM(유역)은 291.6㎜, 청미천 유역의 경우 RS-PM(지점)은 149.7㎜, RS-PM(유역)은 178.1㎜의 규모를 나타내었다

(4) RS-PM 알고리즘을 이용하여 산정된 시공간적인 증발산량의 특성을 분석한 결과, 설마천과 청미천 유역의 RS-PM 증발산량은 지상에서 관측된 지점 증발산량과 특성이 다르게 나타났다. 이는 Gap-filling을 수행하지 못한 데에도 있겠지만, RS-PM 알고리즘이 활용하는 각각의 위성자료의 속성(특성)에 있는 것으로 판단된다. 이와 같은 특성으로 인해 산정된 공간 증발산량이 대상유역의 증발산 특성을 대표하지 못한 것으로 보이며, 향후에는 RS-PM 알고리즘의 개선과 시공간적인 증발산량의 규모에 대해 검·보정을 실시하여 증발산량 지도의 신뢰도를 향상시켜야 할 것으로 판단된다.

최근 증발산량을 정량화하기 위한 연구가 꾸준히 진행되고 있으나, 소수의 증발산량 관측소만으로 우리나라 증발산량의 규모와 변동성을 파악하기에는 어려움이 많다. 증발산량 자료를 국가 수자원계획 및 개발 등 여러 분야에 다목적으로 활용하기 위해서는 국가수문관측망에 계획된 증발산량관측망의 안정적인 운영이 필요할 것으로 판단된다. 또한 인공위성자료를 기반으로 하는 원격탐사 기법에 대한 연구 개발을 지속하여, 우리나라에서 시공간적으로 발생되는 증발산량의 규모와 변동성을 꾸준히 파악해야 할 것으로 판단된다.

2.5 지하수특성조사

2.5.1 조사개요

지하수는 지표수와 마찬가지로 강우로부터 비롯되는 수문 순환계통의 일부분으로 지표수 개발의 한계를 현실적으로 극복할 수 있는 중요한 수자원이다. 최근에는 지표수와 지하수를 분리하지 않고 총체적으로 단일 수자원의 개념에서 유역 단위로 수자원 개발 및 관리 계획을 수립·시행해 나가는 것이 세계적인 추세이다.

우리나라의 지하수 개발가능량은 12,820,850천㎥/년으로 추산되며 2014년도에는 전국적으로 1,562,921개의 우물에서 지하수 개발가능량의 약 31.9%에 달하는 약 40.8억㎥을 이용하고 있는 것으로 집계되어 우리나라는 수량적인 측면에서 지하수 개발의 여지는 충분한 것으로 보인다(2015지하수조사연보, 국토교통부). 그러나 지하수는 지표수와 달리 일단 오염되거나 고갈되면 원상복구가 불가능하거나 회복에 상당한 시일과 비용이 소요되므로 지하수자원의 합리적인 이용을 위해서는 체계적인 보전·관리가 필요하다.

정부는 국내 지하수자원의 효율적 이용과 체계적인 보전 관리를 위하여 1993년 12월 "지하수법"을 제정·공포하여 1994년 8월부터 시행하였고 1996년에는 법정 계획인 "지하수관리 기본계획"을 수립하였으며 2007년까지 1회에 걸친 법의 전문개정과 수차의 부분적인 개정, 그리고 지하수관리 기본계획의 보완 등을 통하여 지방자치단체가 의무적으로 지역특성에 적합한 지하수관리 기본계획을 수립·시행토록 하는 등 국가적인 차원에서 지하수관리체계를 더욱 강화해 나가고 있다.

지하수관리 기본계획에서는 전국을 4대권역으로 나누어 5년 단위로 광역 지하수 기초조사를 시·군 지역 단위는 단계적으로 정밀 지하수 기초조사를 각각 실시토록 하여 국내 지하수의 부존 및 산출 특성 규명과 효율적인 이용·보전에 활용토록 하였다. 이에 따라 1997년부터 섬진강·영산강권역에 대한 광역 지하수조사와 목포-무안지역 등에 대한 정밀 지하수조사를 수행하였고 2007년까지 광역 지하수 조사는 5대 권역에 대하여 완료하였으며 정밀 지하수 기초조사는 고성-속초, 보령지역 등 71개 시·군이 수행·완료하였다.

또한, 2001년부터 시행된 유역조사에서는 각 권역별로 지하수 이용현황, 지하수 부존 및 산출특성, 지하수 수질현황 등에 대하여 지하수 조사를 수행하였다.

가. 조사목적

지하수특성조사는 전국을 대상으로 「2015지하수조사연보」(국토교통부, 2014년 기준)와 환경부 수질측정망 자료 및 기 시행된 지하수 관련조사, 연구 및 개발·관리 실적 등을 수집하여 DB화하고 이를 통해 전국단위의 지하수 통계자료를 제시하는데 그 목적이 있다.

나. 조사내용 및 방법

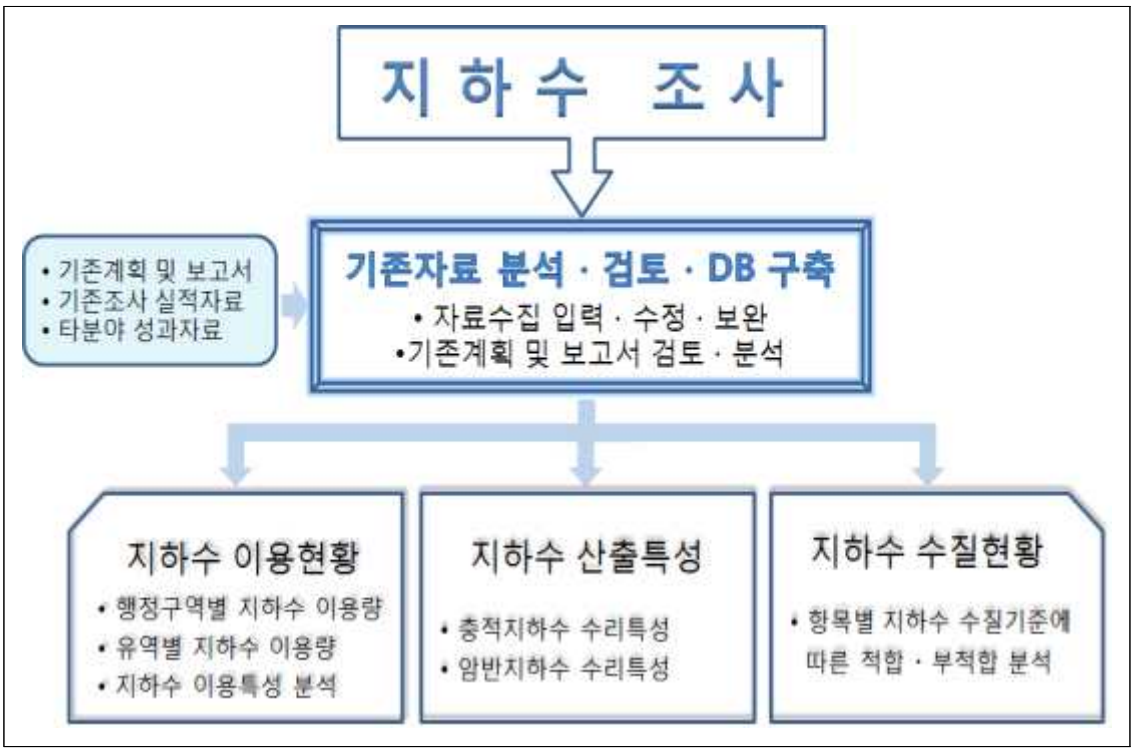
지하수특성조사는 크게 지하수 이용현황, 지하수 산출특성 및 지하수 수질현황으로 구분되며 본 조사는 2015년에 발간된(2014년 기준) 지하수관련 통계자료를 토대로 행정구역별 및 연도별로 추가하여 정리하였다. 행정구역 최소단위는 광역시는 구, 시군은 읍면 및 동지역을

기본으로 하였으며 유역별 최소단위는 수자원단위 유역 중, 중권역을 기본으로 하였다.

이번 지하수특성조사의 주요 내용과 방법은 〈표 2.5-1〉에 요약하였으며, 〈그림 2.5-1〉은 조사 흐름도이다.

<표 2.5-1> 지하수특성조사의 주요 내용

조사항목	세부항목	조사내용 및 방법
지하수 이용현황	행정구역/ 유역별이용량	○ 2015지하수조사연보(국토교통부, 2014년 기준)를 기준으로 함 ○ 행정구역별 분석 단위는 읍, 면, 동지역, 유역별 분석 단위는 중권역 ○ 지하수 이용현황, 이용특성 및 연도별 추이 등
지하수 산출특성	암반/충적 지하수 산출특성	○ 국가 지하수 관측망 설치공사(국토교통부) 등 기왕의 지하수 관련 연구, 조사 및 개발실적 자료를 수집 ○ GIS를 사용하여 DB 구축 및 유역별 특성 분석
지하수 수질현황	수질항목별 적합·부적합	○ 국가 지하수 관측망(국토교통부) 및 환경부 지하수 수질측정망 자료(환경부)를 기준으로 함 ○ 유역별 분석 단위는 중권역 ○ 각 수질항목별 수질기준 적용



<그림 2.5-1> 지하수 조사 흐름도

2.5.2 지하수 이용현황

정부에서는 국내 지하수의 체계적인 개발·이용과 효율적인 보전·관리를 위하여 지하수 관리 기본계획을 수립하여 지하수 기초조사, 국가 지하수 관측망의 설치·운영, 지하수 정보의 종합관리 및 지하수조사연보 발간 등 다양한 지하수 사업을 추진하고 있다.

지하수조사연보는 "지하수법 제17조(지하수의 관측 및 조사 등) 및 동법 시행령 제28조(지하수의 이용실태조사 등)"의 규정에 의하여 매년 각 지방자치단체에서 실시하는 지하수이용실태 조사 자료를 국토교통부에서 취합하여 발간하는 것으로 연보에는 지하수 개발·이용의 허가 및 신고자료, 행정구역별·목적별 지하수 사용량과 우물특성, 수질분석 자료 등이 정리·제시되고 있다.

본 조사에서는 「2015지하수조사연보」(국토교통부, 2014년 기준)를 이용하여 행정구역별(읍, 면, 동지역별) 지하수 이용현황을 산정하고 행정구역별 유역 인구비를 고려하여 유역별 지하수 이용현황을 산정하였다. 유역별 지하수 이용현황은 21개 대권역 및 117개 중권역별로 이용현황을 산정하고 용도별 이용현황은 별도로 산정하지 않았다. 이는 행정구역과 단위유역의 경계가 일치하지 않고 조사연보를 작성하는 원시자료에는 행정구역명만 기록되어 있을 뿐 정확한 위치좌표에 대한 자료가 없어 단위유역별이나 용도별 이용현황과 같이 세부적으로 이용현황을 산정할 경우에는 계산상의 오차를 많이 포함할 수 있기 때문이며 지하수조사연보에서도 중권역별 지하수 이용현황만 제시하였으므로 본 조사에서도 단위유역별 지하수 이용현황은 산정하지 않았다. 또한, 본 조사에서는 기본적으로 염지하수를 집계 대상에서 제외하는 것으로 하였다.

「2015지하수조사연보」(국토교통부, 2014년 기준)에 따르면 2014년 기준으로 파악된 본 조사지역에 개발·이용 중인 전국의 지하수 개발공수는 1,562,921개소로 지하수 이용량은 4,084백만㎥/년이다.(제주도 염지하수 제외)

가. 행정구역별 지하수 이용현황

2014년 기준 행정구역별 지하수 개발공수 및 이용량은 〈표 2.5-2〉 및 〈그림 2.5-2〉와 같이 전국의 지하수 개발공수는 1,562,921개소로 전년도 1,506,352개소보다 56,569개소 증가하였고, 이용량은 4,084백만㎥/년으로 전년도에 비해 13백만㎥/년만큼 증가한 것으로 조사되었다. 광역시·도별 지하수 개발공수는 충청남도가 271,414개소로 가장 많았으며 제주특별자치도가 4,811개소로 가장 적은 것으로 조사되었다. 지하수 이용량은 전라남도가 594.1백만㎥/년으로 가장 많고 그 다음 경기도, 경상북도의 순이며 서울특별시가 21.7백만㎥/년으로 가장 적게 조사되었다.

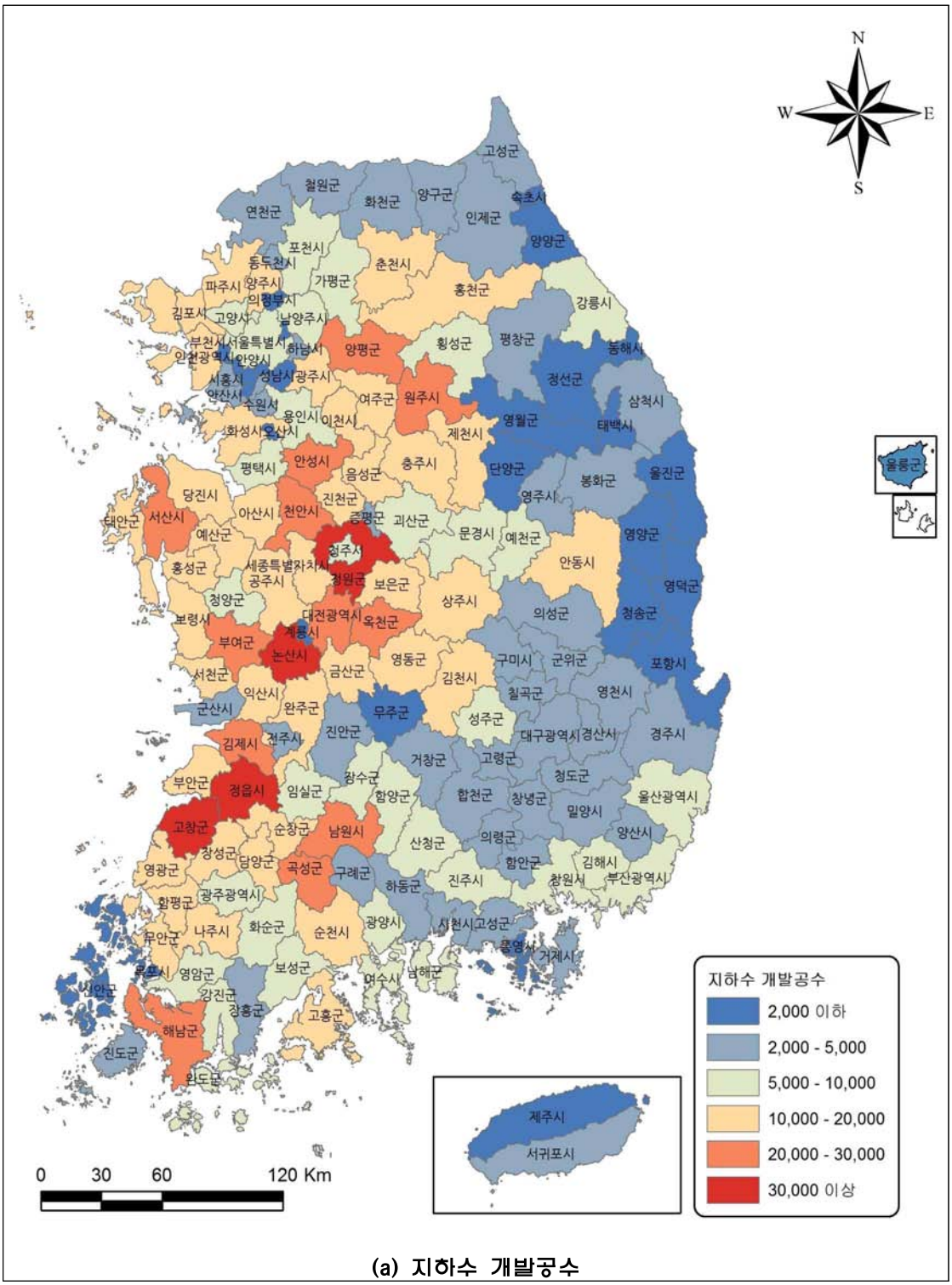
용도별 지하수이용량을 살펴보면 생활용 지하수 이용량은 경기도가 337.0백만㎥/년으로 가장 많게 나타났고 광주광역시가 15.8백만㎥/년으로 가장 적은 것으로 나타났다. 공업용 지하수 이용량은 경상북도가 35.1백만㎥/년으로 가장 높게 나타났고 인천광역시가 약 0.8백만㎥/년으로 가장 적은 것으로 나타났다. 농업용 지하수 이용량은 전라남도가 422.8백만㎥/년으로 가장 높게 나타났고 서울특별시가 약 1.9백만㎥/년으로 가장 적은 것으로 나타났다.

<표 2.5-2> 행정구역별 지하수 개발공수 및 이용량

(단위 : 개소, 천㎥/년)

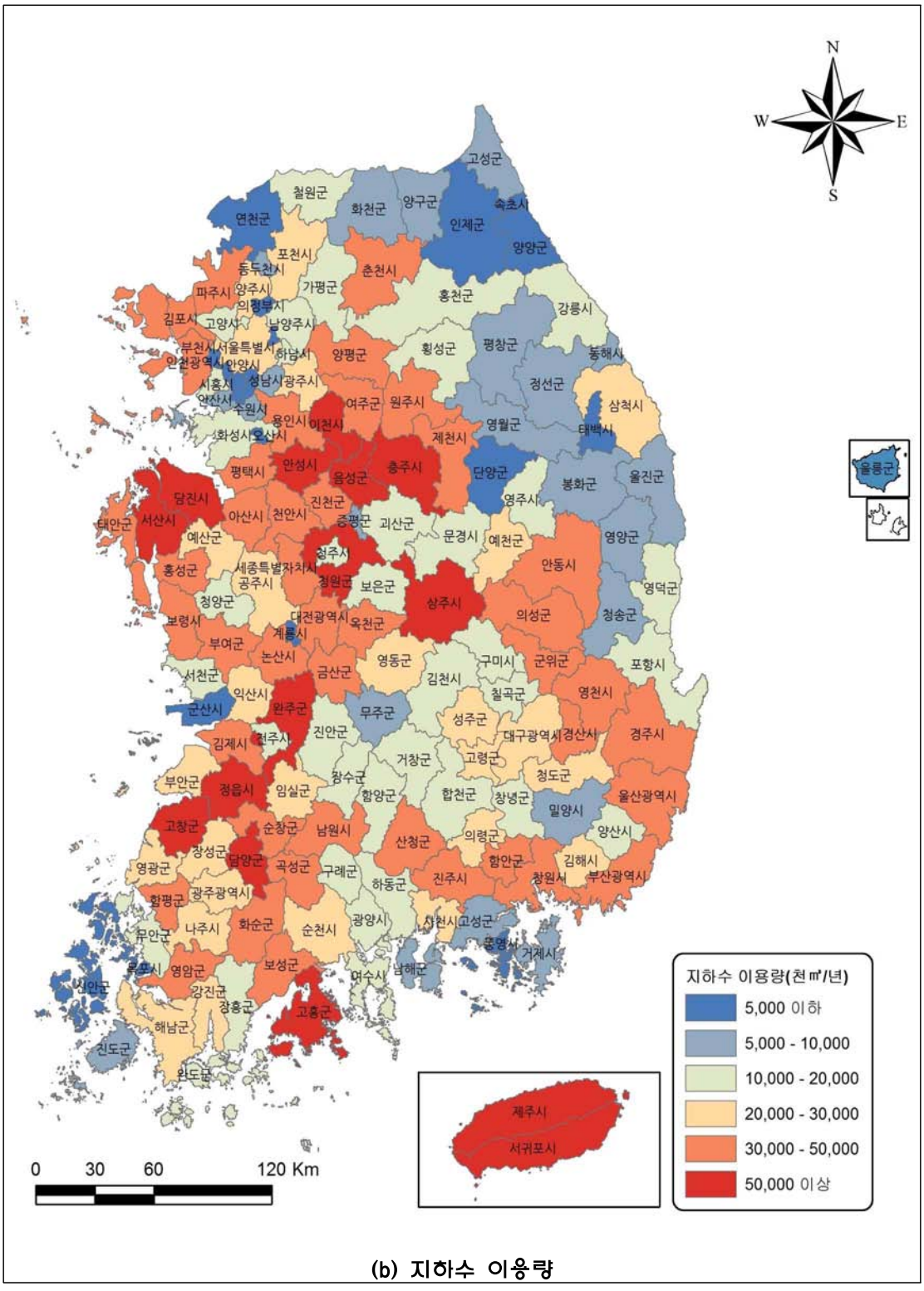
행정구역	합 계		생활용		공업용		농·어업용		기타	
	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량	개소수	이용량
전 국	1,562,921	4,084,779	840,369	1,806,647	13,541	165,417	705,305	2,081,600	3,706	31,115
서울특별시	7,919	21,749	5,597	18,408	265	915	1,985	1,952	72	475
부산광역시	7,597	33,533	6,377	25,801	214	1,388	922	4,569	84	1,776
대구광역시	4,952	24,838	3,261	15,954	239	3,252	1,444	5,627	8	5
인천광역시	12,400	41,604	7,600	26,553	97	895	4,625	13,751	78	405
광주광역시	8,886	25,439	6,363	15,803	183	2,093	2,340	7,542	0	0
대전광역시	20,991	38,309	16,794	27,156	242	1,474	3,939	9,585	16	93
울산광역시	5,457	45,229	3,847	35,824	168	2,288	1,439	7,103	3	14
세종특별자치시	17,991	47,856	10,215	27,118	145	3,401	7,615	17,081	16	255
경기도	240,214	569,529	157,651	337,012	3,068	27,992	78,338	198,230	1,157	6,295
강원도	104,079	224,475	72,218	127,911	773	9,061	31,024	87,024	64	479
충청북도	172,368	406,698	99,042	185,533	1,680	22,343	71,465	197,589	181	1,232
충청남도	271,414	491,507	141,935	218,810	1,308	14,310	126,932	255,079	1,239	3,308
전라북도	222,727	402,941	87,200	127,813	855	10,551	134,444	257,142	228	7,436
전라남도	251,089	594,111	124,124	156,203	963	11,646	125,787	422,811	215	3,451
경상북도	116,741	552,231	50,226	187,383	1,637	35,161	64,656	324,985	222	4,702
경상남도	93,285	362,829	46,542	140,272	1,547	16,039	45,080	206,288	116	229
제주특별자치도	4,811	201,900	1,377	133,093	157	2,608	3,270	65,238	7	961

〔주〕 염지하수를 대상으로 하는 시설은 제외
〔출처〕 지하수조사연보(2015, 국토교통부)



(a) 지하수 개발공수

<그림 2.5-2> 행정구역별 지하수 개발공수 및 이용량



(b) 지하수 이용량

<그림 2.5-2> 행정구역별 지하수 개발공수 및 이용량(계속)

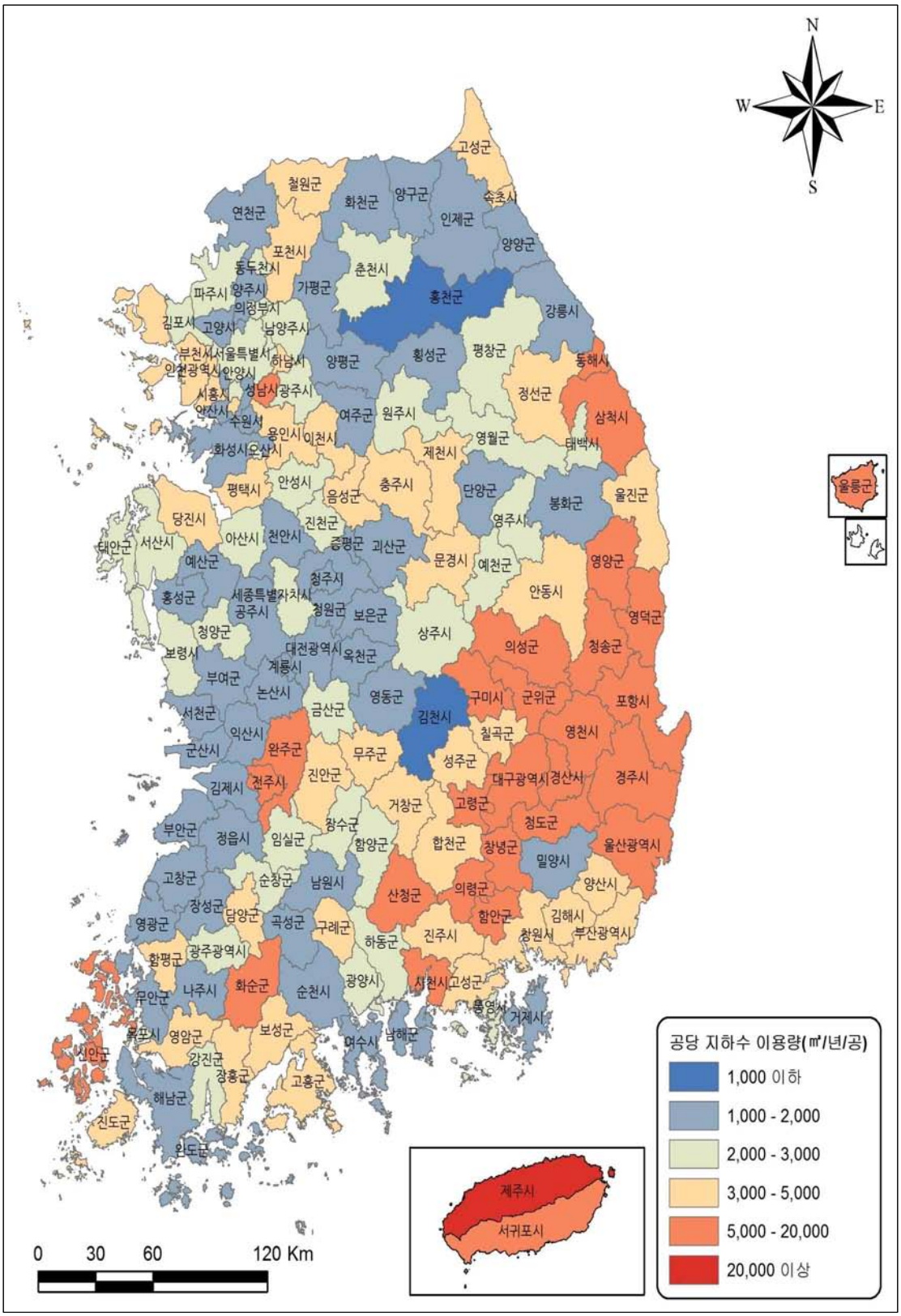
나. 행정구역별 지하수 이용특성 분석

전국의 행정구역별 공당지하수 이용량은 2,614㎥/년/공으로 전년도 2,702㎥/년/공보다 88㎥/년/공 감소하였다. 광역시·도별로 살펴보면 〈표 2.5-3〉과 같으며 공당지하수 이용량은 제주특별자치도가 41,966㎥/년/공로 가장 많으며 전라북도가 1,809㎥/년/공으로 가장 적은 것으로 나타났다. 〈그림 2.5-3〉은 행정구역별로 지하수 이용특성을 도시한 그림이다.

<표 2.5-3> 행정구역별 공당지하수이용량

행정구역	공당이용량(㎥/년/공)
전 국	2,614
서울특별시	2,746
부산광역시	4,414
대구광역시	5,016
인천광역시	3,355
광주광역시	2,863
대전광역시	1,825
울산광역시	8,288
세종특별자치시	2,660
경기도	2,371
강원도	2,157
충청북도	2,359
충청남도	1,811
전라북도	1,809
전라남도	2,366
경상북도	4,730
경상남도	3,889
제주특별자치도	41,966

〔출처〕 지하수조사연보(2015, 국토교통부)



<그림 2.5-3> 행정구역별 공당지하수 이용량

다. 유역별 지하수 이용현황

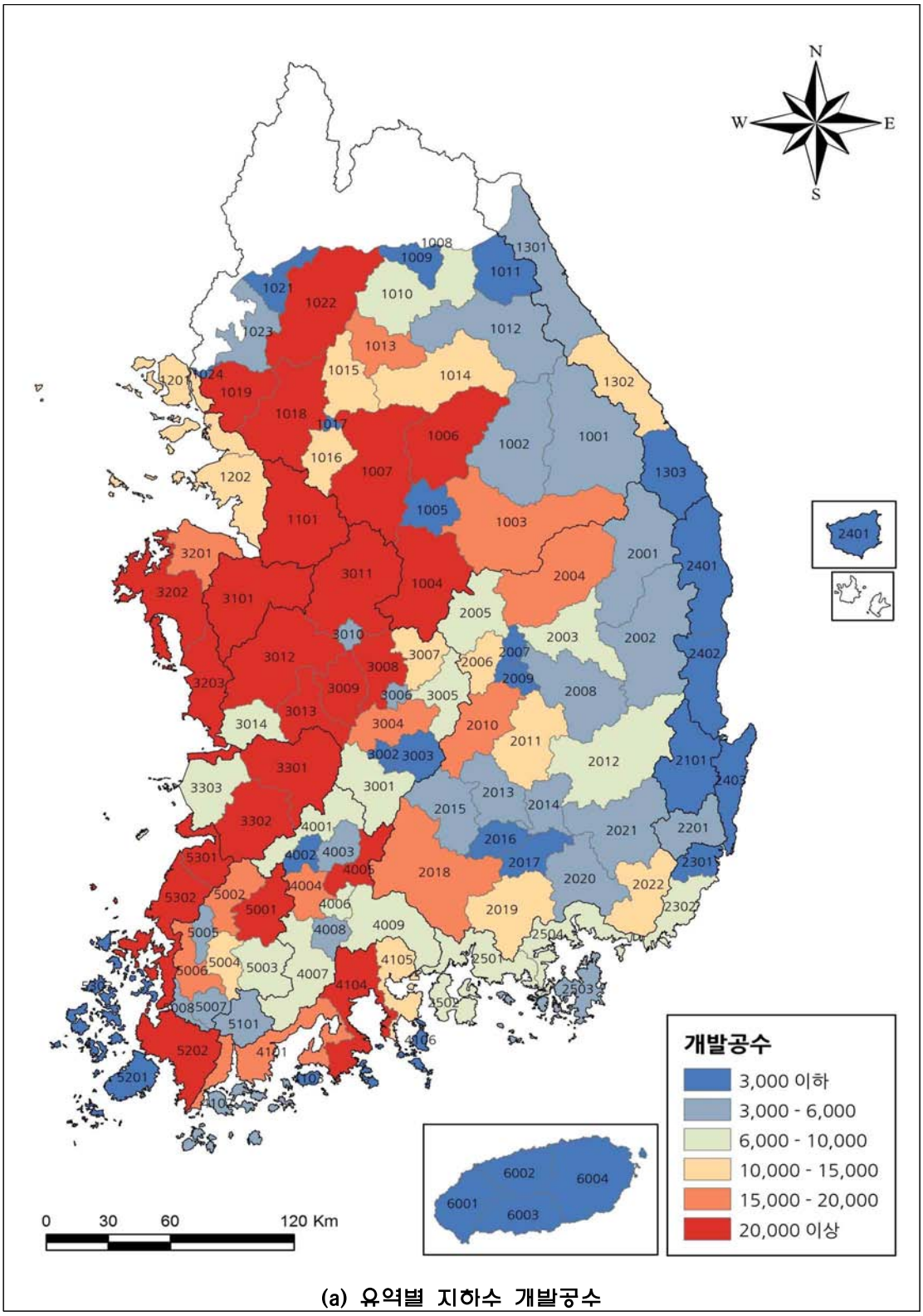
유역별 지하수 개발공수와 이용량을 대권역별로 〈표 2.5-4〉에 정리하였으며 중권역 단위로 도시하면 〈그림 2.5-4〉의 (a)와 (b)와 같다. 대권역별로 살펴보면 지하수 개발공수는 금강권역이 551,718개소로 가장 많았으며 제주도가 4,811개소로 가장 적었다. 지하수 이용량은 금강권역이 1,070,599천㎥/년으로 가장 많았으며 제주도가 201,899천㎥/년으로 가장 적었다.

<표 2.5-4> 유역별 지하수 개소 및 이용량

유 역		면적(㎢)	우물수(개소)	이용량(천㎥/년)
전 국		99,680	1,562,921	4,084,779
한강권역		32,696	426,316	1,035,091
	10(한강)	25,911	334,479	794,048
	11(안성천)	1,656	53,350	130,187
	12(한강서해)	1,817	20,597	56,834
	13(한강동해)	3,313	17,890	54,021
낙동강권역		31,672	227,537	1,009,330
	20(낙동강)	23,633	176,355	757,904
	21(형산강)	1,137	2,939	37,840
	22(태화강)	658	4,208	35,568
	23(회야·수영)	862	7,899	34,903
	24(낙동강동해)	2,932	5,311	47,485
	25(낙동강남해)	2,450	30,825	95,629
금강권역		17,450	551,718	1,070,599
	30(금강)	9,890	274,447	513,121
	31(삽교천)	1,660	63,151	113,332
	32(금강서해)	2,924	99,282	220,511
	33(만경·동진)	2,975	114,838	223,635
섬진강권역		8,272	160,668	352,484
	40(섬진강)	4,901	92,159	179,502
	41(섬진강남해)	3,370	68,509	172,982
영산강권역		7,481	191,871	415,377
	50(영산강)	3,461	98,141	253,767
	51(탐진강)	504	5,579	17,407
	52(영산강남해)	1,401	24,279	43,165
	53(영산강서해)	2,115	63,873	101,037
제주도		1,839	4,811	201,900

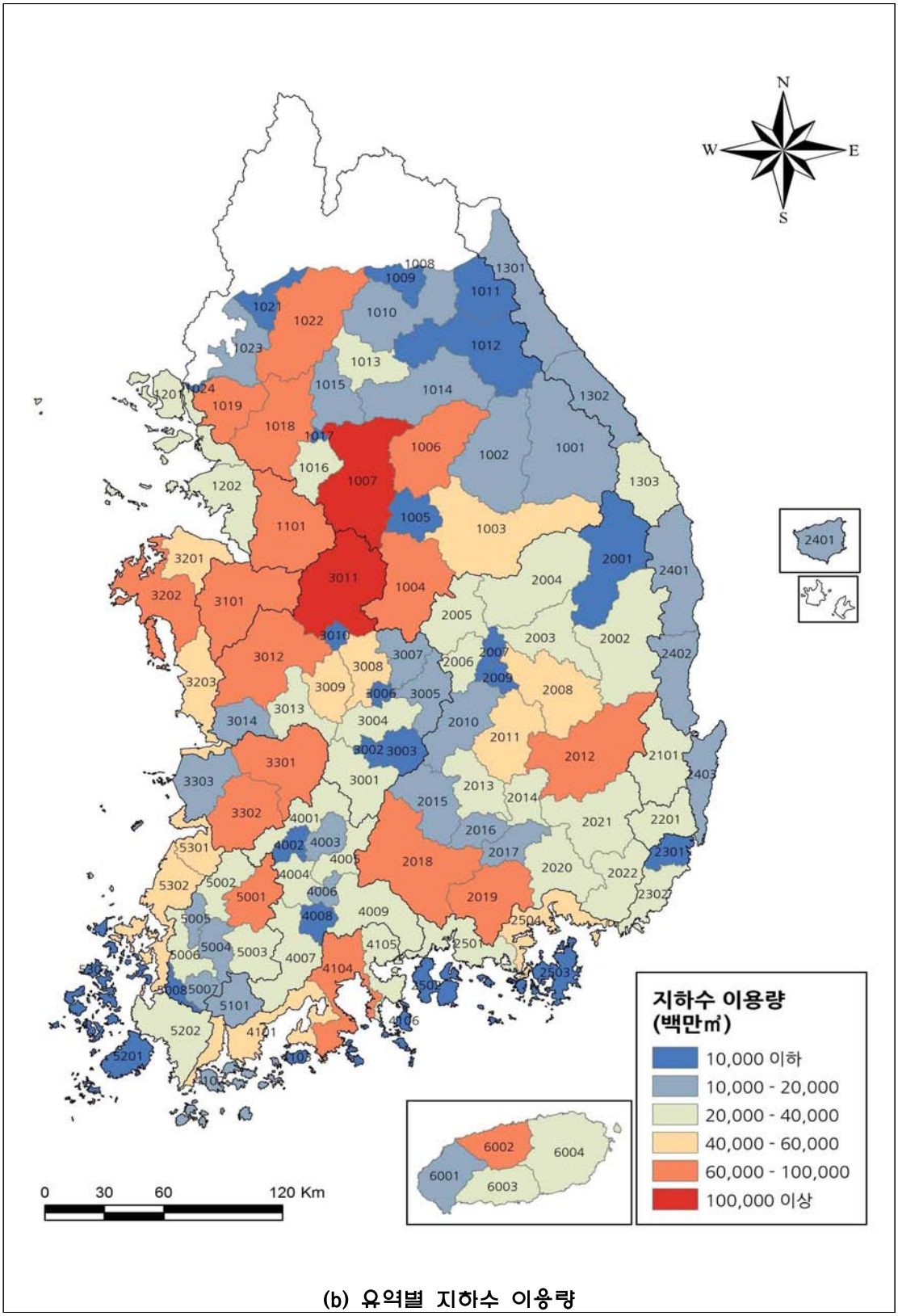
〔주〕 ① 2014년 기준
② 염지하수를 대상으로 하는 시설은 제외
③ 백령도, 흑산도지역 제외
④ 유역면적에서 북한지역에 해당하는 단위유역(10080, 10201, 10202, 10211, 10212) 면적 제외
〔출처〕 지하수조사연보(2015, 국토교통부)

2009년부터 2014년까지 최근 5년 동안의 유역별 지하수 이용현황은 〈표 2.5-5〉와 같으며, 연도별 지하수 개발공수 및 이용현황의 변화를 〈그림 2.5-5〉에 나타내었다.



(a) 유역별 지하수 개발공수

<그림 2.5-4> 유역별 지하수 이용현황



(b) 유역별 지하수 이용량

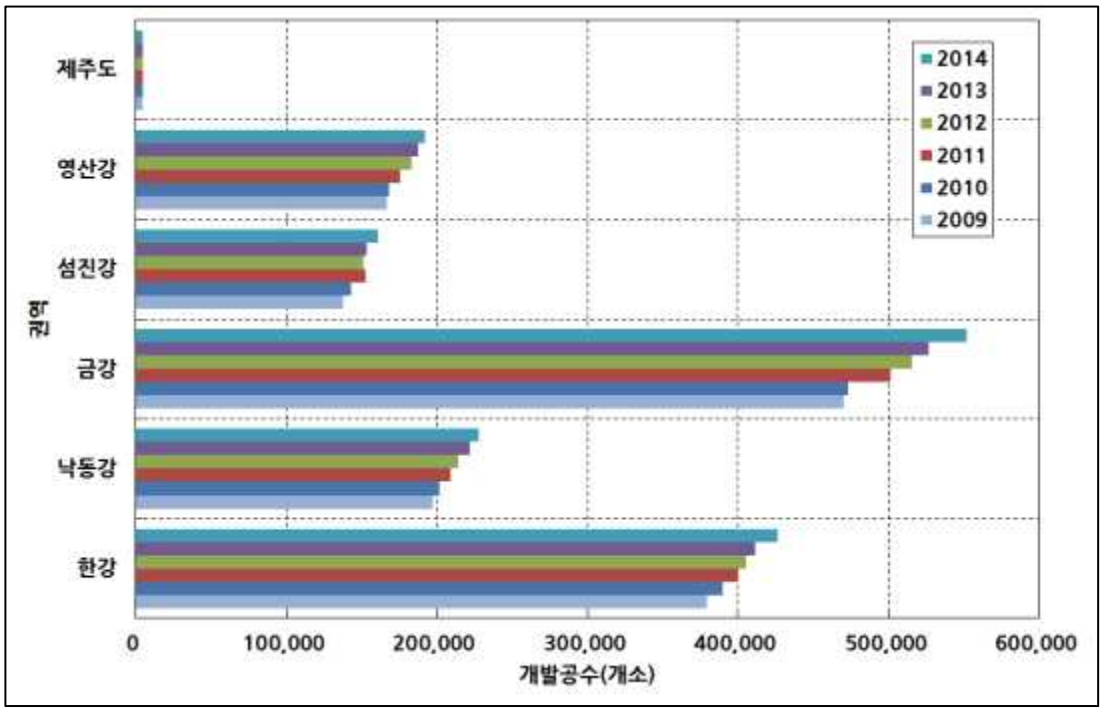
<그림 2.5-4> 유역별 지하수 이용현황(계속)

<표 2.5-5> 유역별 지하수 개발공수 및 이용량

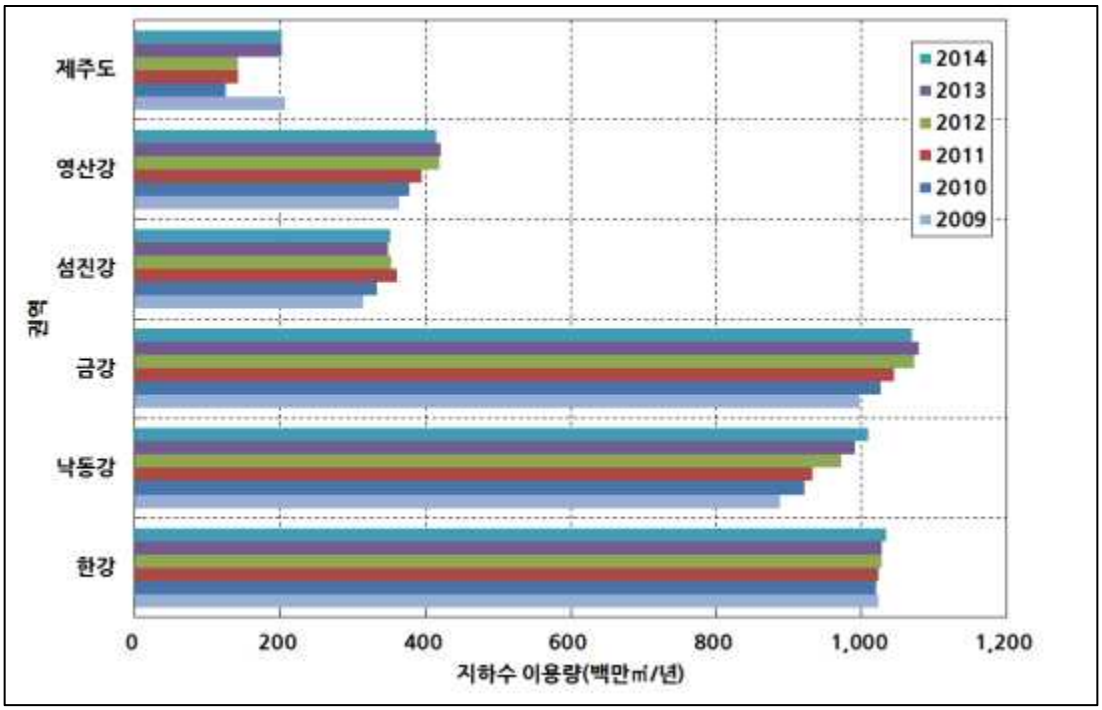
유 역	연 도	개발공수(개소)	이용량(㎥/년)
전 국	2009	1,356,027	3,794,744,667
	2010	1,380,453	3,804,495,302
	2011	1,444,323	3,898,390,448
	2012	1,474,577	3,989,547,120
	2013	1,506,352	4,070,820,008
	2014	1,562,921	4,084,779,284
한강권역	2009	379,546	1,024,133,675
	2010	389,585	1,020,189,560
	2011	400,045	1,023,022,629
	2012	405,267	1,028,479,849
	2013	411,451	1,028,829,672
	2014	426,316	1,035,090,519
낙동강권역	2009	197,186	887,527,931
	2010	201,616	921,846,847
	2011	209,171	932,246,789
	2012	214,475	972,976,836
	2013	222,088	991,036,314
	2014	227,537	1,009,329,577
금강권역	2009	469,837	997,329,143
	2010	472,787	1,026,059,297
	2011	501,487	1,044,826,679
	2012	515,375	1,073,034,153
	2013	527,003	1,079,174,586
	2014	551,718	1,070,598,590
섬진강권역	2009	137,945	314,752,867
	2010	143,245	333,428,997
	2011	153,015	361,343,243
	2012	151,143	352,878,706
	2013	153,509	348,721,209
	2014	160,668	352,483,982
영산강권역	2009	166,465	364,023,527
	2010	168,233	378,395,548
	2011	175,600	395,058,466
	2012	183,277	420,337,565
	2013	187,478	420,669,548
	2014	191,871	415,376,671
제주도	2009	5,048	206,977,524
	2010	4,988	124,575,053
	2011	5,005	141,892,643
	2012	5,039	141,840,011
	2013	4,824	202,388,679
	2014	4,811	201,899,945

지하수공 개발은 꾸준히 증가하고 있으며, 금강권역과 한강권역에 지하수공이 집중되어 있다. 섬진강권역의 경우 2012년에 1,872개소의 지하수공이 폐공되었으며, 제주권역은 2010년에 60개소, 2013년에 215개소, 2014년에 13개소가 폐공된 것으로 조사되었다. 2011년 금강권역에서 28,700개소(2010년 대비 6.1%)가 신규로 개발되어 역대 가장 큰 증가폭을 보였다.

지하수 이용량은 2014년 현재 2009년 대비 5.0백만㎥/년 감소한 제주도를 제외하면 전권역에서 증가하였다. 지하수이용총량으로 보았을 때 낙동강권역이 2009년 대비 가장 많이 증가(121.8백만㎥/년)하였고, 비율로 보았을 때 영산강권역이 2009년 대비 14.1%(51.3백만㎥/년)이 증가 한 것으로 조사되었다.



<그림 2.5-5> 연도별 지하수 개발공수 및 이용량 변화



<그림 2.5-5> 연도별 지하수 개발공수 및 이용량 변화(계속)

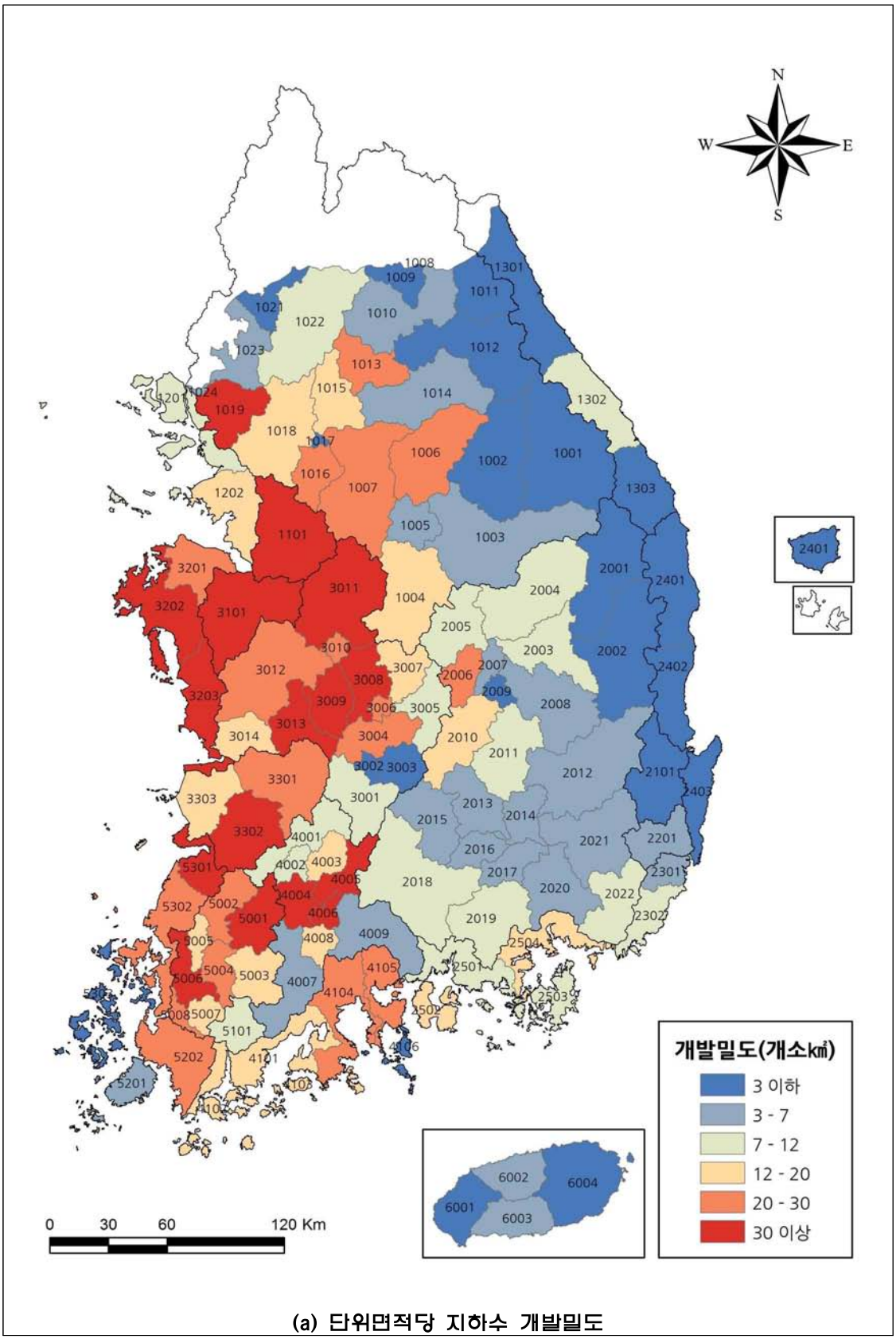
라. 유역별 지하수 이용특성 분석

우리나라의 지하수 단위면적(㎢)당 지하수 개발밀도는 15.7개소/㎢, 공당 지하수 이용량은 2,614㎥/년/공, 단위면적(㎢)당 지하수 이용량은 40,979㎥/년/㎢이다. 대권역별로 살펴보면, 단위면적(㎢)당 지하수 개발밀도는 만경·동진유역이 38.6개소/㎢로 가장 높고, 낙동강동해유역이 1.8개소/㎢로 가장 낮다. 공당 지하수 이용량은 제주도가 41,966㎥/년/공으로 가장 많고 영산강서해유역이 1,582㎥/년/공으로 가장 적다. 단위면적(㎢)당 지하수 이용량은 제주도가 109,766㎥/년/㎢로 가장 많으며 낙동강동해유역이 16,197㎥/년/㎢로 가장 적다. 유역별 지하수 이용특성은 대권역별로 다음 〈표 2.5-6〉과 〈그림 2.5-6〉의 (a) ~ (c)에 정리하였다.

<표 2.5-6> 유역별 지하수 이용특성

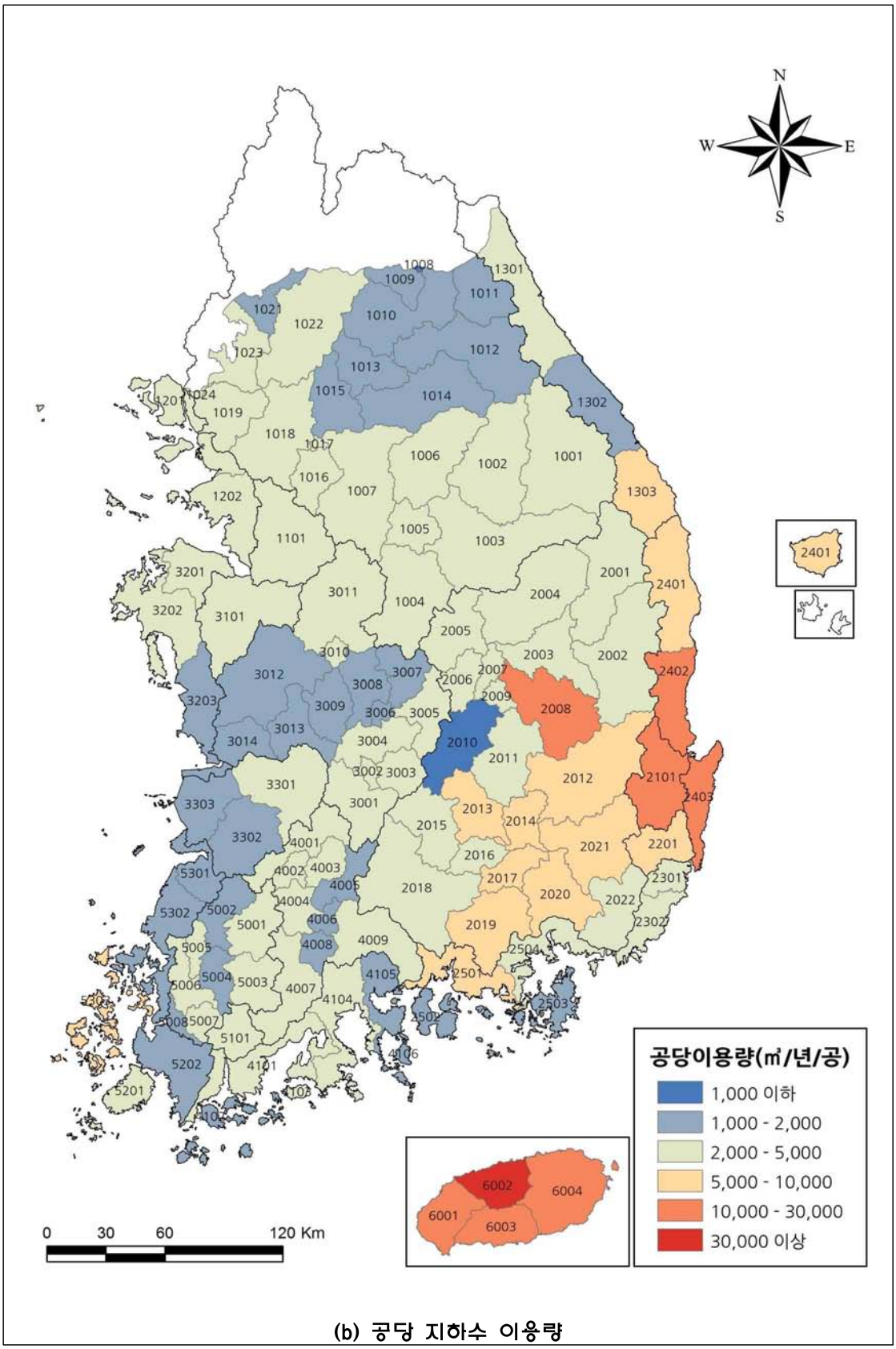
유 역	개발밀도 (개소/㎢)	공당이용량 (㎥/년/공)	단위면적당 이용량(㎥/년/㎢)
전 국	15.7	2,614	40,979
한강권역	13.0	2,428	31,658
10(한강)	12.9	2,374	30,645
11(안성천)	32.2	2,440	78,628
12(한강서해)	11.3	2,759	31,284
13(한강동해)	5.4	3,020	16,305
낙동강권역	7.2	4,436	31,869
20(낙동강)	7.5	4,298	32,070
21(형산강)	2.6	12,877	33,278
22(태화강)	6.4	8,452	54,055
23(회야·수영)	9.2	4,419	40,488
24(낙동강동해)	1.8	8,941	16,197
25(낙동강남해)	12.6	3,102	39,029
금강권역	31.6	1,940	61,353
30(금강)	27.7	1,870	51,880
31(삽교천)	38.0	1,795	68,254
32(금강서해)	34.0	2,221	75,417
33(만경·동진)	38.6	1,947	75,171
섬진강권역	19.4	2,194	42,614
40(섬진강)	18.8	1,948	36,623
41(섬진강남해)	20.3	2,525	51,326
영산강권역	25.6	2,165	55,524
50(영산강)	28.4	2,586	73,329
51(탐진강)	11.1	3,120	34,520
52(영산강남해)	17.3	1,778	30,817
53(영산강서해)	30.2	1,582	47,762
제주도	2.6	41,966	109,766

〔주〕 ① 2014년 기준
② 염지하수를 대상으로 하는 시설은 제외
③ 백령도, 흑산도지역 제외
④ 유역면적에서 북한지역에 해당하는 단위유역(10080, 10201, 10202, 10211, 10212) 면적 제외
〔출처〕 지하수조사연보(2015, 국토교통부)



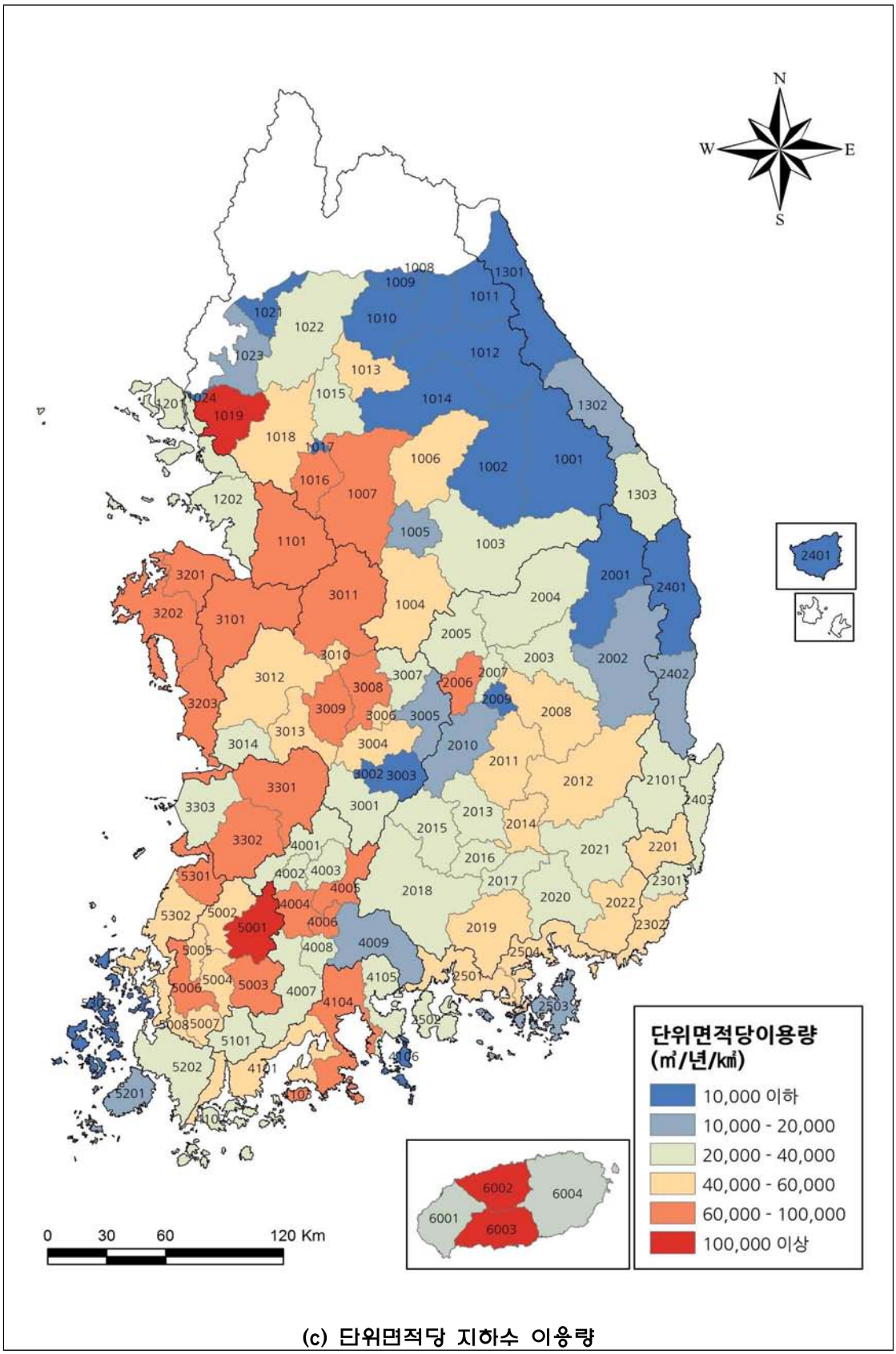
(a) 단위면적당 지하수 개발밀도

<그림 2.5-6> 유역별 지하수 개발공수, 이용량 및 이용 특성



(b) 공당 지하수 이용량

<그림 2.5-6> 유역별 지하수 개발공수, 이용량 및 이용 특성(계속)



(c) 단위면적당 지하수 이용량

<그림 2.5-6> 유역별 지하수 개발공수, 이용량 및 이용 특성(계속)

마. 불용공 현황

2014년 행정구역별 지하수 불용공 현황은 다음 〈표 2.5-7〉과 같다. 불용공은 현재 지하수 개발·이용 시설 또는 조사공, 관측공 등의 용도로 사용되지 않는 시설을 의미한다. 또한 불용공은 다시 처리공, 처리예정공, 매몰공, 및 방치공으로 세분화 된다. 불용공 발생원인은 주로 수원 고갈, 수질악화, 상수도 대체, 토지형질변경, 소유주 변경, 용도 변경, 지하수공 사용 중지, 염분 증가 등이 있다.

전국의 불용공은 4,345개이며, 이 중 처리공은 전체의 91.8%인 3,990공이며 미처리공은 355공으로 조사되었다. 서울특별시, 대구광역시, 울산광역시, 세종특별자치시, 충청남도, 전라북도, 제주도는 불용공 처리가 모두 완료되었고, 대부분 90%이상의 불용공 처리 실적을 보였으나 특히 대전광역시, 인천광역시는 각각 79.1%, 34.6%의 저조한 불용공 처리 실적을 보였다.

<표 2.5-7> 행정구역별 불용공 현황(2014)

행정구역	계	처리공수	미처리공수	처리비율(%)
전국	4,345	3,990	355	91.8
서울특별시	569	569	0	100.0
부산광역시	157	150	7	95.5
대구광역시	172	172	0	100.0
인천광역시	133	46	87	34.6
광주광역시	261	260	1	99.6
대전광역시	915	724	191	79.1
울산광역시	64	64	0	100.0
세종특별자치시	61	61	0	100.0
경기도	816	795	21	97.4
강원도	92	90	2	97.8
충청북도	124	121	3	97.6
충청남도	191	191	0	100.0
전라북도	76	76	0	100.0
전라남도	61	60	1	98.4
경상북도	87	85	2	97.7
경상남도	536	496	40	92.5
제주특별자치도	30	30	0	100.0

〔주〕 처리공수 : 발생한 불용공을 불용공으로 처리한 지하수 공수
미처리공수 : 발생한 불용공을 불용공으로 미처리된 지하수 공수
불용공 중 관측정으로 재활용된 경우 처리공수에 포함
〔출처〕 지하수조사연보(2015, 국토교통부)

2014년 유역별 지하수 불용공 현황은 다음 〈표 2.5-8〉과 같으며, 한강동해, 형산강, 태화강, 삽교천, 금강서해, 만경·동진, 탐진강, 영산강남해, 영산강서해, 제주도 유역은 불용공이 100%처리 되었으나, 특히 한강서해, 섬진강남해 유역은 42.4, 68.1%의 낮은 처리율을 보였다. 불용공 처리건수는 한강유역(1,471건)이며, 미처리건수는 금강유역(193건)이였다.

<표 2.5-8> 유역별 불용공 현황(2014)

유 역	계	처리공수	미처리공수	처리비율(%)
전 국	4,345	3,990	355	91.8
한강권역	1,667	1,556	111	93.3
10(한강)	1,523	1,471	52	96.6
11(안성천)	37	34	3	92.9
12(한강서해)	99	42	57	42.4
13(한강동해)	9	9	0	100.0
낙동강권역	1,012	963	49	95.2
20(낙동강)	455	448	7	98.4
21(형산강)	10	10	0	100.0
22(태화강)	48	48	0	100.0
23(회야·수영)	134	128	6	95.8
24(낙동강동해)	32	31	1	96.9
25(낙동강남해)	333	297	35	89.4
금강권역	1,286	1,093	193	85.0
30(금강)	1,117	924	193	82.7
31(삽교천)	27	27	0	100.0
32(금강서해)	102	102	0	100.0
33(만경·동진)	39	39	0	100.0
섬진강권역	35	34	1	97.2
40(섬진강)	32	32	0	99.8
41(섬진강남해)	3	2	1	68.1
영산강권역	315	314	1	99.7
50(영산강)	308	307	1	99.7
51(탐진강)	0	0	0	100.0
52(영산강남해)	0	0	0	100.0
53(영산강서해)	6	6	0	100.0
제주도	30	30	0	100.0

〔주〕 처리공수 : 발생한 불용공을 불용공으로 처리한 지하수 공수
미처리공수 : 발생한 불용공을 불용공으로 미처리된 지하수 공수
불용공 중 관측정으로 재활용된 경우 처리공수에 포함
〔출처〕 지하수조사연보(2015, 국토교통부)

2.5.3 지하수 수리특성

우리나라의 지하수 부존특성은 강우특성과 지형·지질여건에 의하여 주된 지배를 받는다. 지형적 관점에서 지하수의 부존 특성을 살펴보면 동해안 지역은 지형경사가 급하고 해안선까지의 연장거리가 짧기 때문에 강수의 지하 침투기간이 짧고 지하수의 유동속도가 빠른 양상을 보여주나 서남지역은 지형 경사가 완만하고 대소 하천의 발달로 인하여 충적층이 넓고 두껍게 형성되어 있으며 해안지역까지 상당한 거리가 있는 관계로 지하수의 함양이 충분히 이루어질 수 있는 조건을 갖추고 있다.

우리나라 지질의 분포 상황으로 볼 때 지하수는 대수층의 특성에 따라 충적지하수와 암반내의 2차 공극에 부존되어 있는 암반지하수로 분류할 수 있다. 암반지하수는 현무암의 기공, 용암튜브, 냉각절리 등의 1차 공극과 균열, 절리 등의 2차 공극에 영향을 받으며 이들의 발달은 분포 암종의 지배를 받는다. 석회암 분포지역에서는 지하수의 용해작용에 의하여 형성되는 공동이나 용혈에 대용량의 지하수가 부존되어 있을 가능성이 높으며 쇄설성 퇴적암류에서는 기저역암층이나 사암과 셰일의 호층대 및 부정합면 등이 양호한 대수층을 이루는 경우가 많다.

「지하수관리 기본계획 보고서」(건설교통부, 2007)에서는 상기한 지질 분포 및 수문지질 특성을 기준으로 우리나라 암석을 14개의 수문지질단위로 구분하고 지하수의 부존성을 평가하였다. 그러나 기본적으로 암반을 구성하는 암석 자체는 불투수성 매질이기 때문에 어떠한 종류의 지층을 막론하고 암반 지하수의 부존을 지배하는 가장 결정적인 요소는 지층내에 2차 공극을 형성시키는 지질구조라 할 수 있다.

일반적으로 암석의 생성과정에서 형성되는 1차 구조는 지하수의 대수층으로서 크게 기여하지 못하고 후기 지각운동에서 형성된 2차 구조인 단층, 절리, 파쇄대 등의 단열구조나 풍화대가 양호한 대수층의 조건을 갖추는 경우가 많다. 이러한 2차 구조는 지표면에서 선구조를 발달시킨다. 따라서 선구조의 발달방향, 빈도, 연장성의 분포특성 등에 대한 분석은 지하수자원의 부존·산출성 평가에 있어 매우 중요하다.

나. 분석자료

본 장에서는 2014년 지하수 수리특성을 파악하기 위하여 2014년에 조사된 자료를 이용하여 충적지하수와 암반지하수의 수리특성을 나타내었다.

지하수 수리특성조사는 지하수기초조사 자료를 이용하여 조사하며 모든 자료는 DB로 정리하였다.

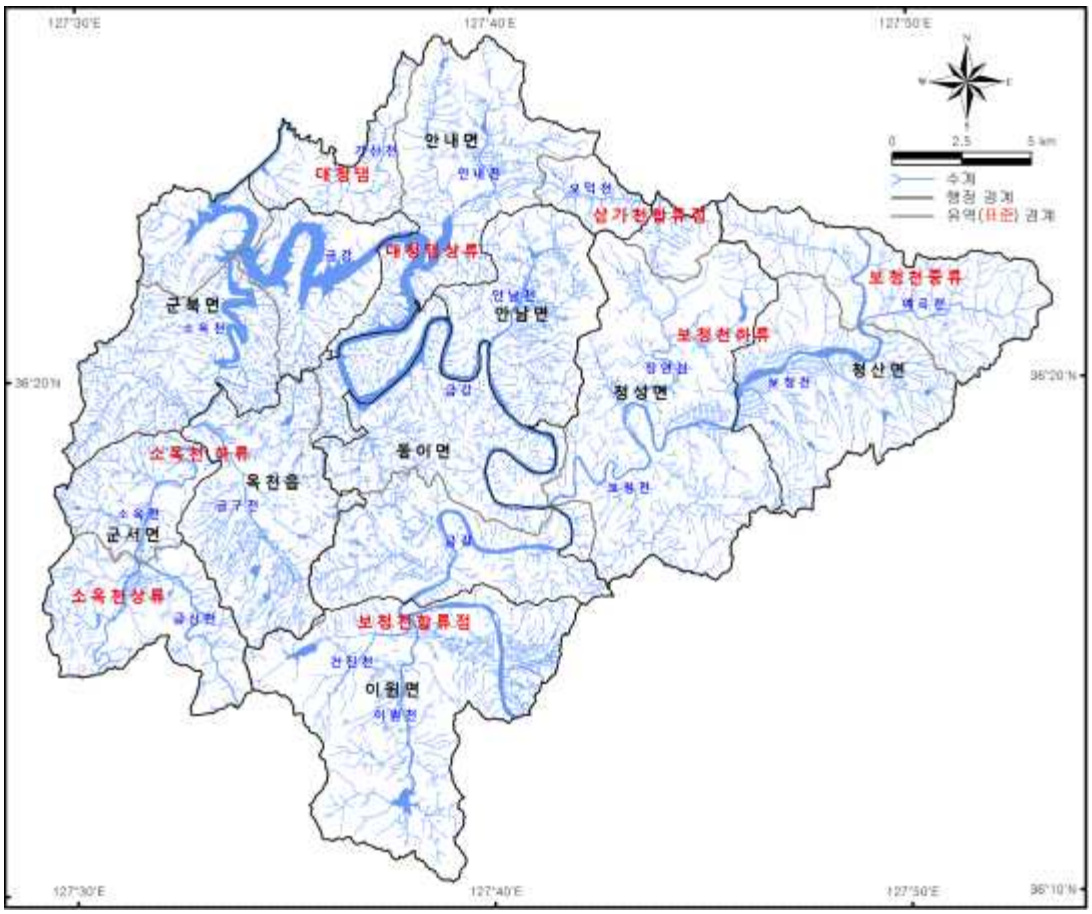
2014년에 지하수 수리특성이 조사된 행정구역은 충청북도 옥천군, 전라남도 장성군이며, 충적지역은 옥천 22개소, 장성 11개소, 암반지역은 옥천 73개소, 장성 39개소가 조사되었다.

분석자료를 유역별로 나타내면 〈표 2.5-9〉와 같으며 그 위치도는 〈그림 2.5-7〉 ~ 〈그림 2.5-10〉과 같다.

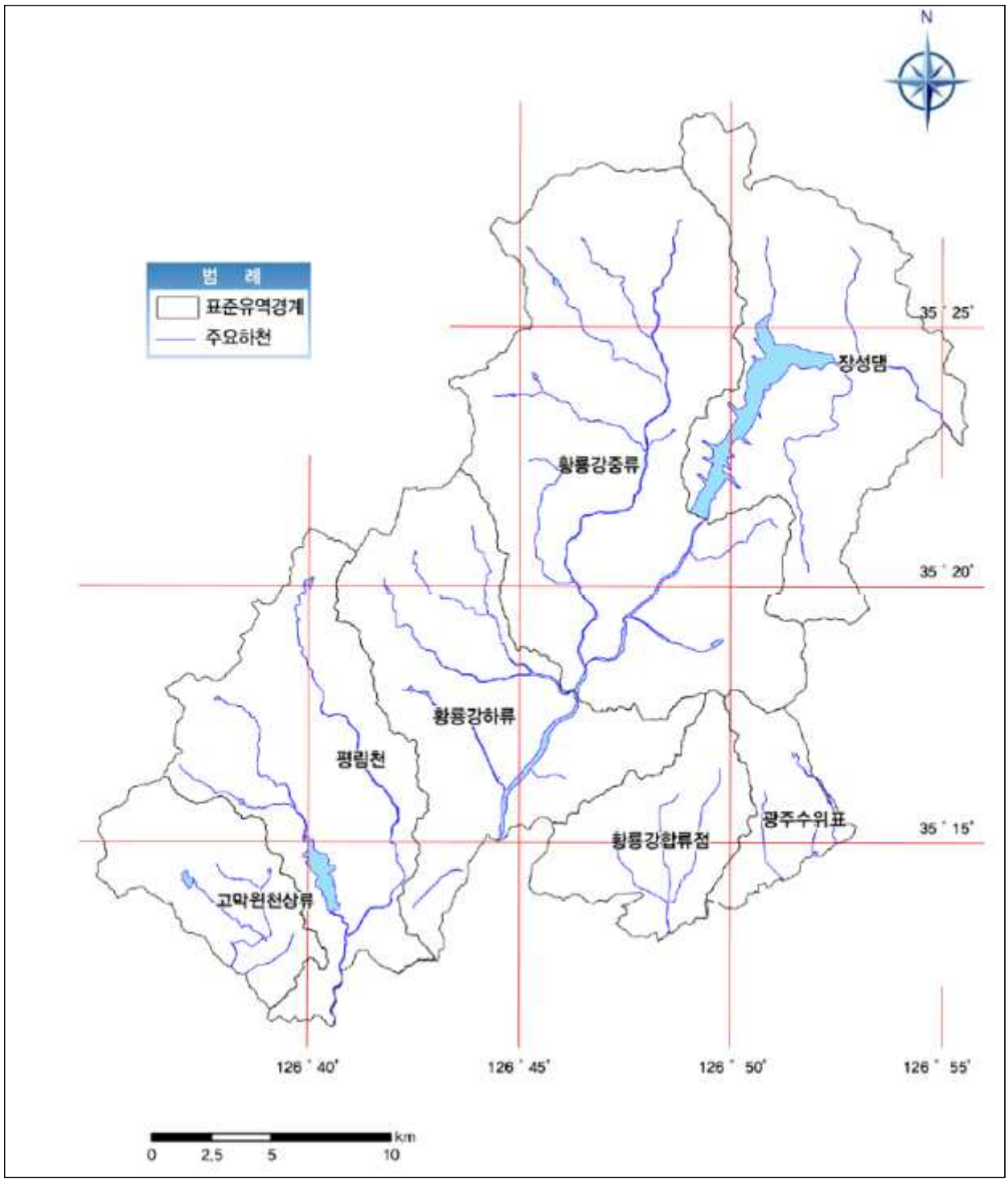
<표 2.5-9> 2014년 지하수 수리특성 조사지점 현황

(단위 : 개소)

유 역	합 계	충적지하수	암반지하수
전 국	145	33	112
금강권역	95	22	73
30(금강)	95	22	73
31(삽교천)	-	-	-
32(금강서해)	-	-	-
33(만경 · 동진)	-	-	-
영산강권역	50	11	39
50(영산강)	50	11	39
51(탐진강)	-	-	-
52(영산강남해)	-	-	-
53(영산강서해)	-	-	-



<그림 2.5-7> 지하수 수리특성 조사지점(금강권역)



<그림 2.5-8> 지하수 수리특성 조사지점(섬진강권역)

다. 수리특성분석

1) 충적지하수

충적층이 갖는 지하수 함양성의 측면에서 볼 때 충적층의 분포면적과 깊이 및 공극률이 중요하지만 점토, 미세한 실트 및 미세한 모래 등이 혼합 또는 층상으로 충적층 내에 형성되어 있는 경우가 많아 투수성 저해요인으로 나타난다. 또한, 충적층이라고 하더라도 충적층을 생성시킨 모암의 물리적, 화학적 성질과 운반, 퇴적된 환경 즉 운반 거리, 운반체(바람, 물) 그리고 퇴적 조건에 따라 그 구성물의 변화가 발생한다.

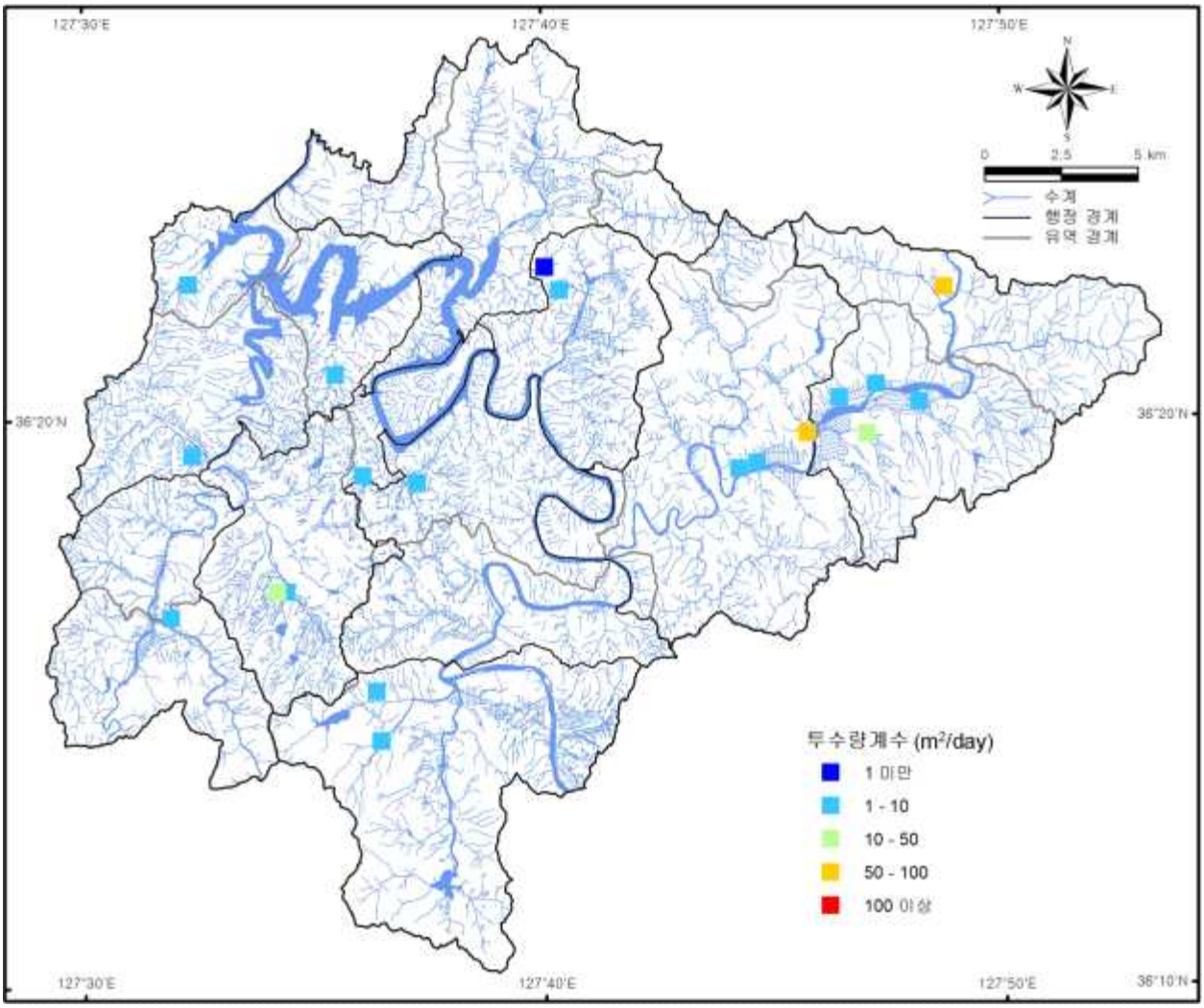
충적층 내에 양호한 대수층을 발달시킬 수 있는 모암의 종류와 그 과정을 살펴보면 화강암류가 가장 양호한 여건을 갖고 있는 것으로 나타난다. 이는 화강암이 갖는 조암광물의 크기와 물리적, 화학적 성질 및 풍화과정의 특성 때문인데 다량 함유된 장석은 풍화되어 점토화되고 운모는 가벼워 유수에 의해 제거되며 석영입자는 퇴적되어 사층을 형성하기 때문이다. 다음으로 화강암류와 유사한 조암광물과 같은 성분을 갖고 있는 화강편마암류가 충적층 내의 대수층 형성에 유리한 모암이라 하겠다. 그리고 일반적으로 퇴적암류 및 화산암류는 충적층 대수층 형성에 유리한 모암으로서는 제외된다.

2014년 충적지하수 조사는 옥천지역 22개소, 장성지역의 11개소의 위치현황(행정구역, 유역, 하천과의 거리), 지하지질 특성(심도, 토질별 층후) 및 지하수 수리특성(채수가능량, 투수량계수)에 대하여 정리하였다.

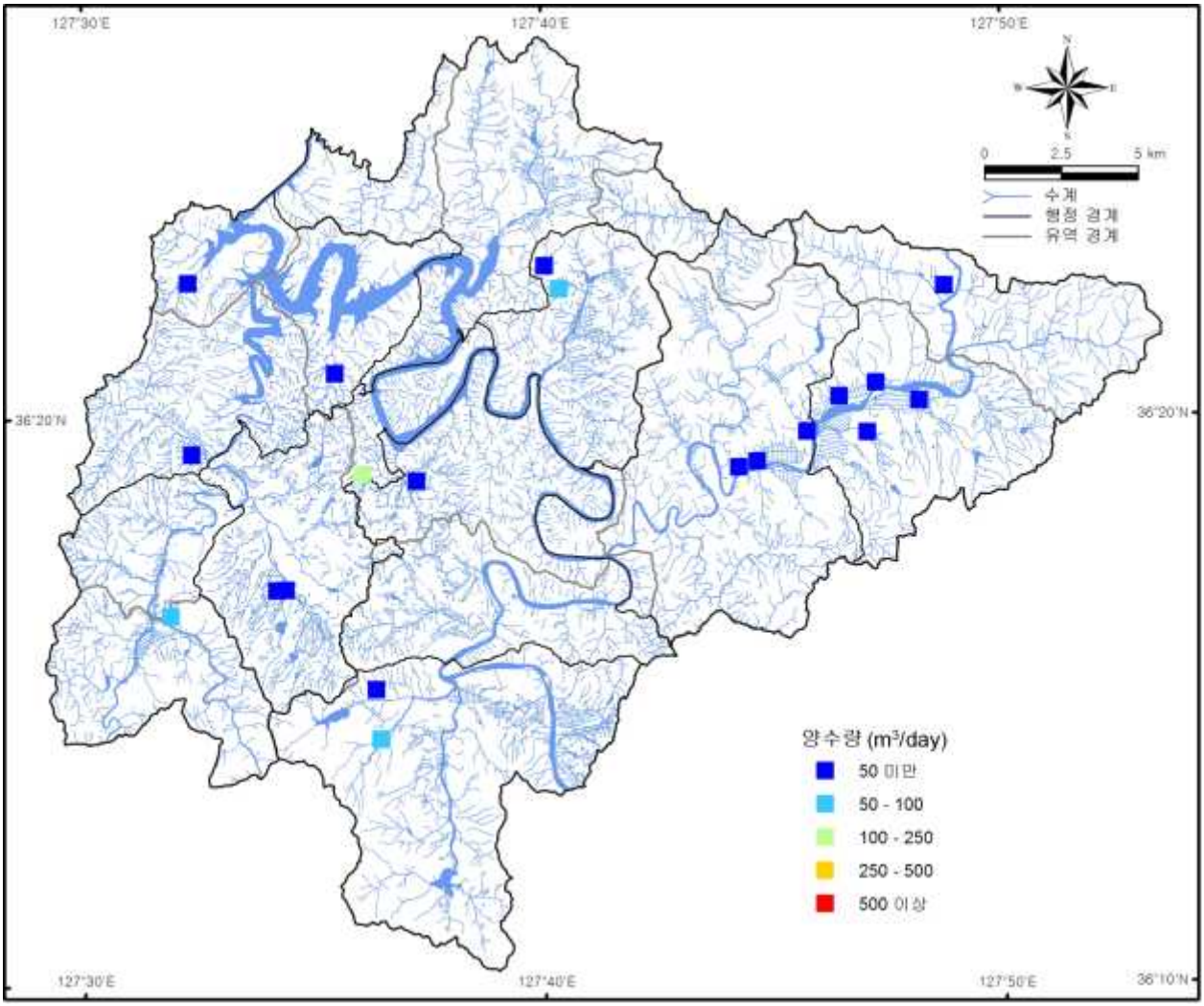
<표 2.5-10> 충적지하수 수리특성 자료(예)

조사 위치			하천과 거리 (m)	개발 심도 (m)	지하 수심도 (m)	충적층(m)						채수 가능량 (㎥/일)	투수량 계수 (㎡/일)
No.	유역 코드	행정구역				계	점토	모래	자갈	전석	기타		
KOC W-001	3008	옥천군 옥천읍 수북리 39	-	7	7	2.0 ~5.8	2.0 ~3.0	3.0 ~5.8	-	-	-	-	-
KOC W-002	3008	옥천군 군북면 이백리 683-10	-	8.5	8.5	5.0 ~8.2	5.0 ~6.0	6.0 ~8.2	-	-	-	-	-
OC -015	3008	군북면	-	20	20	-	-	-	-	-	-	30	4.06
OC -058	3007	청산면	-	20	20	-	-	-	-	-	-	34	39.08

충적지하수의 투수량계수 분포현황은 〈그림 2.5-9〉와 같고 채수가능량 분포는 〈그림 2.5-10〉과 같으며 유역별 채수가능량과 투수량계수를 분석한 결과는 〈표 2.5-11〉과 같다.



<그림 2.5-9> 충적지하수 투수량 계수 분포



<그림 2.5-10> 충적지하수 채수가능량 분포

<표 2.5-11> 유역별 충적지하수 수리특성

유 역		채수가능량(㎥/일)			투수량계수(㎡/일)		
		개수	평균	최대	개수	평균	최대
금강권역		22	44.1	200.0	22	20.5	489.9
	대청댐상류유역	3	36.0	80.0	3	3.9	8.2
	보청천유역	8	27.3	34.0	8	21.4	73.2
	대청댐유역	11	46.5	200.0	11	3.5	11.3
영산강권역		11	65.6	189.6	11	53.2	133.9
	황룡강유역	9	70.1	189.6	9	55.1	133.9
	영산강상류유역	2	45.2	47.4	2	44.6	66.4
	고막원천유역	-	-	-		-	-

2014년 지하수기초조사는 금강권역의 대청댐상류, 보청천, 대청댐유역과 영산강권역의 황룡강, 영산강상류, 고막원천유역이 조사되었다.

금강권역의 충적지하수 채수가능량의 평균은 44.1㎥/일로 나타났으며, 투수량계수 평균은 20.5㎡/일로 나타났다. 중권역별로 채수가능량 및 투수량 계수 평균을 살펴보면 대청댐상류유역이 각각 36.0㎥/일, 3.9㎡/일이며, 보청천유역이 각각 27.3㎥/일, 21.4㎡/일, 대청댐유역이 각각 46.5㎥/일, 3.5㎡/일로 나타났다.

영산강권역의 충적지하수 채수가능량의 평균은 65.6㎥/일로 나타났으며, 투수량계수 평균은 53.2㎡/일로 나타났다. 중권역별로 채수가능량 및 투수량 계수 평균을 살펴보면 황룡강유역이 각각 70.1㎥/일, 189.6㎡/일이고, 영산강상류유역이 각각 45.2㎥/일, 44.6㎡/일로 나타났으며, 고막원천유역에는 충적지하수 조사지점이 없는 것으로 조사되었다.

2) 암반지하수

암반지하수는 고결된 암석이나 최초 암석이 형성될 당시에 만들어진 공극과 오랜 시간의 지각변동에 의해 형성된 균열 및 파쇄대로 지하수가 저류, 유동될 수 있으며 이들의 발달 정도에 따라 지하수 부존성이 결정된다.

우리나라의 지층은 대부분 오래된 결정질암으로 구성되어 있어 다공질의 현무암이나 용해공동이 있는 석회암을 제외하고는 공극이 거의 없고 지각변동의 결과인 단층, 균열, 절리 등에 의해 지하수 부존성이 결정되는 특징을 가진다. 암반지하수의 부존과 산출을 규제하는 가장 대표적인 지질구조는 단층과 파쇄대, 습곡구조 및 지층경계 상의 부정합면 등을 들 수 있다.

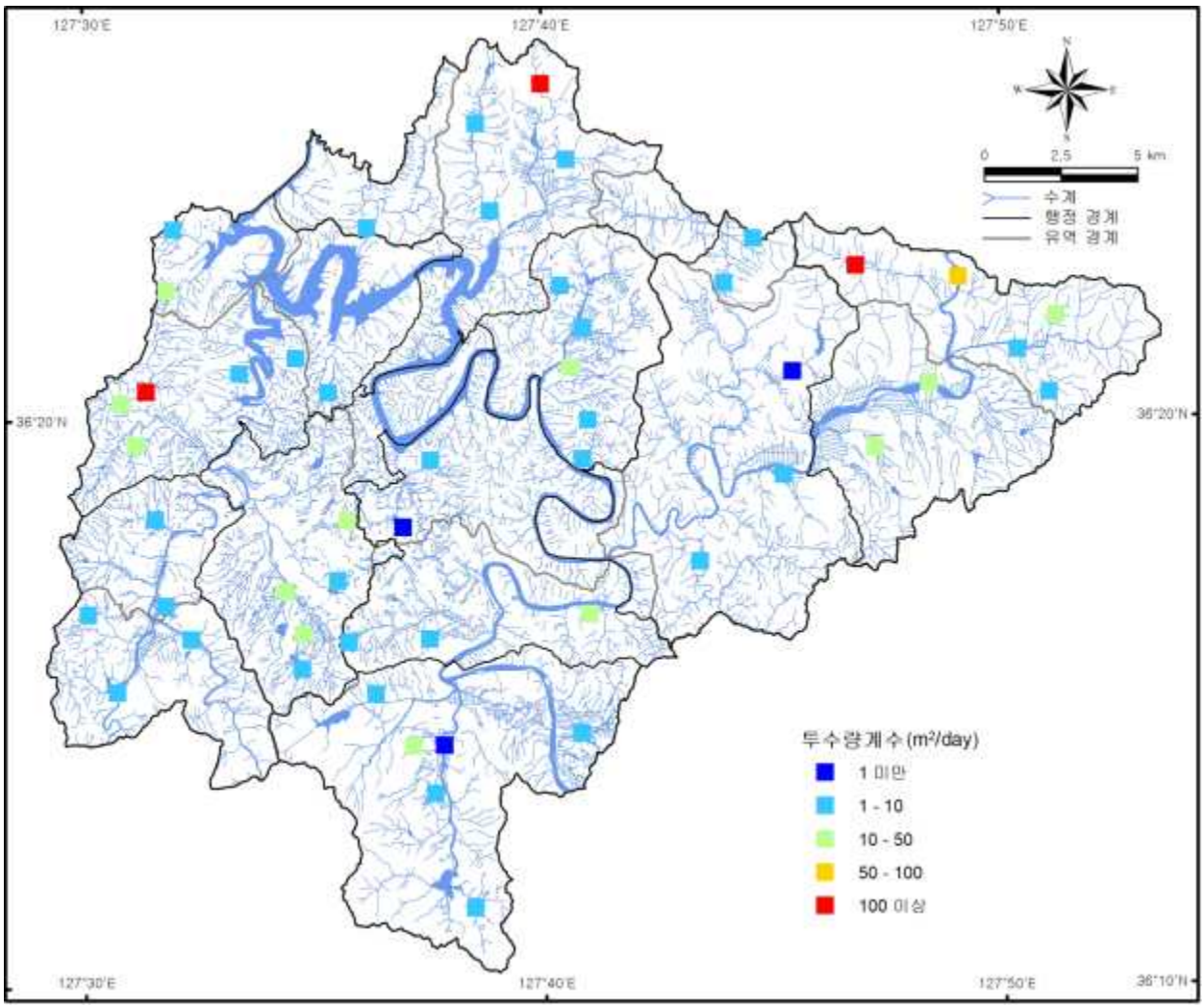
암석을 이루는 광물은 생성 당시의 조건과는 다른 환경에 있어 시간이 경과함에 따라 변질되는데 이러한 과정을 풍화라 하고 토양으로 변하기 전의 암석을 풍화암이라 한다. 풍화암은 토양과 신선한 암석사이에 고르게 분포하고 있으며 이 부분을 특별히 풍화대라 부르기도 한다. 풍화대에 부존되어 있는 지하수를 풍화대 지하수라 하며 충적층 지하수와 암반지하수의 중간적인 성격을 가진다.

2014년 암반지하수 조사는 옥천지역 73개소, 장성지역의 39개소의 위치현황(행정구역, 유역, 하천과의 거리), 지하지질 특성(심도, 토질별 층후) 및 지하수 수리특성(채수가능량, 투수량계수)에 대하여 정리하여 DB로 구축하여 기타성과물에 수록하였으며 〈표 2.5-12〉 및 〈그림 2.5-10, 11〉과 같다.

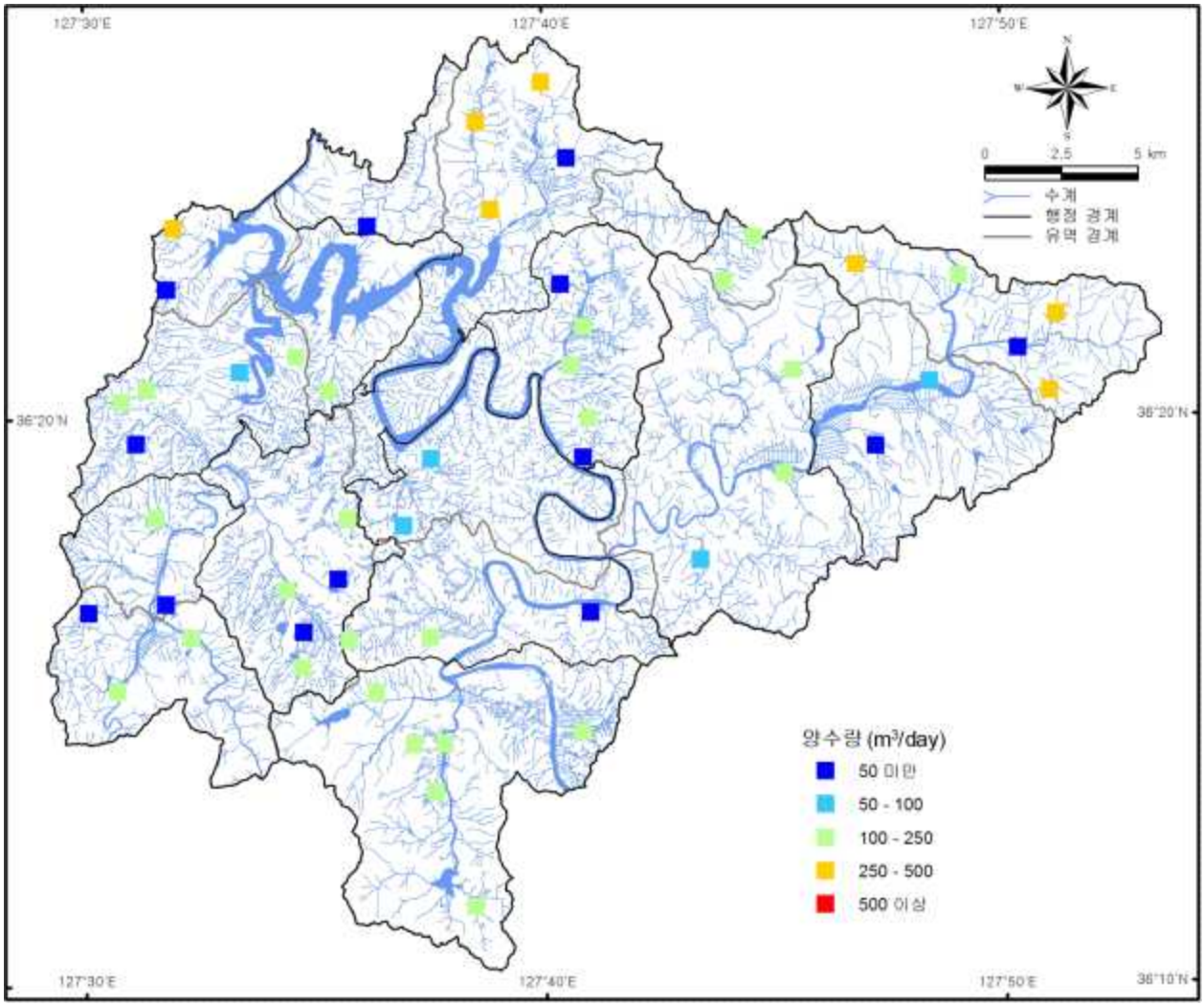
<표 2.5-12> 암반지하수 수리특성 자료(예)

조사관정 위치			개발심도 (m)	지하수심도 (m)	채수가능량 (㎥/일)	투수량계수 (㎡/일)
No.	유역코드	행정구역				
OC-57	3007	옥천군 청산면	33	33	36	11.51
OC-61	3007	옥천군 청산면	100	100	70	10.03
OC-62	3007	옥천군 청산면	20	20	32	3.54

암반 지하수의 투수량계수에 대한 분포도를 〈그림 2.5-11〉, 채수가능량은 〈그림 2.5-12〉에 나타내었다. 암반 지하수의 경우 충적지하수와 달리 대수층이 지질구조 등을 따라 형성되므로 개발 위치에 따라 채수가능량의 변화가 크다.



<그림 2.5-11> 암반지하수 투수량계수 분포



<그림 2.5-12> 암반지하수 채수가능량 분포

<표 2.5-13> 유역별 암반지하수 수리특성

유 역		채수가능량(㎥/일)			투수량계수(㎡/일)		
		개수	평균	최대	개수	평균	최대
금강권역		73	122.6	300.0	73	23.4	489.9
	대청댐상류유역	10	105.6	108.0	10	6.2	29.1
	보청천유역	19	91.8	300.0	19	33.9	489.9
	대청댐유역	44	81.2	270.0	44	11.5	226.6
영산강권역		39	105.0	228.0	39	43.9	87.9
	황룡강유역	26	109.9	228.0	26	13.9	76.5
	영산강상류유역	7	83.1	113.4	7	14.6	85.6
	고막원천유역	6	109.2	147.0	6	7.9	21.4

2014년 지하수기초조사는 금강권역의 대청댐상류, 보청천, 대청댐유역과 영산강권역의 황룡강, 영산강상류, 고막원천유역이 조사되었다.

금강권역의 암반지하수 채수가능량의 평균은 122.6㎥/일로 나타났으며, 투수량계수 평균은 23.4㎡/일로 나타났다. 중권역별로 채수가능량 및 투수량 계수 평균을 살펴보면 대청댐상류유역이 각각 105.6㎥/일, 6.2㎡/일이며, 보청천유역이 각각 91.8㎥/일, 33.9㎡/일, 대청댐유역이 각각 81.2㎥/일, 11.5㎡/일로 나타났다.

영산강권역의 암반지하수 채수가능량의 평균은 105.0㎥/일로 나타났으며, 투수량계수 평균은 14.6㎡/일로 나타났다. 중권역별로 채수가능량 및 투수량 계수 평균을 살펴보면 황룡강유역이 각각 109.9㎥/일, 13.9㎡/일, 영산강상류유역이 각각 83.1㎥/일, 14.6㎡/일이며, 고막원천유역이 각각 109.2㎥/일, 7.9㎡/일로 나타났다.

2.5.4 지하수 수질현황

지하수의 수질 및 수리화학적 특징은 지하수 부존 지역의 지질학적 특성 및 인위적인 오염원의 존재와 지하수 부존 심도에 따라 변한다. 암반 및 충적층 지하수의 수질은 인위적인 요인과 지질학적인 요인에 의하여 좌우되며 지배하는 주요 변수로서는 ① 대수층으로 유입되는 강우 및 지표수의 화학 조성 및 농도(오염원의 존재 여부 포함), ② 지하수의 유동 경로에 따른 기반암의 종류(특히, 광물 조성), ③ 지하수의 유동 경로를 지배하는 지질 구조의 특성, ④ 수/암 반응으로 표현되는 수리지구화학적 반응특성 등이 있다.

특히 충적층 지하수의 경우 수질특성을 지배하는 요인은 미고결 퇴적층의 특성, 생물학적 활동, 고밀도 인구분포와 그에 따른 농업 및 산업활동 등이며 이로 인해 다른 대수층의 지하수보다는 화학반응을 정량화하는 것이 어렵다. 그러나 충적층 지하수는 수량이 풍부하고 부존량 및 유동 특성을 규명하는 것이 가능하여 향후 인구 증가 및 산업 발달로 인한 수자원 고갈시 개발 가능한 자원으로 평가되고 있다.

한편, 지표나 지중의 오염원이 지하수계에 누출되면 당초 지하수의 화학 조성보다 높은 농도의 오염 성분이 섞이고 지질매체와 평형상태를 이루기 위하여 여러 가지 반응이 일어나면 지하수의 화학조성은 변화를 일으키게 된다. 지하수내 오염성분은 지하수의 화학조성과 지질환경에 의하여 지질매체와 흡착, 이온교환, 흡착화합물의 형성 등의 반응에 의하여 농도가 감소하거나 유동성이 증가하는데 이러한 과정에서 수질의 변화(오염)가 발생하게 된다. 일반적으로 지하수계를 오염시키는 오염물질이란 인간에 의하여 지하수 환경내로 유입되는 유해한 물질을 의미하여 오염물질의 농도가 인간 생활에 영향을 미칠 정도로 위험한 상태에 이른 경우 이를 오염되었다고 한다.

본 유역조사에서는 지하수 수질자료를 관측 위치별, 시기별로 취합·분석하여 지하수 수질의 적·부 여부와 수질의 시기별 변화 특성을 규명함으로써 지하수의 효율적 사용 및 체계적 보호관리를 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

가. 지하수 수질 조사항목 및 분석기준

환경부에서는 매년 전국적인 지하수 수질 현황과 수질변화 추세를 정기적으로 파악하여 지하수 수질보전정책 수립을 위한 기초 자료로 활용하기 위하여 지하수 수질 측정망을 운영하고 있다. 2004년까지는 지방환경청에서 운영하는 지하수 수질관측망과 시도에서 운영하는 지하수 수질관측망 자료를 관리해 오다가 2005년부터는 국토교통부(한국수자원공사)에서 운영하는 국가지하수 관측망의 지하수 수질자료를 수질측정망에 편입하여 함께 관리하고 있다.

지하수 수질 측정 항목은 총 20개 항목으로 측정시기는 연 2회 측정을 하며 상반기 측정시기는 매년 4~5월, 하반기는 9~10월 사이에 관측이 이루어지고 있다.

환경부에서 운영하는 지하수 수질관측망은 주로 오염우려지역을 위주로 시·도에서 운영하는 관측망은 일반지역을 위주로 하며 국가지하수 관측망은 전국적인 지하수 수위·수질 모니터링을 할 수 있도록 지질 및 수리지질학적 특성, 지역적 안배를 고려하여 선정·운영해오고 있다.

지하수 수질은 수소이온농도(pH), 대장균군수, 질산성질소, 염소이온, 일반세균, 카드뮴, 비소, 시안, 수은, 유기인, 페놀, 납, 6가크롬, 트리클로로에틸렌, 테트라클로로에틸렌, 1.1.1-트리클로로에탄, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 크실렌의 20가지 항목에 대한 분석을 수행하였으며 그 기준은 〈표 2.6-14〉와 같다.

<표 2.5-14> 지하수 수질기준(제11조관련)

항 목(㎎/ℓ)		생활용수	농·어업용수	공업용수	먹는물기준
일반 오염물질 (5개)	수소이온농도(pH)	5.8~8.5	6.0~8.5	5.0~9.0	5.8~8.5
	대장균군수	5,000 이하 (군수/100mL)	-	-	불검출
	질산성질소	20 이하	20 이하	40 이하	10이하
	염소이온	250 이하	250 이하	500 이하	250이하
	일반세균	0.01 이하	0.01 이하	0.02 이하	1㎖중100CFU이하
특정 오염물질 (15개)	카 드 뮴	0.05 이하	0.05 이하	0.1 이하	0.005이하
	비 소	0.01 이하	0.01 이하	0.2 이하	0.01이하
	시 안	0.001 이하	0.001 이하	0.001 이하	0.01이하
	수 은	0.0005 이하	0.0005 이하	0.0005 이하	0.001이하
	유 기 인	0.005 이하	0.005 이하	0.01 이하	-
	페 놀	0.1 이하	0.1 이하	0.2 이하	0.005이하
	납	0.05 이하	0.05 이하	0.1 이하	0.01이하
	6가 크롬	0.03 이하	0.03 이하	0.06 이하	0.05이하
	트리클로로에틸렌	0.01 이하	0.01 이하	0.02 이하	0.03이하
	테트라클로로에틸렌	0.15 이하	0.3 이하	0.5 이하	0.01이하
	1.1.1-트리클로로에탄	0.015 이하	-	-	0.1이하
	벤 젠	1 이하	-	-	0.01이하
	톨 루 엔	0.45 이하	-	-	0.7이하
	에틸벤젠	0.75 이하	-	-	0.3이하
	크 실 렌	0.75이하	-	-	0.5이하

〔출처〕 ① 지하수의 수질보전 등에 관한규칙 별표4(개정 2010.2.16.)
② 먹는물 수질기준 및 검사 등에 관한규칙(환경부령 제621호)

나. 지하수 수질현황

환경부에서 운영하고 있는 지하수 수질관측망과 국토교통부 및 한국수자원공사에서 운영하고 있는 국가지하수 관측망에 대해 2014년 상반기와 하반기 2회에 걸쳐 측정된 수질측정 자료를 이용하여 유역별 수질현황을 분석하였다. 수질기준은 측정 지점의 이용용도에 따라 적용하였으며 국가지하수관측망은 용도가 관측용이므로 적용할 수질기준이 명확하지 않으므로 가장 일반적으로 적용되는 생활용수기준을 적용하였다.

1) 지하수 수질관측망 수질자료

환경부에서 운영 중인 지하수 수질관측망에 대한 2014년 상반기와 하반기의 지하수 수질현황을 조사한 결과는 아래와 같다. 환경부 수질관측망의 수질기준은 "지하수 수질보전 등에 관한 규칙(환경부령 제476호, 2012.9.24.)"의 지하수의 수질기준(제11조 관련)을 따르고 있다. 환경부 수질관측망에서는 사용용도를 생활·농업·공업용수 3가지로 구분하고 있어 생활용수, 농업용수, 공업용수 지하수 수질기준을 적용하였으며, 그 중 음용하는 관측망은 「먹는물관리법」 제5조에 따른 먹는물의 수질기준에 따라 일반오염물질(4개 항목), 특정 유해물질(15개 항목) 중 1개라도 초과시 수질기준을 초과하는 것으로 판단하였다.

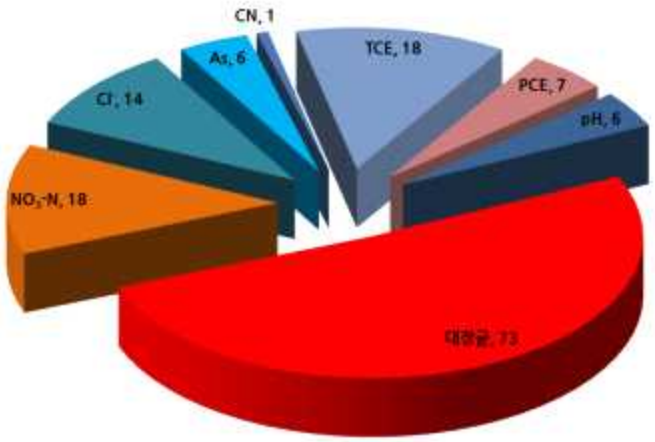
2014년 환경부 수질관측망 2,021개소 중 상반기에 138개소에서 수질기준을 초과하였고 하반기에 113개소에서 수질기준을 초과하였으며 상반기에 194개소, 하반기에 226개소에서 미측정되었다〈표 2.6-15〉. 2014년 주요 수질기준 항목 중 상반기에 대장균군수(73개소), 트리클로로에틸렌(18개소), 질산성질소(18개소), 염소이온(14개소), 테트라클로로에틸렌(7개소)등이 초과하였으며, 2014년 하반기에는 대장균군수(64개소), 트리클로로에틸렌(16개소), 질산성질소(16개소), 염소이온(10개소), 테트라클로로에틸렌(5개소), pH(3개소) 등이 초과하였는데, 주로 대장균군수 초과가 많이 발생하였다.

<표 2.5-15> 유역별 지하수 수질현황 (환경부 수질측정망)

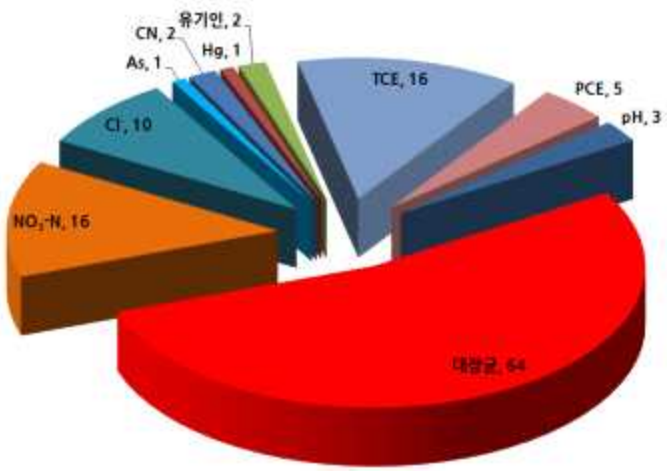
유 역	상반기(4~5월)			하반기(9~10월)		
	측점수	초과수	미측정	측점수	초과수	미측정
전 국	2,021	138	194	2,021	113	226
한강권역	660	50	72	660	38	85
10(한강)	467	37	60	467	26	61
11(안성천)	68	4	6	68	6	9
12(한강서해)	81	7	4	81	4	10
13(한강동해)	44	2	2	44	2	5
낙동강권역	740	49	55	740	39	66
20(낙동강)	480	29	29	480	22	33
21(형산강)	27	1	2	27	-	3
22(태화강)	36	4	4	36	2	5
23(회야·수영)	107	11	5	107	8	7
24(낙동강동해)	30	4	8	30	4	13
25(낙동강남해)	60	-	7	60	3	5
금강권역	344	18	35	344	22	40
30(금강)	195	12	16	195	12	21
31(삽교천)	39	4	2	39	3	4
32(금강서해)	41	-	9	41	1	8
33(만경·동진)	69	2	8	69	6	7
섬진강권역	97	6	24	97	4	19
40(섬진강)	43	3	13	43	-	11
41(섬진강남해)	54	3	11	54	4	8

<표 2.5-15> 유역별 지하수 수질현황 (환경부 수질측정망)(계속)

유 역	상반기			하반기		
	측점수	초과수	미측정	측점수	초과수	미측정
영산강권역	139	15	8	139	10	16
50(영산강)	91	8	5	91	4	5
51(탐진강)	3	-	-	3	1	-
52(영산강남해)	10	-	-	10	1	-
53(영산강서해)	35	7	3	35	4	11
제주도	41	-	-	41	-	-



(a) 2014년 상반기



(b) 2014년 하반기

<그림 2.5-13> 수질항목별 수질기준초과 지점수(환경부 수질측정망)

2) 국가지하수관측망 수질자료

국토교통부와 한국수자원공사에서 운영 중인 국가지하수관측망에 대한 2014년 상반기와 하반기의 지하수 수질현황을 분석한 결과는 〈표 2.6-16〉과 같다. 국가지하수관측망의 수질기준은 "지하수 수질보전 등에 관한 규칙(환경부령 제476호, 2012.9.24.)"의 지하수의 수질기준(제11조 관련)에 생활용수 수질기준을 따르고 있다. 일반오염물질(4개 항목), 특정 유해물질(15개 항목) 중 1개라도 초과시 수질기준을 초과하는 것으로 판단하였다.

2014년 국가지하수관측망 수질 측정결과는 상반기에 총 539개소 중 41개소에서 수질기준이 초과하였으며, 하반기에는 30개소에서 수질기준이 초과하였다. 수질기준이 초과된 상·하반기에 낙동강유역이 상반기 12개소, 하반기 11개소로 수질기준이 가장 많이 초과되었으나, 안성천, 태화강, 회야·수영, 삽교천, 금강서해, 섬진강, 섬진강남해, 탐진강, 영산강남해, 제주도유역은 상·하반기 모두 수질기준을 만족시켰다.

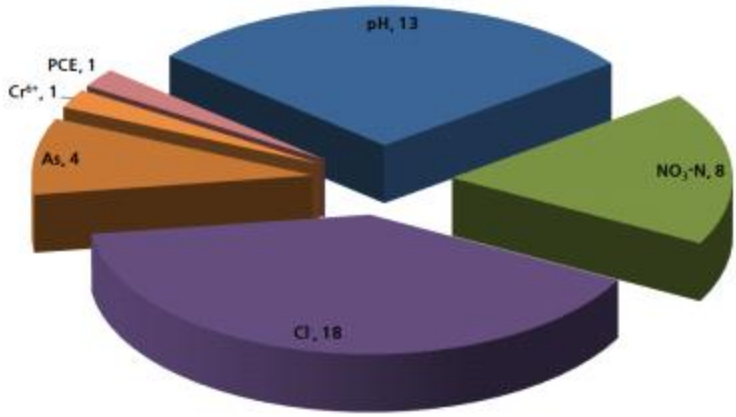
반기별 초과 수질항목을 살펴보면 상반기의 주요 수질기준 초과항목은 염소이온(18개소), pH(13개소), 질산성질소(8개소), 비소(4개소) 등으로 나타났으며 나머지 항목은 1개소 이하였으며, 하반기는 염소이온(16개소), pH(5개소), 질산성질소(5개소), 비소(2개소), PCE(2개소) 등으로 나타났으며 나머지 항목은 1개소 이하였다.

<표 2.5-16> 유역별 지하수 수질현황 (국가지하수관측망)

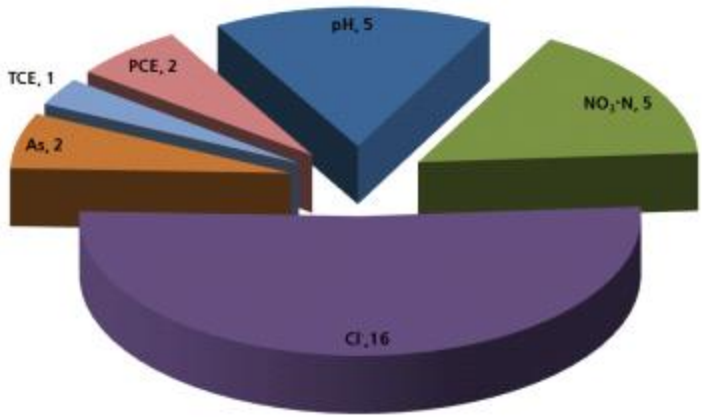
유 역	상반기			하반기		
	측점수	초과수	미측정	측점수	초과수	미측정
전 국	539	41	-	539	30	-
한강권역	163	14	-	163	11	-
10(한강)	121	6	-	121	5	-
11(안성천)	12	-	-	12	-	-
12(한강서해)	14	5	-	14	3	-
13(한강동해)	16	3	-	16	3	-
낙동강권역	154	15	-	154	13	-
20(낙동강)	110	12	-	110	11	-
21(형산강)	9	-	-	9	1	-
22(태화강)	7	-	-	7	-	-
23(회야・수영)	6	-	-	6	-	-
24(낙동강동해)	12	2	-	12	-	-
25(낙동강남해)	10	1	-	10	1	-
금강권역	124	8	-	124	4	-
30(금강)	69	4	-	69	-	-
31(삽교천)	13	-	-	13	-	-
32(금강서해)	15	-	-	15	-	-
33(만경・동진)	27	4	-	27	4	-
섬진강권역	48	-	-	48	-	-
40(섬진강)	35	-	-	35	-	-
41(섬진강남해)	13	-	-	13	-	-

<표 2.5-16> 유역별 지하수 수질현황 (국가지하수관측망)(계속)

유 역	상반기			하반기		
	측점수	초과수	미측정	측점수	초과수	미측정
영산강권역	46	4	-	46	2	-
50(영산강)	26	3	-	26	2	-
51(탐진강)	5	-	-	5	-	-
52(영산강남해)	5	-	-	5	-	-
53(영산강서해)	10	1	-	10	-	-
제주도	4	-	-	4	-	-



(a) 2014년 상반기



(b) 2014년 하반기

<그림 2.5-14> 수질항목별 수질기준초과 지점수(국가지하수관측망)

2.6 유역특성조사

2.6.1 하상재료조사(입경분포)

가. 조사목적

하천의 하상재료는 강수와 유역의 특성, 하도의 수리 특성 등의 상호작용으로 인해 지속적으로 변화한다. 어떻게 보면 하천의 하상재료는 이와 같은 상호작용으로 비롯된 산출물이라 할 수 있다. 일반적으로 강우에 대한 유역의 응답 과정에서 지표면의 토사는 침식되고, 이는 유출수와 함께 하천으로 유입된다. 하천으로 유입된 토사는 하도 내의 침식된 토사와 혼합되어 하류로 이송된다. 이와 같은 이송 과정 중에 하도의 하상은 변동되기 때문에 하상의 물질(하상재료)도 함께 변화된다.

하천의 하상재료는 하천 유속, 토사 이송, 하상변동, 수질, 생태 등의 여러 분야에 영향을 미친다. 하상재료의 특성(종류와 형상, 입경 등)은 하천 흐름의 저항으로 작용하며, 하천 유사의 주된 공급원이 된다. 또한 하상재료의 특성은 하상변동의 정도에 영향을 미치며, 이송 및 하상변동 과정에서 하천의 수질과 생태 등 다양한 분야에 문제를 야기한다. 사실, 하천의 하상재료는 시공간적으로 변화 정도는 상이하겠지만 강수 등 여러 특성들의 상호작용으로 인해 지속적으로 변화한다. 하상재료의 변화 특성과 하천 분야의 각종 해석 및 영향 평가 등에 이용되는 활용성 등을 감안하여 볼 때, 금회의 하상재료조사는 상당한 의의를 가질 것으로 판단된다.

본 과업에서는 하천 유속, 토사 이송, 하상변동, 수질, 생태 등 여러 분야에 다목적으로 활용될 수 있는 기초자료 생산에 목적을 두고 수행하였다. 하상재료조사의 방법과 기준은 「하천설계기준(한국수자원학회, 2009)」을 준수하였고, 보다 세부적인 사항은 미지질조사국(USGS)이나 국제표준화기구(ISO)의 기준과 방법을 준용하였다.

나. 조사방법

본 과업에서는 하상재료(종류와 형상 및 입경 등)의 대표성에 주안점을 두고 채취 위치와 수량 등을 결정하였다. 일반적으로 하천의 하상은 실트, 모래, 자갈 등의 여러 물질로 구성되어 있고, 물질의 형상 또한 다양하게 분포한다. 하상이 한 가지 물질로 구성된 하천도 있겠지만, 대부분 모래 및 자갈 등 여러 종류의 물질이 혼합되어 있다. 모래 하상과 같이 입도의 형상 등이 비교적 균등한 하천은 채취 위치와 수량 등에 크게 영향을 받지 않겠지만, 여러 물질들이 혼합되어 있는 하천은 상당히 크게 영향을 받는다. 여러 종류의 물질이 혼합되어 있는 하천에서 한 종류의 물질에 편중해서 시료를 채취하게 되면, 채취된 시료는 대상 하천의 하상재료를 대표하지 못하게 된다. 이에 따라 여러 종류의 물질이 혼합되어 있는 하천에서는 대상 하천의 입도분포를 대표할 수 있는 곳에서 시료가 채취되도록 노력하였다. 또한 시료의 양은 가급적 충분히 채취하여 입경가적곡선이 왜곡되지 않도록 하였다.

본 과업에서는 모래 및 자갈 등과 같이 비교적 입경이 크지 않은 재료는 현장에서 직접 시료를 채취하였다. 그러나 입경이 상당히 커서 시료 채취 및 이동이 어려운 경우에는 현

장에서 표층조사로 대체하였다. 표층조사는 선격자 방식으로 수행하였으며, 현장에서 선격자 점 바로 아래에 놓인 하상재료를 대상으로 장축과 중축의 길이를 직접 측정하였다. 본 과업에서는 다음과 같은 사항을 고려하여 하상재료를 채취하였다. 첫째, 하천의 하상이 인공재료 및 식생 등으로 피복되어 있는 곳에서는 시료 채취를 지양하였다. 둘째, 점성이 있는 시료는 시료 채취를 지양하였다. 셋째, 사주나 교각 등의 뒷부분과 같이 사수역이 되는 곳은 가급적 지양하였다. 넷째, 하도 내에 준설토 등과 같이 인위적으로 토사가 적재되어 있는 곳은 지양하였다.

본 과업에서는 채취된 하상재료에 대해 입도분포와 비중시험을 수행하였다. 시료분석을 위해 먼저 채취된 하상재료를 건조로에서 건조시킨 후 체분석법으로 시료분석을 수행하였다. 각각의 체에 남겨진 시료의 무게를 측정하여 통과중량백분율을 산정한 후 입경가적곡선을 작성하였다. 작성된 입경가적곡선으로 하상의 입도분포 특성을 분석하여 이를 통해 자갈, 모래, 실트의 구성 비율과 통과중량백분율에 대응하는 입경(D_{10}, D_{50} 등), 표준편차 등을 산정하였다.

하상재료에 대한 입도의 고른 정도와 좋고 나쁜 정도를 분석할 목적으로 아래 식으로 균등계수(Coefficient of uniformity, C_u)와 곡률계수(Coefficient of curvature, C_g)를 산정하였다.

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

$$C_g = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$$

여기서 D_{60}은 통과백분율 60%에 대응하는 입경(㎜), D_{10}은 통과백분율 10%에 대응하는 입경(㎜), D_{30}은 통과백분율 30%에 대응하는 입경(㎜)

일반적으로 작은 입자부터 큰 입자까지 고르게 분포하면 균등계수가 크고, 입자의 크기가 비슷하면 균등계수는 작다. 또한 균등계수가 10 이상일 때 입도분포가 좋고 2 이하일 때는 입도가 균등하다. 곡률계수는 1~3의 범위를 가질 때 입도가 양호하다.

2.6.2 하도특성조사

가. 조사목적

사진촬영이나 스케치, 측량 등의 방법으로는 〈그림 2.6-1〉과 같은 하도구간에 대한 물리·공간적인 특성을 파악할 수 없다. 또한 고지대에서의 사진촬영이나 항공 수직촬영이 아니면 축척이나 구조가 왜곡되기 때문에 하도의 물리적인 특성을 파악하기가 어렵다. 이와 같은 한계를 극복하기 위해 하천수변조사도(River Corridor Survey, RCS)가 작성된다. 하천수변조사도(RCS)란 하천의 하도변화, 서식처 등의 물리, 공간적인 구조를 현장에서 정해진 기호들을 이용하여 간략하게 지도형태로 기본도에 스케치하여 표시하는 것을 말한다. RCS 지도 작성을 통해 현장에서 실측한 하도선형과 서식처 구조, 저수로 및 고수로부, 제방 형태 등을 조사자가 직접 작성함으로써 중요한 사항을 강조할 수 있고, 전체적인 구조를 파악할 수 있다. RCS 지도 작성에 사용되는 기호들은 작성자가 임으로 결정하여 이용할 수 있지만, 기호들은 제작자 이외의 사람이 보더라도 알아보기 쉽게 간략하고 특징적인 것을 이용해야 한다.

본 과업에서는 하천수변조사도(RCS)를 작성할 목적으로 여울과 소, 사주, 수제, 저수로와 고수부지의 특성을 주요 조사대상 항목으로 하여 육안조사, 사진촬영과 현장 스케치 방식으로 하도특성조사를 수행하였다.



<그림 2.6-1> 하천 수변공간의 구분

나. 조사절차

하도특성조사의 절차는 〈그림 2.6-2〉와 같다. 〈그림 2.6-2〉에서 알 수 있는 바와 같이 하도특성조사는 4단계 과정으로 구분하였다. 본 과업에서는 하도특성조사를 효율적으로 수행하기 위해 먼저 조사대상 하천에 대한 위성영상이나 수치지도 등을 수집하여 이동경로나 조사장비 등을 계획하였다. 또한 여울 소, 사주 등과 같은 주요 조사 항목에 대한 특징이나 위치정보 등은 하천기본계획 보고서 등에 수록된 자료를 검토하여 현장조사를 계획하였다. 현장조사 시에 촬영한 사진과 하도특성에 대한 기호 입력사례는 〈그림 2.6-3〉과 〈그림 2.6-4〉와 같다.

1. 조사구간 수치지형도 수집	◦ 조사구간 수치지형도(1/5,000) 수집 ◦ 도엽으로 구분된 수치지도 파일을 조사편의를 위하여 하천을 중심으로 하나의 파일로 정리
⇩	
2. 이동경로 사전점검	◦ 지도(위성영상지도, 우리가람길라잡이, 교통지도)를 참고하여 조사구간별 이동경로 결정
⇩	
3. 조사장비 준비	◦ 차량, 카메라, 수치지도, 필기도구 등의 조사장비 사전 준비
⇩	
4. 현장조사	◦ 조사기점을 선정하여 상하류로 이동하며 출력한 수치지도상에 수기로 작도(여울, 소, 사주, 수제, 저수로특성, 고수부지특성) ◦ 조사구간내 주요지점 및 교량지점에서 상하류 사진기록

<그림 2.6-3> 하도특성조사 절차

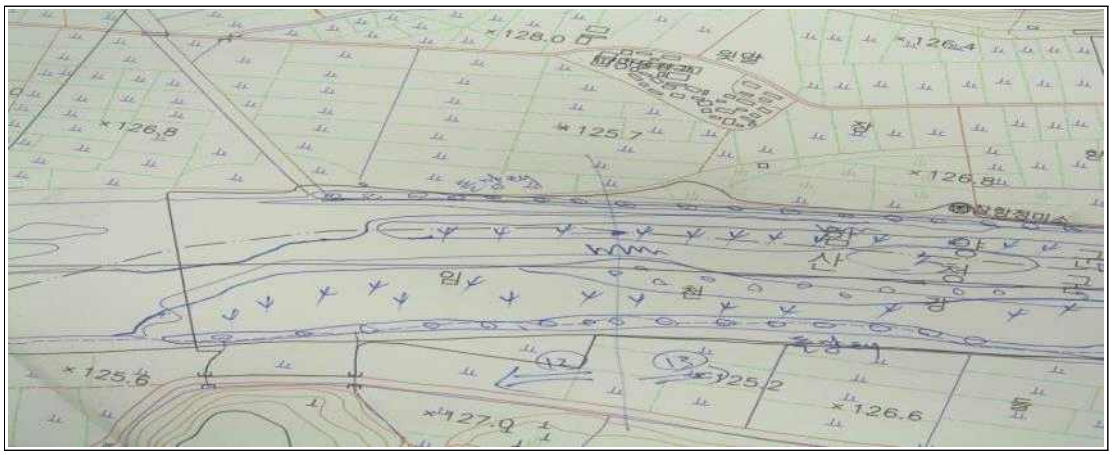


〈조사지점 상류〉



〈조사지점 하류〉

<그림 2.6-4> 주요 하도구간 사진촬영 사례



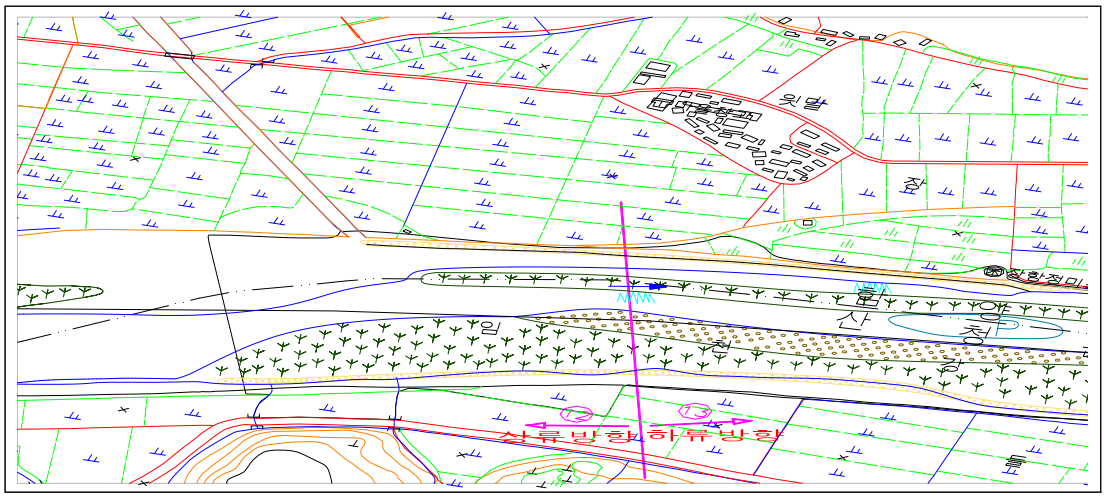
<그림 2.6-5> 하도특성 기호 도상 입력 사례

다. RCS 지도 작성

대상 하천의 현장조사 결과를 토대로 〈표 2.6-1〉에 수록된 기호들을 활용하여 〈그림 2.6-5〉와 같은 하천수변조사(RCS) 지도를 작성하였다. RCS 지도는 향후 다목적 활용성과 관리적인 측면에 목적을 두고 수치지도(CAD 파일) 형태로 작성하였다.

<표 2.6-1> 하천수변조사도(RCS) 작성에 이용된 기호

명칭	기호	명칭	기호	명칭	기호
골재채취역		줄		돌망태	
사주턱		잔디		con′c호안블럭	
배후습지	B W	교량		하수유입구	
모래		소		침식흙사면	
자갈		여울		건물	
교목		돌출암		경작지(논)	
군락		식생사주		보	
달뿌리, 갈대		사주		생활부지	
고마리		흐름방향		수제	



<그림 2.6-6> 하천수변조사도(RCS) 작성 사례

2.6.3 하도현황조사

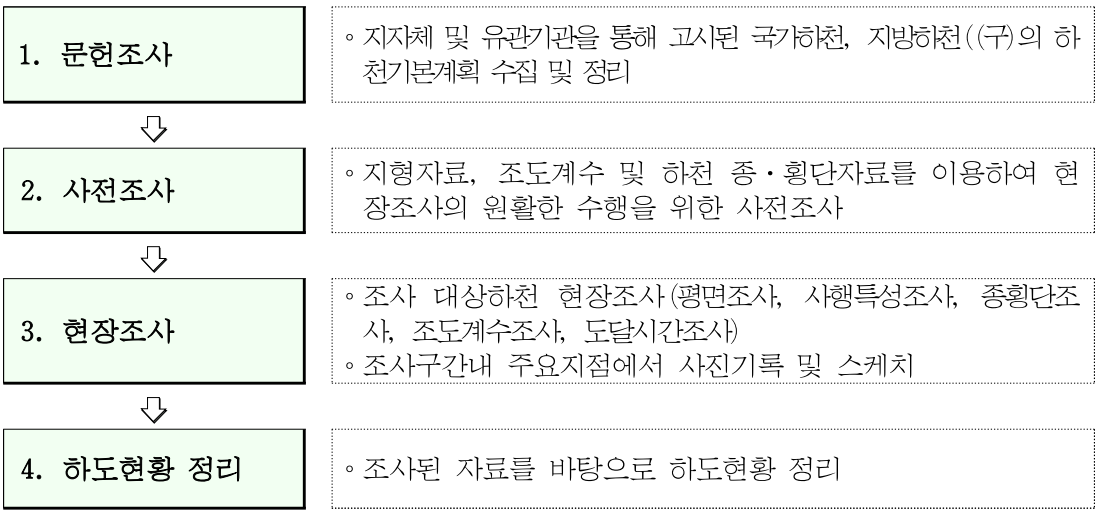
가. 조사목적

본 과업에서는 하도현황조사를 하천의 평면형, 만곡의 정도를 나타내는 사행도, 하천의 종단 및 횡단면형, 흐름이 있는 경계면의 거친 정도를 나타내는 조도계수, 유수의 도달시간의 특성에 주안점을 두고 수행하였다. 하천의 평면형과 사행 특성, 종단 및 횡단면형은 하천의 지형적인 특성을 나타내는 자료로서 각종 하천분석 등에 널리 활용된다. 하천의 흐름의 조건(유량 규모 등)에 따라 그 정도가 상이한 조도계수는 하천 흐름 분석 시에 활용된다. 또한 상류의 물 덩어리가 하도를 흘러 하류의 임의 지점에 도달할 때까지 걸리는 시간으로 정의되는 도달시간은 홍수예보 등에 활용된다. 금회의 하도현황조사 항목인 평면 및 사행특성, 조도계수와 도달시간 등은 하천기본계획 수립 시에 조사되는 항목이다. 이에 따라 본 과업에서는 기 조사된 하천기본계획 보고서 등을 수집하여 조사대상 하천에 대해 하도 특성을 사전에 분석하였다. 사전에 분석된 자료를 기반으로 현장조사 구간을 계획하였다. 본 과업에서 계획한 현장조사 구간은 사진자료 등 관련 정보가 충분하지 않은 지점, 하천기본계획 보고서에 수록된 결과의 확인이 필요한 하도구간 등으로 조사는 육안조사와 사진촬영, 하도상태 조사 방식으로 수행하였다. 본 과업에서는 직접 하천측량을 수행하지 않고, 현장에서 횡단형(단단면, 복단면 등)의 특성만 파악하였다. 조도계수는 하천기본계획 보고서에 제시된 값이 현장조건에 만족하는지 등의 확인 차원에서 수행하였다.

나. 조사절차

하도현황조사의 절차는 〈그림 2.6-6〉과 같으며, 문헌조사, 사전조사, 현장조사, 하도현황정리의 4단계로 구분된다. 문헌조사는 금회의 조사 대상 하도구간에 해당하는 하천기본계획 보고서 등을 수집하여 그 특성을 정리하는 단계라 할 수 있다. 사전조사는 문헌조사 내용을 토대로 평면 및 사행 특성, 하천 종·횡단면형, 조도계수, 도달시간 특성 등을 검토하여 현

장조사 계획(조사 지점 및 구간)을 수립하는 단계이다. 현장조사는 사전조사 결과를 토대로 현장을 답사하여 사진촬영 및 그 특성을 조사하는 단계로서 주로 사진촬영과 스케치 방식이 적용된다. 하도현황 정리는 현장조사 시에 조사된 성과물을 정리하는 단계로서 하천기본계획 보고서에 수록된 내용과의 비교 분석이 수행된다.



<그림 2.6-7> 하도현황조사 절차도

다. 조사항목

1) 평면 및 사행특성조사

하천의 평면형은 하천측량을 통해 작성되는 평면도와 수치지형도와 위성사진을 이용하는 것이 바람직하다. 평면도를 이용하는 방법은 위성사진에 비해 하천 형상을 파악하기가 용이하고 원하는 구간에 대해 상세하게 파악할 수 있어 위성사진을 이용하는 방법보다 효율적이다. 기존의 자료가 있는 경우 현하도 조사자료와 비교 검토하여 유로의 평면적 변동상태를 분석하고, 조사구간내 유로의 평면적 실태를 파악할 수 있도록 유로 곡률과 하폭 등을 조사해야 한다.

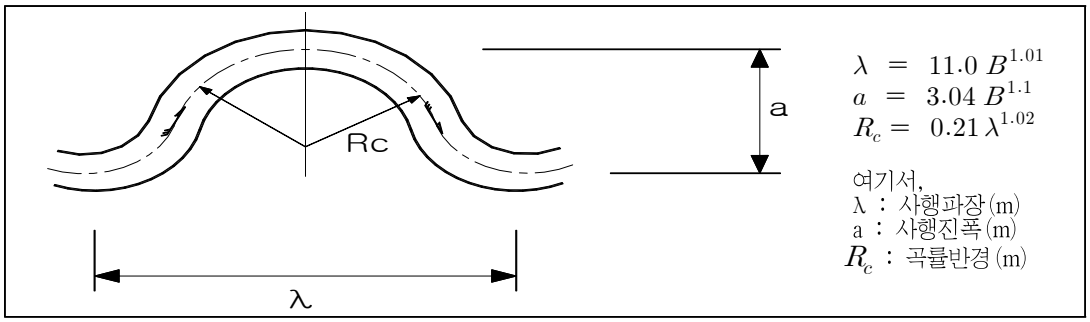
유수는 중력에 의하여 가장 짧은 거리의 급경사면을 따라 흘러내리려는 성질이 있다. 그러나 실제 하천은 직선류를 이루는 일이 적고 완연한 사행 유로에 가깝다. 이는 지반의 불균질, 돌기한 암반, 수중 장애물 등과 같은 요인들에 의해 만곡이 시작되면 凹부에서는 원심력에 의해 하안이 침식되고 凸부에서는 유속이 감소하여 토사의 퇴적현상을 일으켜 곡선유로로 변하게 된다. 곡선유로는 지반이 불균질하거나 돌기한 암반, 수중의 장애물 등으로 인해 한 쪽의 하안이 침식되어 발생하게 된다. 하천에서 만곡부가 발생하는 원인을 아래에 기술하면 다음과 같다.

- 지반의 불균질 : 좌우 양안의 지반이 불균질이어서 한 쪽의 하안이 연약한 경우에는 홍수시 유수에 의하여 한 쪽의 하안만이 현저히 침식되어서 만곡이 발생하게 된다.
- 돌기한 암반 : 한 쪽의 하안이 견고하고 특히 돌기한 암반이 존재하는 경우에는 유수

는 이것과 충돌하여 그 방향을 전환하고 반대측의 하안을 침식하여 만곡이 발생하게 된다.

- 수중의 장애물 : 유로의 한 쪽에 거대한 전석, 표착한 수목 등과 같은 장애물이 있는 경우에는 유수는 이것과 충돌하여 그 방향을 전환하고 다른쪽의 하안을 침식하게 되어서 유로를 만곡 시킨다.

하천만곡(사행)의 정도를 가늠하는 만곡도(Sinuosity)는 보통 Leopold와 Wolman(1960)의 식이 이용된다. 이는 하천 중심선의 거리와 직선거리의 비로 표시되는데 보통 만곡도가 1.5 이상이면 사행하천으로 분류한다<그림 2.6-7>.



<그림 2.6-8> 하도의 사행도

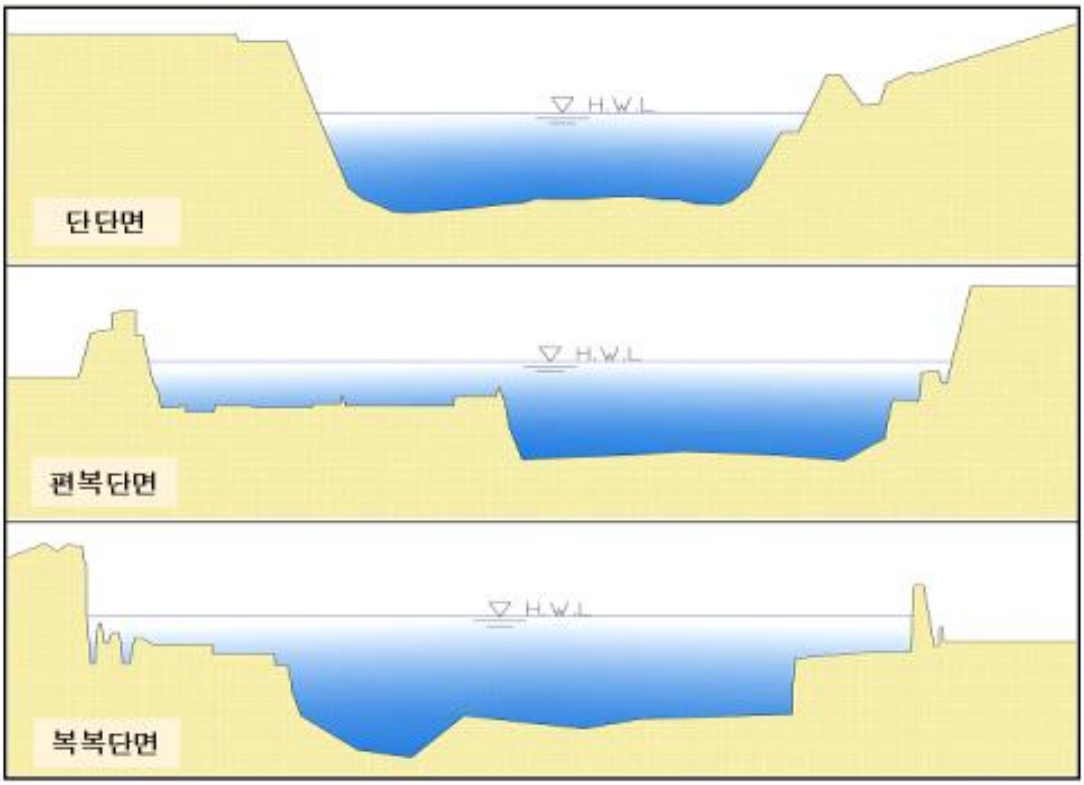
본 과업에서는 평면 및 사행 특성을 파악하기 위해 수치지형도와 위성사진, 하천기본계획 보고서에 수록된 분석된 결과 등을 활용하였다. 먼저 수치지형도와 위성사진 등을 통해 대상 하천에 대한 평면 및 만곡 실태를 파악하였다. 이후에는 하천기본계획 보고서 등을 수집하여 그 특성을 파악하였으며, 만곡 정도가 심한 구간이나 주요 지점에서는 현장조사를 수행하여 사진자료를 확보하였다.

2) 종횡단조사

하천의 종횡단자료는 하천의 이수와 치수, 하천환경 기능 분석 등에 기본이 되는 자료로서 각종 하천 분석 등에 널리 활용된다. 일반적으로 홍수소통 능력 평가 및 계획홍수위 산정 등에 널리 이용되고 하천의 이수와 친수 기능 분석 시에도 활용된다. 하천 횡단면형의 규모는 유역면적과 관계가 있으며, 일반적으로 상류에서 하류로 내려 갈수록 그 규모는 커진다. 하천의 횡단형은 크게 단단면형, 편복단면형 및 복단면형으로 구분할 수 있다. 통상적으로 단단면형은 유량이 작은 중소규모의 하천에서 주로 나타나며, 편단면형과 복단면형은 비교적 유량의 규모가 큰 중대하천에서 나타난다. 하천을 인위적으로 개수할 경우에는 대부분 복단면형으로 형성되는데 이는 하상계수(유량변동계수)가 매우 큰 우리나라 하천의 특성을 반영한 결과라 할 수 있다. 복단면형은 홍수시와 갈수시 모두 유량을 효율적으로 관리할 수 있게 할 뿐만 아니라 고수부지가 있어 제방 및 하천부속물 등을 침식으로부터 보호할 수 있다.

하상경사가 클 경우 흐름에너지를 적게 소모하므로 유속이 증가하여 같은 단면에서 더 많은 유량이 흐르게 되며 유속의 증가로 인해 하상의 세굴 또한 많아지게 된다. 일반적으로 자연하천은 상류구간이 하상경사가 크고 유속 또한 빠르며 하상 세굴현상이 많이 일어나고 하류는 이와 반대로 하상경사가 완만하여 유속도 느리며 퇴적현상이 일어난다.

본 과업에서는 하천기본계획 보고서 등에 수록된 종횡단 특성을 분석한 후 그 내용을 해당 절에 기술하였다. 현장조사 시에는 종·횡단측량을 직접 수행하지 않고, 〈그림 2.6-8〉과 같은 횡단형(단단면, 복단면 등)의 특성만을 파악하였다.



<그림 2.6-9> 횡단면형의 구분

3) 조도계수조사

조도계수(Roughness coefficient)는 흐름에 대한 하도의 저항(마찰) 정도를 나타내며, 하천 수리계산 등에 기본자료로 활용된다. 일반적으로 조도계수가 큰 하천은 하도의 저항이 커서 유속에 상당한 영향을 주며, 동일한 하도구간이라 할지라도 계절별, 연도별, 홍수 전후에 그 특성이 상이하다. 또한 유량 및 수위의 규모에 따라서도 그 특성이 상이하여 정량화하기가 상당히 어렵다. 조도계수에 영향을 미치는 인자들은 하상표면의 조도, 식생(종류, 크기, 밀도 등), 하도단면의 불규칙성, 하도의 만곡, 하도 흐름의 장애물, 퇴적과 세굴, 수위와 유량 등 그 종류가 다양하다. 하상의 구성 물질과 횡단면의 변화가 크면 조도계수가 커서 흐름을 저해하게 된다. 또한 하도의 만곡이 심하고 장애물이 있거나 퇴적 및 세굴이 활발하면 조도계수가 커지게 된다.

조도계수 산정 방법은 하천설계기준(한국수자원학회, 2009)에 비교적 상세히 제시되어 있다. 조도계수 산정방법은 수위자료가 있는 경우와 수위자료가 없는 경우로 구분되어 있다. 관측된 수위자료가 없는 하천은 하상재료나 하천의 특징에 따라 조도계수 테이블에서 채택할 수 있다. 수위자료가 있는 하천은 조도계수의 역산법, 수위자료를 이용한 역산법으로 산정할 수 있으며, 역산법으로 등류, 부등류, 부정류 계산법을 이용할 수 있다. 하

천설계기준(한국수자원학회, 2009)에는 〈표 2.6-2〉와 같이 하천 및 수로의 상황에 따른 조도계수의 적용범위가 제시되어 있다.

<표 2.6-2> 하천상태에 따른 조도계수 범위

하 천 및 수 로 의 상 황		조도계수(n) 범 위
인공수로개수하천	콘크리트 인공수로.	0.014~0.020
	나선형 (Spiral) 반관수로.	0.021~0.030
	양안에 붙임이 적은수로(泥土床).	0.025 (평균치)
	암반을 굴착하여 방치한 하상.	0.035~0.050
	다듬은 암반 하상.	0.025~0.040
	점토성 하상, 세굴이 일어나지 않을 정도의 유속	0.016~0.022
	사질 Loam, 점토질 Loam	0.020 (평균치)
	Drag line 굴착준설, 잡초 적음.	0.025~0.033
자연하천	평야의 소하천(잡초 없음)	0.025~0.033
	평야의 소하천(잡초와 관목 있음)	0.030~0.040
	평야의 소하천(잡초 많음, 잔자갈 하상)	0.040~0.055
	산지하천(골재, 호박돌)	0.030~0.050
	산지하천(호박돌, 큰호박돌)	0.040 이상
	대하천(점토, 사질하상, 사행이 적음)	0.018~0.035
	대하천(자갈하상)	0.025~0.040

〔출처〕 하천설계기준(한국수자원학회, 2009)

수위자료가 있는 하천에서 조도계수를 산정하는 방법을 아래에 기술하면 다음과 같다.

㉠ 등류계산으로 조도계수를 역산하는 방법

짧은 구간에 2개~3개의 자료만이 있는 경우 등류 계산의 역산법을 적용한다.

$$n = R^{2/3}\sqrt{\Delta H/\Delta X} \,/\, V$$

여기서 ΔH는 상하류 2개 지점의 수위차, ΔX는 구간거리, V는 그 구간에서의 평균유속, R은 평균 동수반경

㉡ 부등류 계산으로 조도계수를 역산하는 방법

유량의 변동은 미미하나 상하류의 단면형에 수면차가 큰 경우는 수면경사를 에너지경사로 치환한 식으로 조도계수를 역산할 수 있다.

$$n^2 = 2[(H_2 + \frac{V_2^2}{2g}) - (H_1 + \frac{V_1^2}{2g})] / [(\frac{V_1^2}{R_1^{4/3}} + \frac{V_2^2}{R_2^{4/3}})\Delta X]$$

㉢ 부정류 계산으로 조도계수를 추정하는 방법

홍수 관측자료가 있는 하천의 경우 홍수규모별 및 시각별 조도계수를 역산할 필요가 있는데 이와 같은 경우에는 아래의 식으로 부정류 계산을 수행한다.

$$n^2 = \frac{A^2 R^{4/3}}{|Q|Q}\left[\frac{1}{gA}\frac{\partial Q}{\partial t} - \frac{2QB}{gA^2}\frac{\partial H}{\partial t} - \frac{Q^2 B}{gA^3}\left(i + \frac{\partial H}{\partial X}\right) + \frac{\partial H}{\partial X}\right]$$

조도계수의 변화요인은 많이 있으며 더욱이 이와 같은 계산이 될 수 있을 정도로 다수의 관측소를 가지고 있는 하천은 적다. 이에 따라 이와 같은 계산을 여러 번 수행하여 홍수규모와 조도계수와의 사이에 높은 상관성이 있는 경우는 제외하고, 계산된 n을 실질적으로 사용한다는 것은 용이하지 않다. 조도계수의 시간적 변화를 알기 위해서는 각 단면간에 대하여 시시각각 등류 계산을 하여 n을 역산하는 것도 하나의 방법이다.

<표 2.6-3> 조도계수 산정 방법 비교

분 류	방법		특 징
수위 자료가 있는 경우	등류계산법		◦ 등류흐름에 적용
	부등류 계산법	에너지경사	◦ 상하류 조도계수차가 크지 않은 경우 ◦ 하상경사가 작아야함(거의 수평) ◦ 단면 급축소 확대 적용 못함
		표준축차 계산법	◦ 표준축차계산법 이용 ◦ 단단면계산법과 복단면 계산법 이용 ◦ 유량자료는 수위-유량관계곡선 이용
	부정류 계산		◦ 다수의 관측자료가 필요함 ◦ 홍수규모와 조도계수와의 높은 상관성이 있는 특수한 경우
수위 자료가 없는 경우	조도계수 테이블 이용		◦ 흔적홍수위 등의 현장조사결과를 활용하기 어려운 경우
			◦ 하상재료를 이용하여 조도계수 추정

본 과업에서는 조도계수를 위에 제시된 방법으로 산정하지 않고, 하천기본계획 보고서에 제시된 값을 토대로 주요 지점에 대해 현장조사를 수행하여 해당 절에 그 결과를 기술하였다. 조도계수는 여러 인자들의 상호작용으로 인한 복합적인 값이라 할 수 있기 때문에 현장조사 결과로만 산정하는 것은 합당하지 않다. 따라서 향후에는 현장조사를 기반으로 조도계수를 산정한 후 하천수치모형을 통해 검증해야 할 것으로 판단된다.

4) 도달시간 조사

강우에 의한 유역의 유출반응을 나타내는 시간 매개변수에는 도달시간(Travel Time)과 집중시간(Time of Concentration), 지체시간(Lag Time) 등이 있다. 이러한 시간 매개변수는 홍수예보뿐만 아니라 수문모형 구축 및 수문 설계 분야에 기초자료로 활용된다. 예를 들면 합리식의 설계호우 지속기간 결정 및 Clark 방법에 유역추적의 매개변수인 저류상수 결정에는 집중시간이 활용되고, Muskingum 방법 등에 의한 하도추적의 매개변수인 저류상수 결정에는 홍수파의 도달시간이 활용된다. SCS 방법 등에 의한 합성단위도의 매개변수 결정에는 지체시간이 활용된다.

일반적으로 도달시간(Travel Time)은 하도의 상류단에서 출구점까지의 유하시간으로 정의되고, 집중시간은 유역의 최원점에서 출구점까지의 유입시간과 하도구간의 유하시간의 합으로 정의된다. 지체시간(Lag Time)은 유효우량 중심에서 직접유출 수문곡선의 중심까지의 시간 또는 유효우량 중심에서 직접유출수문곡선의 첨두부분까지의 시간으로 정의된다. 이와 같은 시간적인 매개변수는 직접적으로 실측하기는 어려우며, 일반적으로 수문자료 등을 분석해 이용하게 된다. 그러나 관측된 수문자료가 없는 유역에서는 Kirpich와 Kraven 등의 경험공식이 이용된다. 그러나 경험공식은 산정된 유속이 적정 범위를 벗어나는 경우가 많으며, 구간별로 불연속이 발생하는 문제와 아울러 유역의 지역적 위치, 규모 등에 따른 유역특성을 고려하지 못하는 단점을 가지고 있다. 경험공식별로도 도달시간의 차이가 크지만 대상유역에 적합한 경험공식을 채택할 마땅한 기준이 없다. 실무에서는 통상 도달시간과 집중시간을 구분하지 않고 도달시간으로 사용하고 있으며, 소규모 유역에서는 유입시간을 별도로 산정하여 더하여 주나 중규모 유역 이상에서는 영향이 미미하므로 유입시간을 고려하지 않는다. 실제 도달시간에 영향을 주는 요소로서는 지형, 토양, 식생, 토지이용 등 여러 가지 요소를 들 수 있으며, 따라서 각각의 경험공식은 개발된 환경에 맞춰져 있어 상이한 조건의 대상에 적용할 경우 많은 문제점을 내포하게 된다.

본 과업에서는 도달시간을 실측과 경험공식으로 산정하지 않고 하천기본계획 보고서에 수록된 결과를 활용하여 해당 절에 그 특성을 기술하였다. 현장조사는 주요 지점과 하도구간에서 수행하였으며, 주로 도달시간에 영향을 주는 요소가 있는 지점을 대상으로 하였다. 금회 과업에서 조사된 도달시간은 대부분 경험공식으로 산정된 결과로서 향후 수문자료를 통해 검증이 수행되어야 할 것으로 판단된다.

2.6.4 유역특성조사망 구축

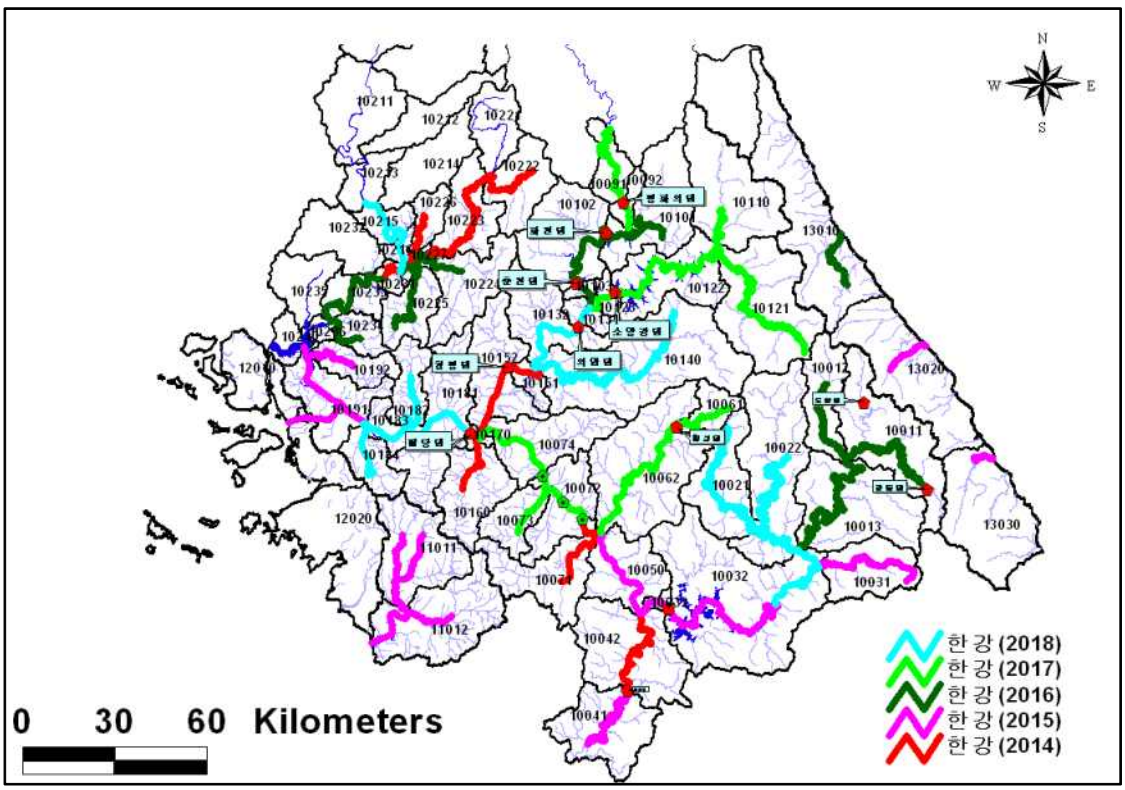
본 과업에서는 유역특성조사를 효율적으로 수행하기 위해 2014년에 기 구축된 유역특성조사5개년망(2014년~2018년)의 공간적인 특성을 분석하였다. 유역특성조사5개년망(2014년~2018년)의 공간적인 특성은 〈그림 2.6-9〉~〈그림 2.6-13〉과 같다. 조사망에 포함된 하천은 국가하천과 주요 지방하천((구)지방 1급)이 대부분이며, 산지하천 등과 같은 낮은 차수를 가지는 하천((구)지방 2급)의 경우는 일부만 포함되어 있다.

본 과업에서는 유역특성조사5개년망(2014년~2018년)에서 계획된 하천을 그대로 2015년 유역특성조사망으로 구축하였다. 〈표 2.6-4〉는 2015년에 구축된 유역특성조사망으로

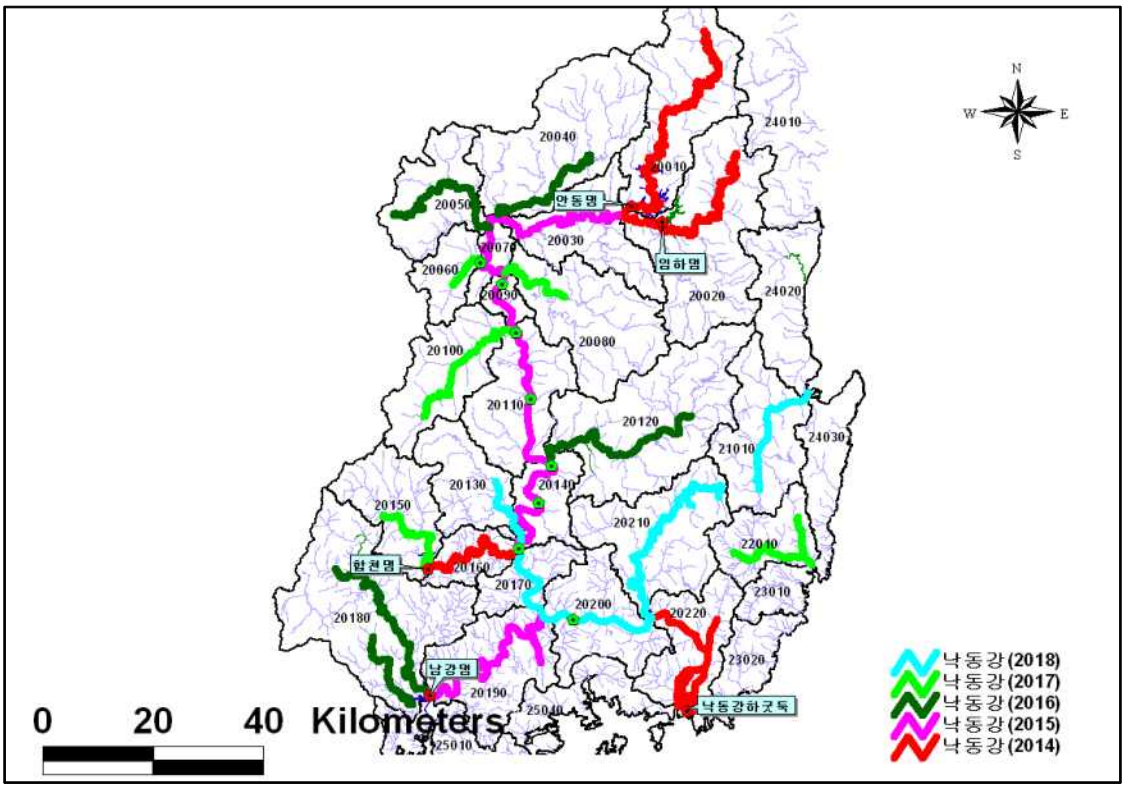
10031(옥동천유역) 등 총 29개 단위유역(21개 하천)이 포함되어 있다. 〈표 2.6-4〉에서 알 수 있는 바와 같이 2015년 유역특성조사망은 한강권역 단위유역 11개(10개 하천), 낙동강권역 단위유역 6개(3개 하천), 금강권역 단위유역 8개(4개 하천), 섬진강권역 단위유역 3개(3개 하천), 영산강권역 단위유역 1개(1개 하천)의 권역별 특성을 가지고 있다.

2015년의 유역특성조사망은 약 1,066.7㎞에 달하는 공간적인 특성을 갖는다. 한강권역에서는 409.1㎞, 낙동강권역에서는 307.9㎞, 금강권역에서는 269.3㎞, 섬진강권역에서는 53.6㎞, 영산강권역에서는 34㎞의 공간적인 특성을 갖는다. 유역특성조사망의 공간적인 특성이 권역별로 상이한 이유는 과거의 조사이력(조사주기)이 반영된 데에 있다.

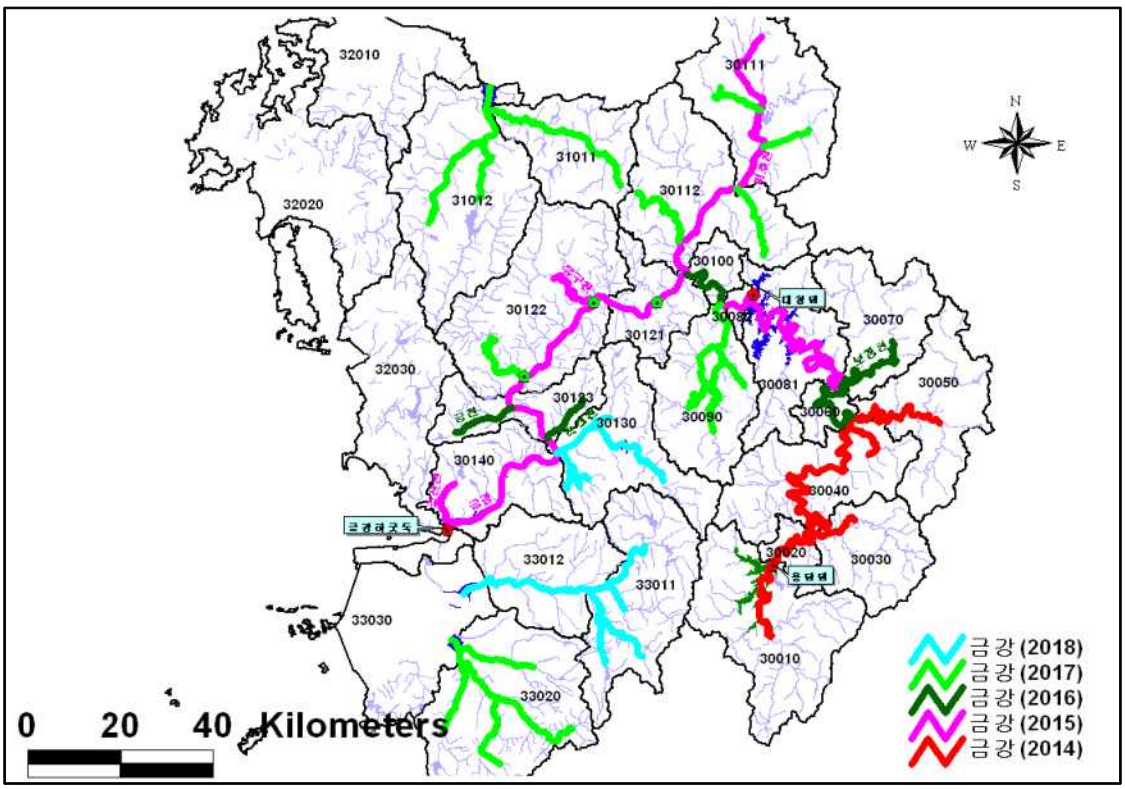
본 과업에서는 1,066.7㎞에 달하는 유역특성조사망을 토대로 유역특성조사를 수행하여 해당 절에 조사된 내용을 기술하였다. 그러나 군사시설로 인해 민간인 출입이 제한되는 하천, 하천 하구에 위치하여 접근이 쉽지 않은 하천은 현장조사를 수행하지 않았다.



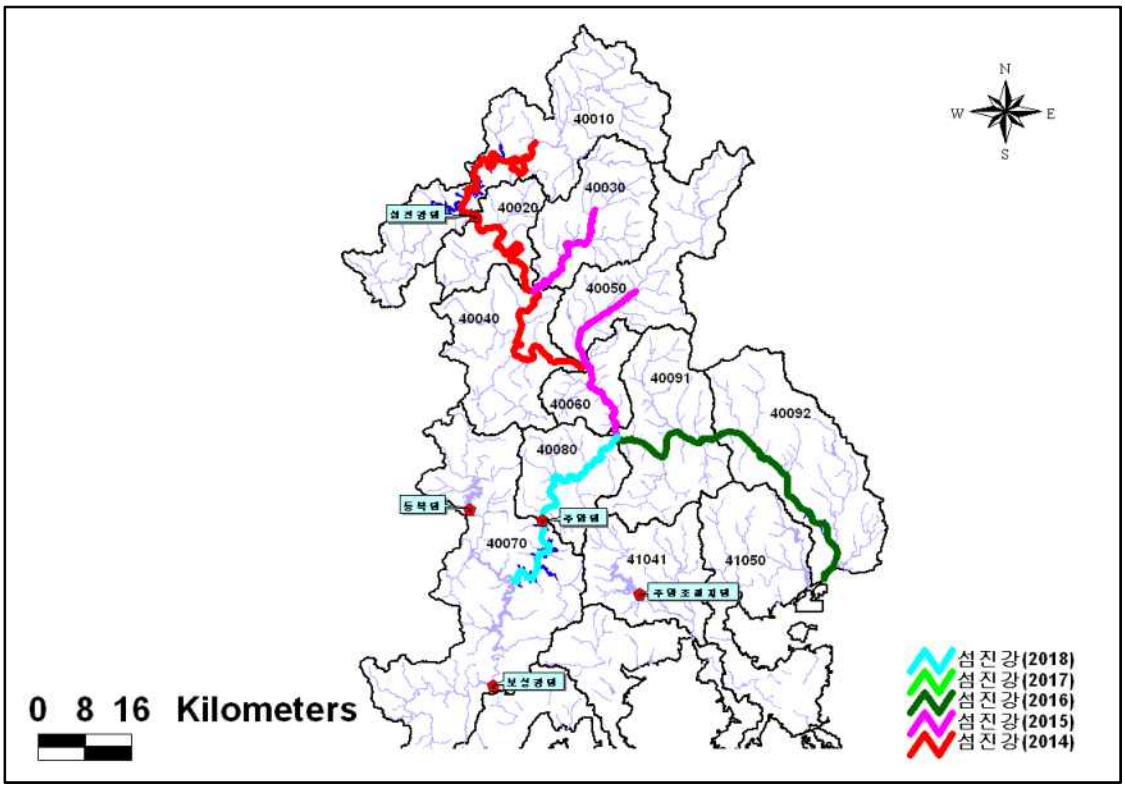
<그림 2.6-10> 2015년 한강권역 유역특성조사망



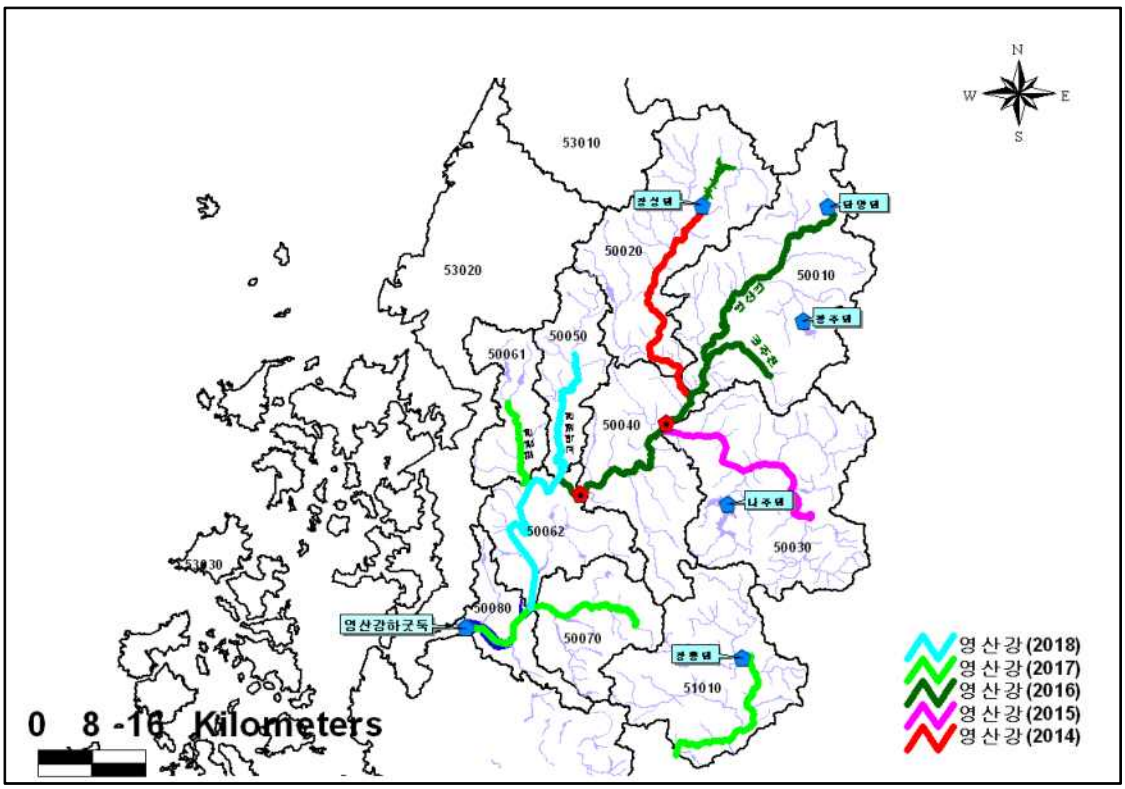
<그림 2.6-11> 2015년 낙동강권역 유역특성조사망



<그림 2.6-12> 2015년 금강권역 유역특성조사망



<그림 2.6-13> 2015년 섬진강권역 유역특성조사망



<그림 2.6-14> 2015년 영산강권역 유역특성조사망

<표 2.6-4> 2015년 유역특성조사망

권역	중권역	하천명	조사구간(㎞)	단위유역
한강	1003(충주댐)	한강	52.60	10031(옥동천유역)
			66.90	10032(평창강합류후)
			12.60	10033(충주댐)
	1004(달천)	달천	44.50	10041(괴산댐유역)
	1005(충주댐하류)	한강	35.60	10050(달천합류점)
	1019(한강고양)	한강	35.80	10191(안양천합류후)
		아라천	19.30	
		공릉천	21.10	10192(공릉천유역)
	1101(안성천)	오산천	15.00	11011(진위천유역)
		진위천	18.00	
		황구지천	16.30	
		안성천	38.90	11012(안성천유역)
	1302(강릉남대천)	강릉남대천	16.00	13020(강릉남대천유역권)
	1303(삼척오십천)	삼척오십천	9.30	13030(삼척오십천유역권)
낙동강	2003(안동댐하류)	낙동강	58.00	20030(안동댐하류)
	2007(낙동상주)	낙동강	32.80	20070(위천합류점)
	2009(구미보)	낙동강	24.00	20090(구미보)
	2011(강정고령보)	낙동강	55.00	20110(강정고령보)
	2014(합천창녕보)	낙동강	50.50	20140(합천창녕보)
	2019(남강)	남강	78.00	20190(남강)
		함안천	9.60	
금강	3008(대청댐)	금강	84.00	30081(보청천 합류점)
			9.50	30082(대청댐)
	3011(미호천)	미호천	11.60	30111(미호천상류유역)
			15.30	
			11.00	30112(미호천하류유역)
	3012(금강공주)	금강	23.60	30121(미호천합류점)
		금강	33.81	30122(공주수위표)
		유구천	15.70	
		금강	18.86	30123(규암수위표)
	3014(금강하구언)	금강	34.50	30140(논산천합류점)
		길산천	11.40	
섬진강	4003(오수천)	오수천	21.70	40030(오수천유역)
	4005(요천)	요천	17.90	40050(요천유역)
	4006(섬진곡성)	섬진강	14.00	40060(요천합류점)
영산강	5003(지석천)	지석천	34.00	50030(지석천유역)

2.6.5 유역특성조사

가. 한강권역

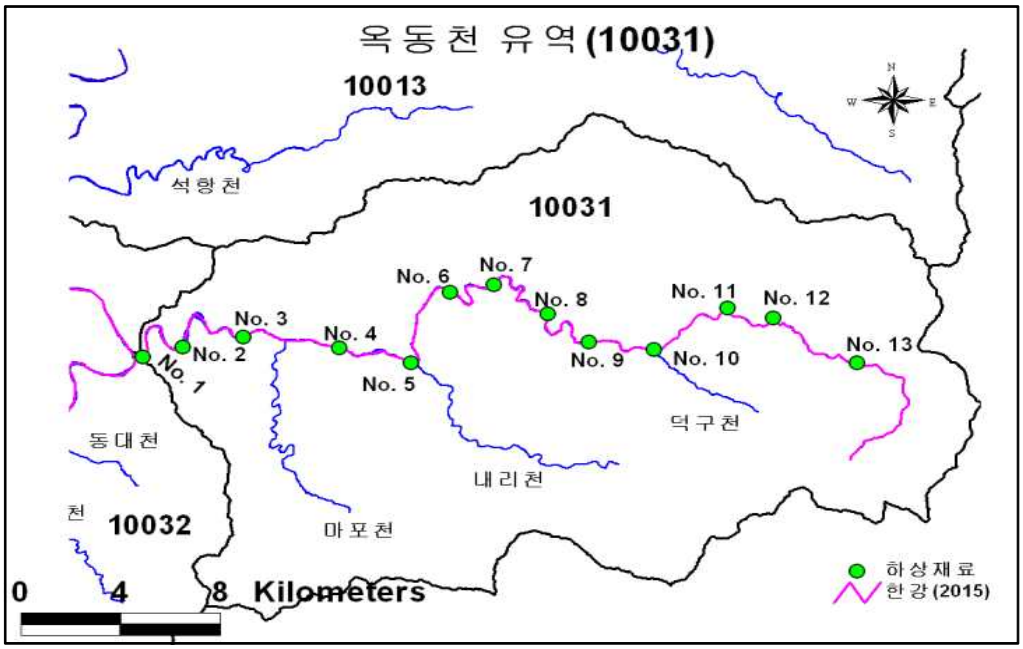
한강권역에서는 10031(옥동천유역) 등 11개 단위유역에 위치하고 있는 옥동천 등 10개 하천(약 402㎞)을 대상으로 유역특성조사를 수행하였다. 항목별 조사 내용은 단위유역별로 그 특성을 분석하여 아래에 기술하였고, 하상재료조사의 입경가적곡선은 각 단위유역의 채취된 시료 중 대표 5개 측점만을 좌·우안으로 구분하여 그래프로 나타내었다.

1) 10031(옥동천유역)

단위유역 10031(옥동천유역)은 유역면적이 495.23㎢에 이르며, 단위유역 내에 옥동천, 덕구천, 내리천, 마포천 등이 자리 잡고 있다. 본 단위유역 내의 하천 중 옥동천만 유역특성조사망에 포함되어 있다. 본 과업에서는 옥동천을 대상으로 52.6㎞에 이르는 하도구간에서 현장조사를 수행하였다.

가) 하상재료조사

본 과업에서는 옥동천을 대상으로 〈그림 2.6-14〉와 같이 약 3㎞~4㎞ 간격의 하상재료조사를 계획하였다. 본 하천에서 하상재료조사가 수행 된 지점은 총 6개소이며, 이는 시료를 직접 채취한 지점 2개소(3개 측점), 표층조사 수행 지점 6개소(8개 측점)로 구분된다. 시료를 직접적으로 채취한 2개 지점은 No.1(좌안, 우안)과 No.5(우안)에 해당된다. 하상재료 채취는 단면의 좌·우안 및 유심부를 대상으로 수행하려 하였으나, 수심이 깊어 도섭이 어려운 유심부 등에서는 하상재료를 채취하지 못하였다. 표층조사는 입경이 굵은 자갈이나 호박돌 등으로 구성되어 있는 6개소(8개 측점)에서 표층조사를 수행하였다.



<그림 2.6-15> 10031(옥동천유역) 하도구간 하상재료조사 계획




<그림 2.6-16> 10031(옥동천유역) 하도구간 경관 및 하상재료 채취 장면

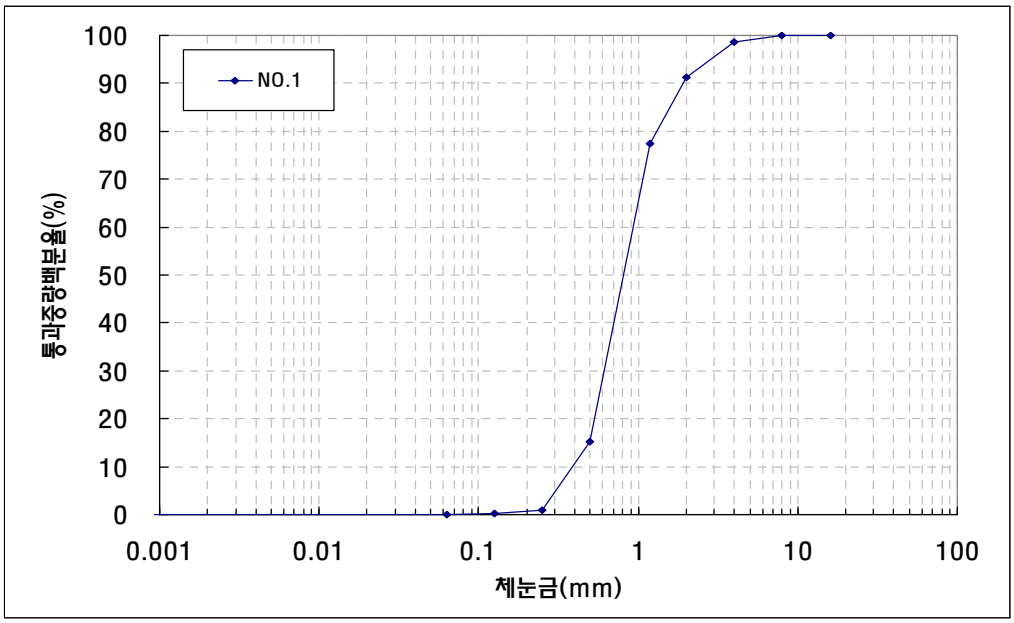



〈옥동천유역 시점(하류)〉 〈농거교(상류)〉

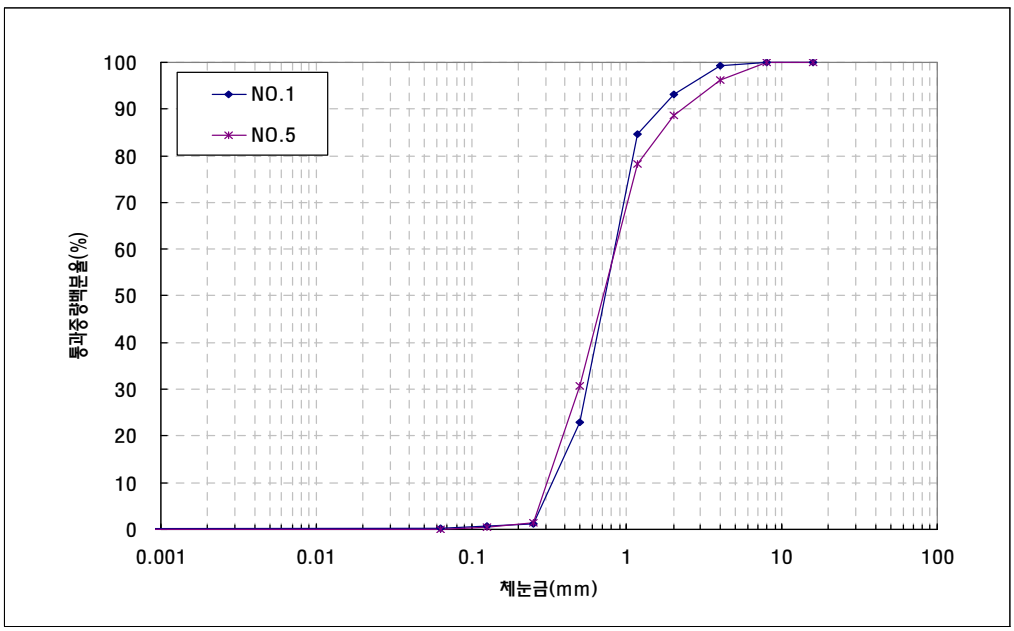
<그림 2.6-17> 10031(옥동천유역) 하도구간 표층재료 전경

(1) 입도분석시험

본 과업에서는 현장에서 직접 채취한 시료를 시료분석실에서 한국공업규격(KS F 2502-92)에 따라 입도분포 시험을 수행하였다. 입도분석 결과는 〈그림 2.6-17〉, 〈그림 2.6-18〉, 〈표 2.6-5〉에 수록하였다. 〈표 2.6-5〉에서 알 수 있는 바와 같이 자갈과 실트의 성분은 적고, 대부분 모래의 특성을 보였다. 이의 특성은 〈그림 2.6-17〉, 〈그림 2.6-18〉에서도 확인할 수 있다. 〈그림 2.6-17〉, 〈그림 2.6-18〉에서 알 수 있는 바와 같이 입경 0.3㎜~1.0㎜ 구간의 기울기가 상당히 급하다. 입경가적곡선에서 기울기가 급한 구간은 그 구성 성분이 차지하는 비율이 많음을 의미하기 때문에 이의 특성은 입경가적곡선을 통해서도 확인할 수 있다.



<그림 2.6-18> 10031(옥동천유역) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(좌안)



<그림 2.6-19> 10031(옥동천유역) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(우안)

<표 2.6-5> 10031(옥동천유역) 하도구간 하상재료 성분비 및 입도특성

하천	지점	위치 (km)	성분비(%)			유효경 D10 (mm)	D16 (mm)	D30 (mm)	D35 (mm)	D50 (mm)	D65 (mm)	D84 (mm)	Dm (mm)	표준편차 (mm)	균등계수 (Cu)	곡률계수 (C_g)
			자갈	모래	실트											
옥동천	No.1(좌안)	0.3	8.8	91.0	0.2	4.2	0.5	0.7	0.8	1.0	1.6	1.9	0.8	1.3	0.2	0.1
	No.1(우안)	0.3	6.8	92.6	0.6	0.4	0.4	0.6	0.7	0.9	1.3	1.5	0.7	0.4	2.5	1.1
	No.5(우안)	14.7	11.4	88.2	0.4	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.5	2.1	0.7	0.7	2.9	1.0

(2) 비중시험

본 조사지점에서 채취한 하상재료에 대하여 한국공업규격(KS F 2308)에 따라 비중시험을 수행하여 그 결과를 〈표 2.6-6〉에 나타내었다.

<표 2.6-6> 10031(옥동천유역) 비중시험 결과

하천	지점	위치(km)	비중
옥동천	No.1(좌안)	0.3	2.66
	No.1(우안)	0.3	2.65
	No.5(우안)	14.7	2.66

(3) 표층조사

본 과업에서는 입경이 상당히 커서 시료 채취 및 이동이 어려운 경우에는 현장에서 표층조사를 수행하였다. 표층조사는 선 격자 방식으로 수행하였으며, 현장에서 선 격자 점 바로 아래에 놓인 하상재료를 대상으로 장축과 중축의 길이를 직접 측정하였다. 〈표 2.6-7〉은 10031(옥동천유역) 하도구간 내의 표층조사 결과를 나타낸다.

<표 2.6-7> 10031(옥동천유역) 하도구간 표층조사 결과

하천	지점	위치 (km)	최소 (mm)	최대 (mm)	평균 (mm)	비고
옥동천	No.1(우안)	0.3	28	109	63	시점(기준지점)
	No.1(좌안)	0.3	42	157	81	시점(기준지점)
	No.2(우안)	3.6	37	146	76	
	No.2(좌안)	3.6	30	169	73	
	No.3(우안)	7.6	35	151	75	
	No.4(좌안)	11.5	38	205	95	
	No.5(우안)	14.7	36	186	93	
	No.13(좌안)	45.1	25	99	61	종점(상류)

나) 하도특성조사

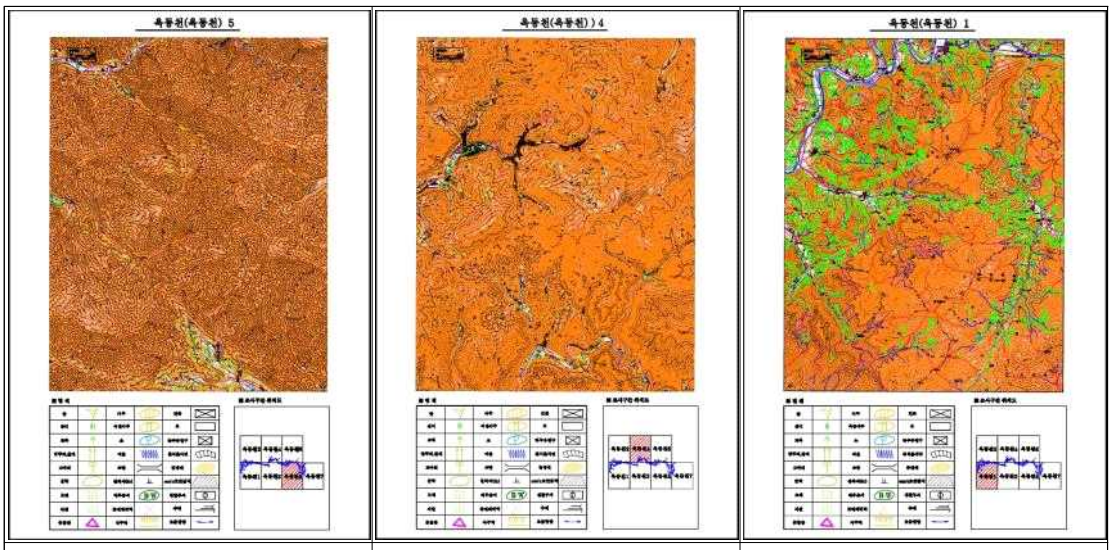
본 과업에서는 하천수변조사도(RCS)를 작성할 목적으로 옥동천 단위유역(10031)에 위치하고 있는 옥동천 하도구간을 대상으로 여울과 소, 사주, 수제, 저수로와 고수부지의 특성을 조사하였다. 하도특성을 조사한 결과, 대부분 산지하천의 모습을 유지하였으나 일부 구간에서는 하천정비가 진행된 것을 확인하였다. 상류부에서는 여울이 빈번하였으며 하도는 가볍게 휜 사행을 보였다. 중류부에서는 보 및 여울이 다수 위치하고 있었다. 하도는 직선하도와 크게 휘는 사행이 반복되는 형태를 보였다. 제방은 산지로 이루어진 구간 외에는 대부분 돌망태로 보호되어 있었다.

본 과업에서는 옥동천 하도구간에서 확보한 사진 영상을 상류, 중류, 하류부로 구분하여 〈그림 2.6-19〉에 나타내었다. 하상의 특성은 〈그림 2.6-19〉에서 알 수 있는 바와 같이 주로 자갈 및 굵은 호박돌로 구성되어 있다. 또한 본 과업에서는 현장에서 조사된 여울과 소 등과 같은 하도특성을 수치지형도(CAD)에 정해진 기호들로 표시하여 하천수변조사도(RCS)를 작성하였다. 〈그림 2.6-20〉은 옥동천 하도구간에서 작성된 하천수변조사도(RCS)로서 하도특성이 다수의 기호들로 나타나 있다.



〈옥동천유역 상류〉	〈옥동천유역 중류〉	〈옥동천유역 하류〉

<그림 2.6-20> 10031(옥동천유역) 하도구간 전경



〈옥동천유역 상류〉	〈옥동천유역 중류〉	〈옥동천유역 하류〉

<그림 2.6-21> 10031(옥동천유역) 하도구간 RCS 지도

다) 하도 현황조사

(1) 평면 및 사행특성조사

본 과업에서는 옥동천에 대한 평면 및 사행 특성을 파악하기 위해 옥동천 하천정비기본계획 보고서(영월군, 2007)를 수집하여 그 특성을 분석하였다. 수집된 결과는 그대로 〈표 2.6-8〉에 수록하였으나 대부분의 정보가 측선구간에 대한 곡률반경과 사행평향을 나타내고 있다. 본 과업에서는 수집된 결과와 위성영상자료를 토대로 사행구간에 대해 현장조사를 수행하여 사진정보를 획득하였다. 획득된 사진정보는 〈그림 2.6-21〉과 같다.

<표 2.6-8> 10031(옥동천유역) 하도구간 평면특성

하천	구간(No)	곡률반경(m)	유심편향축
옥동천	No.0~No.4	190	우
	No.16~No.22	250	좌
	No.26+90~No.40+50	450	우
	No.46+80~No.57	350	좌
	No.61~No.64	210	우
	No.66~No.71	270	좌
	No.72+50~No.79	380	우
	No.79~No.89+50	500	좌

〔출처〕 옥동천 하천정비기본계획(영월군, 2007)

<표 2.6-8> 10031(옥동천유역) 하도구간 평면특성(계속)

하천	구간(No)	곡률반경(m)	유심편향축
옥동천	No. 123~No. 128+80	900	우
	No. 149~No. 155	230	우
	No. 159~No. 162+80	340	좌
	No. 173~No. 176	310	우
	No. 186+80~No. 192	310	좌
	No. 203+30~No. 209	170	우
	No. 213+40~No. 218	210	좌
	No. 222~No. 226+50	380	우
	No. 231~No. 238+10	250	좌
	No. 242~No. 244+50	130	우
	No. 244+50~No. 247+40	110	좌
	No. 266+50~No. 271+30	250	좌
	No. 275~No. 285+80	320	우
	No. 285+80~No. 294	240	좌
	No. 295~No. 302+20	310	우
	No. 315+80~No. 319+50	310	좌
	No. 320+90~No. 323+50	160	우
	No. 326+40~No. 331	550	좌
	No. 345+80~No. 349	200	우
	No. 349~No. 351+50	150	좌
	No. 359+90~No. 362+90	210	좌
	No. 347~No. 369+70	140	우
	No. 373~No. 378+70	210	좌
	No. 379~No. 380+50	130	우
	No. 383+80~No. 385	460	좌
	No. 388+60~No. 390+30	140	우
	No. 395+20~No. 396+70	150	우
	No. 401~No. 403+40	100	좌
	No. 405+30~No. 407	60	우
	No. 408+50~No. 409+50	70	좌
	No. 409+50~No. 411+30	130	우
	No. 412+50~No. 413+50	80	좌
	No. 414+80~No. 416+60	90	우
	No. 416+60~No. 418	110	좌
	No. 429~No. 432	250	우
	No. 432+80~No. 435+50	250	좌
	No. 435+50~No. 440	220	우
	No. 440~No. 442	80	좌

〔출처〕 옥동천 하천정비기본계획(영월군, 2007)



〈No. 0～No. 4〉



〈No. 26+90～No. 40+50〉



〈No. 79～No. 89+50〉



〈No. 149～No. 155〉



〈No. 186+80～No. 192〉



〈No. 222～No. 226+50〉



〈No. 266+50～No. 271+30〉



〈No. 326+40～No. 331〉

<그림 2.6-22> 10031(옥동천유역) 하도구간 평면특성



〈No. 373～NO. 378+70〉



〈No. 401～NO. 403+40〉

<그림 2.6-21> 10031(옥동천유역) 하도구간 평면특성(계속)

(2) 종·횡단특성조사

(가) 종단 특성

하천은 일반적으로 상류에서 하류로 감에 따라 그 기울기가 완만해 진다. 하천의 경사는 두 지점의 하상고 차에 대한 거리에 대한 비율로서 하천경사 혹은 하상경사로 정의된다. 하상경사는 해당 단면의 표고를 어떻게 산정하느냐에 따라 그 특성이 상이해진다. 해당 단면에서 가장 낮은 지점의 표고(최심하상고)를 연결하여 경사를 산정하면 최심하상경사가 되고, 해당 단면의 여러 표고들에 대한 평균을 연결하면 평균하상경사가 된다. 본 과업에서는 옥동천에 대한 하상경사의 특성을 파악하기 위해 옥동천 하천정비기본계획 보고서(영월군, 2007)를 수집하여 분석하였다. 옥동천 하천정비기본계획 보고서(영월군, 2007)에는 하상경사가 측선 구간별로 구분되어 제시되어 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-9〉에 수록하였다. 〈표 2.6-9〉에 수록된 하상경사는 최심하상과 평균하상에 대한 경사를 나타내고 있다.

<표 2.6-9> 10031(옥동천유역) 주요지점별 하상경사

하천	구간	최심하상경사	평균하상경사
옥동천	No. 0+000～No. 96+000	1/212	1/221
	No. 96+000～No. 151+000	1/171	1/172
	No. 151+000～No. 191+000	1/157	1/162
	No. 191+000～No. 334+000	1/100	1/98
	No. 334+000～No. 402+000	1/75	1/78
	No. 402+000～No. 453+000	1/33	1/30

〔출처〕 옥동천 하천정비기본계획(영월군, 2007)

(나) 하천의 횡단형

본 과업에서는 옥동천에 대한 횡단형의 특성을 파악하기 위해 옥동천 하천정비기본계획 보고서(영월군, 2007)를 수집하여 분석하였다. 분석된 결과는 〈표 2.6-10〉과 같으며, 횡단형은 대부분 자연하천의 특성을 나타내었다. 본 과업에서는 분석된 결과를 토대로 현장조사를 수행하였다. 옥동천 하도구간은 〈그림 2.6-22〉에 나타나 있는 바와 같이 대부분 유로가 산지 계곡을 따라 형성된 산지 하천의 특성을 보였다. 일부 기성제로 정비된 하도구간도 존재하였으나 인위적으로 조성된 복단면형은 없는 것으로 조사되었다.

<표 2.6-10> 10031(옥동천유역) 하도구간 횡단형

하천	구간	횡단형	비 고
옥동천	No.11+000, No.391+000	편복단면	좌안 제방과 우안 산지
	No.54+000	복단면	양안 제방과 농경지

〔출처〕 옥동천 하천정비기본계획(영월군, 2007)



〈No.11+000, No.391+000〉 〈No.54+000〉

<그림 2.6-23> 10031(옥동천유역) 하도구간 횡단형

(3) 조도계수조사

본 과업에서는 옥동천 하도구간에 대한 조도계수의 특성을 파악하기 위해 옥동천 하천정비기본계획 보고서(영월군, 2007)를 수집하여 분석하였다. 옥동천 하천정비기본계획 보고서(영월군, 2007)에는 조도계수의 특성이 측선별로 수록되어 있다. 조도계수는 0.033~0.040의 범위를 가졌으며, 하류에서 중류, 상류 하도구간으로 갈수록 큰 특성을 나타내었다. 옥동천 하천정비기본계획 보고서(영월군, 2007)는 "하상재료 구성물질 및 하상상태, 자연하천에서의 일반적인 특성을 고려하여 조도계수를 산정하였다"고 기술하고 있다. 본 과업에서는 옥동천 하천정비기본계획 보고서(영월군, 2007)를 통해 사전에 조도계수의 특성을 확인하고 현장조사를 수행하여 그 특성을 확인하였다. 〈표 2.6-11〉은 옥동천 상류, 중류, 하류부의 하도구간에 대한 사진영상으로서, 조도계수에 미치는 요소(입경이 큰 하상재료와 식생)들의 특성이 나타나 있다.

<표 2.6-11> 10031(옥동천유역) 하도구간 조도계수

구분	연도	조도계수	구분	연도	조도계수
기수립	2007년	0.033	기수립	2007년	0.035



〈No. 0+000 ~ No. 96+000〉



〈No. 97+000 ~ No. 402+000〉

구분	연도	조도계수
기수립	2007년	0.040



〈No. 403+000 ~ No. 453+000〉

〔출처〕 옥동천 하천정비기본계획(영월군, 2007), 조도계수 테이블 이용

(4) 도달시간조사

본 과업에서는 옥동천에 대한 도달시간의 특성을 파악하기 위해 옥동천 하천정비기본계획 보고서(영월군, 2007)를 수집하여 분석하였다. 옥동천 하천정비기본계획 보고서(영월군, 2007)에는 도달시간의 특성이 소유역별로 수록되어 있다. 옥동천 하천정비기본계획 보고서(영월군, 2007)는 "국내에서 널리 이용되고 있는 Kirpich, Rziha, Kraven Ⅰ, Kraven Ⅱ, Kerby 공식 등을 검토하여 각 방법별로 도달시간을 산정한 후 여기에 유속을 고려하여 소유역별 도달시간을 산정하였다"고 기술하고 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-12〉에 수록하였다. 〈표 2.6-12〉의 도달시간은 KravenⅡ 공식으로 산정된 결과이며, 내리1 소유역에서 도달시간이 가장 긴 특성을 보였다.

<표 2.6-12> 10031(옥동천유역) 소유역별 도달시간

하천	산정지점	소유역면적(㎢)	유로연장(㎞)	도달시간(hr)
				Kraven Ⅱ
옥동천	태백	61.96	15.24	1.2
	구래	23.63	7.68	0.6
	천평	30.94	9.9	0.78
	덕구1	3.67	1.95	0.15
	덕구2	7.64	3.65	0.28
	덕구3	5.72	3.34	0.26
	내덕	33.49	12.46	1.06
	직동	49.45	12.92	1.02
	논전	39.26	10.76	0.9
	내리1	90.16	19.5	1.55
	내리2	7.16	3.96	0.31
	외룡	36.59	10.33	0.89
	마포1	60.48	13.79	1.09
	마포2	13.11	7.81	0.63
	옥동	31.96	11.14	1.02

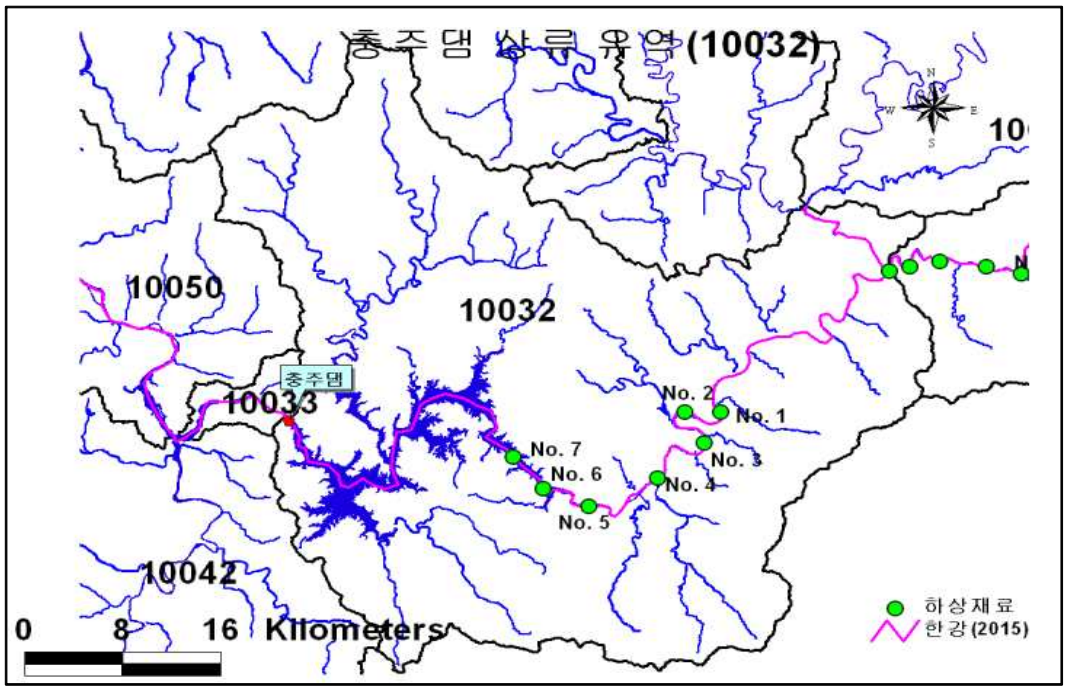
〔출처〕 옥동천 하천정비기본계획(영월군, 2007)

2) 10032(평창강합류후)

10032(평창강합류후) 단위유역은 유역면적이 1,945.09㎢에 이르며, 단위유역 내에 동대천, 남천 등의 다수의 지방하천이 위치하고 있다. 본 단위유역 내의 하천 중 한강만 유역특성조사망에 포함된다. 이에 따라 본 과업에서는 단위유역 내의 한강을 대상으로 약 66.9㎞에 이르는 하도구간에서 현장조사를 수행하였다.

가) 하상재료조사

본 과업에서는 10032(평창강합류후) 단위유역 내의 한강을 대상으로 4㎞ 이상의 간격으로 하상재료조사를 계획하였다. 본 하천에서 하상재료조사가 수행 된 지점은 총 7개소이며, 이는 시료를 직접 채취한 지점 6개소(6개 측점), 표층조사 수행 지점 2개소(3개 측점)로 구분된다. 시료를 직접적으로 채취한 6개 지점은 No.2~No.7에 해당된다. 하상재료 채취는 단면의 좌·우안 및 유심부를 대상으로 수행하려 하였으나, 수심이 깊어 도섭이 어려운 유심부 등에서는 하상재료를 채취하지 못하였다. 표층조사는 입경이 굵은 자갈이나 호박돌 등으로 구성되어 있는 No.1(우안), No.3(좌안, 우안)에서 수행하였다.



<그림 2.6-24> 10032(평창강합류후) 하도구간 하상재료 채취 계획



<그림 2.6-25> 10032(평창강합류후) 하도구간 경관 및 표층조사 전경

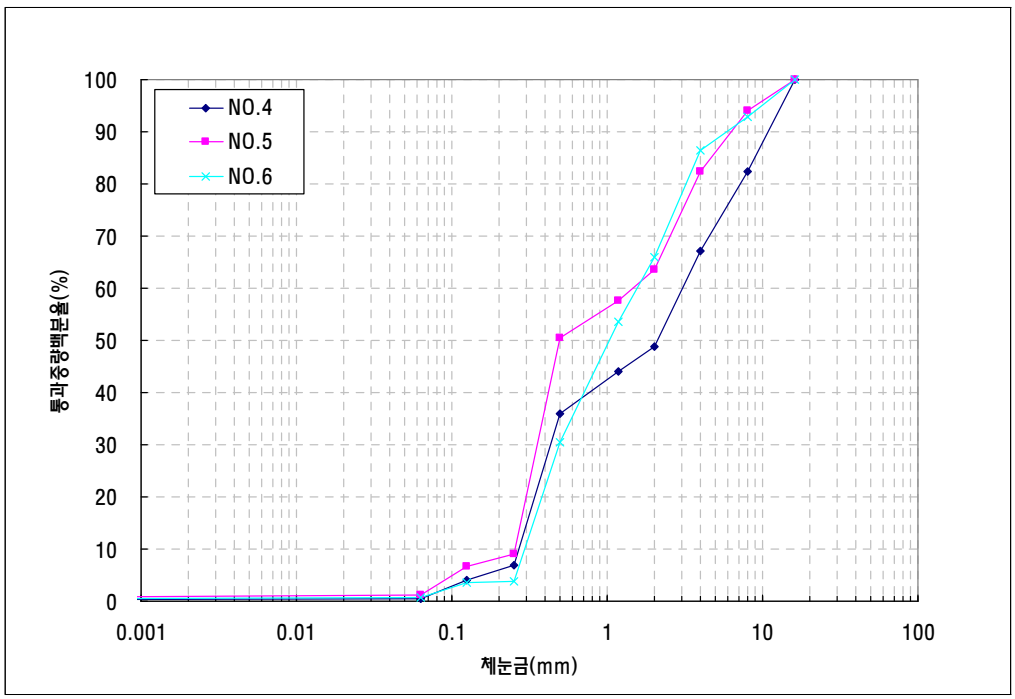


〈평창강합류후 시점(하류)〉 〈시점으로부터 8㎞(하류)〉

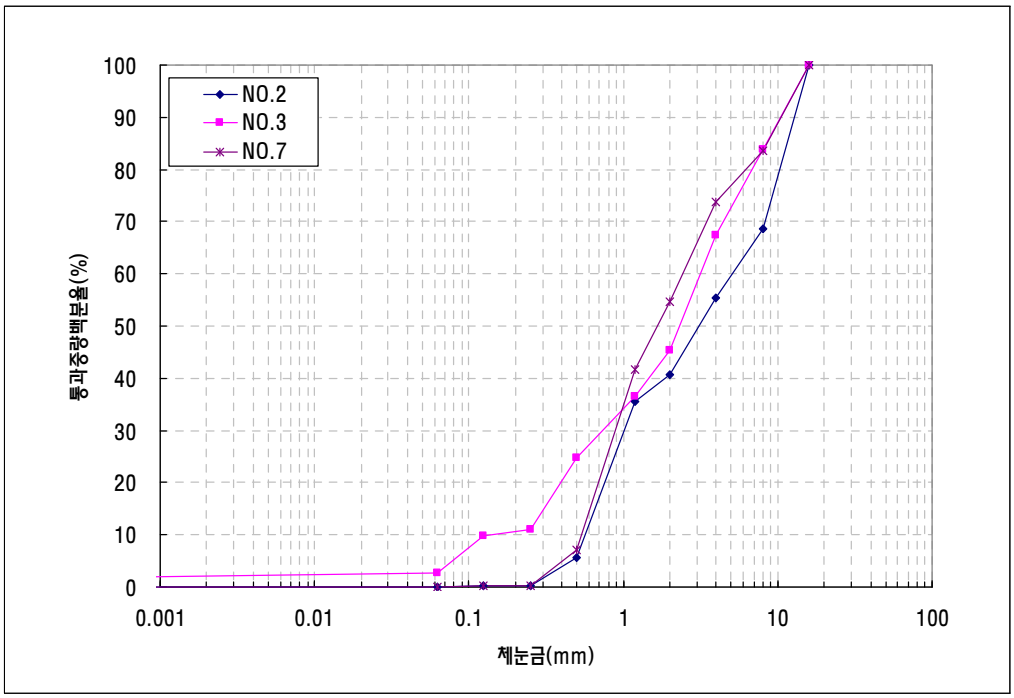
<그림 2.6-26> 10032(평창강합류후) 하도구간 표층재료 전경

(1) 입도분석시험

본 과업에서는 현장에서 직접 채취한 시료를 시료분석실에서 한국공업규격(KS F 2502-92)에 따라 입도분포 시험을 수행하였다. 입도분석 결과는 〈그림 2.6-26〉, 〈그림 2.6-27〉, 〈표 2.6-13〉에 수록하였다. 〈표 2.6-13〉에서 알 수 있는 바와 같이 실트는 적고, 대부분 모래와 자갈의 특성을 보였다. 이의 특성은 〈그림 2.6-26〉, 〈그림 2.6-27〉에서도 확인할 수 있다. 〈그림 2.6-26〉, 〈그림 2.6-27〉에서 알 수 있는 바와 같이 입경 0.3㎜~10.0㎜ 구간의 기울기가 상당히 급하다. 입경가적곡선에서 기울기가 급한 구간은 그 구성 성분이 차지하는 비율이 많음을 의미하기 때문에 이의 특성은 입경가적곡선을 통해서도 확인할 수 있다.



<그림 2.6-27> 10032(평창강합류후) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(좌안)



<그림 2.6-28> 10032(평창강합류후) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(우안)

<표 2.6-13> 10032(평창강합류후) 하도구간 하상재료 성분비 및 입도특성

하천	지점	위치 (km)	성분비(%)			유효경 D10 (mm)	D16 (mm)	D30 (mm)	D35 (mm)	D50 (mm)	D65 (mm)	D84 (mm)	Dm (mm)	표준편차 (mm)	균등계수 (Cu)	곡률계수 (C_g)
			자갈	모래	실트											
한강	No. 2 (우안)	4.0	45.3	54.5	0.3	0.6	0.7	1.0	1.7	2.9	8.0	10.9	1.7	4.1	5.1	0.6
	No. 3 (우안)	8.0	59.3	40.4	0.3	0.6	0.7	1.2	3.1	6.3	11.2	13.3	3.1	5.2	10.5	0.4
	No. 4 (좌안)	16.0	34.1	62.5	3.5	0.3	0.4	0.6	1.0	2.0	3.7	5.3	1.0	1.9	6.7	0.6
	No. 5 (좌안)	24.0	36.3	57.0	6.7	0.3	0.3	0.4	0.5	2.1	4.2	6.0	0.5	2.3	8.1	0.3
	No. 6 (좌안)	28.0	51.3	44.7	4.0	0.3	0.3	0.5	2.0	3.9	8.9	10.9	2.0	4.4	13.9	0.2
	No. 7 (우안)	40.0	54.7	35.6	9.7	0.1	0.3	1.1	2.4	3.9	8.0	10.2	2.4	3.9	39.0	3.1

(2) 비중시험

본 조사지점에서 채취한 하상재료에 대하여 한국공업규격(KS F 2308)에 따라 비중시험을 수행하여 그 결과를 〈표 2.6-14〉에 나타내었다.

<표 2.6-14> 10032(평창강합류후) 하도구간 비중시험 결과

하천	지점	위치(㎞)	비중	비고
한강	No.2(우안)	4.0	2.65	
	No.3(우안)	8.0	2.68	
	No.4(좌안)	16.0	2.66	
	No.5(좌안)	24.0	2.65	
	No.6(좌안)	28.0	2.67	
	No.7(우안)	40.0	2.65	종점

(3) 표층조사

본 과업에서는 입경이 상당히 커서 시료 채취 및 이동이 어려운 경우에는 현장에서 표층조사를 수행하였다. 표층조사는 선 격자 방식으로 수행하였으며, 현장에서 선 격자 점 바로 아래에 놓인 하상재료를 대상으로 장축과 중축의 길이를 직접 측정하였다. 표층조사 결과는 〈표 2.6-15〉와 같다.

<표 2.6-15> 10032(평창강합류후) 하도구간 표층조사 결과

하천	지점	위치 (㎞)	최소 (㎜)	최대 (㎜)	평균 (㎜)	비고
한강	No.1(우안)	0.0	122	408	241	시점(기준시점)
	No.3(좌안)	8.0	171	405	242	
	No.3(우안)	8.0	107	168	136	

나) 하도특성조사

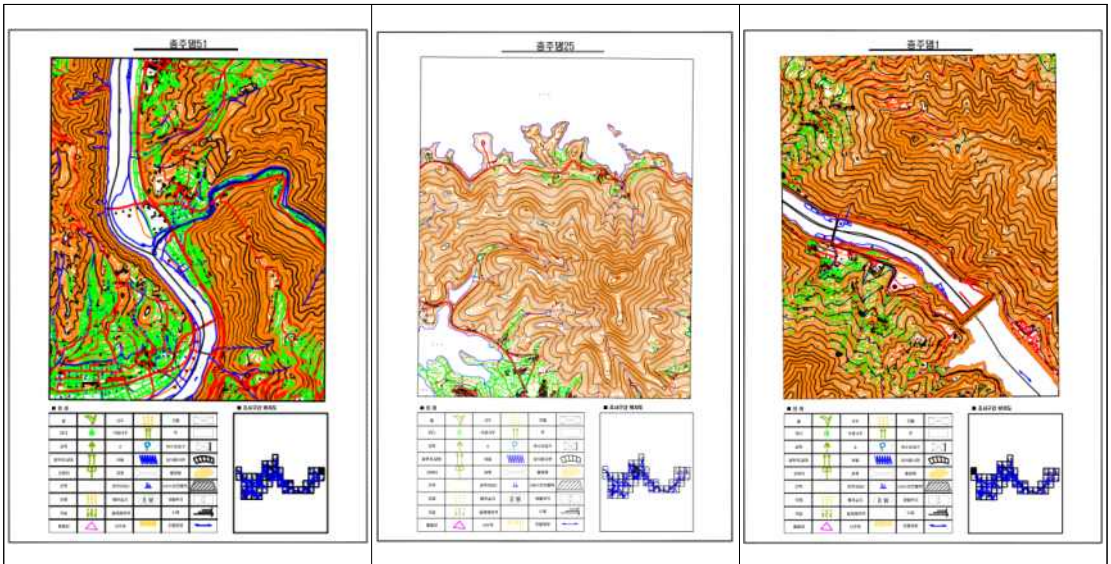
본 과업에서는 하천수변조사도(RCS)를 작성할 목적으로 10032(평창강합류후) 단위유역에 위치하고 있는 한강 하도구간을 대상으로 여울과 소, 사주, 수제, 저수로와 고수부지의 특성을 조사하였다. 하도특성을 조사한 결과, 상류부는 자연하천으로 여울 및 소가 나타나고 하중도가 존재하였다. 또한 하도는 상·하류 방향 모두 가볍게 휜 사행을 보였다. 중류부는 여울과 소, 하중도가 존재하지 않았으나 하도 및 저수로는 상·하류 방향 모두 가볍게 휜 형상을 보였다. 하류부는 여울과 소가 없었으며 사주와 하중도 역시 존재하지 않았다. 본 과업에서는 한강 하도구간에서 확보한 사진 영상을 상류, 중류, 하류부로 구분하여 〈그림 2.6-28〉에 나타내었다. 또한 본 과업에서는 현장에서 조사된 여울과 소 등과 같은 하도특성을 수치지형도(CAD)에 정해진 기호들로 표시하여 하천수변조사도(RCS)를 작성하였다. 〈그림 2.6-29〉는 한강 하도구간에서 작성된 하천수변조사도(RCS)로서 하

도특성이 다수의 기호들로 나타나 있다.



〈평창강합류후 상류〉	〈평창강합류후 중류〉	〈평창강합류후 하류〉

<그림 2.6-29> 10032(평창강합류후) 하도구간 전경



〈평창강합류후 상류〉	〈평창강합류후 중류〉	〈평창강합류후 하류〉

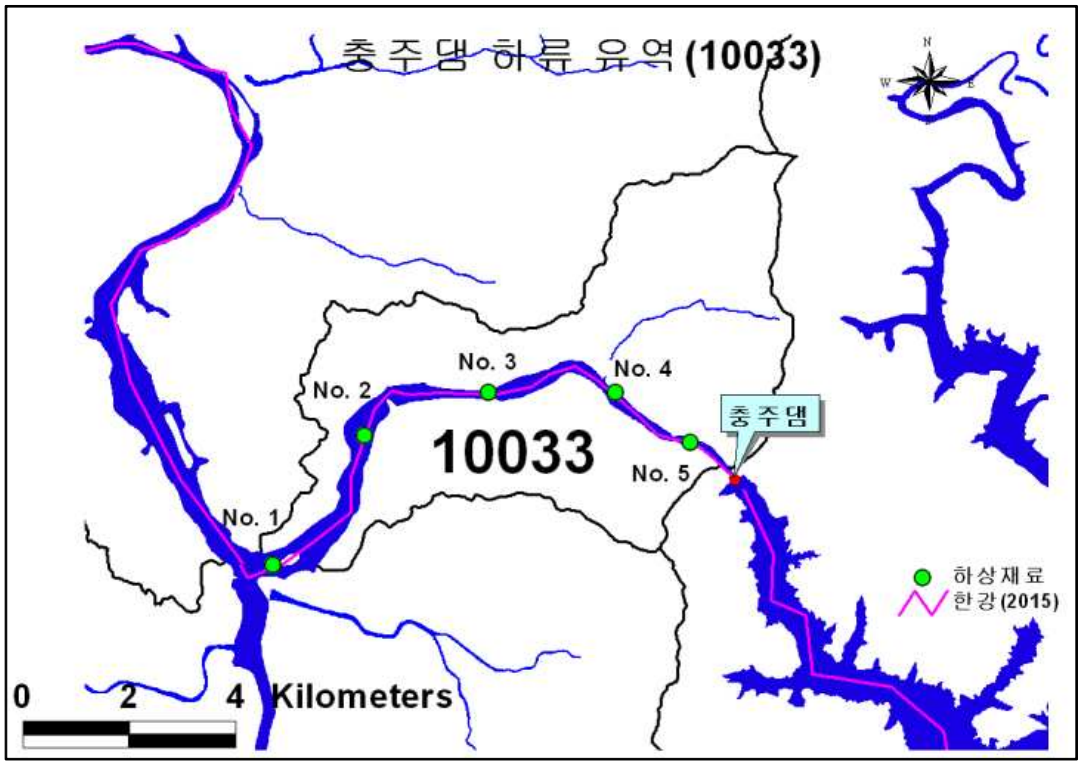
<그림 2.6-30> 10032(평창강합류후) 하도구간 RCS 지도

3) 10033(충주댐)

단위유역 10033(충주댐)은 유역면적이 43.49㎢에 이르며, 단위유역 내에 한강과 조동천이 위치하고 있다. 본 단위유역 내의 하천 중 한강만 유역특성조사망에 포함되어 있다. 이에 따라 본 과업에서는 한강을 대상으로 약 12.6㎞에 이르는 하도구간에서 현장조사를 수행하였다.

가) 하상재료조사

본 과업에서는 〈그림 2.6-30〉과 같이 약 3㎞~4㎞ 간격으로 하상재료조사를 계획하였다. 본 하천에서 하상재료조사가 수행 된 지점은 총 3개소이며, 이는 시료를 직접 채취한 지점 3개소(3개 측점), 표층조사 수행 지점 1개소(1개 측점)로 구분된다. 시료를 직접적으로 채취한 3개 지점은 No.2(좌안), No.3(좌안), No.4(우안)에 해당된다. 하상재료 채취는 단면의 좌·우안 및 유심부를 대상으로 수행하려 하였으나, 수심이 깊어 도섭이 어려운 유심부 등에서는 하상재료를 채취하지 못하였다. 표층조사는 입경이 굵은 자갈이나 호박돌 등으로 구성되어 있는 No.4(좌안)에서 수행하였다.



<그림 2.6-31> 10033(충주댐) 하도구간 하상재료 채취 계획



〈충추댐 시점(하류)〉

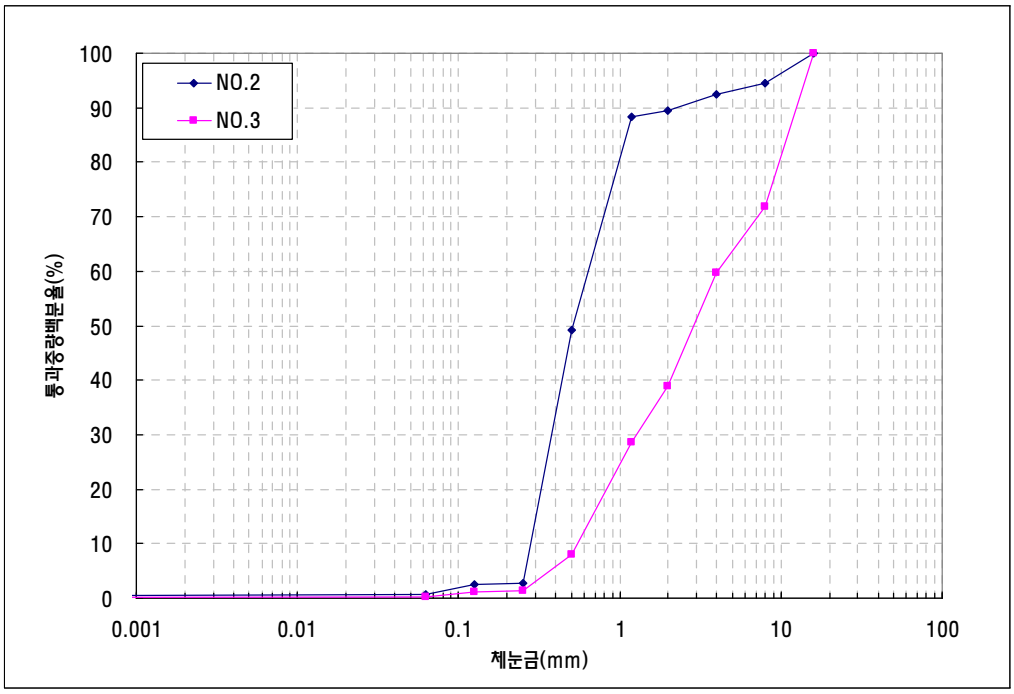


〈시점으로부터 9.0㎞(상류)〉

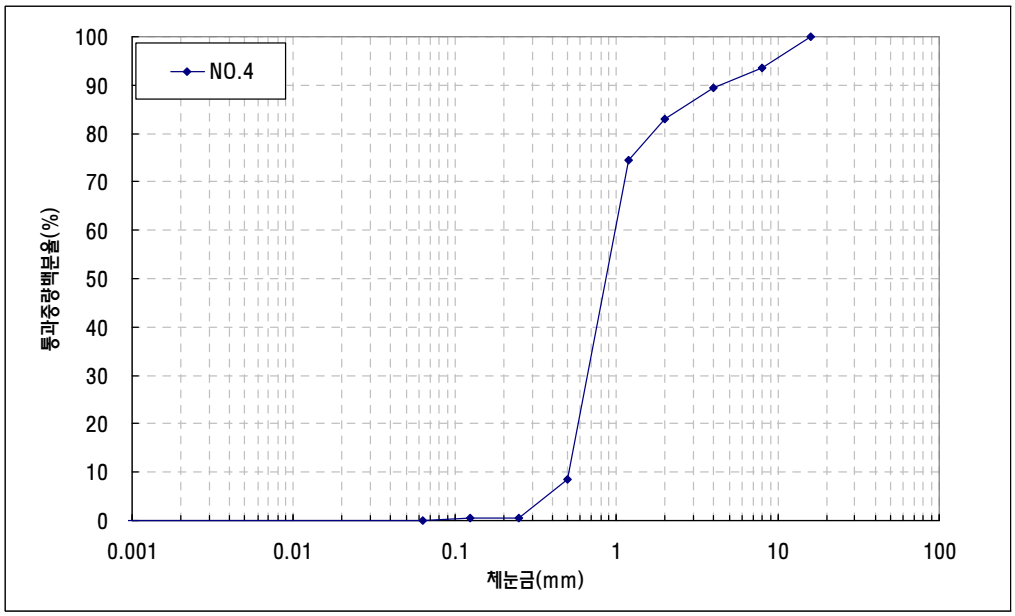
<그림 2.6-32> 10033(충주댐) 하도구간 전경

(1) 입도분석시험

본 과업에서는 현장에서 직접 채취한 시료를 시료분석실에서 한국공업규격(KS F 2502-92)에 따라 입도분포 시험을 수행하였다. 입도분석 결과는 〈그림 2.6-32〉, 〈그림 2.6-33〉, 〈표 2.6-16〉에 수록하였다. 〈표 2.6-16〉에서 알 수 있는 바와 같이 실트는 적고, 대부분 모래와 자갈 특성이 나타나 있다. 이의 특성은 〈그림 2.6-32〉, 〈그림 2.6-33〉에서도 확인할 수 있다. 〈그림 2.6-32〉, 〈그림 2.6-33〉에서 알 수 있는 바와 같이 입경 0.3㎜~1.0㎜ 구간의 기울기가 상당히 급하다. 입경가적곡선에서 기울기가 급한 구간은 그 구성 성분이 차지하는 비율이 많음을 의미하기 때문에 이의 특성은 입경가적곡선에서도 확인할 수 있다.



<그림 2.6-33> 10033(충주댐) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(좌안)



<그림 2.6-34> 10033(충주댐) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(우안)

<표 2.6-16> 10033(충주댐) 하도구간 하상재료 성분비 및 입도특성

하천	지점	위치 (㎞)	성분비(%)			유효경 D10 (㎜)	D16 (㎜)	D30 (㎜)	D35 (㎜)	D50 (㎜)	D65 (㎜)	D84 (㎜)	Dm (㎜)	표준편차 (㎜)	균등계수 (Cu)	곡률계수 (C_g)
			자갈	모래	실트											
한강	No.2(좌안)	3.8	10.5	87.0	2.5	0.3	0.3	0.4	0.5	0.8	1.1	1.4	0.5	0.4	2.7	0.6
	No.3(좌안)	6.7	61.0	37.8	1.2	0.6	0.7	1.8	2.9	5.3	11.1	13.2	2.9	5.1	9.3	1.1
	No.4(우안)	9.0	17.1	82.5	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.1	2.2	4.2	0.8	1.3	2.1	1.0

(2) 비중시험

본 조사지점에서 채취한 하상재료에 대하여 한국공업규격(KS F 2308)에 따라 비중시험을 수행하여 그 결과를 〈표 2.6-17〉에 나타내었다.

<표 2.6-17> 10033(충주댐) 하도구간 비중시험 결과

하천	지점	위치(㎞)	비중
한강	No.2(좌안)	3.8	2.66
	No.3(좌안)	6.7	2.68
	No.4(우안)	9.0	2.64

(3) 표층조사

본 과업에서는 입경이 상당히 커서 시료 채취 및 이동이 어려운 경우에는 현장에서 표

층조사를 수행하였다. 표층조사는 선 격자 방식으로 수행하였으며, 현장에서 선 격자 점 바로 아래에 놓인 하상재료를 대상으로 장축과 중축의 길이를 직접 측정하였다. 〈표 2.6-18〉은 10033(충주댐) 하도구간 내의 표층조사 결과를 나타낸다.

<표 2.6-18> 10033(충주댐) 하도구간 표층조사 결과

하천	지점	위치(km)	최소(mm)	최대(mm)	평균(mm)
한강	No.4(좌안)	9.0	42	388	205

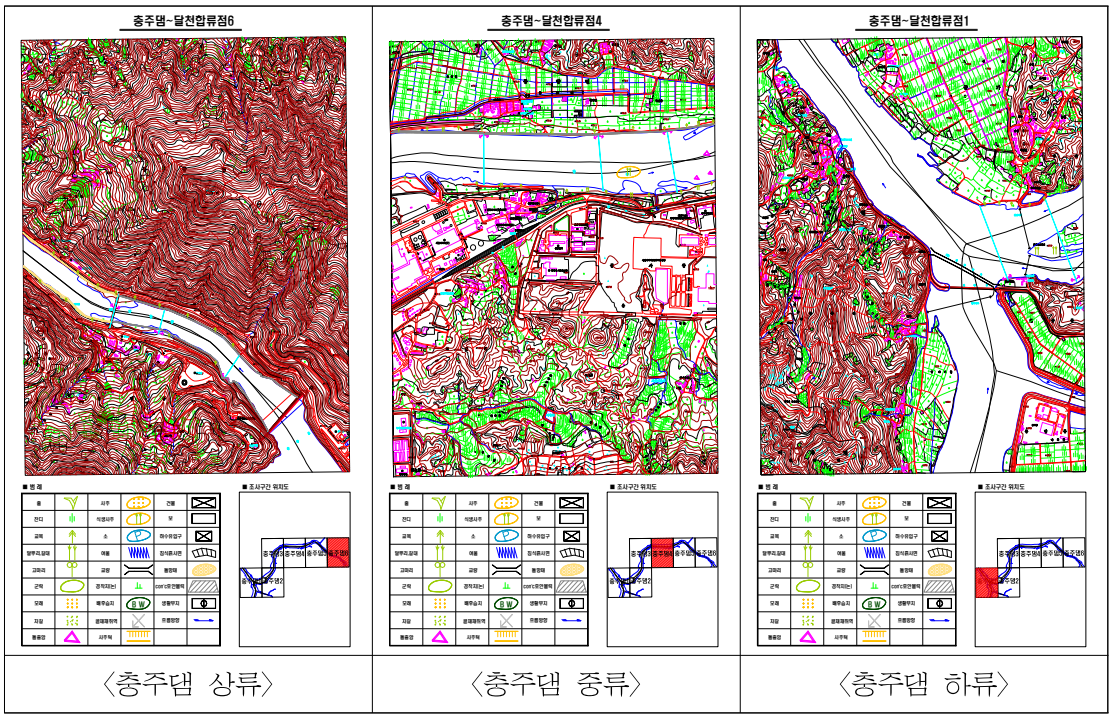
나) 하도특성조사

본 과업에서는 하천수변조사도(RCS)를 작성할 목적으로 충주댐 단위유역(10033)에 위치하고 있는 한강 하도구간을 대상으로 여울과 소, 사주, 수제, 저수로와 고수부지의 특성을 조사하였다. 하도특성을 조사한 결과, 상류부는 여울과 소가 없었으나, 하중도는 다수 존재하였다. 하도는 모두 상·하류 방향으로 가볍게 휜 사행을 보였다. 중류부는 여울과 소가 없었으나, 하중도는 상·하류에 다수 분포되어 있었다. 하류부는 여울과 소가 없었으나 하중도는 다수 분포하였다. 본 과업에서는 한강 하도구간에서 확보한 사진 영상을 상류, 중류, 하류부로 구분하여 〈그림 2.6-34〉에 나타내었다. 또한 본 과업에서는 현장에서 조사된 여울과 소 등과 같은 하도특성을 수치지형도(CAD)에 정해진 기호들로 표시하여 하천수변조사도(RCS)를 작성하였다. 〈그림 2.6-35〉는 한강 하도구간에서 작성된 하천수변조사도(RCS)로서 하도특성이 다수의 기호들로 나타나 있다.



〈충주댐 상류〉 〈충주댐 중류〉 〈충주댐 하류〉

<그림 2.6-35> 10033(충주댐) 하도구간 전경



〈충주댐 상류〉 〈충주댐 중류〉 〈충주댐 하류〉

<그림 2.6-36> 10033(충주댐) 하도구간 RCS 지도

다) 하도 현황조사

(1) 평면 및 사행특성조사

본 과업에서는 한강에 대한 평면 및 사행 특성을 파악하기 위해 남한강 하천기본계획(보완) 보고서(국토해양부, 2009)를 수집하여 그 특성을 분석하였다. 수집된 결과는 그대로 〈표 2.6-19〉에 수록하였다. 본 과업에서는 수집된 결과와 위성영상자료를 토대로 사행구간에 대해 현장조사를 수행하여 사진정보를 획득하였다. 획득된 사진정보는 〈그림 2.6-36〉과 같다.

<표 2.6-19> 10033(충주댐) 하도구간 평면특성

하천	구간(No)	곡률반경(m)
한강	No. 239+000 ~ No. 248+170	1,500
	No. 250+323 ~ No. 255+230	1,200

〔출처〕 남한강 하천기본계획(보완)(국토해양부, 2009)



〈No. 239+000～No. 248+170〉



〈No. 250+323～No. 255+230〉

<그림 2.6-37> 10033(충주댐) 하도구간 평면특성

(2) 종·횡단특성조사

(가) 종단 특성

하천은 일반적으로 상류에서 하류로 감에 따라 그 기울기가 완만해 진다. 하천의 경사는 두 지점의 하상고 차에 대한 거리에 대한 비율로서 하천경사 혹은 하상경사로 정의된다. 하상경사는 해당 단면의 표고를 어떻게 산정하느냐에 따라 그 특성이 상이해진다. 해당 단면에서 가장 낮은 지점의 표고(최심하상고)를 연결하여 경사를 산정하면 최심하상경사가 되고, 해당 단면의 여러 표고들에 대한 평균을 연결하면 평균하상경사가 된다. 본 과업에서는 한강에 대한 하상경사의 특성을 파악하기 위해 남한강 하천기본계획(보완) 보고서(국토해양부, 2009)를 수집하여 분석하였다. 남한강 하천기본계획(보완) 보고서(국토해양부, 2009)에는 하상경사가 전구간으로 제시되어 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-20〉에 수록하였다.

<표 2.6-20> 10033(충주댐) 하도구간 하상경사

하천	구간	연장 (m)	하상경사(%)	
			'92	금회
한강	달천 합류점～충주댐 (No. 241+255～No. 272+130)	-	0.067	0.070

〔기수립〕 한강수계치수기본계획(하천정비기본계획)(건설교통부, 1992)
〔출처〕 남한강 하천기본계획(보완)(국토해양부, 2009)

(나) 하천의 횡단형

본 과업에서는 한강에 대한 횡단형의 특성을 파악하기 위해 남한강 하천기본계획(보완) 보고서(국토해양부, 2009)를 수집하여 분석하였다. 분석된 결과는 〈표 2.6-21〉과 같으며, 횡단형은 복단면과 단단면형의 특성을 나타내었다. 본 과업에서는 분석된 결과를 토대로 현장조사를 수행하여 〈그림 2.6-37〉과 같은 사진정보를 획득하였다.

<표 2.6-21> 10033(충주댐) 하도구간 횡단형

하천	구간	횡단형	비 고
한강	No. 243 ~ No. 244	섬 형성	섬(용섬)
	No. 245 ~ No. 265	복단면	양안 제방
	No. 266 ~ No. 272+130	단단면	양안 산지

〔출처〕 남한강 하천기본계획(보완)(국토해양부, 2009)



<No.243+000~No.244+000>



<No.245+000~No.265+000>



<No.266+000~No.272+130>

<그림 2.6-38> 10033(충주댐) 하도구간 횡단형

(3) 조도계수조사

본 과업에서는 한강 하도구간에 대한 조도계수의 특성을 파악하기 위해 남한강 하천기본계획(보완) 보고서(국토해양부, 2009)를 수집하여 분석하였다. 남한강 하천기본계획(보완) 보고서(국토해양부, 2009)에는 조도계수 값이 수록되어 있다. 조도계수는 0.035의 값을 가졌으며, 이는 충주댐에서 목계교 하도구간에 해당된다. 본 과업에서는 남한강 하천기본계획(보완) 보고서(국토해양부, 2009)를 통해 사전에 조도계수의 특성을 확인하고 현장조사를 수행하여 그 특성을 확인하였다. 〈표 2.6-22〉는 주요 하도구간에 대한 사진영상으로서, 조도계수에 미치는 요소(입경이 큰 하상재료와 식생)들의 특성이 나타나 있다.

<표 2.6-22> 10033(충주댐) 하도구간 조도계수

구분	연도	조도계수
기수립	1992년	0.032
	2009년	0.035



〈No.212+050~No.273+130〉

〔출처〕 남한강 하천기본계획(보완)(국토해양부, 2009), 하상재료를 이용한 경험공식에 의한 추정

(4) 도달시간조사

본 과업에서는 한강에 대한 도달시간의 특성을 파악하기 위해 남한강 하천기본계획(보완) 보고서(국토해양부, 2009)를 수집하여 분석하였다. 남한강 하천기본계획(보완) 보고서(국토해양부, 2009)에는 도달시간의 특성이 소유역별로 수록되어 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-23〉에 수록하였다. 〈표 2.6-23〉의 도달시간은 KravenⅡ 공식으로 산정된 결과이다.

<표 2.6-23> 10033(충주댐) 하도구간 소유역별 도달시간 산정

하천	산정지점	소유역면적 (㎢)	유로연장 (㎞)	저류상수 K(hr)	도달시간(hr)
					Kraven Ⅱ
한강	달천 합류전	45.38	14.04	1.33	1.44
	충주댐	180.73	29.29	2.83	2.96

〔출처〕 남한강 하천기본계획(보완)(국토해양부, 2009)

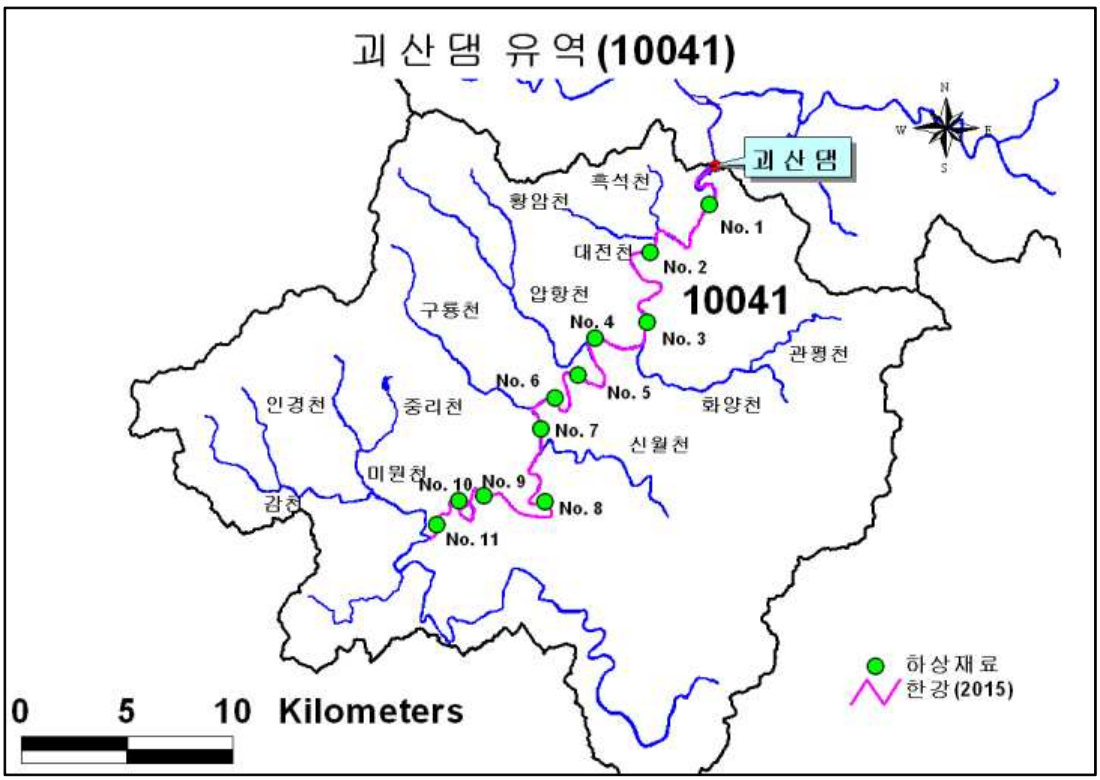
4) 10041(괴산댐유역)

단위유역 10041(괴산댐유역)은 유역면적이 676.70㎢에 이르며, 단위유역 내에 달천, 화양천 등 여러 하천이 위치하고 있다. 본 단위유역 내의 하천 중 달천만 유역특성조사망에 포함되어 있다. 이에 따라 본 과업에서는 달천을 대상으로 약 44.5㎞에 이르는 하도구간에서 현장조사를 수행하였다.

가) 하상재료조사

본 과업에서는 〈그림 2.6-38〉과 같이 약 3㎞~4㎞ 간격으로 하상재료조사를 계획하였다. 본 하천에서 하상재료조사가 수행 된 지점은 총 7개소이며, 이는 시료를 직접 채취한 지점 3개소(4개 측점), 표층조사 수행 지점 4개소(5개 측점)로 구분된다. 시료를 직접적

으로 채취한 3개소는 No.5(우안), No.6(우안), No.7(좌안, 우안)에 해당된다. 하상재료 채취는 단면의 좌·우안 및 유심부 등을 대상으로 수행하려 하였으나, 수심이 깊어 도섭이 어려운 유심부 등에서 하상재료를 채취하지 못하였다. 표층조사는 입경이 굵은 자갈이나 호박돌 등으로 구성되어 있는 4개소(No.4 우안, No.8 좌·우안, No.10 우안, No.11 우안)에서 수행하였다.



<그림 2.6-39> 10041(괴산댐유역) 하도구간 하상재료조사 계획



<그림 2.6-40> 10041(괴산댐유역) 하도구간 경관 및 표층조사 전경

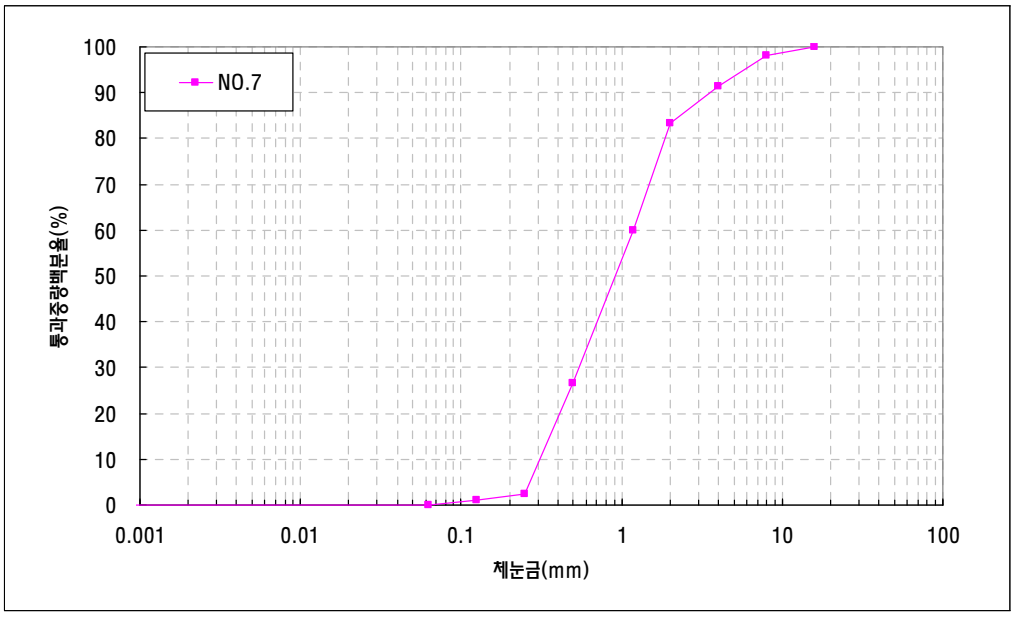

〈괴산댐유역 시점(하류)〉


〈시점으로부터 40.2㎞(상류)〉

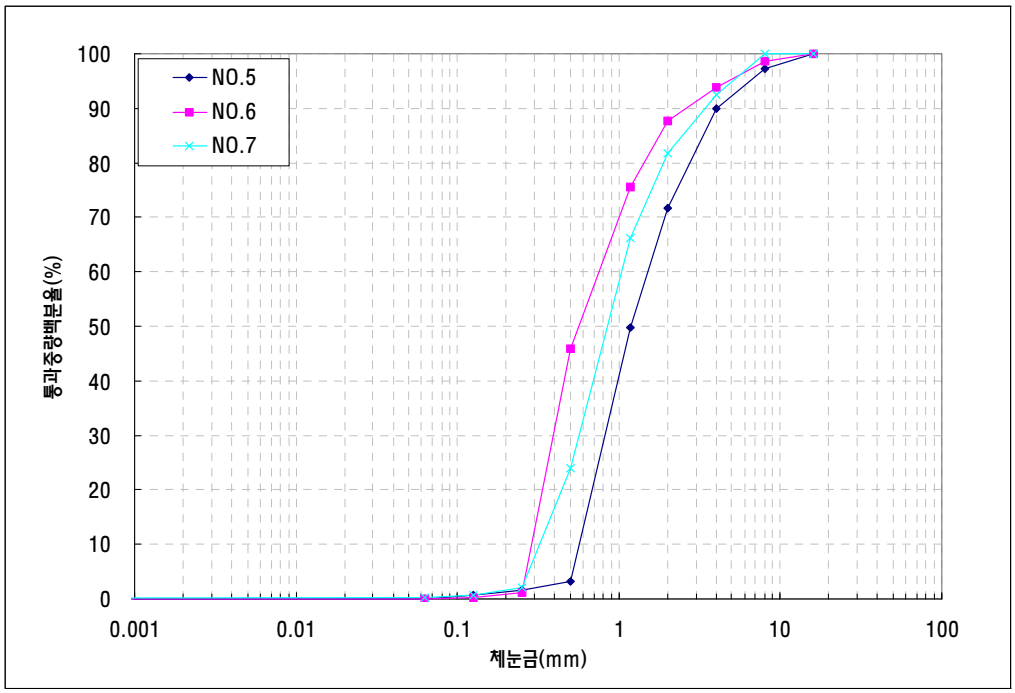
<그림 2.6-41> 10041(괴산댐유역) 하도구간 표층 전경

(1) 입도분석시험

본 과업에서는 현장에서 직접 채취한 시료를 시료분석실에서 한국공업규격(KS F 2502-92)에 따라 입도분포 시험을 수행하였다. 입도분석 결과는 〈그림 2.6-41〉, 〈그림 2.6-42〉, 〈표 2.6-24〉에 수록하였다. 〈표 2.6-24〉에서 알 수 있는 바와 같이 실트는 적고, 대부분 모래의 특성을 보였다. 이의 특성은 〈그림 2.6-41〉, 〈그림 2.6-42〉에서도 확인할 수 있다. 〈그림 2.6-41〉, 〈그림 2.6-42〉에서 알 수 있는 바와 같이 입경 0.3㎜~2.0㎜ 구간의 기울기가 상당히 급하다. 입경가적곡선에서 기울기가 급한 구간은 그 구성 성분이 차지하는 비율이 많음을 의미하기 때문에 이의 특성은 입경가적곡선을 통해서도 확인할 수 있다.



<그림 2.6-42> 10041(괴산댐유역) 하도구간 입경가적곡선(좌안)



<그림 2.6-43> 10041(괴산댐유역) 하도구간 입경가적곡선(우안)

<표 2.6-24> 10041(괴산댐유역) 하도구간 하상재료 성분비 및 입도특성

하천	지점	위치 (km)	성분비(%)			유효경 D10 (mm)	D16 (mm)	D30 (mm)	D35 (mm)	D50 (mm)	D65 (mm)	D84 (mm)	Dm (mm)	표준편차 (mm)	균등계수 (Cu)	곡률계수 (C_g)
			자갈	모래	실트											
달천	No.5(우안)	21.3	28.4	70.9	0.7	0.6	0.7	0.9	1.3	1.7	3.1	4.0	1.3	1.3	2.8	0.8
	No.6(우안)	24.0	12.3	87.5	0.3	0.3	0.3	0.4	0.6	0.8	1.7	2.5	0.6	0.8	2.8	0.7
	No.7(좌안)	26.8	16.6	82.4	1.0	0.3	0.4	0.6	0.9	1.4	2.0	3.3	0.9	1.1	4.7	0.9
	No.7(우안)	26.8	18.3	80.9	0.8	0.3	0.4	0.6	0.8	1.2	2.3	3.3	0.8	1.1	4.0	1.1

(2) 비중시험

본 조사지점에서 채취한 하상재료에 대하여 한국공업규격(KS F 2308)에 따라 비중시험을 수행하여 그 결과를 〈표 2.6-25〉에 나타내었다.

<표 2.6-25> 10041(괴산댐유역) 하도구간 비중시험 결과

하천	지점	위치(km)	비중
달천	No.5(우안)	21.3	2.65
	No.6(우안)	24.0	2.67
	No.7(좌안)	26.8	2.68
	No.7(우안)	26.8	2.66

(3) 표층조사

본 과업에서는 입경이 상당히 커서 시료 채취 및 이동이 어려운 경우에는 현장에서 표층조사를 수행하였다. 표층조사는 선 격자 방식으로 수행하였으며, 현장에서 선 격자 점 바로 아래에 놓인 하상재료를 대상으로 장축과 중축의 길이를 직접 측정하였다. 〈표 2.6-26〉은 10041(괴산댐유역) 하도구간 내의 표층조사 결과를 나타낸다.

<표 2.6-26> 10041(괴산댐유역) 하도구간 표층조사 결과

하천	지점	위치(km)	최소(mm)	최대(mm)	평균(mm)	비고
달천	No.4(우안)	17.0	46	184	99	
	No.8(좌안)	31.1	38	177	71	
	No.8(우안)	31.1	42	153	72	
	No.10(우안)	39.7	67	143	82	
	No.11(우안)	42.3	34	195	76	종점(상류)

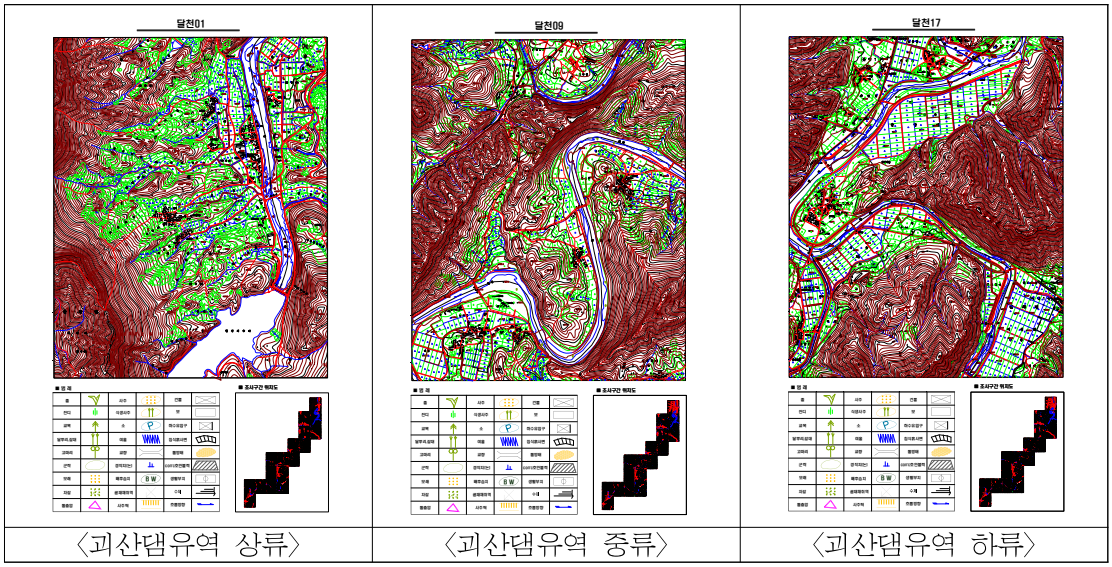
나) 하도특성조사

본 과업에서는 하천수변조사도(RCS)를 작성할 목적으로 괴산댐 단위유역(10041)에 위치하고 있는 달천 하도구간을 대상으로 여울과 소, 사주, 수제, 저수로와 고수부지의 특성을 조사하였다. 하도특성을 조사한 결과, 상류부는 여울 및 소가 빈번하였고 하중도 역시 존재하였다. 중류부는 여울이 빈번하였고 하중도와 사주도 존재하였다. 하류부는 괴산호 구간으로 여울 및 소는 찾아볼 수 없었으며 사주와 하중도 역시 존재하지 않았다. 본 과업에서는 달천 하도구간에서 확보한 사진 영상을 상류, 중류, 하류부로 구분하여 〈그림 2.6-43〉에 나타내었다. 또한 본 과업에서는 현장에서 조사된 여울과 소 등과 같은 하도특성을 수치지형도(CAD)에 정해진 기호들로 표시하여 하천수변조사도(RCS)를 작성하였다. 〈그림 2.6-44〉는 달천 하도구간에서 작성된 하천수변조사도(RCS)로서 하도특성이 다수의 기호들로 나타나 있다.



〈괴산댐유역 상류〉 〈괴산댐유역 중류〉 〈괴산댐유역 하류〉

<그림 2.6-44> 10041(괴산댐유역) 하도구간 하도 전경



〈괴산댐유역 상류〉 〈괴산댐유역 중류〉 〈괴산댐유역 하류〉

<그림 2.6-45> 10041(괴산댐유역) 하도구간 RCS 지도

다) 하도 현황조사

(1) 평면 및 사행특성조사

본 과업에서는 달천에 대한 평면 및 사행 특성을 파악하기 위해 달천 하천기본계획 보고서(괴산군, 2015)를 수집하여 그 특성을 분석하였다. 수집된 결과는 그대로 〈표 2.6-27〉에 수록하였다. 본 과업에서는 수집된 결과와 위성영상자료를 토대로 사행구간에 대해 현장조사를 수행하여 〈그림 2.6-45〉와 같은 사진정보를 획득하였다.

<표 2.6-27> 10041(괴산댐유역) 하도구간 하도의 평면특성

하천	구간(No)	만곡연장(m)	곡률반경(m)	유심방향
달천	No. 105+135~No. 107+80	1,100	400	좌안
	No. 113+88~No. 119+164	1,300	335	우안
	No. 124+63~No. 128+100	800	250	좌안
	No. 134+108~No. 137+85	600	215	우안
	No. 138+185~No. 142+00	600	220	좌안
	No. 144+140~No. 147+100	600	270	좌안
	No. 161+00~No. 162+100	300	310	좌안

〔출처〕 달천 하천기본계획(변경)(괴산군, 2015)


〈No. 105+135～No. 107+80〉


〈No. 124+63～No. 128+100〉


〈No. 134+108～No. 137+85〉


〈No. 138+185～No. 142+00〉


〈No. 144+140～No. 147+100〉


〈No. 161+00～No. 162+100〉

<그림 2.6-46> 10041(괴산댐유역) 하도구간 평면특성

(2) 종·횡단특성조사

(가) 종단 특성

하천은 일반적으로 상류에서 하류로 감에 따라 그 기울기가 완만해 진다. 하천의 경사는 두 지점의 하상고 차에 대한 거리에 대한 비율로서 하천경사 혹은 하상경사로 정의된다. 하상경사는 해당 단면의 표고를 어떻게 산정하느냐에 따라 그 특성이 상이해진다. 해당 단면에서 가장 낮은 지점의 표고(최심하상고)를 연결하여 경사를 산정하면 최심하상경사가 되고, 해당 단면의 여러 표고들에 대한 평균을 연결하면 평균하상경사가 된다. 본 과업에서는 달천에 대한 하상경사의 특성을 파악하기 위해 달천 하천기본계획 보고서(괴

산군, 2015)를 수집하여 분석하였다. 달천 하천기본계획 보고서(괴산군, 2015)에는 하상경사가 측선 구간별로 구분되어 제시되어 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-28〉에 수록하였다. 구간별 특성을 보면 과업종점(도원교 하류)에서 압항천 합류 전까지는 1/324 정도이고, 압항천 합류 전에서 신월천 합류 전까지는 1/368~1/628, 신월천 합류전에서 과업시점(삼인교 지점)까지는 1/417 정도로 하상경사는 전반적으로 완만한 특성을 보였다.

<표 2.6-28> 10041(괴산댐유역) 하도구간 하상경사

하천	구간	측점(No)	하상경사
달천	도원교하류지점~압항천 합류전	No.98+00~No.105+156	1/324
	압항천 합류전~고성교 지점	No.105+156~No.129+41	1/628
	고성교 지점~구룡천 합류전	No.129+41~No.146+44	1/526
	구룡천 합류전~신월천 합류전	No.146+44~No.155+127	1/368
	신월천 합류전~삼인교 지점	No.155+127~No.163+00	1/417

〔출처〕 달천 하천기본계획(변경)(괴산군, 2015)

(나) 하천의 횡단형

본 과업에서는 달천에 대한 횡단형의 특성을 파악하기 위해 달천 하천기본계획 보고서(괴산군, 2015)를 수집하여 분석하였다. 분석된 결과는 〈표 2.6-29〉와 같으며, 횡단형은 대부분 단단면과 복단면의 특성을 나타내었다. 본 과업에서는 분석된 결과를 토대로 현장조사를 수행하였다. 달천 하도구간은 〈그림 2.6-46〉에 나타나 있는 바와 같이 대부분 유로가 산지 하천의 특성을 보였다. 상류부는 하천변 양안으로 농경지가 위치하였으며, 중·하류부는 산지 및 농경지가 번갈아 가면서 위치하였다. 또한 산지에 접하지 않은 구간은 하천을 따라 도로가 설치되어 있거나 협소한 농경지로 활용되었다.

<표 2.6-29> 10041(괴산댐유역) 하도구간 횡단면형

하천	구간	횡단형	비 고
달천	No.98+000~No.110+080	편복단면	제내지 측은 도로, 주거지와 농경지 및 산지로 구성
	No.110+080~No.120+064	복단면	제내지 측은 도로, 주거지와 농경지 및 산지로 구성
	No.120+064~No.130+100	단단면	좌안으로 산지에 접해 있으며, 우안으로 농경지가 분포
	No.130+100~No.140+100	편복단면	좌안으로 농경지, 산지에 접해 있으며, 우안으로 산지가 분포
	No.140+100~No.150+122	단단면	좌안으로 도로가 위치하고 있으며, 우안으로 농경지가 위치해 있음

〔출처〕 달천 하천기본계획(변경)(괴산군, 2015)


〈No. 98+000～No. 110+080〉


〈No. 110+080～No. 120+064〉


〈No. 120+064～No. 130+100〉


〈No. 140+100～No. 150+122〉

<그림 2.6-47> 10041(괴산댐유역) 하도구간 횡단형

(3) 조도계수조사

본 과업에서는 달천 하도구간에 대한 조도계수의 특성을 파악하기 위해 달천 하천기본계획 보고서(괴산군, 2015)를 수집하여 분석하였다. 달천 하천기본계획 보고서(괴산군, 2015)에는 조도계수의 특성이 측선별로 수록되어 있다. 본 과업에서는 달천 하천기본계획 보고서(괴산군, 2015)를 통해 사전에 조도계수의 특성을 확인하고 현장조사를 수행하여 그 특성을 확인하였다.

<표 2.6-30> 10041(괴산댐유역) 하도구간 조도계수

구분	연도	조도계수	구분	연도	조도계수
기수립	2015년	0.035	기수립	2015년	0.033
					
〈No. 100+060～No. 110+080〉			〈No. 110+080～No. 120+064〉		

〔출처〕 달천 하천기본계획(변경)(괴산군, 2015), 하도형상 및 하상재료에 의한 추정

<표 2.6-30> 10041(괴산댐유역) 하도구간 조도계수(계속)

구분	연도	조도계수	구분	연도	조도계수
기수립	2015년	0.033	기수립	2015년	0.033
					
〈No.120+064~No.130+100〉			〈No.130+100~No.140+100〉		
구분	연도	조도계수	구분	연도	조도계수
기수립	2015년	0.033	기수립	2015년	0.033
					
〈No.140+100~No.150+122〉			〈No.150+122~No.163+012〉		

〔출처〕 달천 하천기본계획(변경)(괴산군, 2015), 하도형상 및 하상재료에 의한 추정

(4) 도달시간조사

본 과업에서는 달천에 대한 도달시간의 특성을 파악하기 위해 달천 하천기본계획 보고서(괴산군, 2015)를 수집하여 분석하였다. 달천 하천기본계획 보고서(괴산군, 2015)에는 도달시간의 특성이 소유역별로 수록되어 있다. 달천 하천기본계획 보고서(괴산군, 2015)에 기술된 도달시간은 Kirpich, Rziha, Kraven Ⅰ, KravenⅡ 공식 등으로 도달시간을 산정한 후 여기에 유속을 고려하여 소유역별로 산정된 값이다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-31〉에 수록하였다.

<표 2.6-31> 10041(괴산댐유역) 하도구간 소유역별 도달시간

하천	산정지점	유로연장(㎞)	경사	도달시간(hr)				
				Kirpich	Rziha	Kraven Ⅰ	Kraven Ⅱ	연속형 Kraven
달천	화양천합류전	63.82	0.0012	0.43	0.36	1.19	2.10	1.57
	압항천합류후	61.00	0.0096	1.36	1.23	3.42	3.00	3.34
	압항천합류전	61.00	0.0014	0.54	0.39	1.28	2.10	1.58
	구룡천합류후	52.79	0.0118	1.37	1.39	3.81	3.50	3.58
	구룡천합류전	52.79	0.0016	0.45	0.42	1.36	2.10	1.58
	신월천합류후	50.88	0.0110	1.43	1.33	3.68	3.50	3.51
	신월천합류전	50.88	0.0013	0.61	0.37	1.21	2.10	1.77
	감천합류후	35.36	0.0058	1.00	0.67	2.04	2.10	1.77
	감천합류전	35.36	0.0028	1.01	0.58	1.80	2.10	1.67

〔출처〕 달천 하천기본계획(변경)(괴산군, 2015)

5) 10050(달천합류점)

단위유역 10050(달천합류점)은 유역면적이 524.42㎢에 이르며, 단위유역 내에 한강, 하포천, 영덕천 등이 자리잡고 있다. 본 단위유역 내의 하천 중 한강만 유역특성조사망에 포함되어 있다. 본 과업에서는 한강을 대상으로 35.60㎞에 이르는 하도구간에서 현장조사를 수행하였다.

가) 하상재료조사

본 과업에서는 한강을 대상으로 〈그림 2.6-47〉과 같이 약 3㎞~4㎞ 간격의 하상재료조사를 계획하였다. 본 하천에서 하상재료조사가 수행 된 지점은 총 11개소이며, 이는 시료를 직접 채취한 지점 10개소(18개 측점), 표층조사 수행 지점 6개소(7개 측점)로 구분된다. 하상재료 채취는 단면의 좌·우안 및 유심부를 대상으로 수행하려 하였으나, 수심이 깊어 도섭이 어려운 유심부 등에서는 하상재료를 채취하지 못하였다. 표층조사는 입경이 굵은 자갈이나 호박돌 등으로 구성되어 있는 6개소(7개 측점)에서 수행하였다.



<그림 2.6-48> 10050(달천합류점) 하도구간 하상재료조사 계획



<그림 2.6-49> 10050(달천합류점) 하도구간 경관 및 하상재료 채취 장면



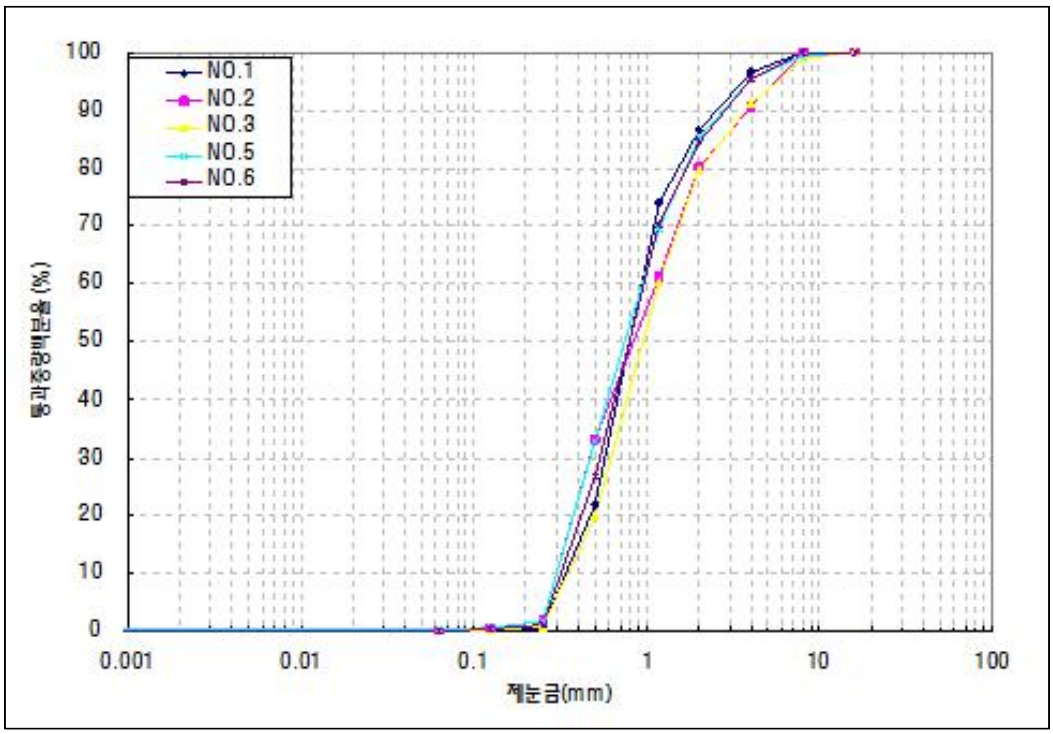
〈달천합류점 시점(하류)〉 〈시점으로부터 34.7㎞(상류)〉

<그림 2.6-50> 10050(달천합류점) 하도구간 표층 전경

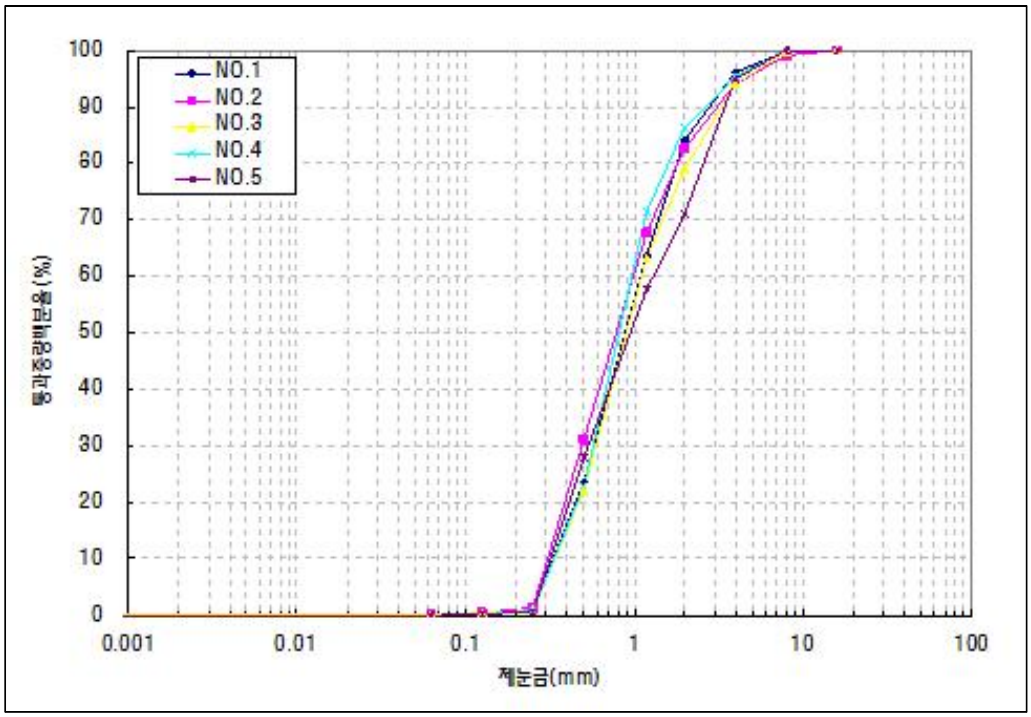
(1) 입도분석시험

본 과업에서는 현장에서 직접 채취한 시료를 시료분석실에서 한국공업규격(KS F 2502-92)에 따라 입도분포 시험을 수행하였다. 입도분석 결과는 〈그림 2.6-50〉, 〈그림 2.6-51〉, 〈표 2.6-32〉에 수록하였다. 〈표 2.6-32〉에서 알 수 있는 바와 같이 실트의 성분은 적고, 대부분 자갈과 모래의 특성을 보였다.

〈그림 2.6-50〉, 〈그림 2.6-51〉에서 알 수 있는 바와 같이 입경 0.1㎜~1.0㎜ 구간의 기울기가 상당히 급하다. 입경가적곡선에서 기울기가 급한 구간은 그 구성 성분이 차지하는 비율이 많음을 의미하기 때문에 이의 특성은 입경가적곡선을 통해서도 확인할 수 있다.



<그림 2.6-51> 10050(달천합류점) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(좌안)



<그림 2.6-52> 10050(달천합류점) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(우안)

<표 2.6-32> 10050(달천합류점) 하도구간 하상재료 성분비 및 입도특성

하천	지점	위치 (km)	성분비(%)			유효경 D10 (mm)	D16 (mm)	D30 (mm)	D35 (mm)	D50 (mm)	D65 (mm)	D84 (mm)	Dm (mm)	표준편차 (mm)	균등계수 (Cu)	곡률계수 (C_g)
			자갈	모래	실트											
한강	No.1(좌안)	0.0	13.6	86.2	0.3	0.4	0.4	0.6	0.8	1.0	1.7	2.3	0.8	0.7	2.6	1.0
	No.1(우안)	0.0	15.9	83.8	0.3	0.4	0.4	0.6	0.9	1.3	2.0	2.7	0.9	0.9	3.6	0.9
	No.2(좌안)	2.6	19.8	79.8	0.5	0.3	0.4	0.5	0.8	1.3	2.4	3.9	0.8	1.3	4.2	0.6
	No.2(우안)	2.6	17.4	82.2	0.4	0.3	0.4	0.5	0.8	1.1	2.2	3.0	0.8	1.0	3.5	0.9
	No.3(좌안)	5.8	20.4	79.3	0.3	0.4	0.4	0.7	0.9	1.3	2.6	3.8	0.9	1.3	3.4	1.0
	No.3(우안)	5.8	21.0	78.4	0.5	0.4	0.4	0.7	0.9	1.3	2.5	3.1	0.9	1.1	3.5	0.9
	No.4(우안)	8.8	13.8	85.9	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.1	1.9	2.7	0.8	0.9	3.0	0.9
	No.5(좌안)	11.6	14.8	84.4	0.8	0.3	0.4	0.5	0.7	1.1	1.9	2.7	0.7	0.9	3.7	0.8
	No.5(우안)	11.6	29.1	70.6	0.3	0.3	0.4	0.6	0.9	1.7	2.9	3.3	0.9	1.2	5.2	0.6
	No.6(좌안)	15.0	15.5	84.1	0.4	0.3	0.4	0.6	0.8	1.1	2.0	2.8	0.8	0.9	3.3	1.0
	No.6(우안)	15.0	20.1	79.2	0.7	0.2	0.3	0.4	0.6	6.2	10.8	12.2	0.6	5.3	28.2	0.1
	No.7(좌안)	17.5	15.4	83.9	0.7	0.4	0.5	0.6	0.7	1.2	1.9	2.7	0.7	0.9	3.2	0.8
	No.8(좌안)	20.2	12.9	86.5	0.6	0.3	0.4	0.5	0.7	1.0	1.8	2.3	0.7	0.8	3.3	0.8
	No.8(우안)	20.2	12.1	87.6	0.3	0.3	0.4	0.5	0.8	1.3	1.7	2.2	0.8	0.7	4.1	0.7
	No.9(좌안)	23.7	16.9	82.4	0.7	0.4	0.5	0.6	0.8	1.1	2.1	3.2	0.8	1.0	2.9	0.9
	No.10(좌안)	26.2	23.6	75.9	0.5	0.4	0.4	0.8	1.3	1.6	3.9	5.0	1.3	1.8	4.4	1.1
	No.10(우안)	26.2	14.6	84.7	0.6	0.4	0.4	0.6	0.8	1.2	1.9	2.7	0.8	0.9	3.4	0.9
	No.13(우안)	34.7	17.5	82.3	0.2	0.3	0.4	0.6	0.9	1.3	2.1	2.8	0.9	0.9	3.8	0.9

(2) 비중시험

본 조사지점에서 채취한 하상재료에 대하여 한국공업규격(KS F 2308)에 따라 비중시험을 수행하여 그 결과를 〈표 2.6-33〉에 나타내었다.

<표 2.6-33> 10050(달천합류점) 비중시험 결과

하천	지점	위치(㎞)	비중
한강	No.1(좌안)	0.0	2.65
	No.1(우안)	0.0	2.65
	No.2(좌안)	2.6	2.64
	No.2(우안)	2.6	2.65
	No.3(좌안)	5.8	2.65
	No.3(우안)	5.8	2.63
	No.4(우안)	8.8	2.64
	No.5(좌안)	11.6	2.63
	No.5(우안)	11.6	2.65
	No.6(좌안)	15.0	2.65
	No.6(우안)	15.0	2.66
	No.7(좌안)	17.5	2.66
	No.8(좌안)	20.2	2.65
	No.8(우안)	20.2	2.66
	No.9(좌안)	23.7	2.64
	No.10(좌안)	26.2	2.67
	No.10(우안)	26.2	2.66
	No.13(우안)	34.7	2.64

(3) 표층조사

본 과업에서는 입경이 상당히 커서 시료 채취 및 이동이 어려운 경우에는 현장에서 표층조사를 수행하였다. 표층조사는 선 격자 방식으로 수행하였으며, 현장에서 선 격자 점 바로 아래에 놓인 하상재료를 대상으로 장축과 중축의 길이를 직접 측정하였다. 〈표 2.6-34〉는 10050(달천합류점) 하도구간 내의 표층조사 결과를 나타낸다.

<표 2.6-34> 10050(달천합류점) 하도구간 표층조사 결과

하천	지점	위치(km)	최소(mm)	최대(mm)	평균(mm)	비고
한강	No.2(좌안)	2.6	10	320	100	시점
	No.2(우안)	2.6	10	230	48	
	No.4(우안)	8.8	10	150	55	
	No.5(좌안)	11.6	20	300	90	
	No.7(좌안)	17.5	10	250	63	
	No.9(좌안)	23.7	10	250	66	
	No.13(좌안)	34.7	10	180	47	종점

나) 하도특성조사

본 과업에서는 하천수변조사도(RCS)를 작성할 목적으로 한강 단위유역(10050)에 위치하고 있는 한강 하도구간을 대상으로 여울과 소, 사주, 수제, 저수로와 고수부지의 특성을 조사하였다.

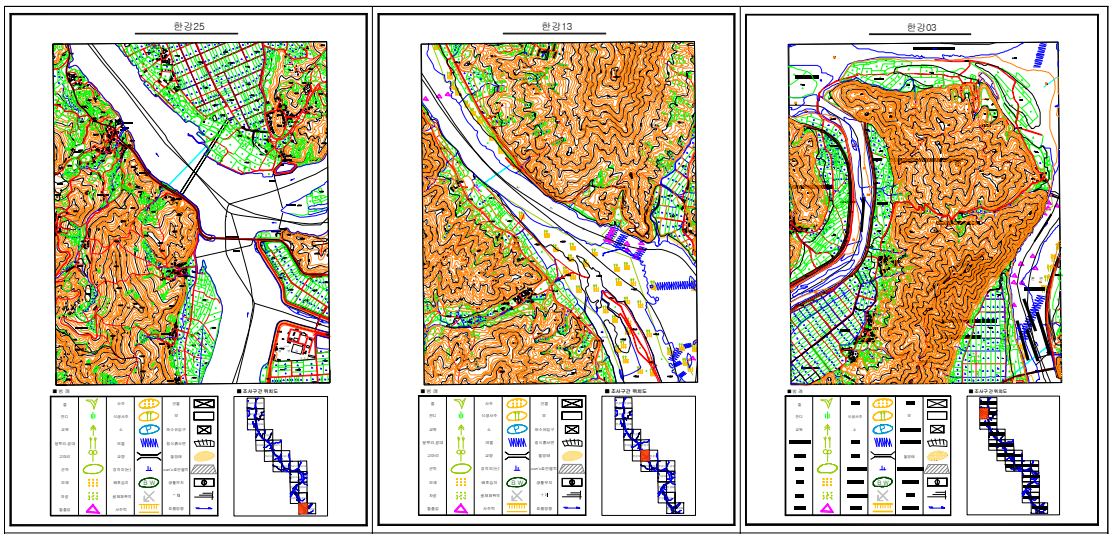
상류부의 경우(충주 조정지 댐 상류)는 여울 및 소 등은 보이지 않았으며, 하중도는 1개소 정도 존재하였다. 충주조정지 댐 하류의 경우 다수의 여울 및 소 등이 존재하였으며, 하중도 등이 보였다. 하도와 저수로 상·하류 방향 모두 강하게 휜 사행을 보였다. 고수부지에는 콘크리트 호안 보호공 및 돌쌓기 호안 보호공으로 되어 있었다. 중류부는 여우섬, 능암리섬, 비내섬 등 주요 사주에 여울 빈번히 나타나며 암반으로 형성된 하중도와 사주도 존재하였다. 하도 및 저수로는 앙성천 합류점을 제외하고 상·하류 방향 모두 가볍게 휜 형상을 보였다. 호고수호안과 저수호안은 자연하천으로 되어 있었고 식생은 활발하였다. 좌안의 경우 대부분 산지 및 농지로 되어 있었고 양안은 포장도로로 형성되어 있었다. 하류부의 경우 남한강 대교 인근에서 여울 및 소가 다수 존재하였고, 사주와 하중도 역시 존재하였다. 고수호안은 식생이 존재하는 돌망태 및 돌쌓기 보호공으로 되어 있었고, 저수호안은 자연호안(식생 활발)의 특성을 보였다.

본 과업에서는 한강 하도구간에서 확보한 사진 영상을 상류, 중류, 하류부로 구분하여 〈그림 2.6-52〉에 나타내었다. 본 과업에서는 현장에서 조사된 여울과 소 등과 같은 하도특성을 수치지형도(CAD)에 정해진 기호들로 표시하여 하천수변조사도(RCS)를 작성하였다. 〈그림 2.6-53〉은 한강 하도구간에서 작성된 하천수변조사도(RCS)로서 하도특성이 다수의 기호들로 나타나 있다.



〈달천합류점 상류〉	〈달천합류점 중류〉	〈달천합류점 하류〉

<그림 2.6-53> 10050(달천합류점) 하도구간 전경



〈달천합류점 상류〉	〈달천합류점 중류〉	〈달천합류점 하류〉

<그림 2.6-54> 10050(달천합류점) 하도구간 RCS 지도

다) 하도 현황조사

(1) 평면 및 사행특성조사

본 과업에서는 한강에 대한 평면 및 사행 특성을 파악하기 위해 남한강 하천기본계획(보완) 보고서(국토해양부, 2009)를 수집하여 그 특성을 분석하였다. 수집된 결과는 그대로 〈표 2.6-35〉에 수록하였다. 본 과업에서는 수집된 결과와 위성영상자료를 토대로 사행구간에 대해 현장조사를 수행하여 사진정보를 획득하였다. 획득된 사진정보는 〈그림 2.6-54〉와 같다.

<표 2.6-35> 10050(달천합류점) 하도구간 평면특성

하천	구간(No)	곡률반경(m)
한강	No. 153+125~No. 154+426	400
	No. 212+20~No. 215+380	1,500
	No. 224+00~No. 228+180	1,200
	No. 239+00~No. 248+170	1,500

〔출처〕 남한강 하천기본계획(보완)(국토해양부, 2009)



<No.153+125~No.154+426>



<No.212+20~No.215+380>



<No.224+00~No.228+180>



<No.239+00~No.248+170>

<그림 2.6-55> 10050(달천합류점) 하도구간 평면특성

(2) 종·횡단특성조사

(가) 종단 특성

하천은 일반적으로 상류에서 하류로 감에 따라 그 기울기가 완만해 진다. 하천의 경사는 두 지점의 하상고 차에 대한 거리에 대한 비율로서 하천경사 혹은 하상경사로 정의된다. 하상경사는 해당 단면의 표고를 어떻게 산정하느냐에 따라 그 특성이 상이해진다. 해당 단면에서 가장 낮은 지점의 표고(최심하상고)를 연결하여 경사를 산정하면 최심하상경사가 되고, 해당 단면의 여러 표고들에 대한 평균을 연결하면 평균하상경사가 된다.

본 과업에서는 한강에 대한 하상경사의 특성을 파악하기 위해 남한강 하천기본계획(보완) 보고서(국토해양부, 2009)를 수집하여 분석하였다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-36〉에 수록하였다.

<표 2.6-36> 10050(달천합류점) 하도구간 하상경사

하천	구간	연장 (m)	하상경사(%)	
			'92	금회
한강	섬강합류점~달천합류점	-	0.062	0.049

〔기수립〕 한강수계치수기본계획(하천정비기본계획)(건설교통부, 1992)
〔출처〕 남한강 하천기본계획(보완)(국토해양부, 2009)

(나) 하천의 횡단형

본 과업에서는 한강에 대한 횡단형의 특성을 파악하기 위해 남한강 하천기본계획(보완) 보고서(국토해양부, 2009)를 수집하여 분석하였다. 분석된 결과는 〈표 2.6-37〉과 같으며, 횡단형은 대부분 단단면형의 특성을 나타내었다. 본 과업에서는 분석된 결과를 토대로 현장조사를 수행하여 〈그림 2.6-55〉와 같은 사진정보를 획득하였다.

<표 2.6-37> 10050(달천합류점) 하도구간 횡단형

하천	구간	횡단형	비 고
한강	No.154~No.159	단단면	좌안 산지, 우안 제방형태의 단단면
	No.160~No.168	단단면	좌안 제방, 우안 산지형태의 단단면
	No.169~No.177	단단면	산지형태의 단단면, 일부구간 제방형성
	No.178~No.180	섬 형성	섬 형성
	No.181~No.191	단단면	산지형태의 단단면, 일부구간 제방형성
	No.192~No.195	섬 형성	섬 형성
	No.196~No.200	단단면	좌안 산지, 우안 제방형태의 단단면
	No.201~No.208	단단면	좌안 제방, 우안 산지형태의 단단면
	No.209~No.210	섬 형성	섬 형성
	No.211~No.214	단단면	좌안 제방, 우안 산지형태의 단단면
	No.214~No.216	섬 형성	섬 형성

〔출처〕 남한강 하천기본계획(보완)(국토해양부, 2009)


<No.154~No.159>


<No.169~No.177>


<No.192~No.195>


<No.196~No.200>


<No.209~No.210>


<No.214~No.216>

<그림 2.6-56> 10050(달천합류점) 하도구간 횡단형

(3) 조도계수조사

본 과업에서는 한강 하도구간에 대한 조도계수의 특성을 파악하기 위해 남한강 하천기본계획(보완) 보고서(국토해양부, 2009)를 수집하여 분석하였다. 남한강 하천기본계획(보완) 보고서(국토해양부, 2009)에는 조도계수 값이 수록되어 있다. 조도계수는 0.031의 값을 가졌으며, 이는 섬강합류점~목계수위표 구간에 해당된다. 본 과업에서는 남한강 하천기본계획(보완) 보고서(국토해양부, 2009)를 통해 사전에 조도계수의 특성을 확인하고 현장조사를 수행하였다. 〈표 2.6-38〉은 주요 하도구간에 대한 사진영상으로서, 조도계수에 미치는 요소(입경이 큰 하상재료와 식생)들의 특성이 나타나 있다.

<표 2.6-38> 10050(달천합류점) 하도구간 조도계수

구분	연도	조도계수
기수립	1992년	0.031
	2009년	0.033



〈No.157+000~No.212+050〉

〔출처〕 남한강 하천기본계획(보완)(국토해양부, 2009), 하상재료를 이용한 경험공식에 의한 추정

(4) 도달시간조사

본 과업에서는 한강에 대한 도달시간의 특성을 파악하기 위해 남한강 하천기본계획(보완) 보고서(국토해양부, 2009)를 수집하여 분석하였다. 남한강 하천기본계획(보완) 보고서(국토해양부, 2009)에는 도달시간의 특성이 소유역별로 수록되어 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-39〉에 수록하였다. 〈표 2.6-39〉의 도달시간은 KravenⅡ 공식으로 산정된 결과이다.

<표 2.6-39> 10050(달천합류점) 하도구간 소유역별 도달시간 산정

하천	산정지점	소유역면적 (㎢)	유로연장 (㎞)	저류상수 K(hr)	도달시간(hr)
					Kraven Ⅱ
한강	달천 합류전	45.38	14.04	1.33	1.44
	양성천 합류후	324.57	17.28	1.16	1.61
	섬강 합류전	197.88	19.31	1.41	1.82

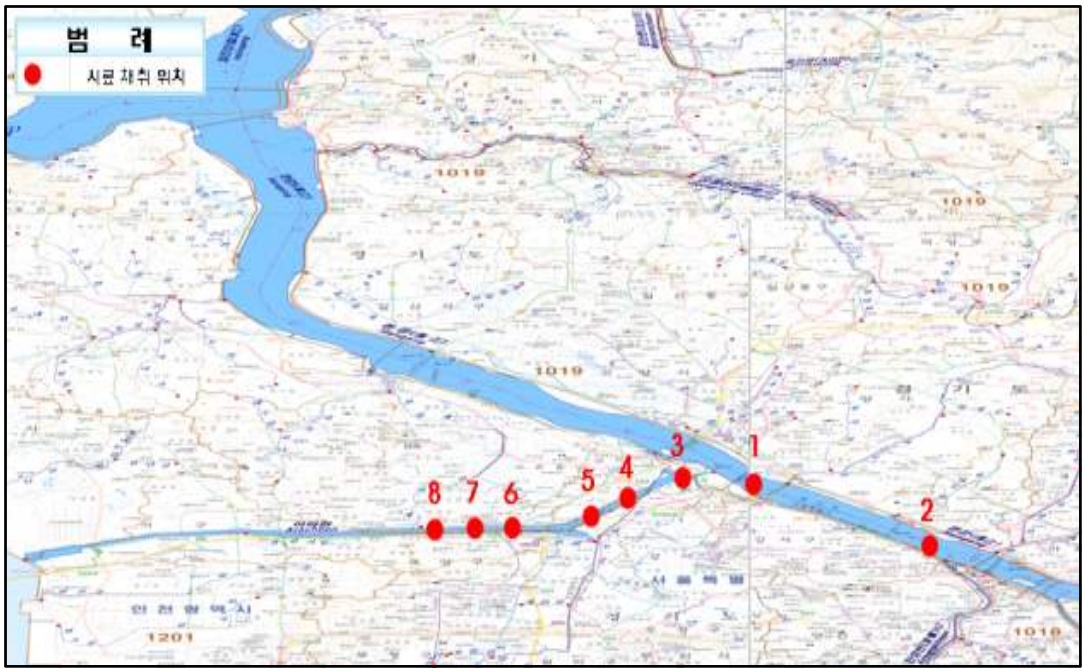
〔출처〕 남한강 하천기본계획(보완)(국토해양부, 2009)

6) 10191(안양천합류후)(1)

단위유역 10191(안양천합류후)은 유역면적이 586.96㎢에 이르며, 단위유역 내에 한강, 아라천, 굴포천 등 여러 하천이 위치하고 있다. 본 단위유역 내의 하천 중 한강과 아라천이 유역특성조사망에 포함되어 있다. 이에 따라 본 과업에서는 한강 35.60㎞, 아라천 19.30㎞에 이르는 하도구간에서 현장조사를 수행하였다. 본 단위유역(10191)에 조사대상 하천이 2개인 관계로 단위유역 1(한강)과 단위유역 2(아라천)로 구분하였다. 한강 하도구간에 대한 유역특성조사 결과를 먼저 기술하면 아래와 같다.

가) 하상재료조사

본 과업에서는 〈그림 2.6-56〉과 같이 한강 2개소, 아라천 6개소에서 하상재료조사를 계획하였다. 한강 하도구간에서 하상재료조사가 수행 된 지점은 2개소이며 표층조사는 수행하지 못하였다. 하상재료 채취는 단면의 좌·우안 및 유심부를 대상으로 수행하였으나, 수심이 깊어 도섭이 어려운 유심부 등에서는 하상재료를 채취하지 못하였다. 10191(안양천합류후) 하도구간에는 군사 작전지역(행주대교~임진강 합류점)이 포함되어 있어 민간인 출입통제와 무단 사진촬영이 금지되어 있다. 이에 따라 본 과업에서는 행주대교~임진강 합류점까지의 구간은 현장조사를 수행하지 못하였다.



<그림 2.6-57> 10191(안양천합류후)_한강 하도구간 하상재료 채취 계획



<그림 2.6-58> 10191(안양천합류후)_한강 하도구간 경관 및 하상재료 채취 장면

(1) 입도분석시험

본 과업에서는 현장에서 직접 채취한 시료를 시료분석실에서 한국공업규격(KS F 2502-92)에 따라 입도분포 시험을 수행하였다. 입도분석 결과는 〈표 2.6-40〉에 수록하였다. 〈표 2.6-40〉에서 알 수 있는 바와 같이 실트 성분은 적고, 대부분 자갈과 모래의 특성을 보였다. 하상토의 평균 성분비는 자갈 64.9%, 모래 30.0%, 실트 5.1%를 나타내었다.

<표 2.6-40> 10191(안양천합류후)_한강 하도구간 하상재료 성분비 및 입도특성

하천	지점	위치 (㎞)	성분비(%)			유효경 D10 (㎜)	D16 (㎜)	D30 (㎜)	D35 (㎜)	D50 (㎜)	D65 (㎜)	D84 (㎜)	Dm (㎜)	표준편차 (㎜)	균등계수 (Cu)	곡률계수 (C_g)
			자갈	모래	실트											
한강	No.10(우안)	30.3	62.8	27.4	9.8	0.1	0.3	1.8	3.3	4.8	5.9	6.7	3.3	2.6	48.0	6.8
	No.11(우안)	34.3	67.0	32.6	0.5	0.5	0.7	2.2	3.5	4.8	5.9	6.8	3.5	2.5	9.6	2.0

(2) 비중시험

본 조사지점에서 채취한 하상재료에 대하여 한국공업규격(KS F 2308)에 따라 비중시험을 수행하여 그 결과를 〈표 2.6-41〉에 나타내었다.

<표 2.6-41> 10191(안양천합류후)_한강 하도구간 비중시험 결과

하천	지점	위치(㎞)	비중
한강	No.10(우안)	30.3	2.66
	No.11(우안)	34.3	2.64

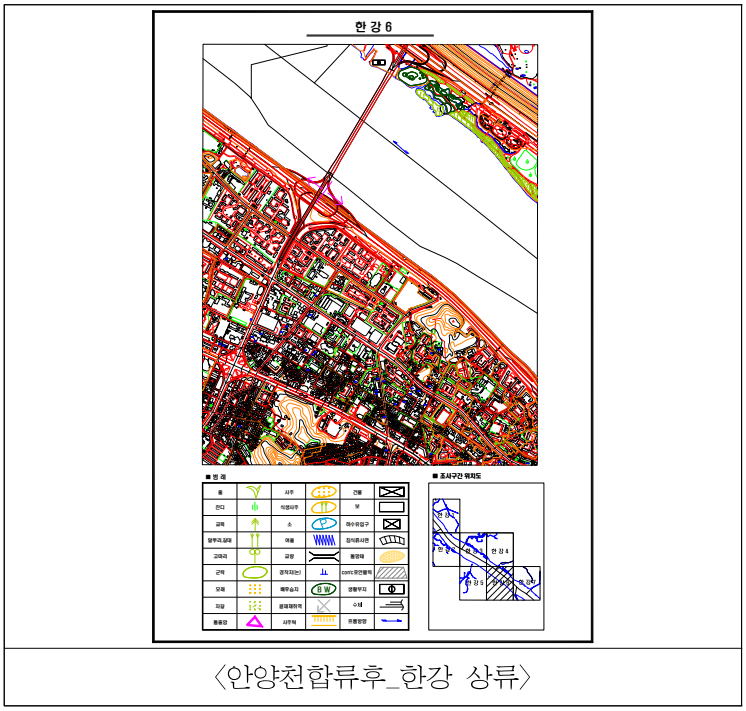
나) 하도특성조사

본 과업에서는 하천수변조사도(RCS)를 작성할 목적으로 단위유역(10191)에 위치하고 있는 한강 하도구간을 대상으로 여울과 소, 사주, 수제, 저수로와 고수부지의 특성을 조사하였다. 상류부는 하천정비가 이루어진 도심하천으로 고수부지에는 자전거 도로가 연결되어 있고 생태공원 및 한강시민공원으로 활용되었다. 중류와 하류부는 군사제한구역으로 민간인 출입이 제한되어 있어 자연하천의 특성을 나타내었다. 본 과업에서는 한강 하도구간에서 확보한 사진 영상을 〈그림 2.6-58〉에 나타내었다. 또한 본 과업에서는 현장에서 조사된 여울과 소 등과 같은 하도특성을 수치지형도(CAD)에 정해진 기호들로 표시하여 하천수변조사도(RCS)를 작성하였다. 〈그림 2.6-59〉는 한강 하도구간에서 작성된 하천수변조사도(RCS)로서 하도특성이 다수의 기호들로 나타나 있다.



〈안양천합류후_한강 상류〉

<그림 2.6-59> 10191(안양천합류후)_한강 하도구간 전경



〈안양천합류후_한강 상류〉

<그림 2.6-60> 10191(안양천합류후)_한강 하도구간 RCS 지도

다) 하도 현황조사

(1) 평면 및 사행특성조사

본 과업에서는 한강에 대한 평면 및 사행 특성을 파악하기 위해 한강수계 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)를 수집하여 그 특성을 분석하였다. 수집된 결과는 그대로 〈표 2.6-42〉에 수록하였다.

<표 2.6-42> 10191(안양천합류후)_한강 하도구간 평면특성

하천	구간(No)	곡률반경(m)
한강	No.17+000~No.21+000	1,500

〔출처〕 한강수계 하천정비기본계획(변경)(건설교통부, 2002)

(2) 종·횡단특성조사

(가) 종단 특성

하천은 일반적으로 상류에서 하류로 감에 따라 그 기울기가 완만해 진다. 하천의 경사는 두 지점의 하상고 차에 대한 거리에 대한 비율로서 하천경사 혹은 하상경사로 정의된다. 하상경사는 해당 단면의 표고를 어떻게 산정하느냐에 따라 그 특성이 상이해진다. 해당 단면에서 가장 낮은 지점의 표고(최심하상고)를 연결하여 경사를 산정하면 최심하상경사가 되고, 해당 단면의 여러 표고들에 대한 평균을 연결하면 평균하상경사가 된다. 본 과업에서는 한강에 대한 하상경사의 특성을 파악하기 위해 한강수계 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)를 수집하여 분석하였다. 한강수계 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)에는 하상경사가 측선 구간별로 구분되어 제시되어 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-43〉에 수록하였다.

<표 2.6-43> 10191(안양천합류후)_한강 하도구간 주요지점별 하상경사

하천	구간	하상경사
한강	공릉천합류점~신곡수중보 (No.0+000~No.51+080)	0.000222
	신곡수중보~잠실수중보 (No.51+080~No.119+469)	0.000016

〔출처〕 한강수계 하천정비기본계획(변경)(건설교통부, 2002)

(나) 하천의 횡단형

본 과업에서는 한강에 대한 횡단형의 특성을 파악하기 위해 한강수계 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)를 수집하여 분석하였다. 분석된 결과는 〈표 2.6-44〉와 같으며, 횡단형은 단단면형과 복단면형을 보였다. 본 과업에서는 분석된 결과를 토대로 현장조사를 수행하였다. 한강 하도구간의 횡단 특성은 〈그림 2.6-60〉에서 확인할 수 있다.

<표 2.6-44> 10191(안양천합류후)_한강 하도구간 구간별 횡단형

하천	구간	횡단형	비 고
한강	No. 0+000～No. 7+000	단단면	제형단면
	No. 7+000～No. 19+000	복단면	제형단면
	No. 19+000～No. 40+000	단단면	제형단면
	No. 40+000～No. 44+000	단단면	포물선형단면
	No. 44+000～No. 50+294	단단면	제형단면
	No. 50+294～No. 51+279	섬 형성	모래퇴적으로 섬 형성
	No. 51+279～No. 58+057	복단면	제형단면
	No. 58+057～No. 63+000	복단면	제형단면
	No. 63+000～No. 78+000	복단면	제형단면

〔출처〕 한강수계 하천정비기본계획(변경)(2002, 건설교통부)



〈No. 44+000～No. 50+294〉



〈No. 51+279～No. 58+057〉



〈No. 58+057～No. 63+000〉



〈No. 63+000～No. 78+000〉

<그림 2.6-61> 10191(안양천합류후)_한강 하도구간 횡단형

(3) 조도계수조사

본 과업에서는 한강 하도구간에 대한 조도계수의 특성을 파악하기 위해 한강수계 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)를 수집하여 분석하였다. 한강수계 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)에는 조도계수의 특성이 측선 구간별로 수록되어 있다. 본 과업에서는 한강수계 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)를 통해 사전에 조도계수의 특성을 확인하고 현장조사를 수행하였다. 〈표 2.6-45〉는 한강 하도구간에 대한 사진영상으로서, 조도계수에 미치는 요소(입경이 큰 하상재료와 식생)들의 특성이 나타나 있다.

<표 2.6-45> 10191(안양천합류후)_한강 하도구간 조도계수

구분	연도	조도계수	구분	연도	조도계수
기수립	1992년	0.020	기수립	1992년	0.030
	2002년	0.016~0.022		2002년	0.025~0.033
					
〈No.0+000~No.50+000〉			〈No.50+000~No.170+273〉		

〔출처〕 서울시 관내하천 치수종합대책수립(1992, 서울시)
〔출처〕 한강수계 하천정비기본계획(변경)(2002, 건설교통부), 하도상태에 따른 추정

(4) 도달시간조사

본 과업에서는 한강 하도구간에 대한 도달시간의 특성을 파악하기 위해 한강수계 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)를 수집하여 분석하였다. 한강수계 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)에는 도달시간의 특성이 수록되어 있다. 한강수계 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)는 국내에서 널리 이용되고 있는 Kirpich, Rziha, Kraven Ⅰ, KravenⅡ 공식으로 도달시간을 산정한 후 여기에 유속을 고려하여 도달시간을 산정하였다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-46〉에 수록하였다. 〈표 2.6-46〉의 도달시간은 KravenⅡ 공식으로 산정된 결과이다.

<표 2.6-46> 10191(안양천합류후)_한강 하도구간 도달시간

하천	산정지점	소유역 면적 (㎢)	유로 연장 (㎞)	도달시간(hr)				
				Kirpich	Rziha	Kraven Ⅰ	Kraven Ⅱ	채택
한강	한강 본류 (임진강 합류전)	2,340.4	82.1	48.5	167.44	43.97	10.86	10.86

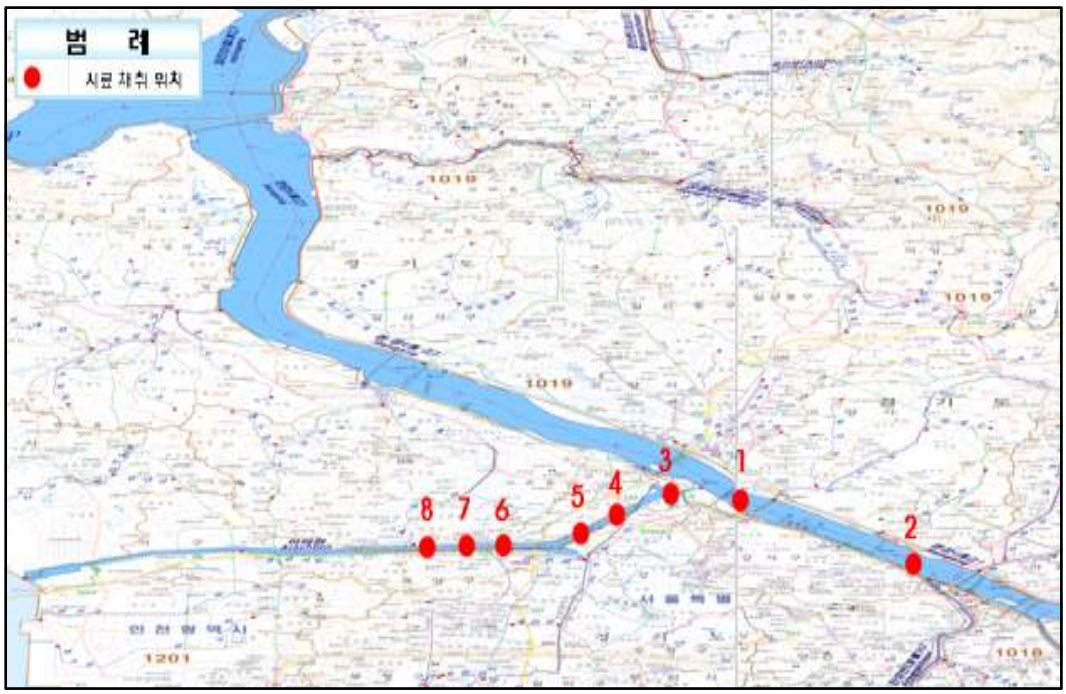
〔출처〕 한강수계 하천정비기본계획(변경)(건설교통부, 2002)

7) 10191(안양천합류후) (2)

단위유역 10191(안양천합류후)은 유역면적이 586.96㎢에 이르며, 단위유역 내에 한강, 아라천, 굴포천 등 여러 하천이 위치하고 있다. 본 단위유역 내의 하천 중 한강과 아라천이 유역특성조사망에 포함되어 있다. 이에 따라 본 과업에서는 한강 35.60㎞, 아라천 19.30㎞에 이르는 하도구간에서 현장조사를 수행하였다. 본 단위유역(10191)에 조사대상 하천이 2개인 관계로 단위유역 1(한강)과 단위유역 2(아라천)로 구분하였다. 아라천 하도구간에 대한 유역특성조사 결과는 아래와 같다.

가) 하상재료조사

본 과업에서는 〈그림 2.6-61〉과 같이 약 3㎞~4㎞ 간격의 하상재료조사를 계획하였다. 그러나 하도구간 좌·우안 모두에 옹벽 및 자전거도로로 이루어져 있어 하상재료조사를 수행하지 못하였다. 유심부 또한 대부분 수심이 깊어 도섭이 어려워 하상재료를 채취하지 못하였다. 본 하도구간에서는 향후 선박을 이용한 방식으로 하상재료조사가 수행되어야 할 것으로 판단된다.



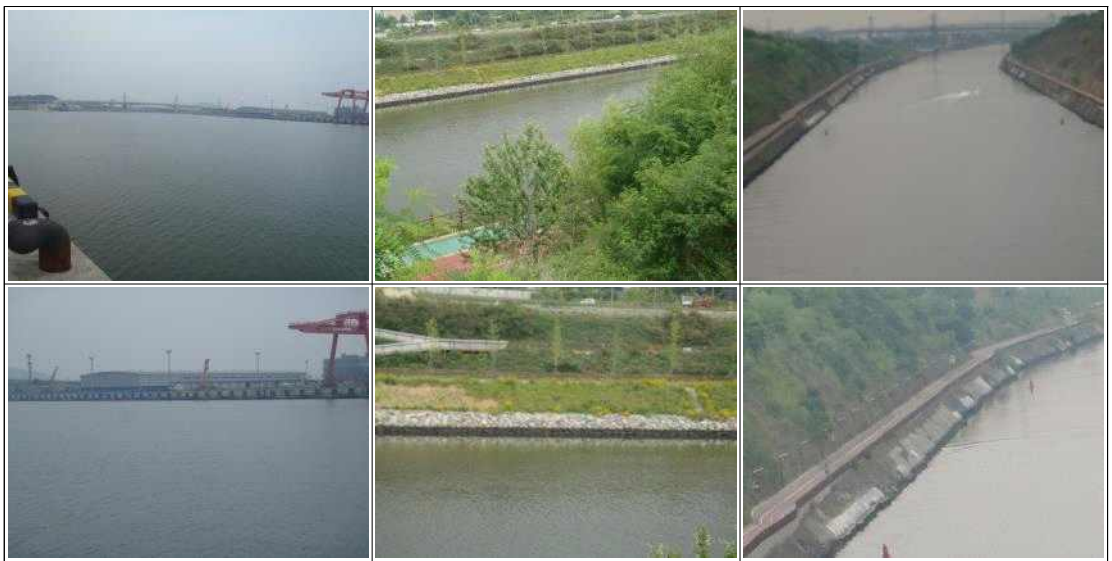
<그림 2.6-62> 10191(안양천합류후)_아라천 하도구간 하상재료 채취 계획



<그림 2.6-63> 10191(안양천합류후)_아라천 하도구간 경관

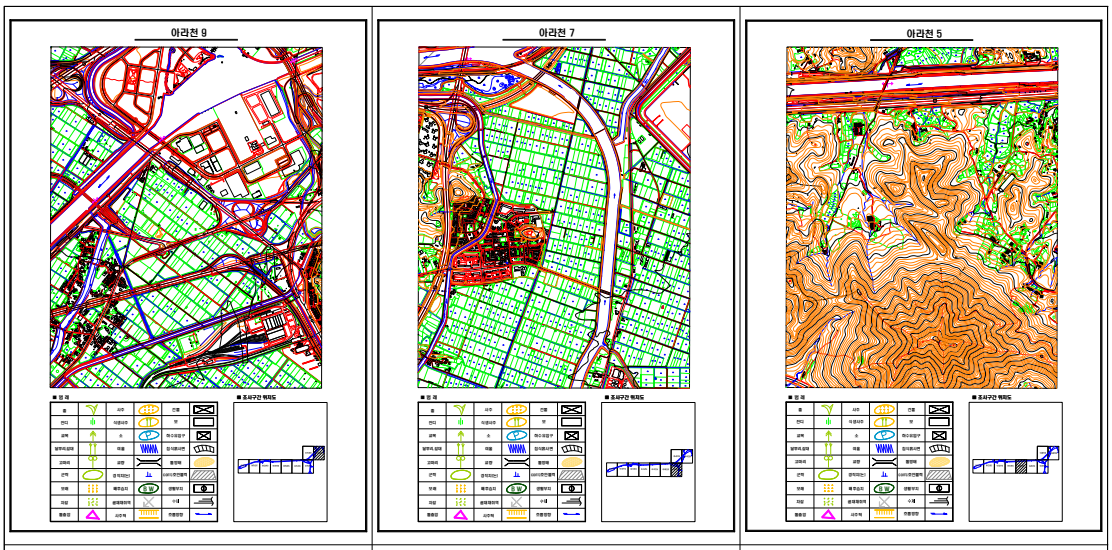
나) 하도특성조사

본 과업에서는 하천수변조사도(RCS)를 작성할 목적으로 안양천합류후 단위유역(10191)에 위치하고 있는 아라천 하도구간을 대상으로 여울과 소, 사주, 수제, 저수로와 고수부지의 특성을 조사하였다. 하도특성을 조사한 결과, 아라천은 주운형 하천(경인아라뱃길)으로 상류와 하류부에 아라한강갑문과 아라서해갑문이 위치하였다. 상류부는 직선 하도의 형상을 지녔고 제방은 대부분 콘크리트 블록으로 포장되어 있었다. 중류부는 직선 하도와 크게 휘는 만곡의 형태를 보였다. 하류부는 직선 하도의 특성은 보였으며, 하류부 제방은 큰크리트 블록으로 포장되어 있었다. 본 과업에서는 아라천 하도구간에서 확보한 사진 영상을 상류, 중류, 하류부로 구분하여 〈그림 2.6-63〉에 나타내었다. 또한 본 과업에서는 현장에서 조사된 여울과 소 등과 같은 하도특성을 수치지형도(CAD)에 정해진 기호들로 표시하여 하천수변조사도(RCS)를 작성하였다. 〈그림 2.6-64〉는 아라천 하도구간에서 작성된 하천수변조사도(RCS)로서 하도특성이 다수의 기호들로 나타나 있다.



〈안양천합류후_아라천 상류〉	〈안양천합류후_아라천 중류〉	〈안양천합류후_아라천 하류〉

<그림 2.6-64> 10191(안양천합류후)_아라천 하도구간 전경



〈안양천합류후_아라천 상류〉	〈안양천합류후_아라천 중류〉	〈안양천합류후_아라천 하류〉

<그림 2.6-65> 10191(안양천합류후)_아라천 하도구간 RCS 지도

다) 하도 현황조사

(1) 평면 및 사행특성조사

본 과업에서는 아라천 하도구간에 대해 평면 및 사행특성을 조사하기 위해 아라천 하천기본계획 보고서(국토해양부, 2012)를 수집하여 분석하였다. 분석 결과, 대부분의 하도구간이 직선 하도로 이루어져 있어 사행 특성은 미미하였다.

(2) 종·횡단특성조사

본 과업에서는 아라천에 대한 종·횡단 특성을 파악하기 위해 아라천 하천기본계획 보고서(국토해양부, 2012)를 수집하여 분석하였다. 그러나 아라천 하천기본계획 보고서(국토해양부, 2012)에서 이에 대한 특성을 확인하지 못하여 종·횡단 특성을 기술하지 못하였다.

(3) 조도계수조사

본 과업에서는 아라천 하도구간에 대한 조도계수의 특성을 파악하기 위해 아라천 하천기본계획 보고서(국토해양부, 2012)를 수집하여 분석하였다. 하천기본계획 수립 시에는 측선 구간별로 0.022, 0.030의 값이 일괄 적용되었다. 본 과업에서는 아라천 하천기본계획 보고서(국토해양부, 2012)를 통해 사전에 조도계수의 특성을 확인하고 현장조사를 수행하여 그 특성을 확인하였다. 〈표 2.6-47〉은 아라천 하도구간에 대한 사진영상으로서, 조도계수에 미치는 요소(입경이 큰 하상재료와 식생)들의 특성이 나타나 있다.

<표 2.6-47> 10191(안양천합류후)_아라천 하도구간 조도계수

구분	연도	조도계수	구분	연도	조도계수
기수립	1996년	0.020	기수립	1996년	0.020
	2009년	0.022		2009년	0.022
	2012년	0.022		2012년	0.022



〈No. 0+000～No. 16+000〉



〈No. 16+000～No. 44+000〉

구분	연도	조도계수	구분	연도	조도계수
기수립	1996년	0.020～0.025	기수립	1996년	0.030
	2009년	0.022		2009년	0.030
	2012년	0.022		2012년	0.030



〈No. 44+000～No. 77+000〉
〈No. 111+000～No. 172+000〉



〈No. 77+000～No. 111+000〉

〔출처〕 경인운하 건설사업 기본계획 및 기본설계(한국수자원공사, 1996)
〔출처〕 경인 아라뱃길 기본설계(한국수자원공사, 2009)
〔출처〕 아라천 하천기본계획(국토해양부, 2012), 하천 및 수로의 조도계수 테이블 이용

(4) 도달시간조사

본 과업에서는 아라천에 대한 도달시간의 특성을 파악하기 위해 아라천 하천기본계획 보고서(국토해양부, 2012)를 수집하여 분석하였다. 아라천 하천기본계획 보고서(국토해양부, 2012)에는 국내에서 널리 이용되고 있는 Kerby, Kirpich, Rziha, Kraven Ⅰ, Kraven Ⅱ 공식으로 도달시간을 산정한 결과와 채택한 도달시간(Kraven Ⅱ)이 제시되어 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-48〉에 수록하였다.

<표 2.6-48> 10191(안양천합류후)_아라천 소유역별 도달시간 산정

하천	산정지점	소유역 면 적 (㎢)	유로 연장 (㎞)	도달시간(hr)				
				Kerby	Kirpich	Rziha	Kraven Ⅰ	Kraven Ⅱ
아라천	서해 배수문	3.90	3.78	0.42	1.30	1.10	0.38	0.50
	청운교 접속도로	13.42	5.03	0.57	1.02	0.72	0.27	0.67
	백석배수문	5.46	3.66	0.29	0.64	0.37	0.15	0.48
	우안 7호 배수통관	7.40	6.20	0.49	1.01	0.67	0.27	0.82
	서부용배수문	7.25	5.65	0.35	0.92	0.59	0.24	0.75
	연결수로 합류전	9.35	4.80	0.40	0.94	0.63	0.24	0.63
	굴포교	2.13	3.03	0.65	0.52	0.27	0.11	0.40

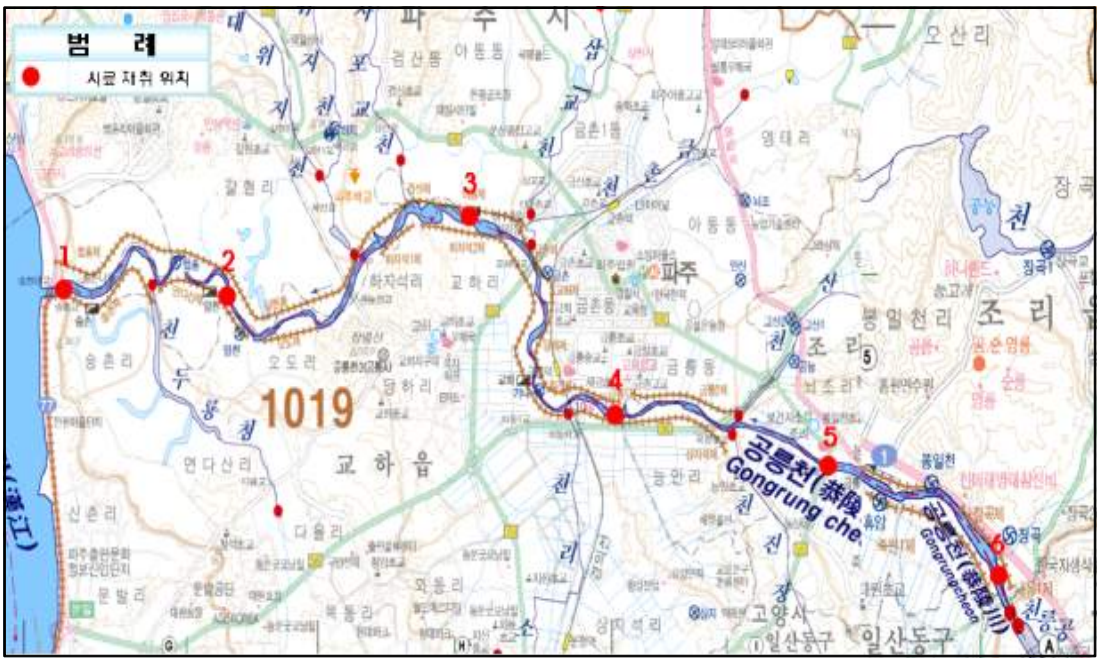
〔출처〕 아라천 하천기본계획(국토해양부, 2012)

8) 10192(공릉천유역)

단위유역 10192(공릉천)은 유역면적이 261.43㎢에 이르며, 단위유역 내에 공릉천, 금촌천, 대위지천 등 여러 하천이 위치하고 있다. 본 단위유역 내의 하천 중 공릉천만 유역특성조사망에 포함되어 있다. 이에 따라 본 과업에서는 공릉천을 대상으로 21.10㎞에 이르는 하도구간에서 현장조사를 수행하였다.

가) 하상재료조사

본 과업에서는 〈그림 2.6-65〉와 같이 약 3㎞~4㎞ 간격으로 하상재료조사를 계획하였다. 본 하천에서 하상재료조사가 수행 된 지점은 총 6개소로 표층조사는 수행하지 않고 6개 지점에서 시료를 직접 채취하였다. 시료를 직접적으로 채취한 6개 지점은 No.1(좌안, 우안), No.2(좌안, 우안), No.3(좌안, 우안), No.4(좌안, 우안), No.5(좌안, 우안), No.6(좌안, 우안)에 해당된다. 하상재료 채취는 단면의 좌·우안 및 유심부를 대상으로 수행하려 하였으나, 수심이 깊어 도섭이 어려운 유심부 등에서는 하상재료를 채취하지 못하였다.



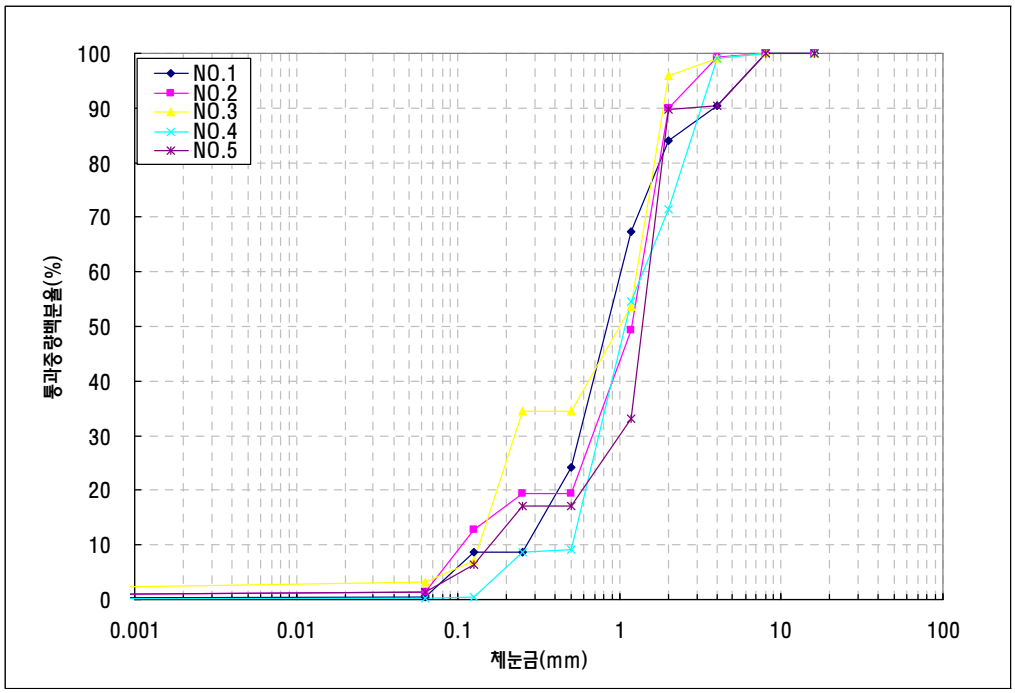
<그림 2.6-66> 10192(공릉천유역) 하도구간 하상재료 채취 계획



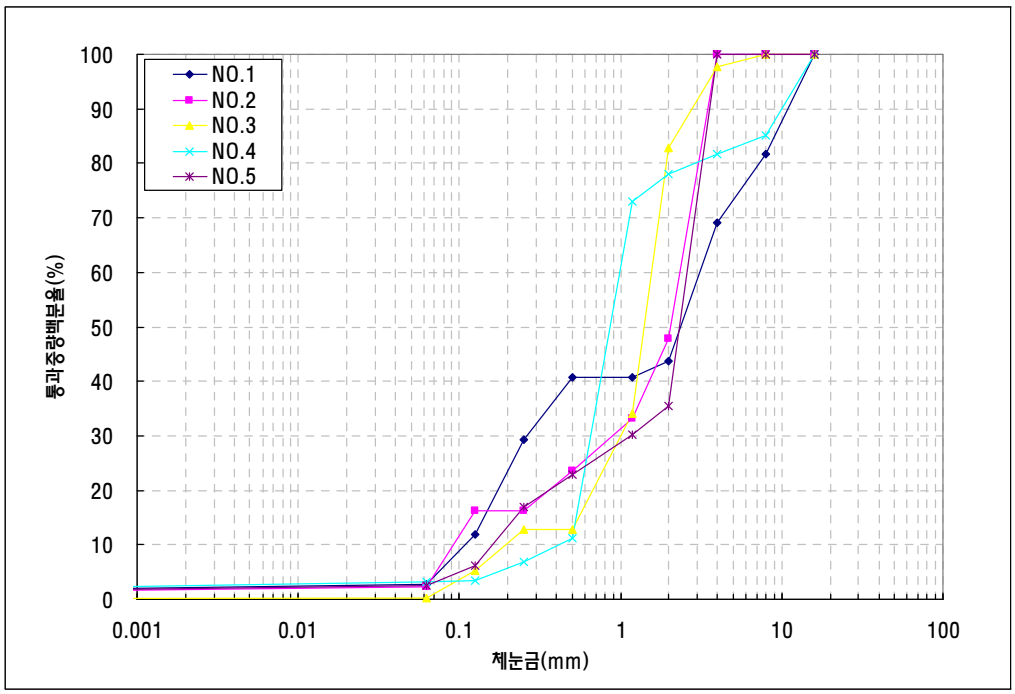
<그림 2.6-67> 10192(공릉천유역) 하도구간 경관 및 하상재료 채취 장면

(1) 입도분석시험

본 과업에서는 현장에서 직접 채취한 시료를 시료분석실에서 한국공업규격(KS F 2502-92)에 따라 입도분포 시험을 수행하였다. 입도분석 결과는 〈그림 2.6-67〉, 〈그림 2.6-68〉, 〈표 2.6-49〉에 수록하였다. 〈표 2.6-49〉에서 알 수 있는 바와 같이 실트의 성분은 적고, 대부분 모래와 자갈의 특성을 보였다. 이의 특성은 〈그림 2.6-67〉, 〈그림 2.6-68〉에서도 확인할 수 있다. 〈그림 2.6-67〉, 〈그림 2.6-68〉에서 알 수 있는 바와 같이 입경 0.3㎜~4.0㎜ 구간의 기울기가 상당히 급하다. 입경가적곡선에서 기울기가 급한 구간은 그 구성 성분이 차지하는 비율이 많음을 의미하기 때문에 이의 특성은 입경가적곡선을 통해서도 확인할 수 있다.



<그림 2.6-68> 10192(공릉천유역) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(좌안)



<그림 2.6-69> 10192(공릉천유역) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(우안)

<표 2.6-49> 10192(공릉천유역) 하도구간 하상재료 성분비 및 입도특성

하천	지점	위치 (km)	성분비(%)			유효경 D10 (㎜)	D16 (㎜)	D30 (㎜)	D35 (㎜)	D50 (㎜)	D65 (㎜)	D84 (㎜)	Dm (㎜)	표준편차 (㎜)	균등계수 (Cu)	곡률계수 (C_g)
			자갈	모래	실트											
공릉천	No.1(우안)	0.0	16.1	75.3	8.6	0.3	0.4	0.6	0.8	1.2	2.0	4.0	0.8	1.3	4.3	1.1
	No.1(좌안)	0.0	56.3	31.8	11.9	0.1	0.2	0.3	2.3	3.6	8.9	10.7	2.3	4.4	27.7	0.2
	No.2(우안)	2.8	10.1	77.1	12.9	0.1	0.2	0.8	1.3	1.6	1.8	2.0	1.3	0.8	13.3	3.7
	No.2(좌안)	2.8	52.2	31.4	16.4	0.1	0.1	1.4	2.1	2.7	3.0	3.3	2.1	1.3	27.0	7.3
	No.3(우안)	6.8	4.2	88.9	7.0	0.1	0.2	0.3	1.1	1.5	1.8	1.9	1.1	0.8	10.7	0.3
	No.3(좌안)	6.8	17.3	77.5	5.3	0.2	0.6	1.3	1.5	1.7	2.1	1.6	1.5	0.7	9.4	5.5
	No.4(우안)	10.3	28.6	71.1	0.4	0.5	0.6	0.8	1.1	1.7	2.6	3.0	1.1	1.0	3.4	0.8
	No.4(좌안)	10.3	57.7	74.7	1.1	0.5	0.5	0.7	0.9	1.1	7.0	10.7	0.9	4.1	2.3	0.9
	No.5(우안)	13.8	10.4	83.3	6.3	0.2	0.2	1.2	1.4	1.6	1.9	2.2	1.4	0.8	9.4	5.3
	No.5(좌안)	13.8	64.6	29.2	6.2	0.2	0.2	1.9	2.3	2.8	3.4	3.8	2.3	1.4	15.6	7.2
	No.6(우안)	16.8	10.4	81.4	8.1	0.1	0.2	0.3	1.3	1.5	1.8	2.0	1.3	0.8	11.5	0.4
	No.6(좌안)	16.8	24.3	74.0	1.7	0.4	0.6	1.4	1.6	1.8	3.0	4.4	1.6	1.4	4.5	2.7

(2) 비중시험

본 조사지점에서 채취한 하상재료에 대하여 한국공업규격(KS F 2308)에 따라 비중시험을 수행하여 그 결과를 〈표 2.6-50〉에 나타내었다.

<표 2.6-50> 10192(공릉천유역) 하도구간 비중시험 결과

하천	지점	위치(km)	비중	비고
공릉천	No.1(우안)	0	2.64	시점
	No.1(좌안)	0	2.65	
	No.2(우안)	2.8	2.65	
	No.2(좌안)	2.8	2.65	
	No.3(우안)	6.8	2.64	
	No.3(좌안)	6.8	2.65	
	No.4(우안)	10.3	2.65	
	No.4(좌안)	10.3	2.64	
	No.5(우안)	13.8	2.64	
	No.5(좌안)	13.8	2.65	
	No.6(우안)	16.8	2.65	
	No.6(좌안)	16.8	2.65	종점

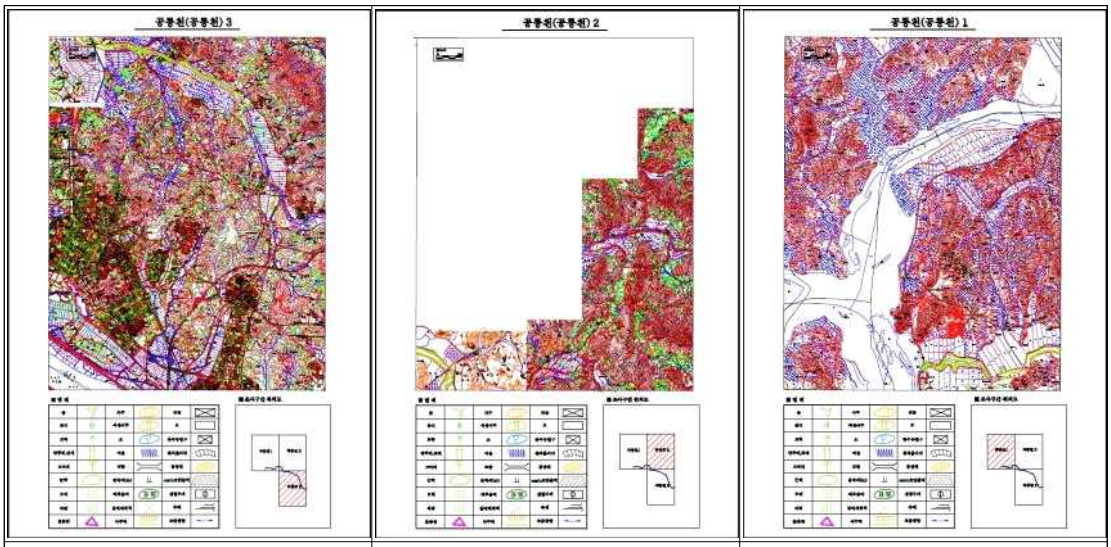
나) 하도특성조사

본 과업에서는 하천수변조사도(RCS)를 작성할 목적으로 단위유역(10192)에 위치하고 있는 공릉천 하도구간을 대상으로 여울과 소, 사주, 수제, 저수로와 고수부지의 특성을 조사하였다. 하도특성을 조사한 결과, 대부분 평지 하천의 모습을 나타내었으나 일부 구간에서는 하천정비가 진행된 것을 확인하였다. 상류부는 직선 하도와 일부 구간 만곡의 형태를 보였다. 상류부 제방은 대부분 콘크리트 블록으로 되어 있었으며, 양쪽 제방으로 자전거 도로와 비포장도로가 주를 이루었다. 중류부는 일부 주민 거주지역으로 아파트가 위치하고 있었으며 하도는 직선 하도와 크게 휘는 사행이 반복되는 형태를 보였다. 중류부 제방은 콘크리트 블록으로 되어 있었고 자전거 도로와 포장된 도로가 주를 이루었다. 하류부는 직선하도와 크게 사행이 반복되는 형태를 보였다. 하천 내에는 대부분 갈대 숲으로 큰 군락이 형성되어 있었다. 본 과업에서는 공릉천 하도구간에서 확보한 사진 영상을 상류, 중류, 하류부로 구분하여 〈그림 2.6-69〉에 나타내었다. 또한 본 과업에서는 현장에서 조사된 여울과 소 등과 같은 하도특성을 수치지형도(CAD)에 정해진 기호들로 표시하여 하천수변조사도(RCS)를 작성하였다. 〈그림 2.6-70〉은 공릉천 하도구간에서 작성된 하천수변조사도(RCS)로서 하도특성이 다수의 기호들로 나타나 있다.



〈공릉천유역 상류〉 〈공릉천유역 중류〉 〈공릉천유역 하류〉

<그림 2.6-70> 10192(공릉천유역) 하도구간 전경



〈공릉천유역 상류〉 〈공릉천유역 중류〉 〈공릉천유역 하류〉

<그림 2.6-71> 10192(공릉천유역) 하도구간 RCS 지도

다) 하도 현황조사

(1) 평면 및 사행특성조사

본 과업에서는 공릉천에 대한 평면 및 사행 특성을 파악하기 위해 공릉천 하천기본계획(변경) 보고서(국토해양부, 2012)를 수집하여 그 특성을 분석하였다. 수집된 결과는 그대로 〈표 2.6-51〉에 수록하였으나 대부분의 정보가 측선구간에 대한 곡률반경과 유심평향에 해당된다. 본 과업에서는 수집된 결과와 위성영상자료를 토대로 사행구간에 대해 현장조사를 수행하여 그 특성을 나타낼 수 있는 사진정보를 획득하였다. 획득된 사진정보는 〈그림 2.6-71〉과 같다.

<표 2.6-51> 10192(공릉천유역) 하도구간 평면특성

하천	구간(No)	곡률반경(m)	유심편향측
공릉천	No.1+00~No.4+00	500	좌
	No.4+00~No.7+00	700	우
	No.10+00~No.13+00	800	우
	No.14+00~No.17+00	700	좌
	No.20+00~No.23+00	750	좌
	No.26+00~No.31+00	1,000	좌
	No.32+00~No.37+00	1,000	우
	No.37+00~No.41+00	450	우
	No.41+00~No.44+00	420	좌
	No.44+00~No.47+00	1,000	좌
	No.75+00~No.79+00	1,000	우

〔출처〕 공릉천 하천기본계획(변경)(국토해양부, 2012)



〈No. 1+00～No. 4+00〉



〈No. 14+00～No. 17+00〉



〈No. 26+00～No. 31+00〉



〈No. 32+00～No. 37+00〉



〈No. 44+00～No. 47+00〉



〈No. 75+00～No. 79+00〉

<그림 2.6-72> 10192(공릉천유역) 하도구간 평면특성

(2) 종·횡단특성조사

(가) 종단 특성

하천은 일반적으로 상류에서 하류로 감에 따라 그 기울기가 완만해 진다. 하천의 경사는 두 지점의 하상고 차에 대한 거리에 대한 비율로서 하천경사 혹은 하상경사로 정의된다. 하상경사는 해당 단면의 표고를 어떻게 산정하느냐에 따라 그 특성이 상이해진다. 해당 단면에서 가장 낮은 지점의 표고(최심하상고)를 연결하여 경사를 산정하면 최심하상경사가 되고, 해당 단면의 여러 표고들에 대한 평균을 연결하면 평균하상경사가 된다. 본 과업에서는 공릉천에 대한 하상경사의 특성을 파악하기 위해 공릉천 하천기본계획(변경)

보고서(국토해양부, 2012)를 수집하여 분석하였다. 공릉천 하천기본계획(변경) 보고서(국토해양부, 2012)에는 하상경사가 측선 구간별로 구분되어 제시되어 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-52〉에 수록하였다.

<표 2.6-52> 10192(공릉천유역) 하도구간 하상경사

하천	구간	측점(No)	하상경사
공릉천	공릉천하구~청룡두천합류전	No. 0+000~No. 8+000	1/964
	청룡두천합류전~소위지천합류전	No. 8+000~No. 25+000	1/4,416
	소위지천합류전~금촌천합류전	No. 25+000~No. 36+000	1/1,447
	금촌천합류전~소리천합류전	No. 36+000~No. 47+000	1/2,193
	소리천 합류전~고산천, 장진천합류전	No. 47+000~No. 59+000	1/2,607
	고산천, 장진천합류전~국가하천 시점	No. 59+000~No. 80+000	1/942

〔출처〕 공릉천 하천기본계획(변경)(국토해양부, 2012)

(나) 하천의 횡단형

본 과업에서는 공릉천에 대한 횡단형의 특성을 파악하기 위해 공릉천 하천기본계획(변경) 보고서(국토해양부, 2012)를 수집하여 분석하였다. 분석된 결과는 〈표 2.6-53〉과 같으며, 횡단형은 대부분 복단면형의 특성을 나타내었다. 본 과업에서는 분석된 결과를 토대로 현장조사를 수행하였다. 공릉천 하도구간의 주요 횡단 특성은 〈그림 2.6-72〉에서 확인할 수 있다.

<표 2.6-53> 10192(공릉천유역) 하도구간 횡단형

하천	구간	횡단형	연장(m)
공릉천	No. 0+000~No. 12+000	복 단 면	2,400
	No. 12+000~No. 16+000	편복단면	800
	No. 16+000~No. 20+000	복 단 면	800
	No. 20+000~No. 24+000	편복단면	800
	No. 24+000~No. 31+000	복 단 면	1,400
	No. 31+000~No. 33+000	편복단면	400
	No. 33+000~No. 36+000	복 단 면	600
	No. 36+000~No. 37+700	복 단 면	270
	No. 37+700~No. 44+000	복 단 면	1,330
	No. 44+000~No. 46+000	편복단면	400
	No. 46+000~No. 74+000	복 단 면	5,600
	No. 74+000~No. 77+000	편복단면	600
	No. 77+000~No. 80+000	복 단 면	650

〔출처〕 공릉천 하천기본계획(변경)(국토해양부, 2012)


〈No. 0+000～No. 12+000〉


〈No. 12+000～No. 16+000〉


〈No. 24+000～No. 31+000〉


〈No. 36+000～No. 37+700〉


〈No. 46+000～No. 74+000〉


〈No. 77+000～No. 80+000〉

<그림 2.6-73> 10192(공릉천유역) 하도구간 횡단형

(3) 조도계수조사

본 과업에서는 공릉천 하도구간에 대한 조도계수의 특성을 파악하기 위해 공릉천 하천기본계획(변경) 보고서(국토해양부, 2012)를 수집하여 분석하였다. 공릉천 하천기본계획(변경) 보고서(국토해양부, 2012)에 수록된 조도계수의 특성은 〈표 2.6-54〉와 같다. 본 과업에서는 공릉천 하천기본계획(변경) 보고서(국토해양부, 2012)를 통해 사전에 조도계수의 특성을 확인하고 현장조사를 수행하여 그 특성을 확인하였다.

<표 2.6-54> 10192(공릉천유역) 구간별 적용 조도계수

구분	연도	조도계수	구분	연도	조도계수
기수립	2012년	0.025	기수립	2012년	0.025
					
〈No.0+000~No.15+083〉			〈No.15+083~No.47+000〉		
구분	연도	조도계수	구분	연도	조도계수
기수립	2012년	0.030	기수립	2012년	0.033
					
〈No.47+000~No.58+000〉			〈No.58+000~No.80+000〉		

〔출처〕 공릉천 하천기본계획(변경)(국토해양부, 2012), 조도계수 테이블 이용

(4) 도달시간조사

본 과업에서는 공릉천에 대한 도달시간의 특성을 파악하기 위해 공릉천 하천기본계획(변경) 보고서(국토해양부, 2012)를 수집하여 분석하였다. 공릉천 하천기본계획(변경) 보고서(국토해양부, 2012)에는 도달시간의 특성이 소유역별로 수록되어 있다. 공릉천 하천기본계획(변경) 보고서(국토해양부, 2012)는 "도달시간이 길어짐에 따라 홍수량이 작게 산정되는 특성이 있어 치수적으로 안전하게 설계하기 위해 유입시간을 고려하지 않았다"고 기술하고 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-55〉에 수록하였다. 〈표 2.6-55〉의 도달시간은 Kirpich, Rizha 등의 5가지 공식으로 산정된 결과이다.

<표 2.6-55> 10192(공릉천유역) 소유역별 도달시간 산정

하천	산정지점	소유역 면 적 (㎢)	유로 연장 (㎞)	도달시간(hr)				
				Kirpich	Rziha	Kraven Ⅰ	Kraven Ⅱ	Kerby
공릉천	공릉천 하구	14.74	8.17	1.130	0.759	0.309	0.648	1.592
	청룡두천 합류전	12.57	8.14	0.792	0.446	0.195	0.620	1.262
	소위지천 합류전	25.68	7.81	0.700	0.354	0.160	0.646	1.210
	금촌천 합류전	25.05	8.49	0.797	0.437	0.193	0.674	1.289
	소리천 합류전	17.83	9.81	0.977	0.582	0.253	0.779	1.458
	고산천 합류전	13.10	6.75	1.326	0.708	0.309	1.017	2.258
	국가하천 시점	25.39	9.46	0.877	0.476	0.214	0.807	1.404

〔출처〕 공릉천 하천기본계획(변경)(국토해양부, 2012)

9) 11011(진위천유역) (1)

단위유역 11011(진위천유역)은 유역면적이 734.26㎢에 이르며, 단위유역 내에 진위천, 오산천, 황구지천, 장기천 등 여러 하천이 위치하고 있다. 본 단위유역 내의 하천 중 진위천과, 오산천, 황구지천이 유역특성조사망에 포함되어 있다. 이에 따라 본 과업에서는 진위천 18.0㎞, 오산천 15.0㎞, 황구지천 16.3㎞에 이르는 하도구간에서 현장조사를 수행하였다. 본 단위유역(11011)에 조사대상 하천이 3개인 관계로 단위유역 1(오산천), 단위유역 2(진위천), 단위유역 3(황구지천)으로 구분하였다. 오산천 하도구간에 대한 유역특성조사 결과를 먼저 기술하면 아래와 같다.

가) 하상재료조사

본 과업에서는 〈그림 2.6-73〉과 같이 약 3㎞~4㎞ 간격으로 하상재료조사를 계획하였다. 본 하천에서 하상재료조사가 수행 된 지점은 총 6개소이며, 표층조사는 수행하지 않고 시료를 직접 채취하였다. 시료를 직접적으로 채취한 6개 지점은 No.1(좌안, 우안), No.2(좌안, 우안), No.3(좌안, 우안), No.4(좌안, 우안), No.5(좌안, 우안), No.6(좌안, 우안)에 해당된다. 하상재료 채취는 단면의 좌·우안 및 유심부를 대상으로 수행하려 하였으나, 수심이 깊어 도섭이 어려운 유심부 등에서는 하상재료를 채취하지 못하였다.



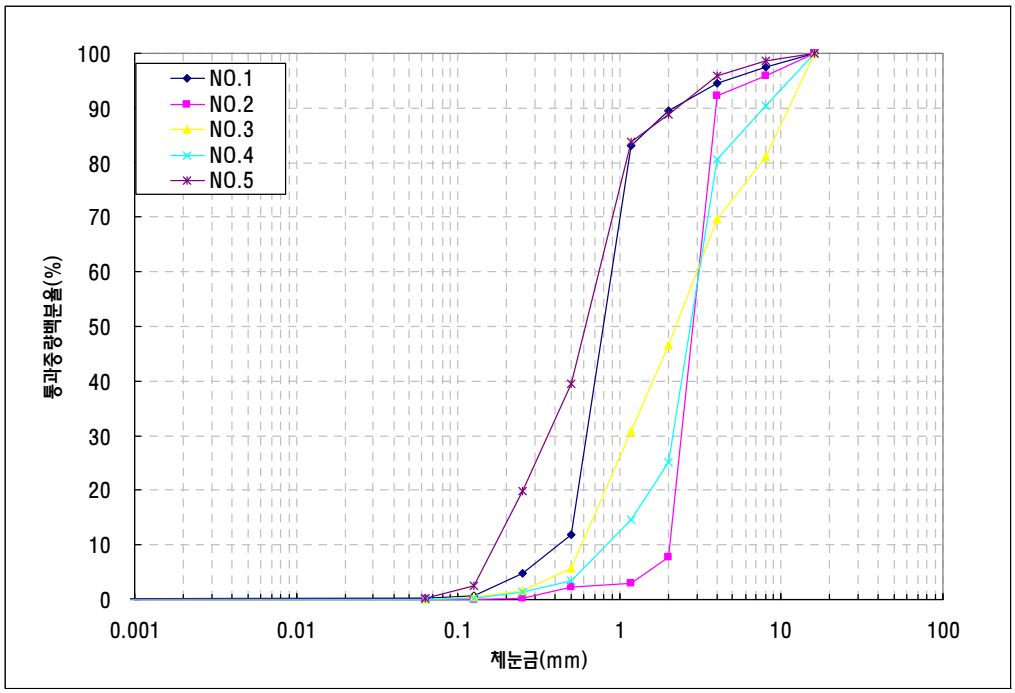
<그림 2.6-74> 11011(진위천유역)_오산천 하도구간 하상재료 채취 계획



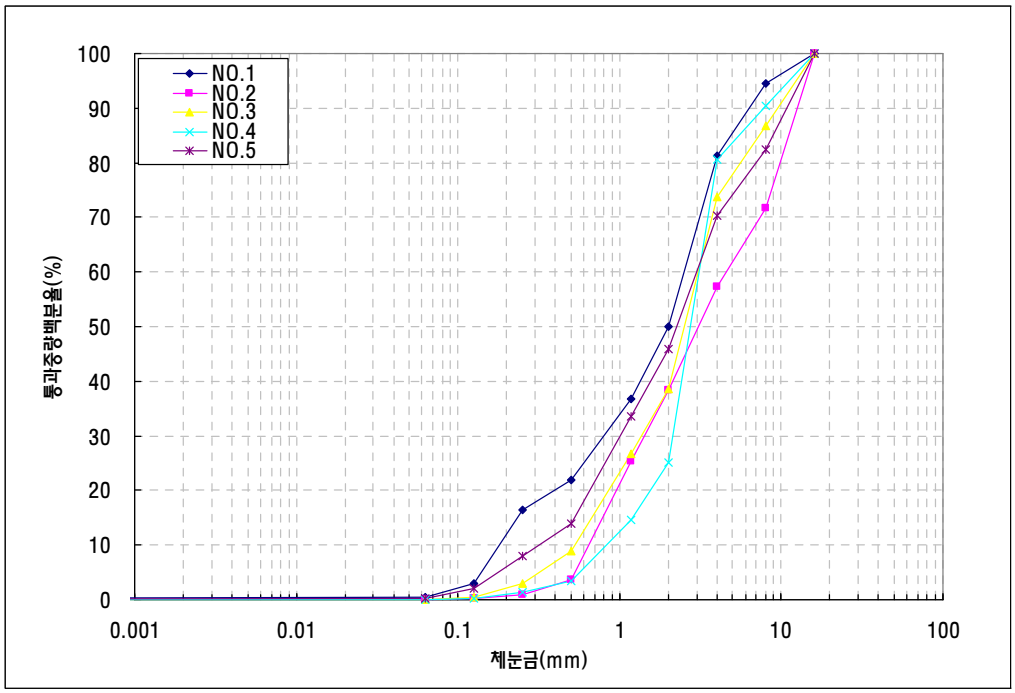
<그림 2.6-75> 11011(진위천유역)_오산천 하도구간 경관 및 하상재료 채취 장면

(1) 입도분석시험

본 과업에서는 현장에서 직접 채취한 시료를 시료분석실에서 한국공업규격(KS F 2502-92)에 따라 입도분포 시험을 수행하였다. 입도분석 결과는 〈그림 2.6-75〉, 〈그림 2.6-76〉, 〈표 2.6-56〉에 수록하였다. 〈표 2.6-56〉에서 알 수 있는 바와 같이 자갈과 실트의 성분은 적고, 대부분 모래와 자갈의 특성을 보였다. 이의 특성은 〈그림 2.6-75〉, 〈그림 2.6-76〉에서도 확인할 수 있다. 〈그림 2.6-75〉, 〈그림 2.6-76〉에서 알 수 있는 바와 같이 입경 0.3㎜~10.0㎜ 구간의 기울기가 다른 구간에 비해 상당히 급하다. 입경가적곡선에서 기울기가 급한 구간은 그 구성 성분이 차지하는 비율이 많음을 의미하기 때문에 이의 특성은 입경가적곡선을 통해서도 확인할 수 있다.



<그림 2.6-76> 11011(진위천유역)_오산천 하도구간 하상재료 입경가적곡선(좌안)



<그림 2.6-77> 11011(진위천유역)_오산천 하도구간 하상재료 입경가적곡선(우안)

<표 2.6-56> 11011(진위천유역)_오산천 하도구간 하상재료 성분비 및 입도특성

하천	지점	위치 (km)	성분비(%)			유효경 D10 (mm)	D16 (mm)	D30 (mm)	D35 (mm)	D50 (mm)	D65 (mm)	D84 (mm)	Dm (mm)	표준편차 (mm)	균등계수 (Cu)	곡률계수 (C_g)
			자갈	모래	실트											
오산천	No.1(좌안)	0.80	10.6	88.8	0.7	0.5	0.5	0.7	0.8	0.9	1.3	2.1	0.8	0.6	2.0	1.1
	No.1(우안)	0.80	50.1	46.9	3.0	0.2	0.2	1.1	2.0	2.9	4.2	6.0	2.0	2.2	15.3	2.2
	No.2(좌안)	4.35	92.2	7.7	0.1	2.0	2.1	2.5	2.9	3.1	3.7	4.0	2.9	0.8	1.6	1.0
	No.2(우안)	4.35	61.8	38.1	0.1	0.7	0.8	1.8	3.1	6.2	11.6	14.0	3.1	5.4	9.3	0.8
	No.3(좌안)	6.53	53.4	46.3	0.4	0.6	0.7	1.4	2.1	3.3	9.1	10.7	2.1	4.2	5.5	1.0
	No.3(우안)	6.53	61.5	38.2	0.4	0.5	0.7	1.8	2.6	3.3	6.7	9.2	2.6	3.2	6.3	1.9
	No.4(좌안)	9.76	58.0	41.1	0.9	0.2	0.3	1.8	2.4	3.1	6.0	8.3	2.4	3.0	12.9	4.4
	No.4(우안)	9.76	74.9	24.8	0.3	0.9	1.3	2.4	2.8	3.1	4.5	8.0	2.8	2.4	3.5	2.1
	No.5(좌안)	11.91	11.3	86.3	2.4	0.2	0.2	0.3	0.6	0.8	1.2	2.2	0.6	0.7	4.4	0.6
	No.5(우안)	11.91	54.1	43.8	2.1	0.3	0.6	1.3	2.1	3.3	8.4	10.7	2.1	4.1	9.7	1.4
	No.6(좌안)	14.66	54.8	44.9	0.3	0.6	0.8	1.6	2.2	3.7	9.3	11.7	2.2	4.4	6.1	1.1
	No.6(우안)	14.66	16.6	79.4	4.0	0.2	0.2	0.3	0.5	0.8	2.1	2.9	0.5	1.1	4.7	0.9

(2) 비중시험

본 조사지점에서 채취한 하상재료에 대하여 한국공업규격(KS F 2308)에 따라 비중시험을 수행하여 그 결과를 〈표 2.6-57〉에 나타내었다.

<표 2.6-57> 11011(진위천유역)_오산천 하도구간 비중시험 결과

하천	지점	위치(km)	비중	비고
오산천	No.1(좌안)	0.80	2.65	시점
	No.1(우안)	0.80	2.65	
	No.2(좌안)	4.35	2.64	
	No.2(우안)	4.35	2.65	
	No.3(좌안)	6.53	2.65	
	No.3(우안)	6.53	2.66	
	No.4(좌안)	9.76	2.64	
	No.4(우안)	9.76	2.65	
	No.5(좌안)	11.91	2.65	
	No.5(우안)	11.91	2.65	
	No.6(좌안)	14.66	2.64	
	No.6(우안)	14.66	2.65	종점

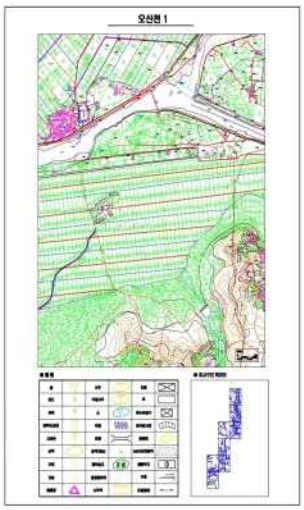
나) 하도특성조사

본 과업에서는 하천수변조사도(RCS)를 작성할 목적으로 단위유역(11011)에 위치하고 있는 오산천 하도구간을 대상으로 여울과 소, 사주, 수제, 저수로와 고수부지의 특성을 조사하였다. 하도특성을 조사한 결과, 대부분 산지하천의 모습을 유지하였으나 일부 구간에서는 하천정비가 진행된 것을 확인하였다. 상류부는 자연하천으로 여울 및 소가 빈번히 나타났으며 하중도 역시 존재하였다. 상류부 하도와 저수로는 상·하류 방향 모두 가볍게 휜 사행을 보였다. 중류부는 도시하천으로 상·하류 양방향이 가볍게 휜 사행을 보였으며, 여울과 하중도가 존재하였다. 하류부는 주로 농경지와 소규모 공업지역이 위치하였다. 본 과업에서는 오산천 하도구간에서 확보한 사진 영상을 상류, 중류, 하류부로 구분하여 〈그림 2.6-77〉에 나타내었다. 또한 본 과업에서는 현장에서 조사된 여울과 소 등과 같은 하도특성을 수치지형도(CAD)에 정해진 기호들로 표시하여 하천수변조사도(RCS)를 작성하였다. 〈그림 2.6-78〉은 오산천 하도구간에서 작성된 하천수변조사도(RCS)로서 하도특성이 다수의 기호들로 나타나 있다.

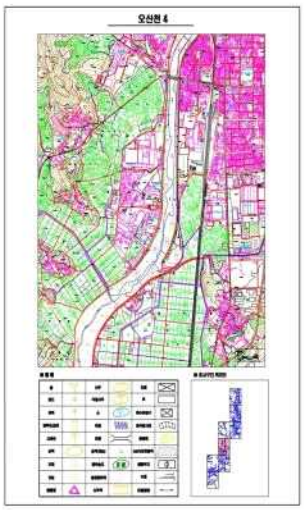


〈진위천유역_오산천 상류〉	〈진위천유역_오산천 중류〉	〈진위천유역_오산천 하류〉

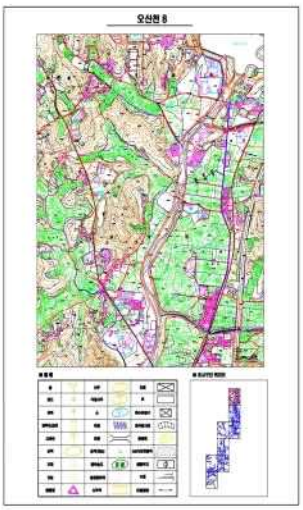
<그림 2.6-78> 11011(진위천유역)_오산천 하도구간 전경



〈진위천유역_오산천 상류〉



〈진위천유역_오산천 중류〉



〈진위천유역_오산천 하류〉

<그림 2.6-79> 11011(진위천유역)_오산천 하도구간 RCS 지도

(1) 평면 및 사행특성조사

본 과업에서는 오산천에 대한 평면 및 사행 특성을 파악하기 위해 안성천수계 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)를 수집하여 그 특성을 분석하였다. 수집된 결과는 그대로 〈표 2.6-58〉에 수록하였으나 대부분의 정보가 측선구간에 대한 곡률반경이다. 본 과업에서는 수집된 결과와 위성영상자료를 토대로 사행구간에 대해 현장조사를 수행하여 그 특성을 나타낼 수 있는 사진정보를 획득하였다. 획득된 사진정보는 〈그림 2.6-79〉와 같다.

<표 2.6-58> 11011(진위천유역)_오산천 하도구간 평면특성

하천	구간(No)	곡률반경(m)
오산천	No. 0+100~No. 1+000	350
	No. 1+200~No. 2+280	160
	No. 2+280~No. 3+400	250
	No. 7+200~No. 8+300	500
	No. 9+130~No. 10+350	650
	No. 12+400~No. 13+400	600
	No. 26+000~No. 27+200	450

〔출처〕 안성천수계 하천정비기본계획(변경)(건설교통부, 2002)



〈No. 0+100～No. 1+000〉



〈No. 1+200～No. 2+280〉



〈No. 7+200～No. 8+300〉



〈No. 12+400～No. 13+400〉



〈No. 26+000～No. 27+200〉

<그림 2.6-80> 11011(진위천유역)_오산천 하도구간 평면특성

(2) 종·횡단특성조사

본 과업에서는 오산천에 대한 횡단형의 특성을 파악하기 위해 안성천수계 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)를 수집하여 분석하였다. 분석된 결과는 〈표 2.6-59〉와 같으며, 횡단형은 대부분 제형단면과 복단면의 특성을 보였다. 본 과업에서는 분석된 결과를 토대로 현장조사를 수행하였다.

<표 2.6-59> 11011(진위천유역)_오산천 하도구간 횡단형

하천	구간	횡단형
오산천	No. 0+000 ~ No. 18+000	제형단면, 복단면
	No. 18+000 ~ No. 31+100	제형단면

〔출처〕 안성천수계 하천정비기본계획(변경)(건설교통부, 2002)



〈No. 0+000 ~ No. 18+000〉



〈No. 18+000 ~ No. 31+100〉

<그림 2.6-81> 11011(진위천유역)_오산천 하도구간 횡단형

(3) 조도계수조사

본 과업에서는 오산천 하도구간에 대한 조도계수의 특성을 파악하기 위해 안성천수계 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)를 수집하여 분석하였다. 안성천수계 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)에는 조도계수의 특성이 측선별로 수록되어 있다. 본 과업에서는 안성천수계 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)를 통해 사전에 조도계수의 특성을 확인하고 현장조사를 수행하여 그 특성을 확인하였다. 〈표 2.6-60〉은 오산천의 하도구간에 대한 조도계수 정보로서 조도계수 값과 사진영상이 수록되어 있다.

<표 2.6-60> 11011(진위천유역)_오산천 구간별 적용 조도계수

구분	연도	조도계수
기수립	1994년	0.028
	2002년 저수로	0.020~0.030
	2002년 고수로	0.030~0.055



〈No. 0+000 ~ No. 31+150〉

〔출처〕 안성천수계 하천정비기본계획(건설교통부, 1994)
〔출처〕 안성천수계 하천정비기본계획(변경)(건설교통부, 2002), 조도계수 테이블 이용

(4) 도달시간조사

본 과업에서는 오산천에 대한 도달시간의 특성을 파악하기 위해 안성천수계 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)를 수집하여 분석하였다. 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)에는 "기수립 기본계획에서는 Kraven Ⅰ공식을 일괄적으로 사용한 반면, 금회에는 하천설계기준에 입각하여 하도경사가 1/200 이상인 급경사 유역에서는 Rziha공식을, 하도경사가 1/200 이하인 완경사 유역에서는 Kraven Ⅱ 공식을 이용하였다"고 기술하고 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-61〉에 수록하였다.

<표 2.6-61> 11011(진위천유역)_오산천 소유역별 도달시간 산정

하천	산정지점	면적 (㎢)		유로연장 (㎞)	최장유로연장(㎞)		도달시간(hr)	
		금 회	기수립		금회	기수립	금회	기수립
오산천	오 산 천 하 구	29.43	29.43	6.96	10.32	8.30	2.10	2.00
	남 촌 대 교 지 점	28.00	70.47	4.33	7.17	12.10	1.64	2.60
	신 리 천 합 류 후	18.35		4.02	9.12		1.73	
	신 리 천 합 류 전	7.17		1.08	6.28		1.33	
	동 탄 면 경 계	16.95		7.35	8.08		1.53	
	기 흥 저 수 지	52.93	52.93	12.94	14.19	14.20	2.38	4.00

〔기수립〕 안성천수계 하천정비기본계획(건설교통부, 1994)
〔출처〕 안성천수계 하천정비기본계획(변경)(건설교통부, 2002)

10) 11011(진위천유역)(2)

단위유역 11011(진위천유역)은 유역면적이 734.26㎢에 이르며, 단위유역 내에 진위천, 오산천, 황구지천, 장기천 등 여러 하천이 위치하고 있다. 본 단위유역 내의 하천 중 진위천과, 오산천, 황구지천이 유역특성조사망에 포함되어 있다. 이에 따라 본 과업에서는 진위천 18.0㎞, 오산천 15.0㎞, 황구지천 16.3㎞에 이르는 하도구간에서 현장조사를 수행하였다. 본 단위유역(11011)에 조사대상 하천이 3개인 관계로 단위유역 1(오산천), 단위유역 2(진위천), 단위유역 3(황구지천)으로 구분하였다. 진위천 하도구간에 대한 유역특성조사 결과를 기술하면 다음과 같다.

가) 하상재료조사

본 과업에서는 〈그림 2.6-81〉과 같이 약 3㎞~4㎞ 간격으로 하상재료조사를 계획하였다. 본 하천에서 하상재료조사가 수행 된 지점은 총 6개소이며, 표층조사는 수행하지 않고 시료를 직접 채취하였다. 시료를 직접적으로 채취한 6개 지점은 No.1(좌안, 우안), No.2(좌안, 우안), No.3(좌안, 우안), No.4(좌안, 우안), No.5(좌안, 우안), No.6(좌안, 우안)에 해당된다. 하상재료 채취는 단면의 좌·우안 및 유심부를 대상으로 수행하여 하였으나, 수심이 깊어 도섭이 어려운 유심부 등에서는 하상재료를 채취하지 못하였다.



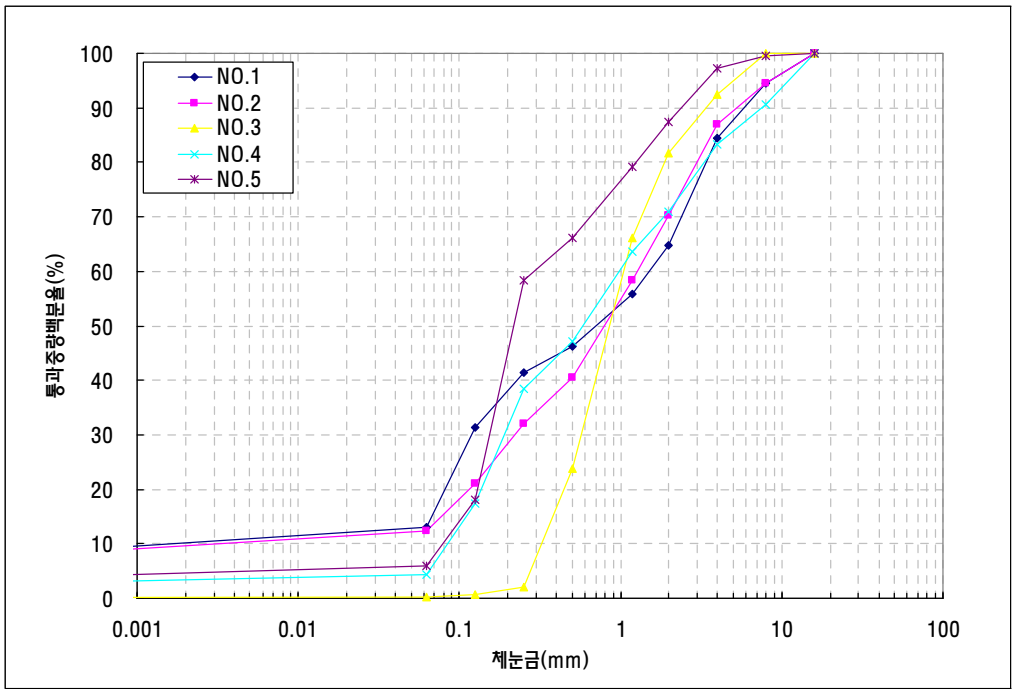
<그림 2.6-82> 11011(진위천유역)_진위천 하도구간 하상재료 채취 계획



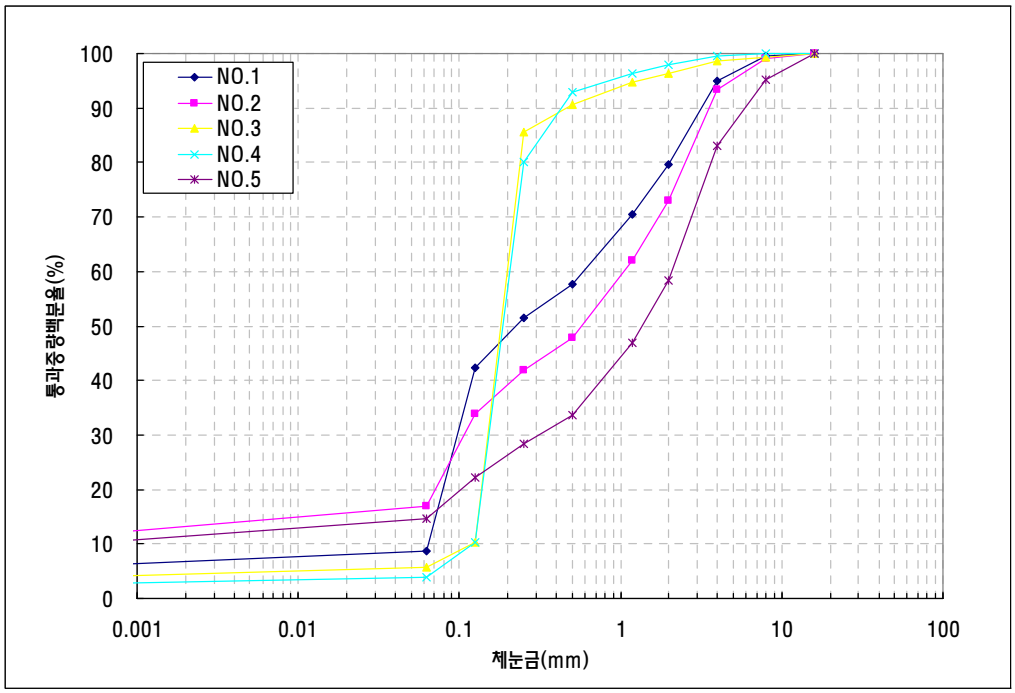
<그림 2.6-83> 11011(진위천유역)_진위천 하도구간 경관 및 하상재료 채취 장면

(1) 입도분석시험

본 과업에서는 현장에서 직접 채취한 시료를 시료분석실에서 한국공업규격(KS F 2502-92)에 따라 입도분포 시험을 수행하였다. 입도분석 결과는 〈그림 2.6-83〉, 〈그림 2.6-84〉, 〈표 2.6-62〉에 수록하였다. 〈표 2.6-62〉에서 알 수 있는 바와 같이 자갈과 모래, 실트가 혼합된 특성을 보였다. 이의 특성은 〈그림 2.6-83〉, 〈그림 2.6-84〉에서도 확인할 수 있다. 〈그림 2.6-83〉, 〈그림 2.6-84〉에서 알 수 있는 바와 같이 입경 0.06㎜~10.0㎜ 구간의 기울기가 급하다. 입경가적곡선에서 기울기가 급한 구간은 그 구성 성분이 차지하는 비율이 많음을 의미하기 때문에 이의 특성은 입경가적곡선을 통해서도 확인할 수 있다.



<그림 2.6-84> 11011(진위천유역)_진위천 하도구간 하상재료 입경가적곡선(좌안)



<그림 2.6-85> 11011(진위천유역)_진위천 하도구간 하상재료 입경가적곡선(우안)

<표 2.6-62> 11011(진위천유역)_진위천 하도구간 하상재료 성분비 및 입도특성

하천	지점	위치 (km)	성분비(%)			유효경 D10 (mm)	D16 (mm)	D30 (mm)	D35 (mm)	D50 (mm)	D65 (mm)	D84 (mm)	Dm (mm)	표준편차 (mm)	균등계수 (Cu)	곡률계수 (C_g)
			자갈	모래	실트											
진위천	No.1(좌안)	1.00	35.2	33.4	31.4	0.0	0.1	0.2	0.7	2.1	4.0	5.7	0.7	2.2	262.5	1.7
	No.1(우안)	1.00	20.3	37.3	42.3	0.1	0.1	0.1	20.2	0.8	2.5	3.1	20.2	7.3	10.4	0.3
	No.2(좌안)	3.80	29.7	49.3	21.0	0.0	0.1	0.3	0.8	1.7	3.5	5.0	0.8	1.9	170.0	5.3
	No.2(우안)	3.80	27.0	39.1	34.0	0.0	0.0	0.1	0.6	1.6	2.9	3.4	0.6	1.4	160.0	0.6
	No.3(좌안)	7.20	18.3	80.9	0.8	0.3	0.4	0.6	0.8	1.2	2.3	3.3	0.8	1.1	4.0	1.1
	No.3(우안)	7.20	3.8	85.9	10.3	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.2	0.1	1.5	1.0
	No.4(좌안)	10.80	29.1	53.5	17.5	0.1	0.1	0.2	0.6	1.3	4.0	7.2	0.6	2.7	13.0	0.3
	No.4(우안)	10.80	2.1	87.6	10.3	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.2	0.1	1.6	1.1
	No.5(좌안)	13.70	12.6	69.3	18.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.4	1.7	2.4	0.2	0.9	4.8	0.8
	No.5(우안)	13.70	41.5	36.8	21.7	0.0	0.1	0.6	1.3	2.4	4.1	5.5	1.3	2.1	266.7	15.6
	No.6(좌안)	17.10	14.7	73.2	12.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.5	1.9	2.7	0.3	1.0	4.6	1.0
	No.6(우안)	17.10	10.5	67.8	21.7	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	1.1	2.1	0.2	0.8	3.1	1.0

(2) 비중시험

본 조사지점에서 채취한 하상재료에 대하여 한국공업규격(KS F 2308)에 따라 비중시험을 수행하여 그 결과를 〈표 2.6-63〉에 나타내었다.

<표 2.6-63> 11011(진위천유역)_진위천 하도구간 비중시험 결과

하천	지점	위치(km)	비중	비고
진위천	No.1(좌안)	1.00	2.66	시점
	No.1(우안)	1.00	2.65	
	No.2(좌안)	3.80	2.64	
	No.2(우안)	3.80	2.65	
	No.3(좌안)	7.20	2.65	
	No.3(우안)	7.20	2.65	
	No.4(좌안)	10.80	2.65	
	No.4(우안)	10.80	2.64	
	No.5(좌안)	13.70	2.67	
	No.5(우안)	13.70	2.65	
	No.6(좌안)	17.10	2.65	
	No.6(우안)	17.10	2.65	종점

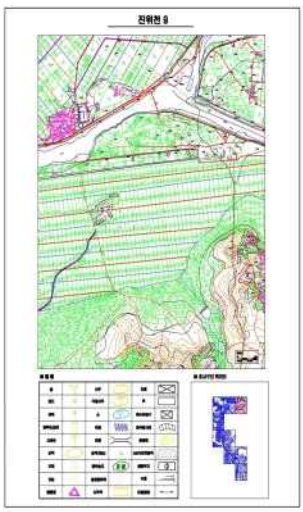
나) 하도특성조사

본 과업에서는 하천수변조사도(RCS)를 작성할 목적으로 진위천 단위유역(11011)에 위치하고 있는 진위천 하도구간을 대상으로 여울과 소, 사주, 수제, 저수로와 고수부지의 특성을 조사하였다. 하도특성을 조사한 결과, 상류부는 양안이 주로 농지로 이루어져 있었으며 자연하천으로 여울과 소, 하중도가 빈번하였다. 중류부는 곳곳에 하중도와 사주가 존재하였고, 하도 및 저수로는 상하류 방향 모두 가볍게 휜 형상을 보였다. 하류부에서도 곳곳에 하중도와 사주가 존재하였고 상하류 방향 모두 가볍게 휜 형상을 보였다. 본 과업에서는 진위천 하도구간에서 확보한 사진 영상을 상류, 중류, 하류부로 구분하여 〈그림 2.6-85〉에 나타내었다. 또한 본 과업에서는 현장에서 조사된 여울과 소 등과 같은 하도특성을 수치지형도(CAD)에 정해진 기호들로 표시하여 하천수변조사도(RCS)를 작성하였다. 〈그림 2.6-86〉은 진위천 하도구간에서 작성된 하천수변조사도(RCS)로서 하도특성이 다수의 기호들로 나타나 있다.

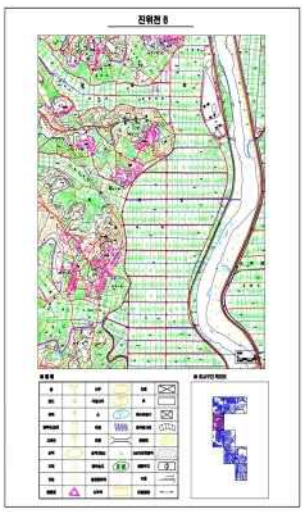


〈진위천유역_진위천 상류〉	〈진위천유역_진위천 중류〉	〈진위천유역_진위천 하류〉

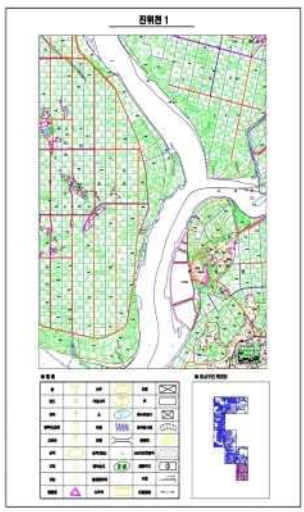
<그림 2.6-86> 11011(진위천유역)_진위천 하도구간 전경



〈진위천유역_진위천 상류〉



〈진위천유역_진위천 중류〉



〈진위천유역_진위천 하류〉

<그림 2.6-87> 11011(진위천유역)_진위천 하도구간 RCS 지도

다) 하도 현황조사

(1) 평면 및 사행특성조사

본 과업에서는 진위천에 대한 평면 및 사행 특성을 파악하기 위해 안성천수계 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)를 수집하여 그 특성을 분석하였다. 수집된 결과는 그대로 〈표 2.6-64〉에 수록하였으나 대부분의 정보가 측선구간에 대한 곡률반경이다. 본 과업에서는 수집된 결과와 위성영상자료를 토대로 사행구간에 대해 현장조사를 수행하여 그 특성을 나타낼 수 있는 사진정보를 획득하였다. 획득된 사진정보는 〈그림 2.6-87〉과 같다.

<표 2.6-64> 11011(진위천유역)_진위천 하도구간 평면특성

하천	구간	곡률반경(m)
진위천	No. 10+000 ~ No. 13+000	400
	No. 14+000 ~ No. 19+000	400
	No. 22+000 ~ No. 25+000	600
	No. 30+000 ~ No. 38+000	800
	No. 42+000 ~ No. 46+000	800
	No. 48+000 ~ No. 52+000	500
	No. 54+000 ~ No. 57+000	500
	No. 63+000 ~ No. 71+000	1000

〔출처〕 안성천수계 하천정비기본계획(변경)(건설교통부, 2002)



〈No. 10+000～No. 13+000〉



〈No. 22+000～No. 25+000〉



〈No. 30+000～No. 38+000〉



〈No. 42+000～No. 46+000〉



〈No. 63+000～No. 71+000〉

<그림 2.6-88> 11011(진위천유역)_진위천 하도구간 평면특성

(2) 종·횡단특성조사

본 과업에서는 진위천에 대한 횡단형의 특성을 파악하기 위해 안성천수계 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)를 수집하여 분석하였다. 분석된 결과는 〈표 2.6-65〉과 같으며, 횡단형은 대부분 복단면과 제형단면의 특성을 나타내었다. 본 과업에서는 분석된 결과를 토대로 현장조사를 수행하였다. 진위천 하도구간의 특성은 〈그림 2.6-88〉에서 확인할 수 있다.

<표 2.6-65> 11011(진위천유역)_진위천 하도구간 횡단형

하천	구간	횡단형
진위천	No. 0+000 ~ No. 70+000	복단면
	No. 70+000 ~ No. 90+000	제형단면

〔출처〕 안성천수계 하천정비기본계획(변경)(건설교통부, 2002)



〈No. 0+000 ~ No. 70+000〉



〈No. 70+000 ~ No. 90+000〉

<그림 2.6-89> 11011(진위천유역)_진위천 하도구간 횡단형

(3) 조도계수조사

본 과업에서는 진위천 하도구간에 대한 조도계수의 특성을 파악하기 위해 안성천수계 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)를 수집하여 분석하였다. 안성천수계 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)에는 조도계수의 특성이 측선별로 수록되어 있다. 본 과업에서는 안성천수계 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)를 통해 사전에 조도계수의 특성을 확인하고 현장조사를 수행하여 그 특성을 확인하였다.

<표 2.6-66> 11011(진위천유역)_진위천 하도구간 조도계수

구분	연도	조도계수
기수립	1994년	0.027
	2002년 저수로	0.025
	2002년 고수로	0.040



〈No. 0+000 ~ No. 90+000〉

〔출처〕 안성천수계 하천정비기본계획(건설교통부, 1994)
〔출처〕 안성천수계 하천정비기본계획(변경)(건설교통부, 2002), 조도계수 테이블 이용

(4) 도달시간조사

본 과업에서는 진위천에 대한 도달시간의 특성을 파악하기 위해 안성천수계 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)를 수집하여 분석하였다. 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)에는 "기수립 기본계획에서는 Kraven Ⅰ공식을 일괄적으로 사용한 반면, 금회에는 하천설계기준에 입각하여 하도경사가 1/200 이상인 급경사 유역에서는 Rziha공식을, 하도경사가 1/200 이하인 완경사 유역에서는 Kraven Ⅱ 공식을 이용하였다"고 기술하고 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-59〉에 수록하였다.

<표 2.6-67> 11011(진위천유역)_진위천 하도구간 소유역별 도달시간 산정

하천	산정지점	면적 (㎢)		유로연장 (㎞)	최장유로연장(㎞)		도달시간(hr)	
		금 회	기수립		금회	기수립	금회	기수립
진위천	진위천 하구	108.30	108.30	14.69	23.69	24.42	3.71	6.00
	황구지천 합류 후	13.00	19.57	3.80	5.83	4.70	1.46	1.10
	황구지천 합류 전	110.80	106.61	14.00	20.39	19.25	3.26	4.30
	오산천 합류 후	94.97	93.60	19.01	19.68	17.58	2.94	4.10
	오산천 합 류 전	257.80	257.80	34.75	34.75		5.35	

〔기수립〕 안성천수계 하천정비기본계획(건설교통부, 1994)
〔출처〕 안성천수계 하천정비기본계획(변경)(건설교통부, 2002)

11) 11011(진위천유역) (3)

단위유역 11011(진위천유역)은 유역면적이 734.26㎢에 이르며, 단위유역 내에 진위천, 오산천, 황구지천, 장기천 등 여러 하천이 위치하고 있다. 본 단위유역 내의 하천 중 진위천과, 오산천, 황구지천이 유역특성조사망에 포함되어 있다. 이에 따라 본 과업에서는 진위천 18.0㎞, 오산천 15.0㎞, 황구지천 16.3㎞에 이르는 하도구간에서 현장조사를 수행하였다. 본 단위유역(11011)에 조사대상 하천이 3개인 관계로 단위유역 1(오산천), 단위유역 2(진위천), 단위유역 3(황구지천)으로 구분하였다. 황구지천 하도구간에 대한 유역특성조사 결과를 기술하면 다음과 같다.

가) 하상재료조사

본 과업에서는 〈그림 2.6-89〉와 같이 약 3㎞~4㎞ 간격으로 하상재료조사를 계획하였다. 본 하천에서 하상재료조사가 수행 된 지점은 총 6개소이며, 표층조사는 수행하지 않고 시료를 직접 채취하였다. 시료를 직접적으로 채취한 6개 지점은 No.1(좌안, 우안), No.2(좌안, 우안), No.3(좌안, 우안), No.4(좌안, 우안), No.5(좌안, 우안), No.6(좌안, 우안)에 해당된다. 하상재료 채취는 단면의 좌·우안 및 유심부를 대상으로 수행하려 하였으나, 수심이 깊어 도섭이 어려운 유심부 등에서는 하상재료를 채취하지 못하였다.



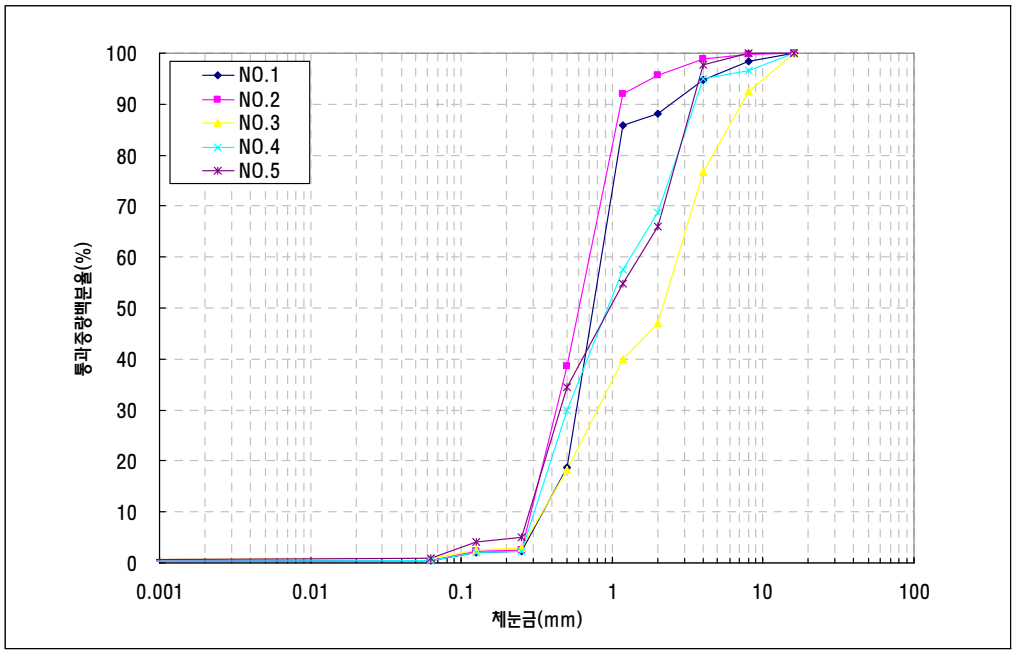
<그림 2.6-90> 11011(진위천유역)_황구지천 하도구간 채취 계획



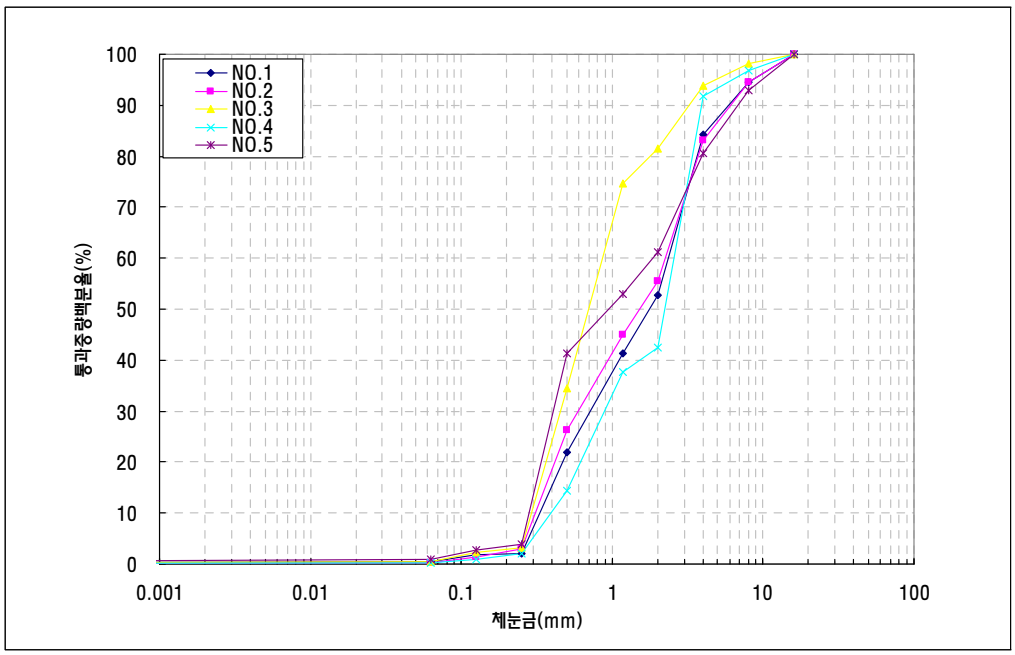
<그림 2.6-91> 11011(진위천유역)_황구지천 하도구간 경관 및 하상재료 채취 장면

(1) 입도분석시험

본 과업에서는 현장에서 직접 채취한 시료를 시료분석실에서 한국공업규격(KS F 2502-92)에 따라 입도분포 시험을 수행하였다. 입도분석 결과는 〈그림 2.6-91〉, 〈그림 2.6-92〉, 〈표 2.6-68〉에 수록하였다. 〈표 2.6-68〉에서 알 수 있는 바와 같이 모래에 비해 자갈과 실트의 성분은 적은 특성을 보였다. 이의 특성은 〈그림 2.6-91〉, 〈그림 2.6-92〉에서도 확인할 수 있다.〈그림 2.6-91〉, 〈그림 2.6-92〉에서 알 수 있는 바와 같이 입경 0.3㎜~4.0㎜ 구간의 기울기가 상당히 급하다. 입경가적곡선에서 기울기가 급한 구간은 그 구성 성분이 차지하는 비율이 많음을 의미하기 때문에 이의 특성은 입경가적곡선을 통해서도 확인할 수 있다.



<그림 2.6-92> 11011(진위천유역)_황구지천 하도구간 하상재료 입경가적곡선(좌안)



<그림 2.6-93> 11011(진위천유역)_황구지천 하도구간 하상재료 입경가적곡선(우안)

<표 2.6-68> 11011(진위천유역)_황구지천 하도구간 하상재료 성분비 및 입도특성

하천	지점	위치 (㎞)	성분비(%)			유효경 D10 (㎜)	D16 (㎜)	D30 (㎜)	D35 (㎜)	D50 (㎜)	D65 (㎜)	D84 (㎜)	Dm (㎜)	표준편차 (㎜)	균등계수 (Cu)	곡률계수 (C_g)
			자갈	모래	실트											
황구지천	No.1(좌안)	0.1	11.8	86.2	2.0	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.2	2.5	0.7	0.7	2.3	1.1
	No.1(우안)	0.1	47.3	50.8	1.9	0.3	0.4	0.9	1.8	2.7	4.0	5.2	1.8	1.9	7.9	0.8
	No.2(좌안)	3.8	4.4	93.3	2.2	0.3	0.3	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	0.6	0.3	2.6	1.0
	No.2(우안)	3.8	44.6	54.1	1.3	0.3	0.4	0.7	1.7	2.7	3.2	4.4	1.7	1.6	8.7	0.6
	No.3(좌안)	6.4	52.9	44.6	2.4	0.4	0.5	1.0	2.2	3.0	5.0	6.3	2.2	2.3	8.3	0.9
	No.3(우안)	6.4	18.5	79.2	2.3	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	2.3	3.1	0.7	1.1	3.0	0.9
	No.4(좌안)	9.8	31.4	66.5	2.1	0.3	0.4	0.6	0.9	1.8	2.6	2.8	0.9	1.1	5.8	0.6
	No.4(우안)	9.8	57.6	41.4	1.0	0.4	0.5	1.1	2.2	2.8	3.6	4.0	2.2	1.5	7.0	1.1
	No.5(좌안)	12.8	34.0	61.8	4.2	0.3	0.3	0.5	0.9	1.9	2.9	3.3	0.9	1.3	6.3	0.4
	No.5(우안)	12.8	38.9	58.4	2.7	0.3	0.3	0.4	0.9	2.3	4.9	6.3	0.9	2.5	7.9	0.3
	No.6(좌안)	16.0	85.1	14.8	0.1	0.9	2.0	2.4	2.8	3.1	3.9	4.0	2.8	1.1	3.4	2.1
	No.6(우안)	16.0	25.6	73.3	1.1	0.5	0.6	0.8	1.1	1.7	2.8	3.2	1.1	1.1	3.4	0.8

(2) 비중시험

본 조사지점에서 채취한 하상재료에 대하여 한국공업규격(KS F 2308)에 따라 비중시험을 수행하여 그 결과를 〈표 2.6-69〉에 나타내었다.

<표 2.6-69> 11011(진위천유역)_황구지천 하도구간 비중시험 결과

하천	지점	위치(㎞)	비중	비고
황구지천	No.1(좌안)	0.1	2.66	시점
	No.1(우안)	0.1	2.66	
	No.2(좌안)	3.8	2.65	
	No.2(우안)	3.8	2.64	
	No.3(좌안)	6.4	2.66	
	No.3(우안)	6.4	2.65	
	No.4(좌안)	9.8	2.66	
	No.4(우안)	9.8	2.68	
	No.5(좌안)	12.8	2.66	
	No.5(우안)	12.8	2.65	
	No.6(좌안)	16.0	2.65	
	No.6(우안)	16.0	2.64	종점

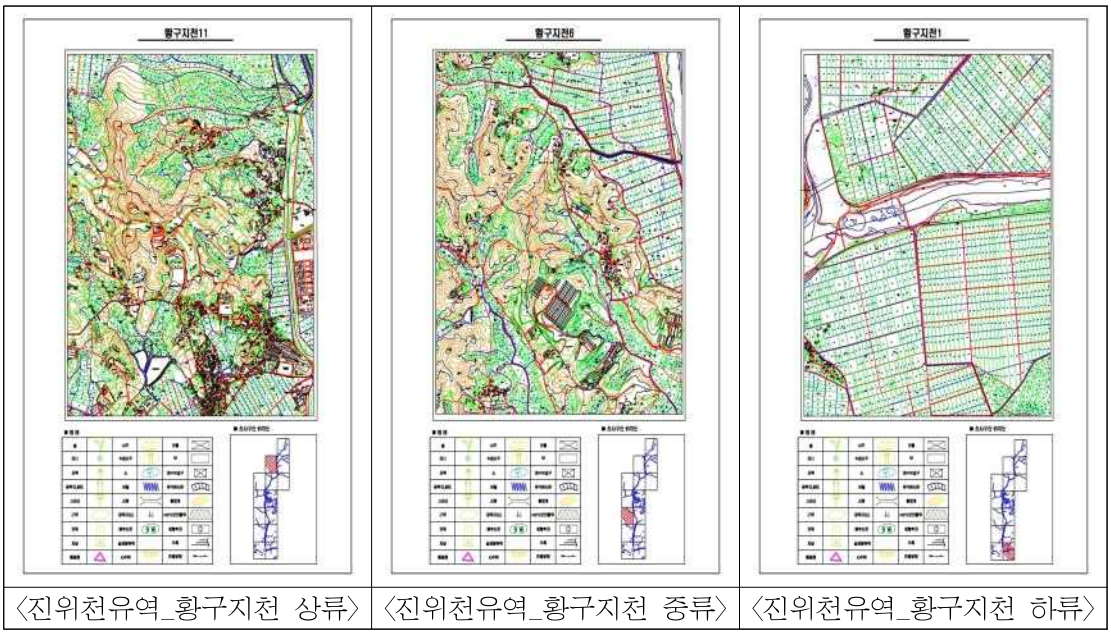
나) 하도특성조사

본 과업에서는 하천수변조사도(RCS)를 작성할 목적으로 단위유역(11011)에 위치하고 있는 황구지천 하도구간을 대상으로 여울과 소, 사주, 수제, 저수로와 고수부지의 특성을 조사하였다. 하도특성을 조사한 결과, 상류부는 자연하천으로 여울 및 소가 빈번하였고, 하중도가 존재하였다. 중류부는 보가 곳곳에 위치해 있었으며 상·하류 방향으로 모두 가볍게 휜 형상을 보였다. 하류부에서도 곳곳에 하중도와 사주가 위치하였다. 본 과업에서는 황구지천 하도구간에서 확보한 사진 영상을 상류, 중류, 하류부로 구분하여 〈그림 2.6-93〉에 나타내었다. 또한 본 과업에서는 현장에서 조사된 여울과 소 등과 같은 하도특성을 수치지형도(CAD)에 정해진 기호들로 표시하여 하천수변조사도(RCS)를 작성하였다. 〈그림 2.6-94〉는 황구지천 하도구간에서 작성된 하천수변조사도(RCS)로서 하도특성이 다수의 기호들로 나타나 있다.



〈진위천유역_황구지천 상류〉	〈진위천유역_황구지천 중류〉	〈진위천유역_황구지천 하류〉

<그림 2.6-94> 11011(진위천유역)_황구지천 하도구간 전경



〈진위천유역_황구지천 상류〉 〈진위천유역_황구지천 중류〉 〈진위천유역_황구지천 하류〉

<그림 2.6-95> 11011(진위천유역)_황구지천 하도구간 RCS 지도

다) 하도 현황조사

(1) 평면 및 사행특성조사

본 과업에서는 황구지천에 대한 평면 및 사행 특성을 파악하기 위해 안성천수계 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)를 수집하여 그 특성을 분석하였다. 수집된 결과는 그대로 〈표 2.6-70〉에 수록하였으나 대부분의 정보가 측선구간에 대한 곡률반경이다. 본 과업에서는 수집된 결과와 위성영상자료를 토대로 사행구간에 대해 현장조사를 수행하여 그 특성을 나타낼 수 있는 사진정보를 획득하였다. 획득된 사진정보는 〈그림 2.6-95〉와 같다.

<표 2.6-70> 11011(진위천유역)_황구지천 하도구간 평면특성

하천	구간(No)	곡률반경(m)
황구지천	No. 21+100~No. 24+100	600
	No. 47+100~No. 51+100	800
	No. 60+100~No. 62+100	400
	No. 65+100~No. 67+100	300
	No. 69+100~No. 72+100	400

〔출처〕 안성천수계 하천정비기본계획(변경)(건설교통부, 2002)



〈No. 21+100～No. 24+100〉



〈No. 47+100～No. 51+100〉



〈No. 60+100～No. 62+100〉



〈No. 69+100～No. 72+100〉

<그림 2.6-96> 11011(진위천유역)_황구지천 하도구간 평면특성

(2) 종·횡단특성조사

본 과업에서는 황구지천에 대한 횡단형의 특성을 파악하기 위해 안성천수계 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)를 수집하여 분석하였다. 분석된 결과는 〈표 2.6-71〉과 같으며, 횡단형은 대부분 제형단면과 복단면의 특성을 보였다. 본 과업에서는 분석된 결과를 토대로 현장조사를 수행하였다. 황구지천 하도구간은 〈그림 2.6-96〉에서 확인할 수 있다.

<표 2.6-71> 11011(진위천유역)_황구지천 하도구간 횡단형

하천	구간	횡단형
황구지천	No. 0～No. 60	제형단면, 복단면
	No. 61～No. 81	제형단면

〔출처〕 안성천수계 하천정비기본계획(변경)(건설교통부, 2002)


〈No. 0～No. 60〉


〈No. 61～No. 81〉

<그림 2.6-97> 11011(진위천유역)_황구지천 하도구간 횡단형

(3) 조도계수조사

본 과업에서는 황구지천 하도구간에 대한 조도계수의 특성을 파악하기 위해 안성천수계 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)를 수집하여 분석하였다. 안성천수계 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)에는 조도계수의 특성이 측선별로 수록되어 있다. 본 과업에서는 안성천수계 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)를 통해 사전에 조도계수의 특성을 확인하고 현장조사를 수행하여 그 특성을 확인하였다. 〈표 2.6-72〉는 황구지천 하도구간에 대한 조도계수와 사진영상 정보로서, 조도계수에 미치는 요소(입경이 큰 하상재료와 식생)들의 특성이 나타나 있다.

<표 2.6-72> 11011(진위천유역)_황구지천 하도구간 조도계수

구분	연도	조도계수
기수립	1994년	0.028
	2002년 저수로	0.025
	2002년 고수로	0.030～0.040


〈No. 0+000～No. 81+107〉

〔출처〕 안성천수계 하천정비기본계획(건설교통부, 1994)
〔출처〕 안성천수계 하천정비기본계획(변경)(건설교통부, 2002), 조도계수 테이블 이용

(4) 도달시간조사

본 과업에서는 황구지천에 대한 도달시간의 특성을 파악하기 위해 안성천수계 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)를 수집하여 분석하였다. 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)에는 "기수립 기본계획에서는 Kraven Ⅰ공식을 일괄적으로

사용한 반면, 금회에는 하천설계기준에 입각하여 하도경사가 1/200 이상인 급경사 유역에서는 Rziha공식을, 하도경사가 1/200 이하인 완경사 유역에서는 Kraven Ⅱ 공식을 이용하였다"고 기술하고 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-73〉에 수록하였다.

<표 2.6-73> 11011(진위천유역)_황구지천 하도구간 소유역별 도달시간

하천	산정지점	면적(㎢)		유로연장(㎞)	최장유로연장(㎞)		도달시간(hr)	
		금 회	기수립		금회	기수립	금회	기수립
황구지천	황구지천 하구	45.13	68.10	9.10	9.99	14.31	1.82	3.80
	갈천합류 전	16.25	43.20	6.57	6.76	12.20	1.41	3.50
	원천리천 합류 후	146.50	146.50	17.65	18.57	16.20	3.04	4.20

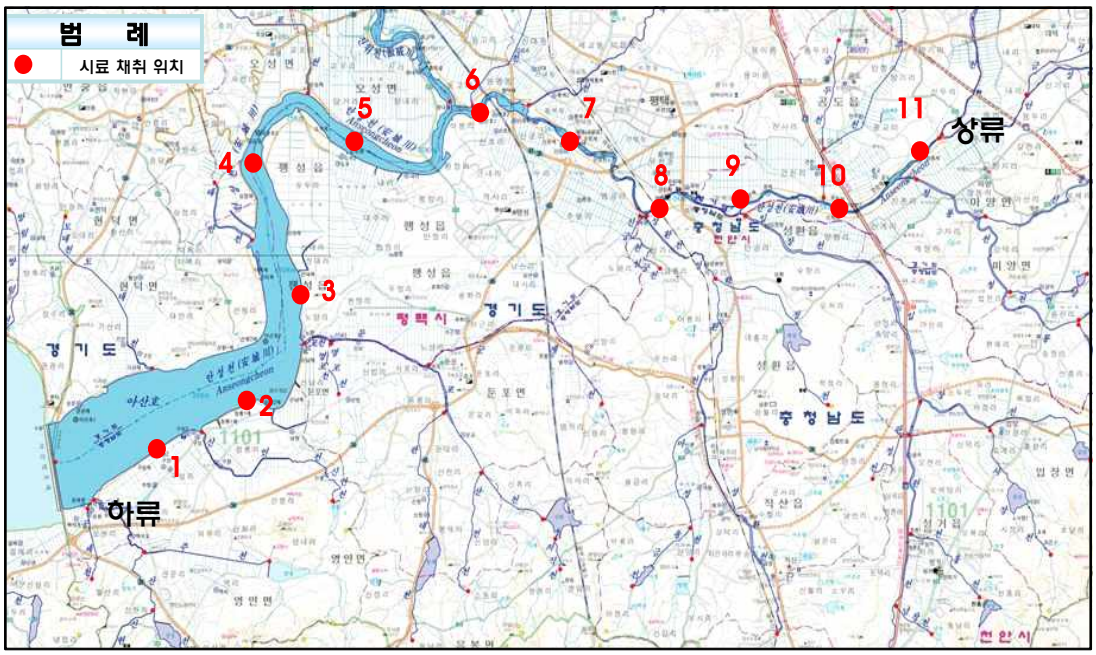
〔기수립〕 안성천수계 하천정비기본계획(건설교통부, 1994)
〔출처〕 안성천수계 하천정비기본계획(변경)(건설교통부, 2002)

12) 11012(안성천유역)

단위유역 11012(안성천유역)은 유역면적이 924.38㎢에 이르며, 단위유역 내에 안성천, 군계천, 신릉천 등 여러 지방하천 위치하고 있다. 본 단위유역 내의 하천 중 안성천만 유역특성조사망에 포함되어 있다. 이에 따라 본 과업에서는 안성천을 대상으로 38.9㎞에 이르는 하도구간에서 현장조사를 수행하였다.

가) 하상재료조사

본 과업에서는 〈그림 2.6-97〉과 같이 약 3㎞～4㎞ 간격으로 하상재료조사를 계획하였다. 본 하천에서 하상재료조사가 수행 된 지점은 총 11개소이며, 표층조사는 수행하지 않고 시료를 직접 채취하였다. 시료를 직접적으로 채취한 11개 지점은 No.1(좌안, 우안)～No.11(좌안, 우안)에 해당된다. 하상재료 채취는 단면의 좌·우안 및 유심부를 대상으로 수행하려 하였으나, 수심이 깊어 도섭이 어려운 유심부 등에서는 하상재료를 채취하지 못하였다.



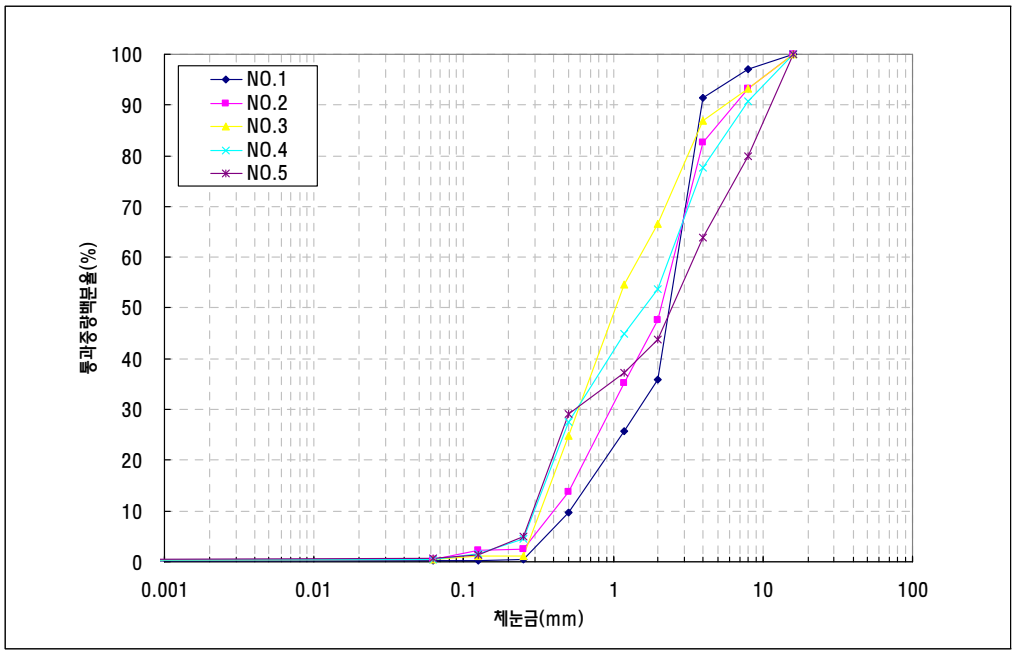
<그림 2.6-98> 11012(안성천유역) 하도구간 하상재료 채취 계획



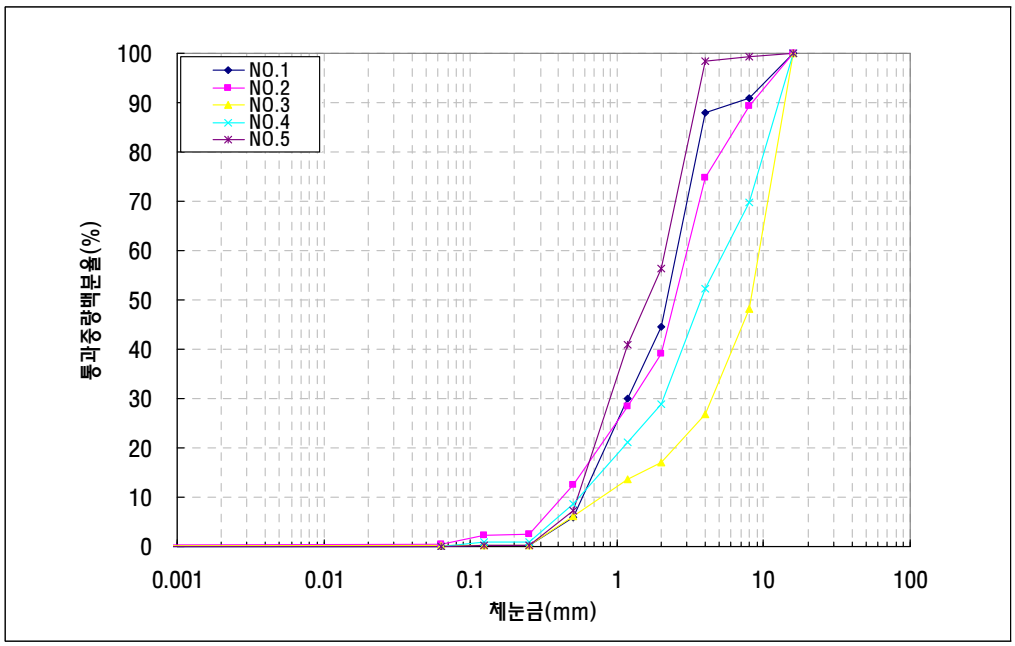
<그림 2.6-99> 11012(안성천유역) 하도구간 경관 및 하상재료 채취 장면

(1) 입도분석시험

본 과업에서는 현장에서 직접 채취한 시료를 시료분석실에서 한국공업규격(KS F 2502-92)에 따라 입도분포 시험을 수행하였다. 입도분석 결과는 〈그림 2.6-99〉, 〈그림 2.6-100〉, 〈표 2.6-74〉에 수록하였다. 〈표 2.6-74〉에서 알 수 있는 바와 같이 실트 성분은 적고, 주로 모래와 자갈의 특성을 보였다. 이의 특성은 〈그림 2.6-99〉, 〈그림 2.6-100〉에서도 확인할 수 있다. 〈그림 2.6-99〉, 〈그림 2.6-100〉에서 알 수 있는 바와 같이 입경 0.3㎜~10.0㎜ 구간의 기울기가 상당히 급하다. 입경가적곡선에서 기울기가 급한 구간은 그 구성 성분이 차지하는 비율이 많음을 의미하기 때문에 이의 특성은 입경가적곡선을 통해서도 확인할 수 있다.



<그림 2.6-100> 11012(안성천유역) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(좌안)



<그림 2.6-101> 11012(안성천유역) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(우안)

<표 2.6-74> 11012(안성천유역) 하도구간 하상재료 성분비 및 입도특성

하천	지점	위치 (km)	성분비(%)			유효경 D10 (㎜)	D16 (㎜)	D30 (㎜)	D35 (㎜)	D50 (㎜)	D65 (㎜)	D84 (㎜)	Dm (㎜)	표준편차 (㎜)	균등계수 (Cu)	곡률계수 (C_g)
			자갈	모래	실트											
안성천	No.1(우안)	2.4	64.2	35.5	0.3	0.5	0.7	2.0	2.4	2.9	3.6	4.0	2.4	1.3	5.8	2.8
	No.1(좌안)	2.4	55.4	44.5	0.1	0.6	0.7	1.6	2.1	2.8	3.8	4.3	2.1	1.4	4.7	1.5
	No.2(우안)	6.2	52.3	45.6	2.2	0.4	0.6	1.3	2.1	2.9	4.2	6.0	2.1	2.0	7.1	1.4
	No.2(좌안)	6.2	60.9	36.8	2.4	0.4	0.6	1.9	2.6	3.3	6.1	8.0	2.6	2.8	8.0	2.7
	No.3(우안)	10.0	83.0	16.7	0.3	0.8	1.9	5.3	8.1	10.0	13.7	16.1	8.1	5.8	12.5	3.5
	No.3(좌안)	10.0	33.4	65.4	1.2	0.3	0.4	0.7	1.0	1.9	3.6	5.1	1.0	1.8	5.9	0.7
	No.4(우안)	13.4	46.4	51.9	1.7	0.3	0.4	0.7	1.7	2.9	5.3	7.6	1.7	2.8	9.7	0.6
	No.4(좌안)	13.4	71.2	27.8	1.0	0.6	0.8	2.5	3.8	6.9	11.7	13.2	3.8	5.1	12.3	1.6
	No.5(우안)	17.0	56.2	42.3	1.5	0.3	0.4	0.9	2.6	4.2	9.5	10.9	2.6	4.4	14.0	0.6
	No.5(좌안)	17.0	43.6	56.3	0.1	0.6	0.6	1.1	1.7	2.3	3.1	3.5	1.7	1.2	4.1	0.9
	No.6(우안)	21.0	54.9	43.8	1.2	0.4	0.5	1.2	2.1	2.9	3.9	5.0	2.1	1.8	7.6	1.3
	No.6(좌안)	21.0	13.2	80.7	6.2	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	1.8	2.5	0.3	1.0	2.6	0.8
	No.7(우안)	24.6	38.5	58.9	2.7	0.3	0.4	0.7	1.3	2.1	3.8	4.9	1.3	1.8	6.2	0.7
	No.7(좌안)	24.6	40.6	57.3	2.1	0.3	0.4	0.7	1.3	2.4	3.8	4.7	1.3	1.8	8.3	0.7
	No.8(우안)	27.8	18.7	79.3	2.0	0.2	0.2	0.4	0.5	0.8	2.3	3.2	0.5	1.2	4.4	1.1
	No.8(좌안)	27.8	45.3	53.3	1.3	0.3	0.4	0.7	1.5	2.7	5.8	8.0	1.5	3.0	8.7	0.6
	No.9(우안)	30.8	1.4	98.0	0.6	0.5	0.6	0.7	0.9	6.2	1.0	1.1	0.9	2.1	12.4	0.1
	No.9(좌안)	30.8	85.7	14.2	0.1	1.8	2.0	2.3	2.7	3.0	3.7	3.9	2.7	0.8	1.7	1.0
	No.10(우안)	34.2	26.3	73.0	0.7	0.5	0.6	0.8	0.9	1.3	4.0	7.0	0.9	2.5	2.5	0.9
	No.10(좌안)	34.2	85.1	14.8	0.1	1.2	2.0	2.4	2.7	3.0	3.7	4.0	2.7	1.0	2.5	1.6
	No.11(우안)	37.2	3.8	95.3	0.9	0.4	0.5	0.7	0.8	0.9	1.2	1.4	0.8	0.4	2.1	1.2
	No.11(좌안)	37.2	14.0	81.8	4.2	0.2	0.2	0.4	0.6	0.8	1.6	2.8	0.6	1.0	4.7	1.2

(2) 비중시험

본 조사지점에서 채취한 하상재료에 대하여 한국공업규격(KS F 2308)에 따라 비중시험을 수행하여 그 결과를 〈표 2.6-75〉에 나타내었다.

<표 2.6-75> 11012(안성천유역) 하도구간 비중시험 결과

하천	지점	위치(㎞)	비중	비고
안성천	No.1(우안)	2.4	2.66	시점
	No.1(좌안)	2.4	2.65	
	No.2(우안)	6.2	2.66	
	No.2(좌안)	6.2	2.65	
	No.3(우안)	10.0	2.64	
	No.3(좌안)	10.0	2.66	
	No.4(우안)	13.4	2.65	
	No.4(좌안)	13.4	2.66	
	No.5(우안)	17.0	2.68	
	No.5(좌안)	17.0	2.68	
	No.6(우안)	21.0	2.67	
	No.6(좌안)	21.0	2.67	
	No.7(우안)	24.6	2.67	
	No.7(좌안)	24.6	2.66	
	No.8(우안)	27.8	2.65	
	No.8(좌안)	27.8	2.65	
	No.9(우안)	30.8	2.67	
	No.9(좌안)	30.8	2.68	
	No.10(우안)	34.2	2.66	
	No.10(좌안)	34.2	2.66	
	No.11(우안)	37.2	2.65	
	No.11(좌안)	37.2	2.67	종점

나) 하도특성조사

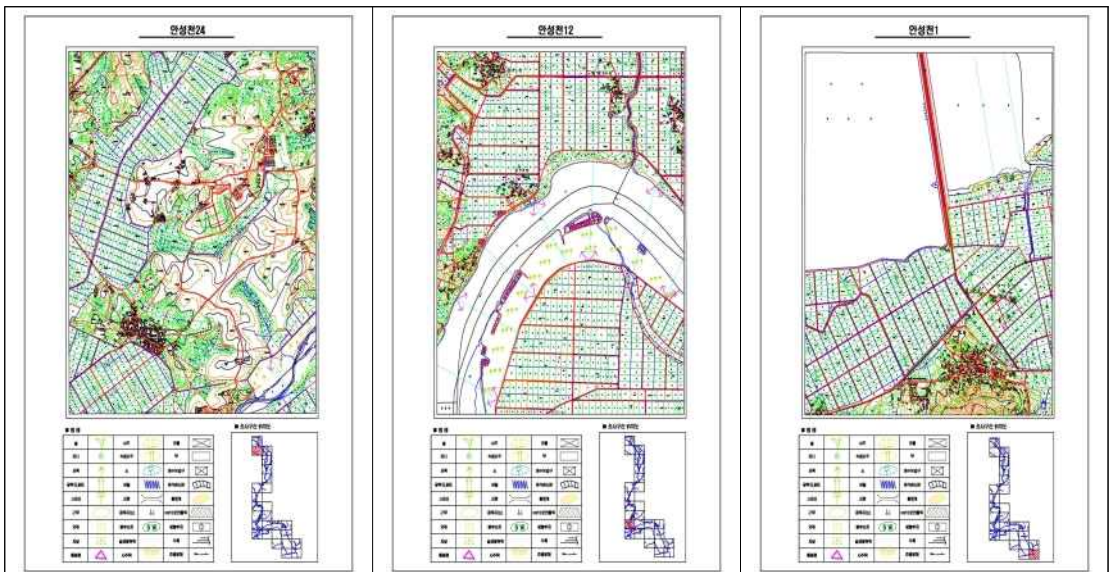
본 과업에서는 하천수변조사도(RCS)를 작성할 목적으로 안성천 단위유역(11012)에 위치하고 있는 안성천 하도구간을 대상으로 여울과 소, 사주, 수제, 저수로와 고수부지의 특성을 조사하였다. 하도특성을 조사한 결과, 상류부는 주로 농지로 구성된 자연하천으로 여울 및 소가 빈번하였다. 중류부와 하류부는 상·하류 방향 모두 가볍게 휜 형상을 나타내었다. 본 과업에서는 안성천 하도구간에서 확보한 사진 영상을 상류, 중류, 하류부로

구분하여 〈그림 2.6-101〉에 나타내었다. 하상의 특성은 〈그림 2.6-101〉에서 확인할 수 있다. 또한 본 과업에서는 현장에서 조사된 여울과 소 등과 같은 하도특성을 수치지형도(CAD)에 정해진 기호들로 표시하여 하천수변조사도(RCS)를 작성하였다. 〈그림 2.6-102〉는 안성천 하도구간에서 작성된 하천수변조사도(RCS)로서 하도특성이 다수의 기호들로 나타나 있다.



〈안성천유역 상류〉	〈안성천유역 중류〉	〈안성천유역 하류〉

<그림 2.6-102> 11012(안성천유역) 하도구간 전경



〈안성천유역 상류〉	〈안성천유역 중류〉	〈안성천유역 하류〉

<그림 2.6-103> 11012(안성천유역) 하도구간 RCS 지도

다) 하도 현황조사

(1) 평면 및 사행특성조사

본 과업에서는 안성천에 대한 평면 및 사행 특성을 파악하기 위해 안성천수계 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)를 수집하여 그 특성을 분석하였다. 수집된 결과는 그대로 〈표 2.6-76〉에 수록하였으나 대부분의 정보가 측선구간에 대한 곡률반경이다. 본 과업에서는 수집된 결과와 위성영상자료를 토대로 사행구간에 대해 현장조사를 수행하여 그 특성을 나타낼 수 있는 사진정보를 획득하였다. 획득된 사진정보는 〈그림 2.6-103〉과 같다.

<표 2.6-76> 11012(안성천유역) 하도구간 평면특성

하천	구간(No)	곡률반경(m)
안성천	No. 32+000 ~ No. 40+000	1,200
	No. 73+000 ~ No. 76+000	500
	No. 94+000 ~ No. 98+000	500
	No. 109+000 ~ No. 113+000	800
	No. 128+000 ~ No. 132+000	1,500
	No. 137+000 ~ No. 140+000	400
	No. 142+000 ~ No. 146+000	800
	No. 149+000 ~ No. 154+000	1,200
	No. 157+000 ~ No. 160+000	600
	No. 168+000 ~ No. 173+000	1,000

〔출처〕 안성천수계 하천정비기본계획(변경) (건설교통부, 2002)



〈No. 32+000 ~ No. 40+000〉



〈No. 94+000 ~ No. 98+000〉



〈No. 128+000 ~ No. 132+000〉



〈No. 149+000 ~ No. 154+000〉

<그림 2.6-104> 11012(안성천유역) 하도구간 평면특성

(2) 종·횡단특성조사

본 과업에서는 안성천에 대한 횡단형의 특성을 파악하기 위해 안성천수계 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)를 수집하여 분석하였다. 분석된 결과는 〈표 2.6-77〉와 같으며, 횡단형은 대부분 단단면형과 복단면형의 특성을 나타내었다. 본 과업에서는 분석된 결과를 토대로 현장조사를 수행하였다. 안성천 하도구간의 특성은 〈그림 2.6-104〉에서 확인할 수 있다.

<표 2.6-77> 11012(안성천유역) 구간별 횡단형 현황

하천	구간	횡단형	비 고
안성천	No. 0+000 ~ No. 64+000	단단면	포락지 형태
	No. 64+000 ~ No. 81+000	좌안 복단면	제형단면
	No. 81+000 ~ No. 186+000	복단면	제형단면

〔출처〕 안성천수계 하천정비기본계획(변경)(건설교통부, 2002)



〈No. 0+000 ~ No. 64+000〉



〈No. 64+000 ~ No. 81+000〉



〈No. 81+000 ~ No. 186+000〉

<그림 2.6-105> 11012(안성천유역) 하도구간 횡단형

(3) 조도계수조사

본 과업에서는 안성천 하도구간에 대한 조도계수의 특성을 파악하기 위해 안성천수계 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)를 수집하여 분석하였다. 안성천수계 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)에는 조도계수의 특성이 측선별로 수록되어 있다. 본 과업에서는 안성천수계 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)

를 통해 사전에 조도계수의 특성을 확인하고 현장조사를 수행하여 그 특성을 확인하였다. 〈표 2.6-78〉은 안성천 하도구간의 조도계수 정보로서 사진자료에 조도계수에 미치는 요소(식생 등)들의 특성이 나타나 있다.

<표 2.6-78> 11012(안성천유역) 하도구간 조도계수

구분	연도	조도계수
기수립	1994년	0.027
	2002년 저수로	0.025
	2002년 고수로	0.040



〈No.0+000~No.186+137〉

〔출처〕 안성천수계 하천정비기본계획(건설교통부, 1994)
〔출처〕 안성천수계 하천정비기본계획(변경)(건설교통부, 2002), 조도계수 테이블 이용

(4) 도달시간조사

본 과업에서는 안성천에 대한 도달시간의 특성을 파악하기 위해 안성천수계 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)를 수집하여 분석하였다. 하천정비기본계획(변경) 보고서(건설교통부, 2002)에는 "기수립 기본계획에서는 Kraven Ⅰ공식을 일괄적으로 사용한 반면, 금회에는 하천설계기준에 입각하여 하도경사가 1/200 이상인 급경사 유역에서는 Rziha공식을, 하도경사가 1/200 이하인 완경사 유역에서는 Kraven Ⅱ 공식을 이용하였다"고 기술하고 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-79〉에 수록하였다.

<표 2.6-79> 11012(안성천유역) 하도구간 소유역별 도달시간

하천	산정지점	면적(㎢)		유로연장(㎞)	최장유로연장(㎞)		도달시간(hr)	
		금 회	기수립		금회	기수립	금회	기수립
안성천	안성천 하구	249.30	249.30	21.05	22.52	21.00	3.44	5.80
	진위천 합류 후	94.80	94.80	6.95	16.62	14.30	2.54	2.90
	진위천 합류 전	83.50	83.50	18.05	18.29	17.45	2.89	3.80
	성환천 합류 후	7.46	87.50	2.70	5.77	19.70	1.38	4.60
	성환천 합류 전	98.50	98.50	6.82	22.28	20.85	3.18	5.80
	입장천 합류 전	90.12	228.22	17.36	27.32	21.65	4.06	4.60
	한천 합류 후	66.66	66.66	15.04	17.10	15.60	2.65	3.40

〔기수립〕 안성천수계 하천정비기본계획(건설교통부, 1994)
〔출처〕 안성천수계 하천정비기본계획(변경)(건설교통부, 2002)

13) 13020(강릉남대천유역권)

단위유역 13020(강릉남대천유역권)은 유역면적이 1,050.10㎢에 이르며, 단위유역 내에 강릉남대천, 연곡천, 낙풍천 등이 위치하고 있다. 본 단위유역 내의 하천 중 강릉남대천만 유역특성조사망에 포함되어 있다. 이에 따라 본 과업에서는 강릉남대천을 대상으로 16.0㎞에 이르는 하도구간에서 현장조사를 수행하였다.

가) 하상재료조사

본 과업에서는 강릉남대천을 대상으로 약 3㎞~4㎞ 간격의 하상재료조사를 계획하였다. 본 하천에서 하상재료조사가 수행 된 지점은 총 5개소이며, 이는 시료를 직접 채취한 지점 4개소(6개 측점), 표층조사 수행 지점 1개소(2개 측점)로 구분된다. 시료를 직접적으로 채취한 4개 지점은 No.1(좌안, 우안), No.2(좌안), No.3(좌안, 우안), No.5(우안)에 해당된다. 하상재료 채취는 단면의 좌·우안 및 유심부를 대상으로 수행하려 하였으나, 수심이 깊어 도섭이 어려운 유심부 등에서는 하상재료를 채취하지 못하였다. 표층조사는 주로 입경이 굵은 자갈이나 호박돌 등으로 구성되어 있는 No.4(좌안, 우안)에서 수행하였다.



<그림 2.6-106> 13020(강릉남대천유역권) 하도구간 하상재료 채취 계획




<그림 2.6-107> 13020(강릉남대천유역권) 하도구간 경관 및 하상재료 채취 장면

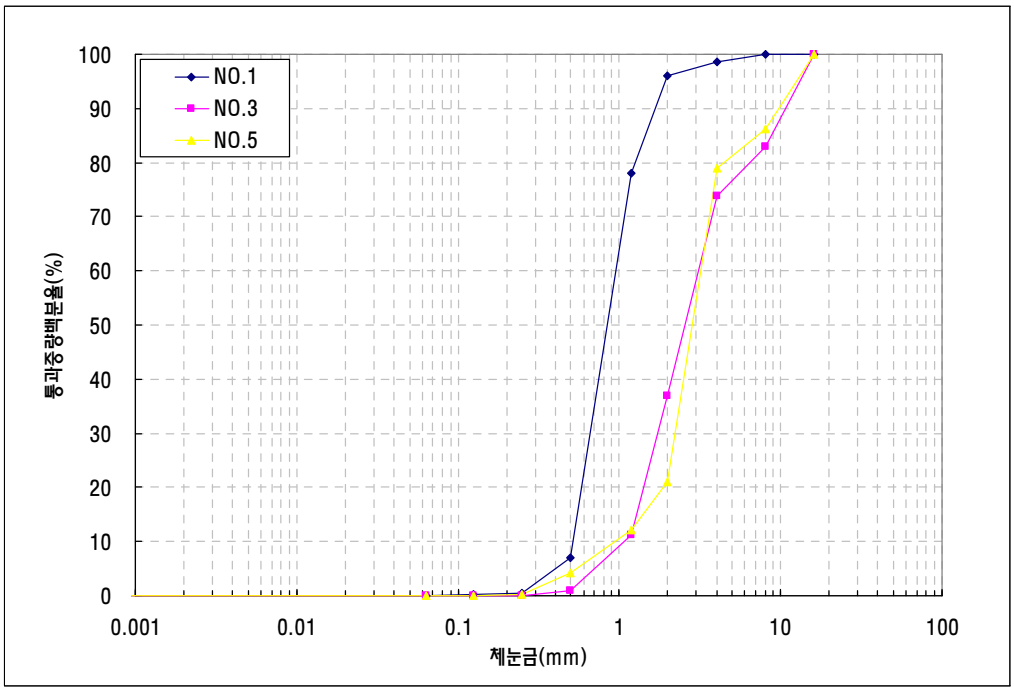



〈강릉남대천유역권 시점(하류)〉 〈시점으로부터 10.0㎞(상류)〉

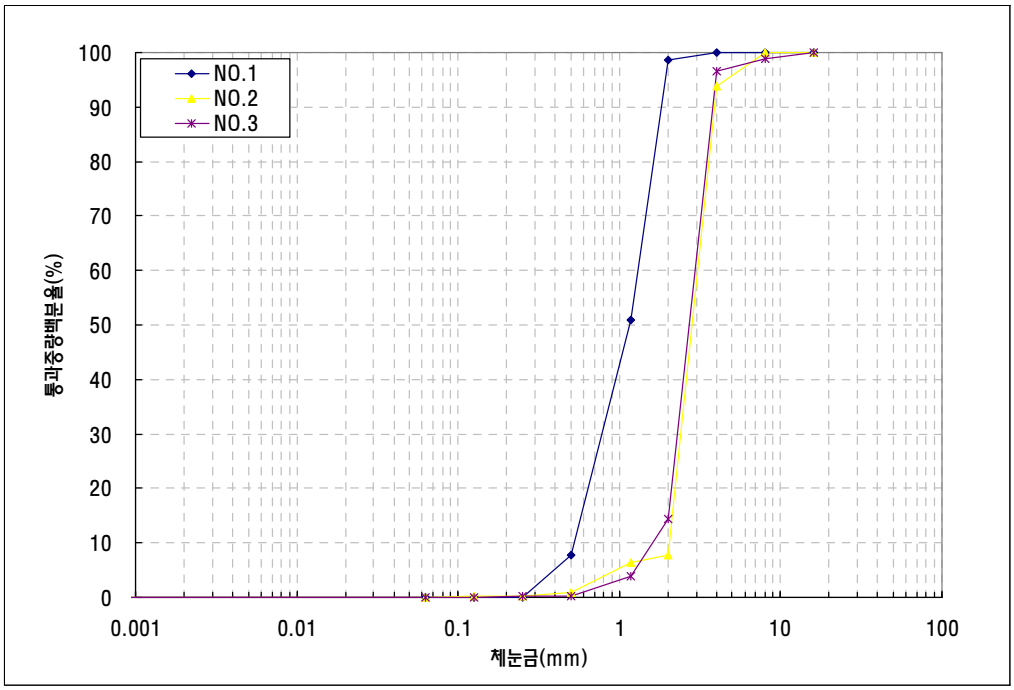
<그림 2.6-108> 13020(강릉남대천유역권) 하도구간 표층재료 전경

(1) 입도분석시험

본 과업에서는 현장에서 직접 채취한 시료를 시료분석실에서 한국공업규격(KS F 2502-92)에 따라 입도분포 시험을 수행하였다. 입도분석 결과는 〈그림 2.6-108〉, 〈그림 2.6-109〉, 〈표 2.6-80〉에 수록하였다. 〈표 2.6-80〉에서 알 수 있는 바와 같이 자갈 성분이 우세한 특성을 나타내었다. 이의 특성은 〈그림 2.6-108〉, 〈그림 2.6-109〉에서도 확인할 수 있다. 〈그림 2.6-108〉, 〈그림 2.6-109〉에서 알 수 있는 바와 같이 입경 0.3㎜~4.0㎜ 구간의 기울기가 상당히 급하다. 입경가적곡선에서 기울기가 급한 구간은 그 구성 성분이 차지하는 비율이 많음을 의미하기 때문에 이의 특성은 입경가적곡선을 통해서도 확인할 수 있다.



<그림 2.6-109> 13020(강릉남대천유역권) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(좌안)



<그림 2.6-110> 13020(강릉남대천유역권) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(우안)

<표 2.6-80> 13020(강릉남대천유역권) 하도구간 하상재료 성분비 및 입도특성

하천	지점	위치 (km)	성분비(%)			유효경 D10 (mm)	D16 (mm)	D30 (mm)	D35 (mm)	D50 (mm)	D65 (mm)	D84 (mm)	Dm (mm)	표준편차 (mm)	균등계수 (Cu)	곡률계수 (C_g)
			자갈	모래	실트											
강릉남대천	No.1(좌안)	0.2	4.0	95.7	0.3	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.4	1.7	0.9	0.4	2.0	1.0
	No.1(우안)	0.2	1.4	98.6	0.0	0.5	0.6	0.9	1.2	1.5	1.7	1.8	1.2	0.5	2.8	1.1
	No.2(우안)	3.5	92.2	7.6	0.2	2.0	2.2	2.5	2.8	3.1	3.6	3.9	2.8	0.7	1.6	1.0
	No.3(좌안)	6.5	63.2	36.8	0.1	1.1	1.4	2.0	2.5	3.2	8.6	10.7	2.5	3.8	2.9	1.1
	No.3(우안)	6.5	85.7	14.2	0.1	1.8	2.0	2.3	2.7	3.0	3.7	3.9	2.7	0.8	1.7	1.0
	No.5(좌안)	13.1	79.0	20.9	0.1	1.0	1.8	2.3	2.9	3.2	5.2	10.0	2.9	3.0	3.2	1.7

(2) 비중시험

본 조사지점에서 채취한 하상재료에 대하여 한국공업규격(KS F 2308)에 따라 비중시험을 수행하여 그 결과를 〈표 2.6-81〉에 나타내었다.

<표 2.6-81> 13020(강릉남대천유역권) 하도구간 비중시험 결과

하천	지점	위치(km)	비중	비고
강릉남대천	No.1(좌안)	0.2	2.66	시점
	No.1(우안)	0.2	2.66	
	No.2(우안)	3.5	2.68	
	No.3(좌안)	6.5	2.67	
	No.3(우안)	6.5	2.67	
	No.5(좌안)	13.1	2.65	

(3) 표층조사

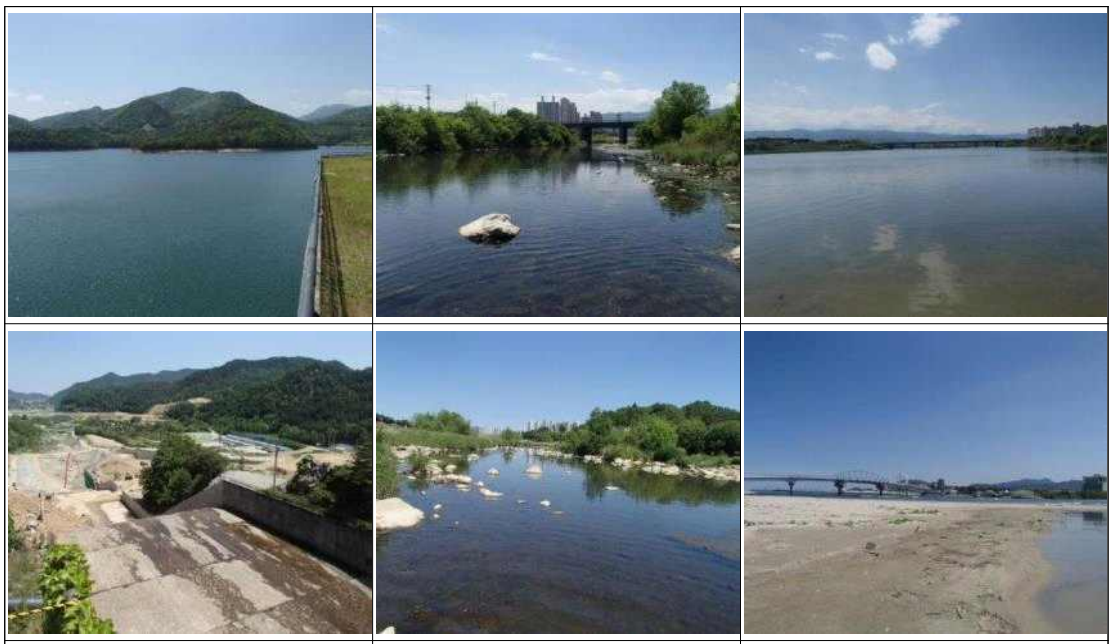
본 과업에서는 입경이 상당히 커서 시료 채취 및 이동이 어려운 경우에는 현장에서 표층조사를 수행하였다. 표층조사는 선 격자 방식으로 수행하였으며, 현장에서 선 격자 점 바로 아래에 놓인 하상재료를 대상으로 장축과 중축의 길이를 직접 측정하였다. 〈표 2.6-82〉는 13020(강릉남대천유역권) 하도구간 내의 표층조사 결과를 나타낸다.

<표 2.6-82> 13020(강릉남대천유역권) 하도구간 표층분석 결과

하천	지점	위치(km)	최소(mm)	최대(mm)	평균(mm)
강릉남대천	No.4(좌안)	10.0	31	231	81
	No.4(우안)	10.0	26	255	86

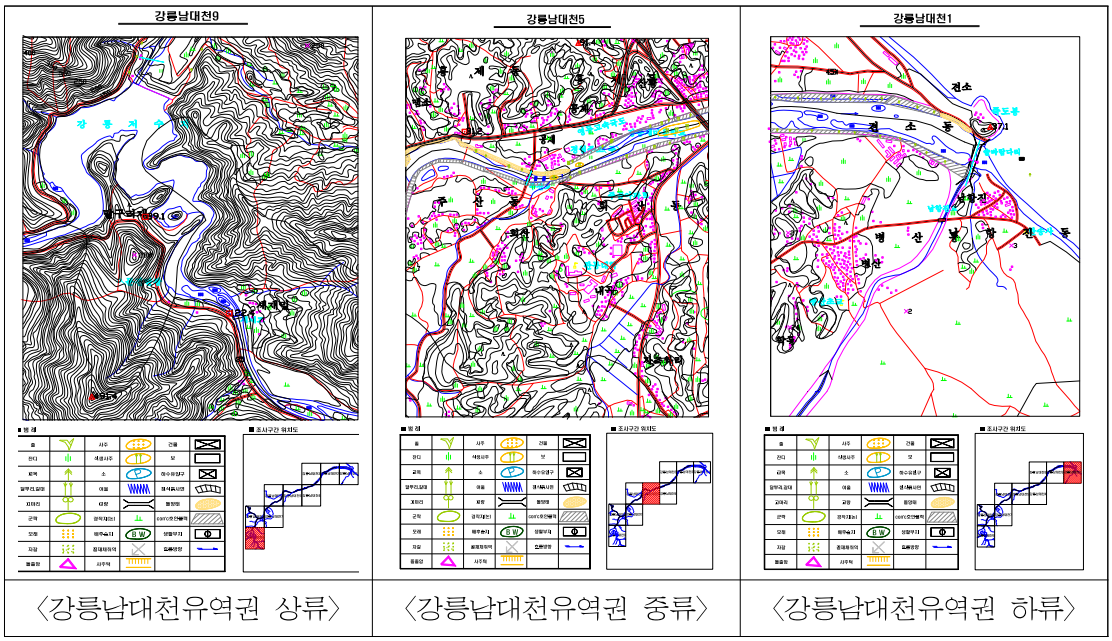
나) 하도특성조사

본 과업에서는 하천수변조사도(RCS)를 작성할 목적으로 단위유역(13020)에 위치하고 있는 강릉남대천 하도구간을 대상으로 여울과 소, 사주, 수제, 저수로와 고수부지의 특성을 조사하였다. 하도특성을 조사한 결과, 상류부는 여울 및 소가 존재하지 않았지만 하중도는 다수 존재하였다. 중류부는 사주가 다수 존재하였고, 하중도는 존재하지 않았다. 하류부는 여울과 소, 하중도가 존재하지 않았다. 본 과업에서는 강릉남대천 하도구간에서 확보한 사진 영상을 상류, 중류, 하류부로 구분하여 〈그림 2.6-110〉에 나타내었다. 또한 본 과업에서는 현장에서 조사된 여울과 소 등과 같은 하도특성을 수치지형도(CAD)에 정해진 기호들로 표시하여 하천수변조사도(RCS)를 작성하였다. 〈그림 2.6-111〉은 강릉남대천 하도구간에서 작성된 하천수변조사도(RCS)로서 하도특성이 다수의 기호들로 나타나 있다.



〈강릉남대천유역권 상류〉	〈강릉남대천유역권 중류〉	〈강릉남대천유역권 하류〉

<그림 2.6-111> 13020(강릉남대천유역권) 하도구간 전경



〈강릉남대천유역권 상류〉 〈강릉남대천유역권 중류〉 〈강릉남대천유역권 하류〉

<그림 2.6-112> 13020(강릉남대천유역권) 하도구간 RCS 지도

다) 하도 현황조사

(1) 평면 및 사행특성조사

본 과업에서는 강릉남대천에 대한 평면 및 사행 특성을 파악하기 위해 강릉남대천 하천정비기본계획(변경) 보고서(강릉시, 2010)를 수집하여 그 특성을 분석하였다. 수집된 결과는 그대로 〈표 2.6-83〉에 수록하였으나 대부분의 정보가 측선구간에 대한 곡률반경이다. 본 과업에서는 수집된 결과와 위성영상자료를 토대로 사행구간에 대해 현장조사를 수행하여 그 특성을 나타낼 수 있는 사진정보를 획득하였다. 획득된 사진정보는 〈그림 2.6-112〉와 같다.

<표 2.6-83> 13020(강릉남대천유역권) 하도구간 평면특성

하천	구간	유심방향	하도연장(m)	곡률반경(m)
강릉남대천	No. 3+49 ~ No. 3+173	좌	135.7	300
	No. 10+74 ~ No. 10+163	좌	106.0	300
	No. 17+116 ~ No. 18+11	좌	110.4	250
	No. 22+88 ~ No. 22+153	우	62.5	200
	No. 28+141 ~ No. 29+45	좌	98.2	300
	No. 29+90 ~ No. 30+16	좌	62.9	300
	No. 40+173 ~ No. 41+95	우	124.5	150

〔출처〕 강릉남대천 하천기본계획(변경)(강릉시, 2010)

<표 2.6-83> 13020(강릉남대천유역권) 하도구간 평면특성(계속)

하천	구간	유심방향	하도연장(m)	곡률반경(m)
강릉 남대천	No. 43+195 ~ No. 45+151	좌	375.6	250
	No. 50+36 ~ No. 51+188	우	269.9	300
	No. 55 ~ No. 55+100	좌	94.7	300
	No. 60 ~ No. 60+32	우	32.8	150
	No. 61 ~ No. 61+37	좌	37.7	100
	No. 63+42 ~ No. 63+166	우	106.2	200
	No. 66+48 ~ No. 68+136	우	518.2	400
	No. 69+195 ~ No. 71	좌	211.7	250
	No. 75+38 ~ No. 76+40	우	201.4	450
	No. 76+150 ~ No. 76+186	우	35.2	200

〔출처〕 강릉남대천 하천기본계획(변경)(강릉시, 2010)



〈NO. 17+116 ~ NO. 18+011〉



〈NO. 28+141 ~ NO. 29+045〉



〈NO. 40+173 ~ NO. 41+095〉



〈NO. 69+195 ~ NO. 71+114〉

<그림 2.6-113> 13020(강릉남대천유역권) 하도구간 평면특성

(2) 종·횡단특성조사

(가) 종단 특성

하천은 일반적으로 상류에서 하류로 감에 따라 그 기울기가 완만해 진다. 하천의 경사는 두 지점의 하상고 차에 대한 거리에 대한 비율로서 하천경사 혹은 하상경사로 정의된다. 하상경사는 해당 단면의 표고를 어떻게 산정하느냐에 따라 그 특성이 상이해진다. 해당 단면에서 가장 낮은 지점의 표고(최심하상고)를 연결하여 경사를 산정하면 최심하상경사가 되고, 해당 단면의 여러 표고들에 대한 평균을 연결하면 평균하상경사가 된다. 본 과업에서는 강릉남대천에 대한 하상경사의 특성을 파악하기 위해 강릉남대천 하천정비기본계획(변경) 보고서(강릉시, 2010)를 수집하여 분석하였다. 강릉남대천 하천정비기본계획(변경) 보고서(강릉시, 2010)에는 하상경사가 측선 구간별로 구분되어 제시되어 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-84〉에 수록하였다.

<표 2.6-84> 13020(강릉남대천유역권) 하도구간 하상경사

하천	구간	측점	하상경사
강릉 남대천	No.0+000 ~ No.16+000	강릉남대천하구 ~ 포남교	1 / 2,443
	No.16+000 ~ No.30+000	포남교 ~ 말미천합류점	1 / 296
	No.30+000 ~ No.41+071	말미천합류점 ~ 제비천합류점	1 / 298
	No.41+071 ~ No.48+000	제비천합류점 ~ 무명천합류점	1 / 182
	No.48+000 ~ No.57+000	무명천합류점 ~ 개자리천합류점	1 / 176
	No.57+000 ~ No.70+100	개자리천합류점 ~ 어흘천합류점	1 / 138
	No.70+100 ~ No.80+000	어흘천합류점 ~ 강릉남대천종점	1 / 89

〔출처〕 강릉남대천 하천기본계획(변경)(강릉시, 2010)

(나) 하천의 횡단형

본 과업에서는 강릉남대천에 대한 횡단형의 특성을 파악하기 위해 강릉남대천 하천정비기본계획(변경) 보고서(강릉시, 2010)를 수집하여 분석하였다. 분석된 결과는 〈표 2.6-85〉와 같으며, 횡단형은 대부분 복단면의 특성을 나타내었다. 본 과업에서는 분석된 결과를 토대로 현장조사를 수행하였다. 강릉남대천 하도구간의 횡단 특성은 〈그림 2.6-113〉에서 확인할 수 있다.

<표 2.6-85> 13020(강릉남대천유역권) 하도구간 횡단형

하천	구간(No)	횡단형	비 고
강릉 남대천	No. 0~No. 7	단단면	도심지 구간
	No. 7~No. 43	복단면	도심지 구간
	No. 43~No. 49	편복단면	주거지 및 노경지 구간
	No. 49~No. 57	단단면	주거지 및 노경지 구간
	No. 57~No. 60	편복단면	산지 및 노경지 구간
	No. 60~No. 80	단단면	산지 및 노경지 구간

〔출처〕 강릉남대천 하천기본계획(변경)(강릉시, 2010)



〈No. 7~No. 43〉



〈No. 43~No. 57〉



〈No. 57~No. 80〉

<그림 2.6-114> 13020(강릉남대천유역권) 하도구간 횡단형

(3) 조도계수조사

본 과업에서는 강릉남대천 하도구간에 대한 조도계수의 특성을 파악하기 위해 강릉남대천 하천정비기본계획(변경) 보고서(강릉시, 2010)를 수집하여 분석하였다. 강릉남대천 하천정비기본계획(변경) 보고서(강릉시, 2010)에는 조도계수의 특성이 측선별로 수록되어 있다. 본 과업에서는 강릉남대천 하천정비기본계획(변경) 보고서(강릉시, 2010)를 통해 사전에 조도계수의 특성을 확인하고 현장조사를 수행하여 그 특성을 확인하였다. 〈표

2.6-86〉은 강릉남대천의 하도구간에 대한 조도계수 정보로서, 사진자료에 조도계수에 미치는 요소(입경이 큰 하상재료와 식생)들의 특성이 나타나 있다.

<표 2.6-86> 13020(강릉남대천유역권) 하도구간 조도계수

구분	연도	조도계수	구분	연도	조도계수
기수립	2010년	0.033	기수립	2010년	0.035
					
〈No. 0+000～No. 41+071〉			〈No. 41+100～No. 75+000〉		

구분	연도	조도계수
기수립	2010년	0.040
		
〈No. 76+000～No. 80+000〉		

〔출처〕 강릉남대천 하천기본계획(변경)(강릉시, 2010), 조도계수 테이블 이용

(4) 도달시간조사

본 과업에서는 강릉남대천에 대한 도달시간의 특성을 파악하기 위해 강릉남대천 하천정비기본계획(변경) 보고서(강릉시, 2010)를 수집하여 분석하였다. 강릉남대천 하천정비기본계획(변경) 보고서(강릉시, 2010)에는 국내에서 널리 이용되고 있는 Kirpich, Rziha, Kraven 공식으로 산정된 소유역별 도달시간이 수록되어 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-87〉에 수록하였다. 기본계획 수립 시에는 Rziha 공식으로 산정된 도달시간을 채택하였다.

<표 2.6-87> 13020(강릉남대천유역권) 하도구간 소유역별 도달시간 산정

하천	산정지점	소유역 면적 (㎢)	유로 연장 (㎞)	경사	도달시간(hr)			
					Kraven	Rziha	Kirpich	채택
강릉 남대천	강릉남대천하구	258.80	31.70	0.0059	197.90	572.19	410.66	572.19
	섬석천합류점	206.71	31.50	0.0090	193.31	559.83	403.45	559.83
	포 남 교	201.03	28.90	0.0102	151.13	427.35	334.90	427.35
	말미천합류점	191.46	25.50	0.0140	119.48	330.82	280.25	330.82
	제비천합류점	186.34	22.70	0.0154	102.22	280.20	248.93	280.20
	무명천합류점	178.69	22.50	0.0149	97.04	265.46	239.20	265.46
	개자리천합류점	172.77	20.40	0.0148	81.61	219.70	209.70	219.70
	어흘천합류점	113.66	15.70	0.0234	65.07	173.31	176.46	173.31

〔출처〕 강릉남대천 하천기본계획(변경)(강릉시, 2010)

14) 13030(삼척오십천유역권)

단위유역 13030(삼척오십천유역권)은 유역면적이 986.63㎢에 이르며, 단위유역 내에 삼척오십천, 천기천, 마읍천 등 다수의 하천이 위치하고 있다. 본 단위유역 내의 하천 중 삼척오십천만 유역특성 조사망에 포함되어 있다. 본 과업에서는 삼척오십천을 대상으로 약 9.3㎞에 이르는 하도구간에서 현장조사를 수행하였다.

가) 하상재료조사

본 과업에서는 삼척오십천을 대상으로 〈그림 2.6-114〉와 같이 약 3㎞~4㎞ 간격의 하상재료조사를 계획하였다. 본 하천에서 하상재료조사가 수행 된 곳은 총 6개소이며, 이는 시료를 직접 채취한 지점 5개소(9개 측점), 표층조사 수행 지점 1개소(2개 측점)로 구분된다. 하상재료 채취는 단면의 좌·우안 및 유심부를 대상으로 계획하였으나, 수심이 깊어 도섭이 어려운 유심부에서는 하상재료를 채취하지 않았다. 시료를 직접적으로 채취한 5개 지점은 No.1~No.5에 해당된다. 표층조사는 입경이 굵은 자갈이나 호박돌 등으로 구성되어 있는 No.6에서 수행하였다.



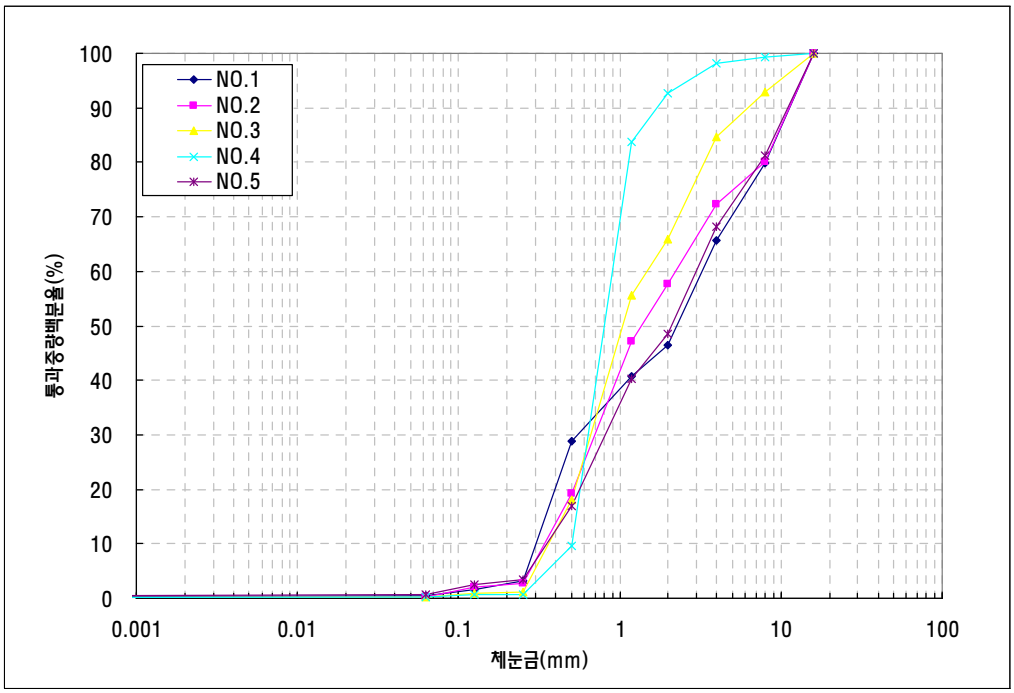
<그림 2.6-115> 13030(삼척오십천유역권) 하도구간 하상재료조사 계획



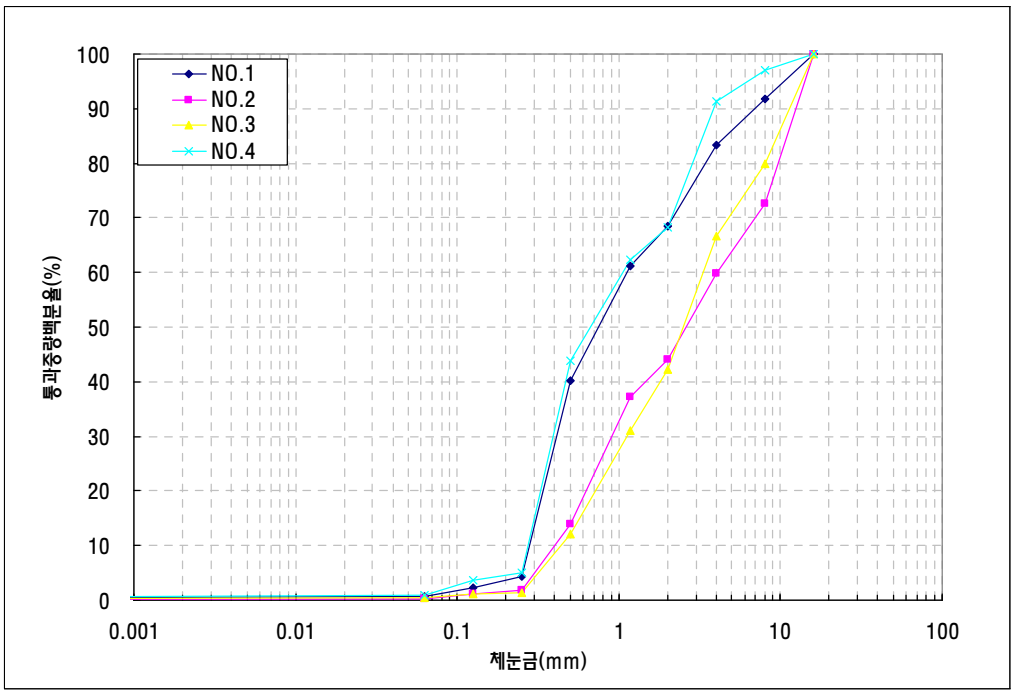
<그림 2.6-116> 13030(삼척오십천유역권) 하도구간 경관 및 하상재료 채취 장면

(1) 입도분석시험

본 과업에서는 현장에서 직접 채취한 시료를 시료분석실에서 한국공업규격(KS F 2502-92)에 따라 입도분포 시험을 수행하였다. 입도분석 결과는 〈그림 2.6-116〉, 〈그림 2.6-117〉, 〈표 2.6-88〉에 수록하였다. 〈표 2.6-88〉에서 알 수 있는 바와 같이 실트(1.8%)는 적고, 대분분 모래(57.6%)와 자갈(40.6%) 특성을 보였다. 이의 특성은 〈그림 2.6-116〉, 〈그림 2.6-117〉에서도 확인할 수 있다. 〈그림 2.6-116〉, 〈그림 2.6-117〉에서 알 수 있는 바와 같이 입경 0.3㎜~10.0㎜ 구간의 기울기가 상당히 급하다. 입경가적곡선에서 기울기가 급한 구간은 그 구성 성분이 차지하는 비율이 많음을 의미하기 때문에 이의 특성은 입경가적곡선에 나타나 있다.



<그림 2.6-117> 13030(삼척오십천유역권) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(좌안)



<그림 2.6-118> 13030(삼척오십천유역권) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(우안)

<표 2.6-88> 13030(삼척오십천유역권) 하도구간 하상재료 성분비 및 입도특성

하천	지점	위치 (km)	성분비(%)			유효경 D10 (mm)	D16 (mm)	D30 (mm)	D35 (mm)	D50 (mm)	D65 (mm)	D84 (mm)	Dm (mm)	표준편차 (mm)	균등계수 (Cu)	곡률계수 (C_g)
			자갈	모래	실트											
삼척오십천	No.1(좌안)	0.5	53.5	44.9	1.7	0.3	0.4	0.7	2.2	4.1	9.2	11.3	2.2	4.5	13.7	0.4
	No.1(우안)	0.5	31.5	66.2	2.3	0.3	0.3	0.4	0.7	1.6	4.0	6.7	0.7	2.5	5.5	0.4
	No.2(좌안)	2.4	42.3	55.7	2.1	0.5	0.6	0.8	1.3	2.9	9.4	11.2	1.3	4.5	6.3	0.5
	No.2(우안)	2.4	55.9	42.9	1.2	0.4	0.5	1.1	2.7	5.3	10.6	13.7	2.7	5.3	12.9	0.6
	No.3(좌안)	3.9	34.0	65.0	1.0	0.4	0.5	0.7	1.1	1.9	4.0	6.0	1.1	2.1	4.8	0.7
	No.3(우안)	3.9	57.8	41.0	1.2	0.4	0.6	1.5	2.5	3.9	9.1	11.2	2.5	4.3	8.9	1.3
	No.4(좌안)	5.3	7.4	91.9	0.6	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.3	1.6	0.8	0.4	1.8	1.1
	No.4(우안)	5.3	31.6	64.8	3.6	0.3	0.3	0.4	0.6	1.7	3.1	3.9	0.6	1.5	6.1	0.4
	No.5(좌안)	7.3	51.5	45.8	2.6	0.4	0.5	1.0	2.1	3.7	9.1	11.8	2.1	4.6	9.7	0.7

(2) 비중시험

본 조사지점에서 채취한 하상재료에 대하여 한국공업규격(KS F 2308)에 따라 비중시험을 수행하여 그 결과를 〈표 2.6-89〉에 나타내었다.

<표 2.6-89> 13030(삼척오십천유역권) 하도구간 비중시험 결과

하천	지점	위치(km)	비중
삼척오십천	No.1(좌안)	0.5	2.66
	No.1(우안)	0.5	2.67
	No.2(좌안)	2.4	2.65
	No.2(우안)	2.4	2.65
	No.3(좌안)	3.9	2.66
	No.3(우안)	3.9	2.65
	No.4(좌안)	5.3	2.65
	No.4(우안)	5.3	2.67
	No.5(좌안)	7.3	2.68

(3) 표층조사

본 과업에서는 입경이 상당히 커서 시료 채취 및 이동이 어려운 경우에는 현장에서 표층조사를 수행하였다. 표층조사는 선 격자 방식으로 수행하였으며, 현장에서 선 격자 점 바로 아래에 놓인 하상재료를 대상으로 장축과 중축의 길이를 직접 측정하였다. 표층조사 결과는 〈표 2.6-90〉과 같다.

<표 2.6-90> 13030(삼척오십천유역권) 하도구간 표층조사 결과

하천	지점	위치(km)	최소(mm)	최대(mm)	평균(mm)
삼척 오십천	No.6(좌안)	9.3	23	200	83
	No.6(우안)	9.3	44	268	104

나) 하도특성조사

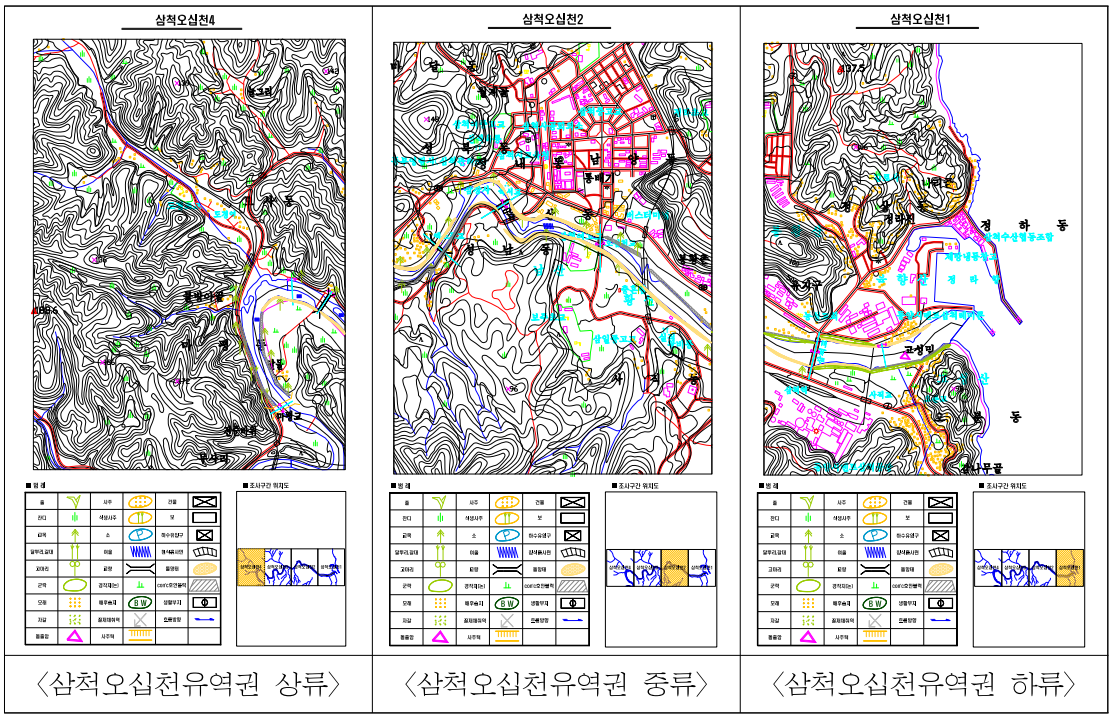
본 과업에서는 하천수변조사도(RCS)를 작성할 목적으로 단위유역(13030) 내에 위치하고 있는 삼척오십천 하도구간을 대상으로 여울과 소, 사주, 수제, 저수로와 고수부지의 특성을 조사하였다. 하도특성을 조사한 결과, 상류부는 여울 및 소가 빈번히 존재하였으며, 하중도는 존재하지 않았다. 중류부는 여울 및 소가 빈번하였으며, 하중도는 존재하지 않았다. 하류부는 여울 및 소는 찾아볼 수 없었으나 사주와 하중도는 존재하였다.

본 과업에서는 삼척오십천 하도구간에서 확보한 사진 영상을 상류, 중류, 하류부로 구분하여 〈그림 2.6-118〉에 나타내었다. 또한 본 과업에서는 현장에서 조사된 여울과 소 등과 같은 하도특성을 수치지형도(CAD)에 정해진 기호들로 표시하여 하천수변조사도(RCS)를 작성하였다. 〈그림 2.6-119〉는 삼척오십천 하도구간에서 작성된 하천수변조사도(RCS)로서 하도특성이 다수의 기호들로 나타나 있다.



〈삼척오십천유역권 상류〉 〈삼척오십천유역권 중류〉 〈삼척오십천유역권 하류〉

<그림 2.6-119> 13030(삼척오십천유역권) 하도구간 전경



〈삼척오십천유역권 상류〉 〈삼척오십천유역권 중류〉 〈삼척오십천유역권 하류〉

<그림 2.6-120> 13030(삼척오십천유역권) 하도구간 RCS 지도

다) 하도 현황조사

(1) 평면 및 사행특성조사

본 과업에서는 삼척오십천 하도구간에 대한 평면 및 사행 특성을 파악하기 위해 삼척오십천 하천기본계획(변경) 보고서(삼척시, 2012)를 수집하여 그 특성을 분석하였다. 수집된 결과는 그대로 〈표 2.6-91〉에 수록하였다. 〈표 2.6-91〉에는 곡률반경과 유심편향측, 만곡도 등의 정보가 수록되어 있다. 본 과업에서는 수집된 결과와 위성영상자료를 토대로 사행구간에 대해 현장조사를 수행하여 〈그림 2.6-120〉과 같은 사진정보를 획득하였다.

<표 2.6-91> 13030(삼척오십천유역권) 하도구간 평면특성

하천	구간(No)	곡률반경 (m)	하도연장 (m)	유심편향측	만곡도
삼척 오십천	No. 0+100 ~ No. 7+000	1000	1400	우안	1.08
	No. 9+100 ~ No. 11+100	400	400	좌안	1.02
	No. 13+000 ~ No. 13+260	100	220	좌안	1.03
	No. 13+260 ~ No. 15+000	100	246	우안	1.23
	No. 15+100 ~ No. 17+000	100	363	좌안	1.29

〔출처〕 삼척오십천 하천기본계획(변경)(삼척시, 2012)


〈No. 9+100～No. 11+100〉


〈No. 15+100～No. 17+000〉

<그림 2.6-121> 13030(삼척오십천유역권) 하도구간 평면특성

(2) 종·횡단특성조사

(가) 종단 특성

하천은 일반적으로 상류에서 하류로 감에 따라 그 기울기가 완만해 진다. 하천의 경사는 두 지점의 하상고 차에 대한 거리에 대한 비율로서 하천경사 혹은 하상경사로 정의된다. 하상경사는 해당 단면의 표고를 어떻게 산정하느냐에 따라 그 특성이 상이해진다. 해당 단면에서 가장 낮은 지점의 표고(최심하상고)를 연결하여 경사를 산정하면 최심하상경사가 되고, 해당 단면의 여러 표고들에 대한 평균을 연결하면 평균하상경사가 된다. 본 과업에서는 삼척오십천에 대한 하상경사의 특성을 파악하기 위해 삼척오십천 하천기본계획(변경) 보고서(삼척시, 2012)를 수집하여 분석하였다. 삼척오십천 하천기본계획(변경) 보고서(삼척시, 2012)에는 하상경사가 최심하상고 기준으로 산정되어 있는데, 삼척오십천 하구에서 오십천교 지점까지는 약 1/4,500의 완만한 경사, 오십천교 상류 구간부터는 1/569 이상의 특성을 보였다.

(나) 하천의 횡단형

본 과업에서는 삼척오십천에 대한 횡단형의 특성을 파악하기 위해 삼척오십천 하천기본계획(변경) 보고서(삼척시, 2012)를 수집하여 분석하였다. 분석된 결과는 〈표 2.6-92〉와 같으며, 횡단형은 복단면과 편복단면 등의 특성을 보였다. 본 과업에서는 분석된 결과를 토대로 현장조사를 수행하여 〈그림 2.6-121〉과 같은 사진정보를 획득하였다.

<표 2.6-92> 13030(삼척오십천유역권) 하도구간 횡단형

하천	구간	횡단형	비 고
삼척 오십천	오십천 하구~삼척교 (No.0+000~No.5+000)	복단면 편복단면	하천주변으로 좌안은 도로 및 공장, 우안은 삼척하수종말처리장, 조선소, 상가, 시장 등이 분포
	삼척교~오십천교 (No.5+000~No.11+000)	복단면	하천주변으로 좌안은 삼척터미널을 중심으로 한 상업시설 등이 분포, 우안은 삼척여자고등학교, 남양체육공원, 일부 임야 등이 분포
	오십천교~지방하천 종점 (No.11+000~No.19+000)	편복단면	일부 구간은 자연호안, 그 외 구간은 석축 및 전석쌓기 등으로 구성, 하천주변으로 좌안은 주거지 및 상가 등, 우안은 삼척세계동굴 엑스포타운 등이 분포

〔출처〕 삼척오십천 하천기본계획(변경)(삼척시, 2012)



〈No.5+000~No.11+000〉 〈No.11+000~No.19+000〉

<그림 2.6-122> 13030(삼척오십천유역권) 하도구간 횡단형

(3) 조도계수조사

본 과업에서는 삼척오십천 하도구간에 대한 조도계수의 특성을 파악하기 위해 삼척오십천 하천기본계획(변경) 보고서(삼척시, 2012)를 수집하여 분석하였다. 삼척오십천 하천기본계획(변경) 보고서(삼척시, 2012)에는 조도계수의 특성이 측선구간별로 수록되어 있다. 조도계수는 모든 구간에서 0.035의 값이 제시되어 있다. 본 과업에서는 삼척오십천 하천기본계획(변경) 보고서(삼척시, 2012)를 통해 사전에 조도계수의 특성을 확인하고 현장조사를 수행하여 그 특성을 확인하였다. 〈표 2.6-93〉은 삼척오십천 중류부의 하도구간에 대한 사진영상으로서, 조도계수에 미치는 요소(입경이 큰 하상재료와 식생)들의 특성이 나타나 있다.

<표 2.6-93> 13030(삼척오십천유역권) 하도구간 조도계수

구분	연도	조도계수
기수립	1992년	0.035
	2012년	0.035



〈No. 0+000～No. 19+000〉

〔출처〕 삼척오십천 하천정비기본계획(삼척시, 1992)
〔출처〕 삼척오십천 하천기본계획(변경)(삼척시, 2012), 조도계수 테이블 이용

(4) 도달시간조사

본 과업에서는 삼척오십천에 대한 도달시간의 특성을 파악하기 위해 삼척오십천 하천기본계획(변경) 보고서(삼척시, 2012)를 수집하여 분석하였다. 삼척오십천 하천기본계획(변경) 보고서(삼척시, 2012)에는 국내에서 널리 이용되고 있는 Kirpich, Rziha, Kraven Ⅰ, KravenⅡ, Kerby 공식 등의 방법으로 산정된 도달시간이 수록되어 있는데 그 특성은 〈표 2.6-94〉와과 같다. 삼척오십천 하천기본계획(변경) 보고서(삼척시, 2012)에는 "Kraven(Ⅱ) 공식에 의한 구간별 평균유속이 HEC-RAS를 이용하여 산정한 구간별 평균유속과 가장 근사하여 Kraven(Ⅱ) 공식을 채택하였다"고 기술되어 있다.

<표 2.6-94> 13030(삼척오십천유역권) 하도구간 소유역별 도달시간

하천	산정지점	소유역 면적 (㎢)	유로 연장 (㎞)	도달시간(hr)				
				Kirpich	Kerby	Kraven Ⅰ	Kraven Ⅱ	Rziha
삼척 오십천	도경천합류점 ~삼척오십천하구	38.31	8,000	9.90	28.93	2.57	1.06	9.65
	도경천합류점 ~조비천합류후	38.13	7,600	9.34	27.19	2.44	1.01	9.18
	도경천합류점 ~조비천합류전	22.36	7,600	9.34	27.19	2.44	1.01	9.18
	도경천합류점 ~오십천수위표	16.24	5,720	7.44	20.94	2.02	0.76	7.77
	도경천합류전	84.47	22,137	6.72	14.73	2.21	2.34	6.59
	천기천합류전	146.74	21,612	5.35	13.66	1.44	1.82	3.90
	산기천합류전	124.68	9,996	4.50	13.73	1.05	1.71	2.73

〔출처〕 삼척오십천 하천기본계획(변경)(삼척시, 2012)

나. 낙동강권역

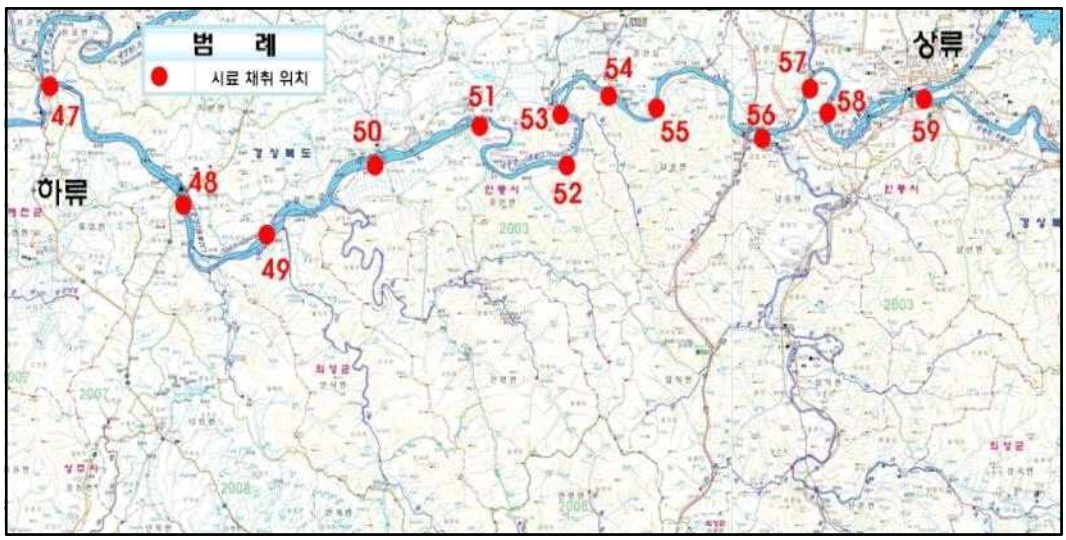
낙동강권역에서는 20030(안동댐하류), 20070(위천합류점), 20090(구미보) 등 6개 단위유역에 위치하고 있는 낙동강, 남강, 함안천 3개 하천(307.9㎞)을 대상으로 유역특성조사를 수행하였다. 항목별 조사 내용은 단위유역별로 그 특성을 분석하여 아래에 기술하였고, 하상재료조사의 입경가적곡선은 각 단위유역의 채취된 시료 중 대표 5개 측점만을 좌, 우안으로 구분하여 그래프로 나타내었다.

1) 20030(안동댐하류)

단위유역 20030(안동댐하류)는 유역면적이 980.41㎢에 이르며, 낙동강 본류와 반변천이 합류하는 경북 안동시 정하동 영가대교 인근에서 시작하여 경북 예천군 용궁면 삼강교에 이르는 낙동강 본류에 위치하고 있다. 북쪽으로는 내성천 중권역과 접해 있으며, 남서쪽으로는 위천 중권역과 접해 있고, 동쪽으로는 안동댐과 임하댐의 중권역과 접해 있는 위치적 특징을 가지고 있다. 단위유역 내의 하천 중 낙동강만 유역특성조사망에 포함되어 있어 대상하천인 낙동강 58.0㎞에 이르는 하도구간에서 현장조사를 수행하였다.

가) 하상재료조사

본 과업에서는 낙동강을 대상으로 〈그림 2.6-122〉와 같이 하상재료조사를 계획하였다. 본 하천에서 하상재료조사가 수행 된 지점은 총 13개소(24개 측점)이며, 표층조사 수행 없이 모두 시료를 직접 채취하였다. 하상재료 채취는 단면의 좌·우안 및 유심부를 대상으로 수행하려 하였으나, 수심이 깊어 도섭이 어려운 유심부 등에서 하상재료를 채취하지 못하였다.



<그림 2.6-123> 20030(안동댐하류) 하도구간 하상재료조사 계획

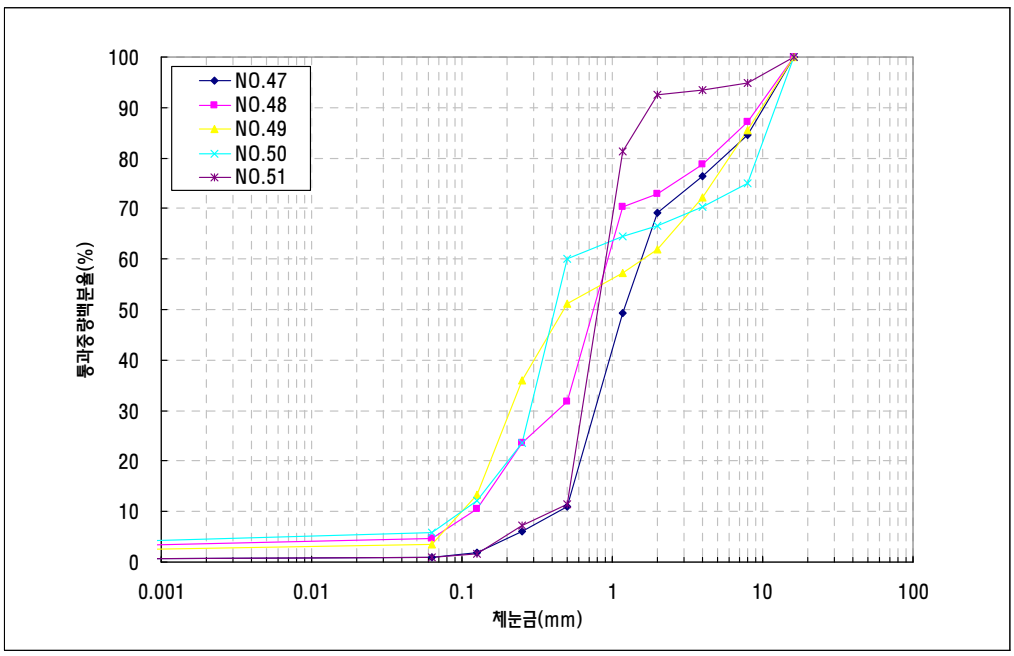


<그림 2.6-124> 20030(안동댐하류) 하도구간 경관 및 하상재료 채취 장면

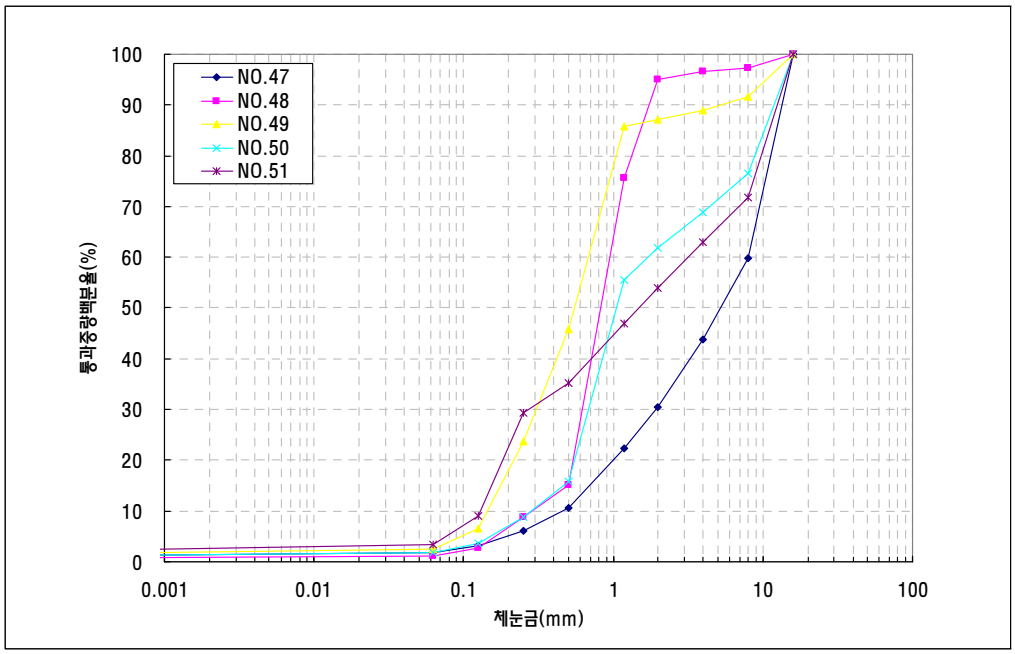
(1) 입도분석시험

본 과업에서는 현장에서 직접 채취한 시료를 시료분석실에서 한국공업규격(KS F 2502-92)에 따라 입도분포 시험을 수행하였다. 입도분석 결과는 〈그림 2.6-124〉, 〈그림 2.6-125〉, 〈표 2.6-95〉에 수록하였다. 하상토의 평균 성분비를 살펴보면 자갈 27.6%, 모래 64.8%, 실트 7.6%로 모래가 가장 크게 나타났다.

〈그림 2.6-124〉, 〈그림 2.6-125〉에서 알 수 있는 바와 같이 입경 0.5㎜~1.0㎜ 구간의 기울기가 상당히 급하다. 입경가적곡선에서 기울기가 급한 구간은 그 구성 성분이 차지하는 비율이 많음을 의미하기 때문에 이의 특성은 입경가적곡선을 통해서도 확인할 수 있다.



<그림 2.6-125> 20030(안동댐하류) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(좌안)



<그림 2.6-126> 20030(안동댐하류) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(우안)

<표 2.6-95> 20030(안동댐하류) 하도구간 하상재료 성분비 및 입도특성

하천	지점	위치 (km)	성분비 (%)			유효경 D10 (mm)	D16 (mm)	D30 (mm)	D35 (mm)	D50 (mm)	D65 (mm)	D84 (mm)	Dm (mm)	표준편차 (mm)	균등계수 (Cu)	곡률계수 (C_g)
			자갈	모래	실트											
낙동강	No.47(좌안)	0.3	27.0	71.1	1.9	0.5	0.6	0.9	1.1	1.7	8.0	10.2	1.1	4.0	3.4	0.9
	No.47(우안)	0.3	70.9	26.1	3.0	0.5	0.7	2.5	5.6	8.9	11.0	12.0	5.6	4.8	17.8	1.4
	No.48(좌안)	8.5	26.9	62.7	10.4	0.1	0.2	0.5	0.8	1.0	6.0	9.3	0.8	3.6	9.1	2.7
	No.48(우안)	8.5	5.0	92.7	2.2	0.4	0.5	0.7	0.8	1.0	1.4	1.6	0.8	0.5	2.9	1.4
	No.49(좌안)	14.3	38.4	48.3	13.3	0.1	0.1	0.2	0.5	2.4	7.4	10.0	0.5	4.1	24.0	0.2
	No.49(우안)	14.3	13.5	79.8	6.6	0.1	0.2	0.4	0.5	0.7	1.0	6.0	0.5	2.1	5.1	1.4
	No.50(좌안)	20.0	32.9	55.0	12.1	0.1	0.2	0.3	0.4	1.2	10.2	11.0	0.4	5.0	12.0	0.8
	No.50(우안)	20.0	37.7	58.7	3.6	0.3	0.5	0.8	1.0	2.8	10.1	11.2	1.0	4.8	10.0	0.8
	No.51(좌안)	24.8	7.4	90.8	1.7	0.5	0.5	0.7	0.8	0.9	1.1	1.6	0.8	0.4	2.0	1.1
	No.51(우안)	24.8	50.0	41.8	8.3	0.1	0.2	0.5	1.4	5.0	10.3	11.5	1.4	4.9	41.7	0.4
	No.52(좌안)	32.5	4.0	80.0	16.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.2	0.1	2.1	1.1
	No.53(좌안)	35.0	30.5	35.6	33.9	0.0	0.1	0.1	0.2	0.6	4.8	8.0	0.2	3.2	290.0	10.4
	No.53(우안)	35.0	45.1	54.7	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.2	0.1	2.5	1.1
	No.54(좌안)	37.2	54.4	45.5	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.2	0.1	2.5	1.1
	No.54(우안)	37.2	43.5	52.3	4.2	0.2	0.2	0.4	0.7	3.0	10.1	10.8	0.7	4.8	17.6	0.3
	No.55(좌안)	40.2	1.2	93.5	5.2	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.8	0.3	0.2	2.7	0.9
	No.55(우안)	40.2	20.0	72.4	7.6	0.1	0.2	0.3	0.6	0.9	9.0	10.4	0.6	4.6	6.9	0.8
	No.56(좌안)	47.5	4.6	86.7	8.7	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	5.0	8.0	0.3	3.2	3.0	1.0
	No.56(우안)	47.5	37.1	41.4	21.4	0.1	0.1	0.2	0.4	2.7	10.1	11.0	0.4	4.9	30.0	0.1
	No.57(좌안)	50.3	8.8	87.8	3.4	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.4	0.5	0.2	0.1	2.0	1.1
	No.57(우안)	50.3	2.8	95.9	1.3	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.4	1.6	0.9	0.4	2.0	1.0
	No.58(좌안)	52.5	45.0	52.0	3.0	0.1	0.2	0.3	0.5	2.7	10.0	11.0	0.5	4.9	19.3	0.2
	No.58(우안)	52.5	28.5	65.1	6.4	0.2	0.3	0.7	1.0	3.0	8.8	10.3	1.0	4.3	18.8	1.1
	No.59(우안)	58.4	4.3	93.9	1.8	0.5	0.6	0.8	0.9	1.0	1.5	1.7	0.9	0.5	2.0	1.1

(2) 비중시험

본 조사지점에서 채취한 하상재료에 대하여 한국공업규격(KS F 2308)에 따라 비중시험을 수행하여 그 결과를 〈표 2.6-96〉에 나타내었다.

<표 2.6-96> 20030(안동댐하류) 하도구간 비중시험 결과

하천	지점	위치(㎞)	비중
낙동강	No.47(좌안)	0.3	2.66
	No.47(우안)	0.3	2.65
	No.48(좌안)	8.5	2.66
	No.48(우안)	8.5	2.67
	No.49(좌안)	14.3	2.68
	No.49(우안)	14.3	2.66
	No.50(좌안)	20.0	2.65
	No.50(우안)	20.0	2.64
	No.51(좌안)	24.8	2.66
	No.51(우안)	24.8	2.65
	No.52(좌안)	32.5	2.65
	No.53(좌안)	35.0	2.65
	No.53(우안)	35.0	2.65
	No.54(좌안)	37.2	2.65
	No.54(우안)	37.2	2.65
	No.55(좌안)	40.2	2.65
	No.55(우안)	40.2	2.64
	No.56(좌안)	47.5	2.64
	No.56(우안)	47.5	2.65
	No.57(좌안)	50.3	2.65
	No.57(우안)	50.3	2.66
	No.58(좌안)	52.5	2.66
	No.58(우안)	52.5	2.65
	No.59(우안)	58.4	2.65

나) 하도특성조사

본 과업에서는 하천수변조사도(RCS)를 작성할 목적으로 단위유역 20030(안동댐하류)에 위치하고 있는 낙동강 하도구간을 대상으로 여울과 소, 사주, 수제, 저수로와 고수부지의 특성을 조사하였다. 본 과업에서는 낙동강 하도구간에서 확보한 사진 영상을 상류, 중류, 하류부로 구분하여 〈그림 2.6-126〉에 나타내었다.

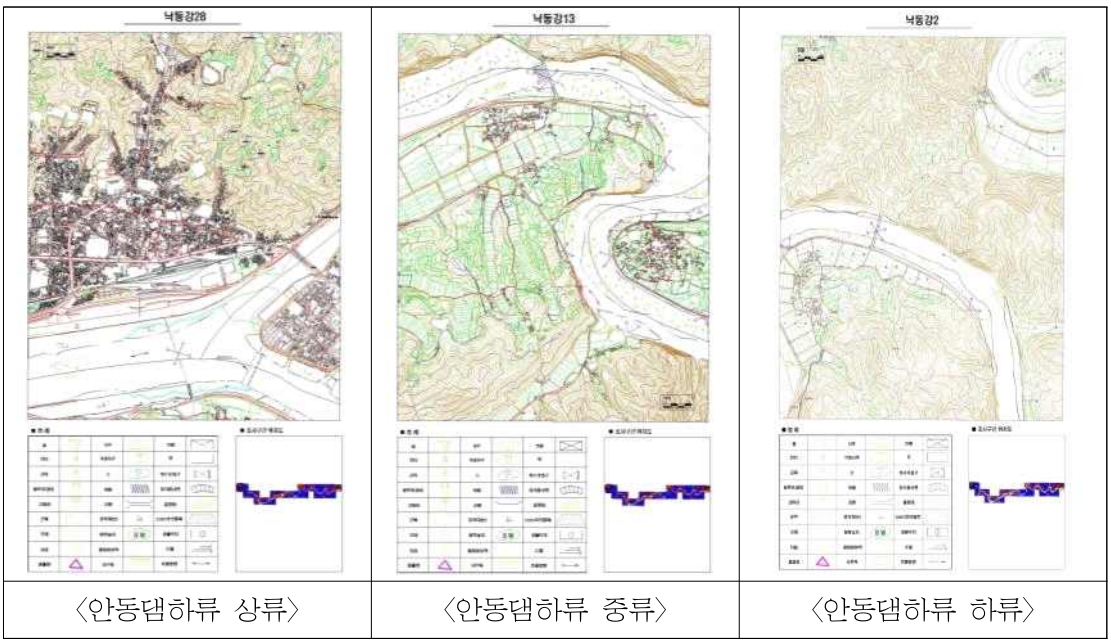
상류부는 도심지 구간 및 소규모 농경지로 직선형 또는 반경이 큰 만곡유로를 형성하고 있는 것으로 조사되었다. 중·하류부는 대규모 농경지 및 산지구간의 지형적 특성을 보였고, 중류부의 경우 사행 큰 유로를 형성하고 있었으며, 하류부는 직선하도를 보였다. 여울, 소, 하중도가 많은 자연하천의 형태를 보였으며 보의 상·하류 인근도 사주가 발달되어 있었다. 단면형은 대부분 단단면의 특성을 보였다. 하천 대부분 구간은 제방을 축조하거나 저수로를 정비하여 하천의 형상이 일정하게 유지되었다. 하상 재질이 모래로 이루어져 자연적인

요인에 의해 평면형상이 변화하는 특성을 보였다. 일부 도심지와 읍·면 소재지 같은 주요 구역에서는 하천정비공사 등으로 인해 형상이 변화된 특성도 보였다. 본 과업에서는 현장에서 조사된 여울과 소 등과 같은 하도특성을 수치지형도(CAD)에 정해진 기호들로 표시하여 하천수변조사도(RCS)를 작성하였다. 〈그림 2.6-127〉은 낙동강 하도구간에서 작성된 하천수변조사도(RCS)로서 하도특성이 다수의 기호들로 나타나 있다.



〈안동댐하류 상류〉	〈안동댐하류 중류〉	〈안동댐하류 하류〉

<그림 2.6-127> 20030(안동댐하류) 하도구간 전경



〈안동댐하류 상류〉	〈안동댐하류 중류〉	〈안동댐하류 하류〉

<그림 2.6-128> 20030(안동댐하류) 하도구간 RCS 지도

다) 하도 현황조사

(1) 평면 및 사행특성조사

본 과업에서는 낙동강에 대한 평면 및 사행 특성을 파악하기 위해 낙동강수계 하천기본계획(변경) 보고서(국토해양부, 2009)를 수집하여 그 특성을 분석하였다. 수집된 결과는 그대로 〈표 2.6-97〉에 수록하였으나 대부분의 정보가 측선구간에 대한 곡률반경을 나타내고 있다. 본 과업에서는 수집된 결과와 위성영상자료를 토대로 사행구간에 대해 현장조사를 수행하여 그 특성을 나타낼 수 있는 사진정보를 획득하였다. 획득된 사진정보는 〈그림 2.6-128〉과 같다.

<표 2.6-97> 20030(안동댐하류) 하도구간 평면특성

하천	구간(No)	곡률반경(m)
낙동강	No.580~No.581	630
	No.583~No.584	860
	No.586~No.587	610
	No.588~No.591	1,660
	No.592~No.593	1,430
	No.601~No.603	790
	No.604~No.608	3,700
	No.609~No.611	1,880
	No.613~No.615	2,480
	No.616~No.618	2,460
	No.629~No.631	1,740
	No.632~No.634	360
	No.637~No.639	1,950
	No.644~No.646	760
	No.648~No.652	740
	No.653~No.654	1,410
	No.657~No.659	610
	No.661~No.662	910
	No.665~No.666	650
	No.667~No.670	590
	No.672~No.675	1,650
	No.676~No.677	1,150
	No.679~No.682	540
	No.684~No.687	710
	No.689~No.691	1,030
	No.695~No.697	2,110

〔출처〕 낙동강수계 하천기본계획(변경)(국토해양부, 2009)



〈No. 580～No. 581〉



〈No. 583～No. 584〉



〈No. 586～No. 587〉



〈No. 588～No. 591〉



〈No. 592～NO. 593〉



〈No. 601～No. 603〉



〈No. 604～No. 608〉



〈No. 609～No. 611〉

<그림 2.6-129> 20030(안동댐하류) 하도구간 평면특성



〈No. 613~No. 615〉



〈No. 616~No. 618〉



〈No. 629~No. 631〉



〈No. 632~No. 634〉



〈No. 637~No. 639〉



〈No. 644~NoO. 646〉



〈No. 648~No. 652〉



〈No. 653~No. 654〉

<그림 2.6-128> 20030(안동댐하류) 하도구간 평면특성(계속)



〈No. 657～No. 659〉



〈No. 661～No. 662〉



〈No. 665～No. 666〉



〈No. 667～No. 670〉



〈No. 672～No. 675〉



〈No. 676～No. 677〉



〈No. 679～No. 682〉



〈No. 684～No. 687〉

<그림 2.6－128> 20030(안동댐하류) 하도구간 평면특성(계속)



〈No. 689~No. 691〉



〈No. 695~No. 697〉

<그림 2.6-128> 20030(안동댐하류) 하도구간 평면특성(계속)

(2) 종·횡단특성조사

(가) 종단 특성

하천은 일반적으로 상류에서 하류로 감에 따라 그 기울기가 완만해 진다. 하천의 경사는 두 지점의 하상고 차에 대한 거리의 비율로서 하천경사 혹은 하상경사로 정의된다. 하상경사는 해당 단면의 표고를 어떻게 산정하느냐에 따라 그 특성이 상이해진다. 해당 단면에서 가장 낮은 지점의 표고(최심하상고)를 연결하여 경사를 산정하면 최심하상경사가 되고, 해당 단면의 여러 표고들에 대한 평균을 연결하면 평균하상경사가 된다. 본 과업에서는 하상경사의 특성을 파악하기 위해 낙동강수계 하천기본계획(변경)(국토해양부, 2009)을 수집하여 분석하였다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-98〉에 수록하였다.

<표 2.6-98> 20030(안동댐하류) 주요지점별 하상경사

하천	구간	하상경사
낙동강	달지 수위표~미천 합류점 (No. 574~No. 672)	1/1. 700
	미천 합류점~반변천 합류점 (No. 672~No. 696)	1/1, 500

〔출처〕 낙동강수계 하천기본계획(변경)(국토해양부, 2009)

(나) 하천의 횡단형

본 과업에서는 횡단형의 특성을 파악하기 위해 낙동강수계 하천기본계획(변경)(국토해양부, 2009)를 수집하여 분석하였다. 분석된 결과는 〈표 2.6-99〉와 같으며, 횡단형은 복단면과 단단면형의 특성을 보였다. 본 과업에서는 분석된 결과를 토대로 현장조사를 수행하여 〈그림 2.6-129〉와 같은 사진정보를 획득하였다.

<표 2.6-99> 20030(안동댐하류) 하도구간 횡단형

하천	구간	횡단형	비 고
낙동강	No.557~No.559	단단면	제방+제방
	No.559~No.595	단단면	산지+제방
	No.595~No.600	단단면	제방+제방
	No.600~No.610	단단면	산지+제방
	No.610~No.625	단단면	제방+제방
	No.625~No.638	단단면	산지+제방
	No.638~No.647	단단면	산지+산지
	No.647~No.654	단단면	제방+제방
	No.654~No.662	단단면	산지+제방
	No.662~No.665	단단면	제방+제방
	No.665~No.677	단단면	산지+제방
	No.677~No.683	단단면	제방+제방
	No.683~No.699	복단면	제방+제방

〔출처〕 낙동강수계 하천기본계획(변경)(국토해양부, 2009)



〈삼강교~구담교〉



〈구담교~풍남교〉



〈풍남교~영가대교〉



〈영가대교~반변천 합류점〉

<그림 2.6-130> 20030(안동댐하류) 하도구간 횡단형

(3) 조도계수조사

본 과업에서는 낙동강 하도구간에 대한 조도계수의 특성을 파악하기 위해 낙동강수계 하천기본계획(변경)보고서(국토해양부, 2009)를 수집하여 분석하였다. 낙동강수계 하천기본계획(변경)(국토해양부, 2009)에는 "현지 조사된 하상재료와 구성물질 및 하상상태에 따른 자연하천에서의 일반적인 조도계수, 기수립된 하천정비기본계획의 조도계수 등을 종합적으로 고려하여 조도계수의 변동범위를 산정하였다. 여기에 과거 홍수기록을 토대로 부등류 계산에 의거 조도계수를 보완하여 결정하였다"고 기술하고 있다. 본 과업에서는 낙동강수계 하천기본계획(변경)(국토해양부, 2009)를 통해 사전에 조도계수의 특성을 확인하고 현장조사를 수행하여 그 특성을 확인하였다. 〈표 2.6-100〉은 낙동강의 하도구간에 대한 사진영상으로서, 조도계수에 미치는 요소(입경이 큰 하상재료와 식생)들의 특성이 나타나 있다.

<표 2.6-100> 20030(안동댐하류) 하도구간 조도계수

구분	연도	조도계수
기수립	1993년	0.027
	2009년	0.026



〈No.468+000~No.672+000〉

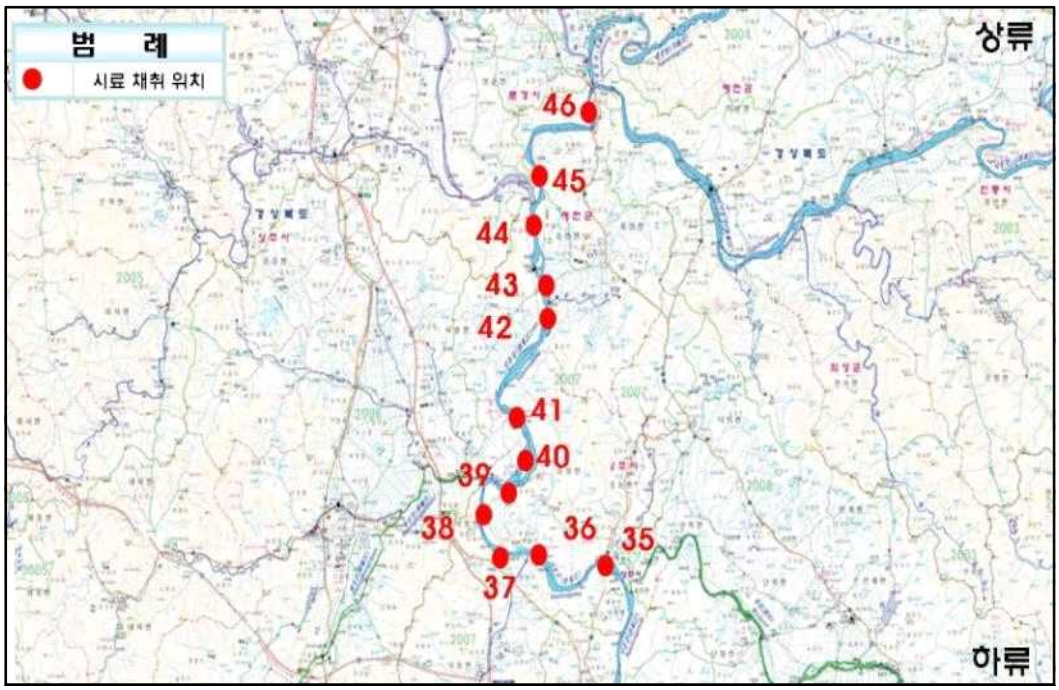
〔출처〕 낙동강수계 하천기본계획(변경)(국토해양부, 2009)
부등류계산으로 조도계수를 역산하는 방법(표준축차계산법)

2) 20070(위천합류점)

단위유역 20070(위천합류점)은 유역면적이 224.13㎢에 이르며, 단위유역 내에 낙동강, 반변천, 내성천, 영강, 위천, 감천 등이 위치하고 있다. 본 단위유역 내의 하천 중 낙동강만 유역특성조사망에 포함되어 있다. 이에 따라 본 과업에서는 낙동강을 대상으로 약 32.8㎞에 이르는 하도구간에서 현장조사를 수행하였다.

가) 하상재료조사

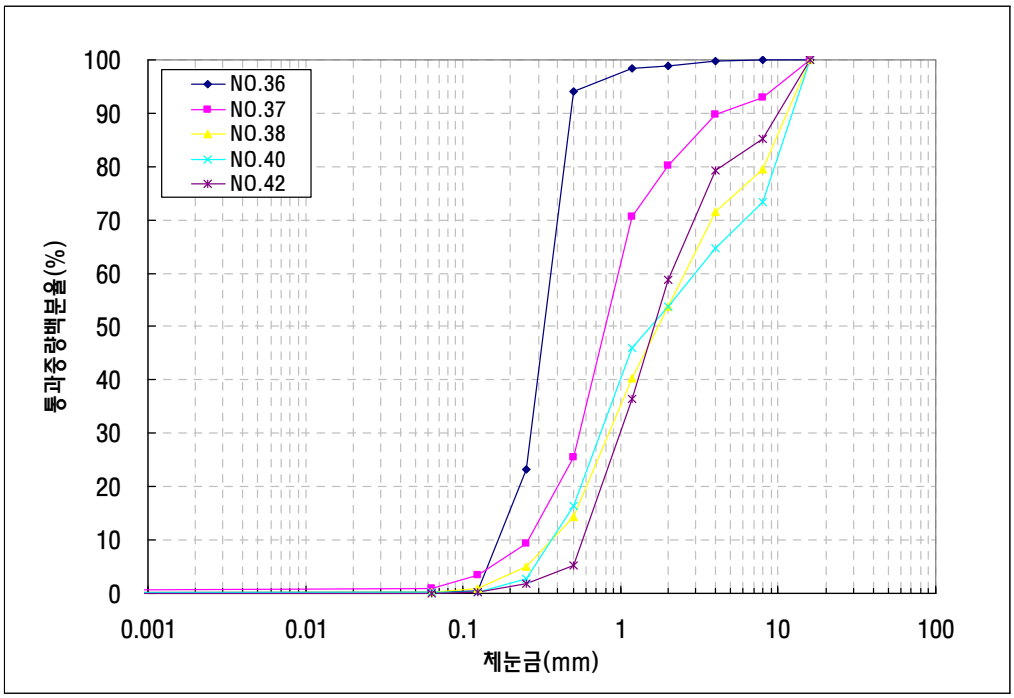
본 과업에서는 20070(위천합류점) 단위유역 내의 낙동강을 대상으로 〈그림 2.6-130〉과 같이 하상재료조사를 계획하였다. 본 하천에서 하상재료조사가 수행 된 지점은 총 9개소(16개 측점)이며, 표층조사 수행 없이 모두 시료를 직접 채취하였다. 하상재료 채취는 단면의 좌·우안 및 유심부를 대상으로 수행하려 하였으나, 수심이 깊어 도섭이 어려운 유심부 등에서는 하상재료를 채취하지 못하였다.



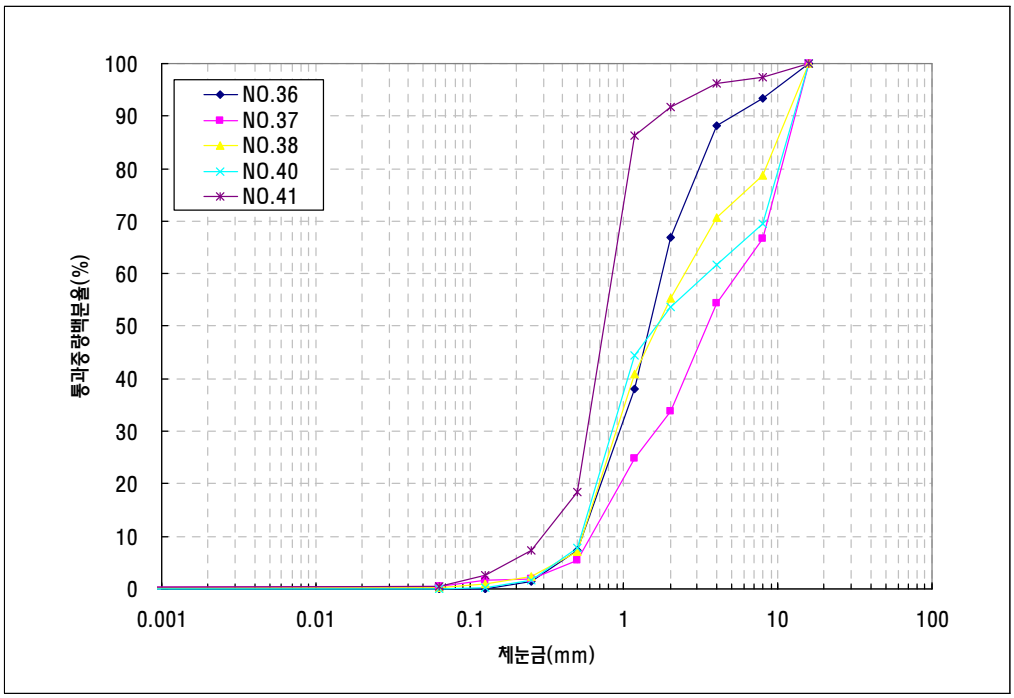
<그림 2.6-131> 20070(위천합류점) 하도구간 하상재료 채취 계획

(1) 입도분석시험

본 과업에서는 현장에서 직접 채취한 시료를 시료분석실에서 한국공업규격(KS F 2502-92)에 따라 입도분포 시험을 수행하였다. 입도분석 결과는 〈그림 2.6-131〉, 〈그림 2.6-132〉, 〈표 2.6-101〉에 수록하였다. 하상토의 평균 성분비를 살펴보면 자갈 34.7%, 모래 63.7%, 실트 1.6%로 대부분 모래와 자갈 특성을 보였다. 〈그림 2.6-131〉, 〈그림 2.6-132〉에서 알 수 있는 바와 같이 입경 0.1㎜~4.0㎜ 구간의 기울기가 상당히 급하다. 입경가적곡선에서 기울기가 급한 구간은 그 구성 성분이 차지하는 비율이 많음을 의미하기 때문에 이의 특성은 입경가적곡선을 통해서도 확인할 수 있다.



<그림 2.6-132> 20070(위천합류점) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(좌안)



<그림 2.6-133> 20070(위천합류점) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(우안)

<표 2.6-101> 20070(위천합류점) 하도구간 하상재료 성분비 및 입도특성

하천	지점	위치 (㎞)	성분비(%)			유효경 D10 (㎜)	D16 (㎜)	D30 (㎜)	D35 (㎜)	D50 (㎜)	D65 (㎜)	D84 (㎜)	Dm (㎜)	표준편차 (㎜)	균등계수 (Cu)	곡률계수 (C_g)
			자갈	모래	실트											
낙동강	No.36(좌안)	6.0	1.1	98.4	0.4	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.3	0.1	1.9	1.2
	No.36(우안)	6.0	33.2	66.7	0.1	0.5	0.7	1.1	1.6	2.0	3.2	4.3	1.6	1.4	3.7	1.2
	No.37(좌안)	8.0	19.9	76.7	3.5	0.3	0.4	0.6	0.8	1.1	2.7	4.0	0.8	1.4	4.2	1.3
	No.37(우안)	8.0	66.2	32.2	1.6	0.6	0.8	2.1	3.3	7.2	10.7	12.2	3.3	4.8	12.0	1.0
	No.38(좌안)	10.0	46.3	52.9	0.8	0.4	0.5	1.0	1.8	3.1	9.7	10.6	1.8	4.4	7.8	0.7
	No.38(우안)	10.0	44.7	54.4	0.8	0.6	0.7	1.0	1.7	3.0	10.0	11.8	1.7	4.7	5.3	0.6
	No.40(좌안)	11.5	46.2	53.5	0.3	0.4	0.5	0.8	1.5	4.0	10.2	13.4	1.5	5.3	10.5	0.4
	No.40(우안)	11.5	46.3	53.6	0.1	0.5	0.6	0.9	1.6	5.9	11.1	12.2	1.6	5.1	11.3	0.3
	No.41(우안)	14.5	35.0	63.7	1.3	0.2	0.4	0.7	0.9	2.1	6.3	9.2	0.9	3.5	8.8	0.9
	No.42(좌안)	20.0	37.2	61.5	1.4	0.3	0.5	1.4	1.6	2.3	7.9	10.2	1.6	3.9	7.9	2.9
	No.42(우안)	20.0	17.3	78.9	3.8	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	2.2	3.3	0.5	1.2	3.8	0.9
	No.43(좌안)	21.0	26.3	66.8	6.9	0.1	0.2	0.3	0.4	0.9	2.6	2.9	0.4	1.2	6.4	0.7
	No.43(우안)	21.0	52.3	46.6	1.1	0.6	0.7	1.5	2.1	4.4	10.8	12.2	2.1	4.9	7.9	0.9
	No.44(좌안)	24.0	41.1	58.7	0.2	0.6	0.7	1.2	1.7	2.4	7.1	10.1	1.7	3.7	4.0	1.0
	No.44(우안)	24.0	8.3	89.1	2.6	0.3	0.5	0.6	0.7	0.9	1.1	1.4	0.7	0.4	2.7	1.3
	No.46(우안)	31.0	33.7	66.0	0.3	0.6	0.6	0.9	1.3	1.9	9.0	10.7	1.3	4.3	3.4	0.8

(2) 비중시험

본 조사지점에서 채취한 하상재료에 대하여 한국공업규격(KS F 2308)에 따라 비중시험을 수행하여 그 결과를 〈표 2.6-102〉에 나타내었다.

<표 2.6-102> 20070(위천합류점) 하도구간 비중시험 결과

하천	지점	위치(㎞)	비중
낙동강	No.36(좌안)	6.0	2.68
	No.36(우안)	6.0	2.67
	No.37(좌안)	8.0	2.66
	No.37(우안)	8.0	2.65
	No.38(좌안)	10.0	2.65
	No.38(우안)	10.0	2.67
	No.40(좌안)	11.5	2.68
	No.40(우안)	11.5	2.66
	No.41(우안)	14.5	2.65
	No.42(좌안)	20.0	2.68
	No.42(우안)	20.0	2.68
	No.43(좌안)	21.0	2.67
	No.43(우안)	21.0	2.68
	No.44(좌안)	24.0	2.68
	No.44(우안)	24.0	2.66
	No.46(우안)	31.0	2.65

나) 하도특성조사

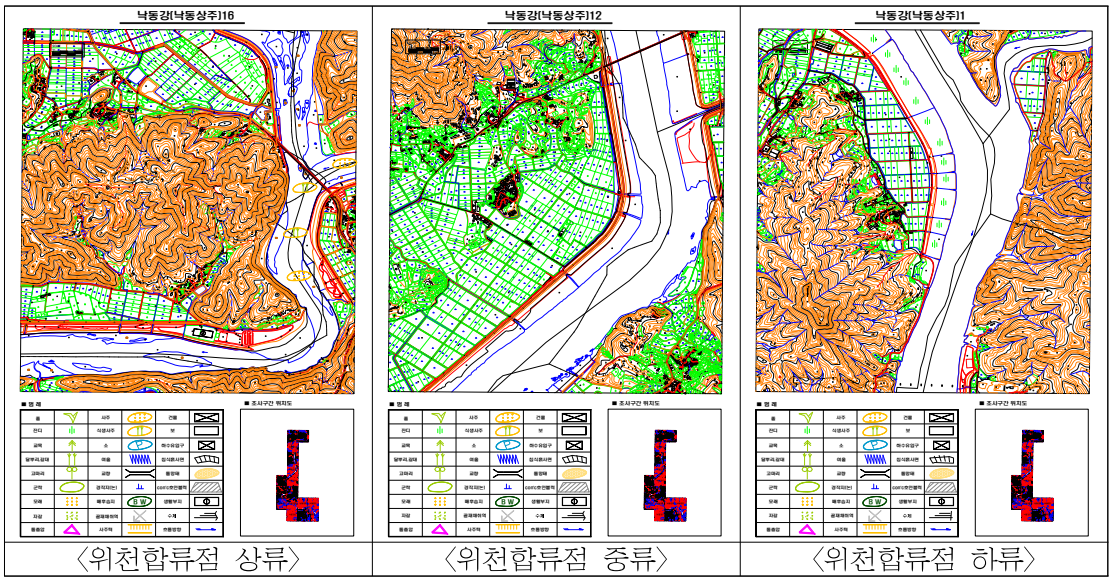
본 과업에서는 하천수변조사도(RCS)를 작성할 목적으로 단위유역 20070(위천합류점)에 위치하고 있는 낙동강 하도구간을 대상으로 여울과 소, 사주, 수제, 저수로와 고수부지의 특성을 조사하였다.

낙동강 상류권에 위치한 내성천 합류점부터 위천 합류점까지의 유역은 4대강살리기 사업으로 인해 친수구역, 복원구역, 보호구역으로 구분되어 하천이 잘 정비되어 있었다. 하천형상은 대부분 하천정비사업으로 복단면으로 이루어져 있었으며, 산사면을 따라 형성된 유로는 사행이 매우 발달하여 굽이치는 형상을 나타내었다. 하천변은 대부분이 농경지와 산 사면으로 이루어져 있었으며. 제방권은 하천정비가 완료되어 유수의 사행정도가 양호하게 나타났고 대부분 식생호안으로 식생이 활발하였다. 본 과업에서는 낙동강 하도구간에서 확보한 사진 영상을 상류, 중류, 하류부로 구분하여 〈그림 2.6-133〉에 나타내었다. 또한 본 과업에서는 현장에서 조사된 여울과 소 등과 같은 하도특성을 수치지형도(CAD)에 정해진 기호들로 표시하여 하천수변조사도(RCS)를 작성하였다. 〈그림 2.6-134〉는 낙동강 하도구간에서 작성된 하천수변조사도(RCS)로서 하도특성이 다수의 기호들로 나타나 있다.



〈위천합류점 상류〉	〈위천합류점 중류〉	〈위천합류점 하류〉

<그림 2.6-134> 20070(위천합류점) 하도구간 전경



〈위천합류점 상류〉 〈위천합류점 중류〉 〈위천합류점 하류〉

<그림 2.6-135> 20070(위천합류점) 하도구간 RCS 지도

다) 하도 현황조사

(1) 평면 및 사행특성조사

본 과업에서는 낙동강에 대한 평면 및 사행 특성을 파악하기 위해 낙동강수계 하천기본계획(변경)보고서(국토해양부, 2009)를 수집하여 그 특성을 분석하였다. 수집된 결과는 그대로 〈표 2.6-103〉에 수록하였다. 본 과업에서는 수집된 결과와 위성영상자료를 토대로 사행구간에 대해 현장조사를 수행하여 그 특성을 나타낼 수 있는 사진정보를 획득하였다. 획득된 사진정보는 〈그림 2.6-135〉와 같다.

<표 2.6-103> 20070(위천합류점) 하도구간 평면특성

하천	구간(No)	곡률반경(m)
낙동강	No.514~No.515	1,400
	No.516~No.517	870
	No.521~No.525	1,250
	No.526~No.529	1,820
	No.530~No.532	1,350
	No.533~No.536	1,680
	No.537~No.538	320
	No.539~No.543	1,330
	No.546~No.547	750
	No.548~No.550	650
	No.556~No.557	880
	No.566~No.568	1,360
	No.569~No.570	760
	No.571~No.572	690
	No.576~No.577	330
	No.578~No.579	630

〔출처〕 낙동강수계 하천기본계획(변경)(국토해양부, 2009)



〈No. 514～No. 515〉



〈No. 516～No. 517〉



〈No. 518～No. 520〉



〈No. 521～No. 525〉



〈No. 526～No. 529〉



〈No. 530～No. 532〉



〈No. 533～No. 536〉



〈No. 537～No. 538〉

<그림 2.6-136> 20070(위천합류점) 하도구간 평면특성



〈No. 539～No. 543〉



〈No. 544～No. 545〉



〈No. 546～No. 547〉



〈No. 548～No. 550〉



〈No. 556～No. 557〉



〈No. 566～No. 568〉



〈No. 569～No. 570〉



〈No. 571～No. 572〉

<그림 2.6－135> 20070(위천합류점) 하도구간 평면특성(계속)


〈No. 576~No. 577〉


〈No. 578~No. 579〉

<그림 2.6-135> 20070(위천합류점) 하도구간 평면특성(계속)

(2) 종·횡단특성조사

(가) 종단 특성

하천은 일반적으로 상류에서 하류로 감에 따라 그 기울기가 완만해 진다. 하천의 경사는 두 지점의 하상고 차에 대한 거리에 대한 비율로서 하천경사 혹은 하상경사로 정의된다. 하상경사는 해당 단면의 표고를 어떻게 산정하느냐에 따라 그 특성이 상이해진다. 해당 단면에서 가장 낮은 지점의 표고(최심하상고)를 연결하여 경사를 산정하면 최심하상경사가 되고, 해당 단면의 여러 표고들에 대한 평균을 연결하면 평균하상경사가 된다.

본 과업에서는 낙동강에 대한 하상경사의 특성을 파악하기 위해 낙동강수계 하천기본계획(변경)보고서(국토해양부, 2009)를 수집하여 분석하였다. 낙동강수계 하천기본계획(변경)보고서(국토해양부, 2009)에는 하상경사가 전구간으로 제시되어 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-104〉에 수록하였다.

<표 2.6-104> 20070(위천합류점) 하도구간 하상경사

하천	구간	하상경사
낙동강	낙동수위표~달지수위표 (No. 468+120~No. 672+000)	1/2,100

〔출처〕 낙동강수계 하천기본계획(변경) (국토해양부, 2009)

(나) 하천의 횡단형

본 과업에서는 낙동강에 대한 횡단형의 특성을 파악하기 위해 낙동강수계 하천기본계획(변경)보고서(국토해양부, 2009)를 수집하여 분석하였다. 분석된 결과는 〈표 2.6-105〉와 같으며, 횡단형은 복단면과 단단면형의 특성을 보였다. 본 과업에서는 분석된 결과를 토대로 현장조사를 수행하여 〈그림 2.6-136〉과 같은 사진정보를 획득하였다.

<표 2.6-105> 20070(위천합류점) 하도구간 횡단형

하천	구간	횡단형	비 고
낙동강	No.517~No.525	단단면	무제부+산지
	No.525~No.528	복단면	무제부+제방
	No.528~No.530	복단면	제방+제방
	No.530~No.539	단단면	산지+제방
	No.539~No.550	단단면	무제부+산지
	No.550~No.557	복단면	산지+제방
	No.557~No.559	단단면	제방+제방
	No.559~No.595	단단면	산지+제방

〔출처〕 낙동강수계 하천기본계획(변경)(국토해양부, 2009)



〈중동교~강창교〉 〈강창교~경천교〉

<그림 2.6-137> 20070(위천합류점) 하도구간 횡단형

(3) 조도계수조사

본 과업에서는 낙동강 하도구간에 대한 조도계수의 특성을 파악하기 위해 낙동강수계 하천기본계획(변경)보고서(국토해양부, 2009)를 수집하여 분석하였다. 낙동강수계 하천기본계획(변경)(국토해양부, 2009)에는 조도계수 값이 수록되어 있다. 조도계수는 0.026의 값을 가졌으며, 이는 감천합류점에서 미천합류점 하도구간에 해당된다.

본 과업에서는 낙동강수계 하천기본계획(변경)보고서(국토해양부, 2009)를 통해 사전에 조도계수의 특성을 확인하고 현장조사를 수행하여 그 특성을 확인하였다. 〈표 2.6-106〉은 주요 하도구간에 대한 조도계수와 사진영상으로서, 조도계수에 미치는 요소(입경이 큰 하상재료와 식생)들의 특성이 나타나 있다.

<표 2.6-106> 20070(위천합류점) 하도구간 조도계수

구분	연도	조도계수
기수립	1993년	0.025
	2009년	0.026



〈No.468+000~No.672+000〉

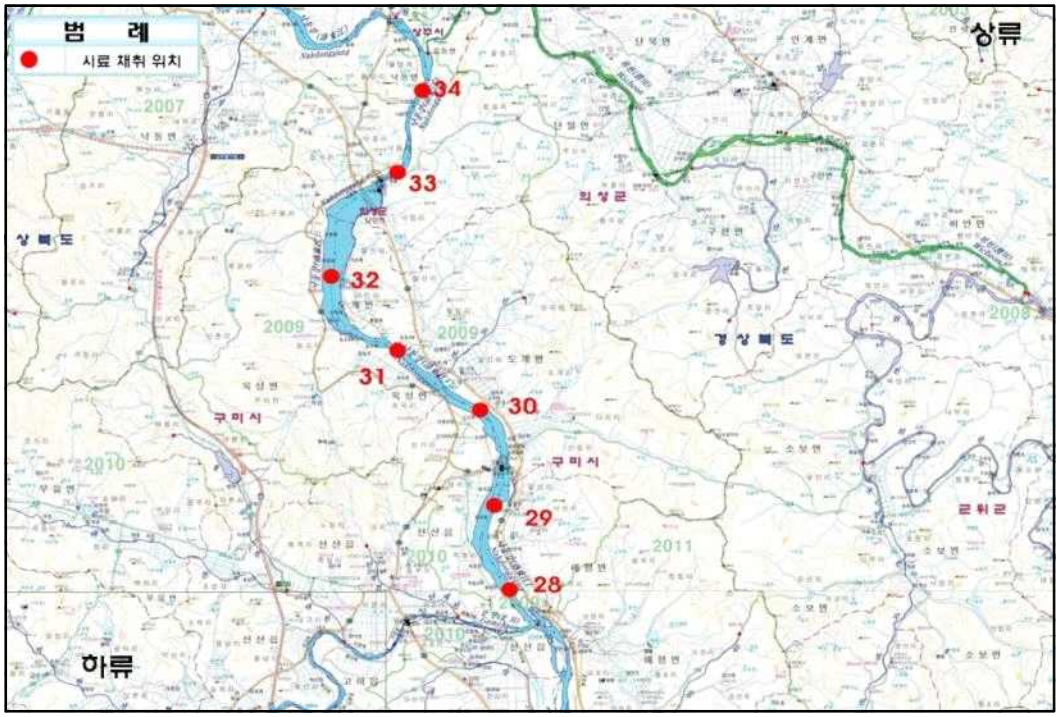
〔출처〕 낙동강수계 하천기본계획(변경)(국토해양부, 2009), 부등류계산으로 조도계수를 역산하는 방법(표준축차계산법)

3) 20090(구미보)

단위유역 20090(구미보)는 유역면적이 175.51㎢에 이르며, 단위유역 내에 낙동강, 금호강, 내성천, 영강, 반변천, 감천 등이 위치하고 있다. 본 단위유역 내의 하천 중 낙동강만 유역특성조사망에 포함되어 있다. 이에 따라 본 과업에서는 낙동강을 대상으로 약 24.0㎞에 이르는 하도구간에서 현장조사를 수행하였다.

가) 하상재료조사

본 과업에서는 20090(구미보) 단위유역내 낙동강을 대상으로 〈그림 2.6-137〉과 같이 하상재료조사를 계획하였다. 본 하천에서 하상재료조사가 수행 된 지점은 총 6개소(12개 측점)이며, 표층조사 수행 없이 모두 시료를 직접 채취하였다. 하상재료 채취는 단면의 좌·우안 및 유심부를 대상으로 수행하려 하였으나, 수심이 깊어 도섭이 어려운 유심부 등에서는 하상재료를 채취하지 못하였다.



<그림 2.6-138> 20090(구미보) 하도구간 하상재료 채취 계획

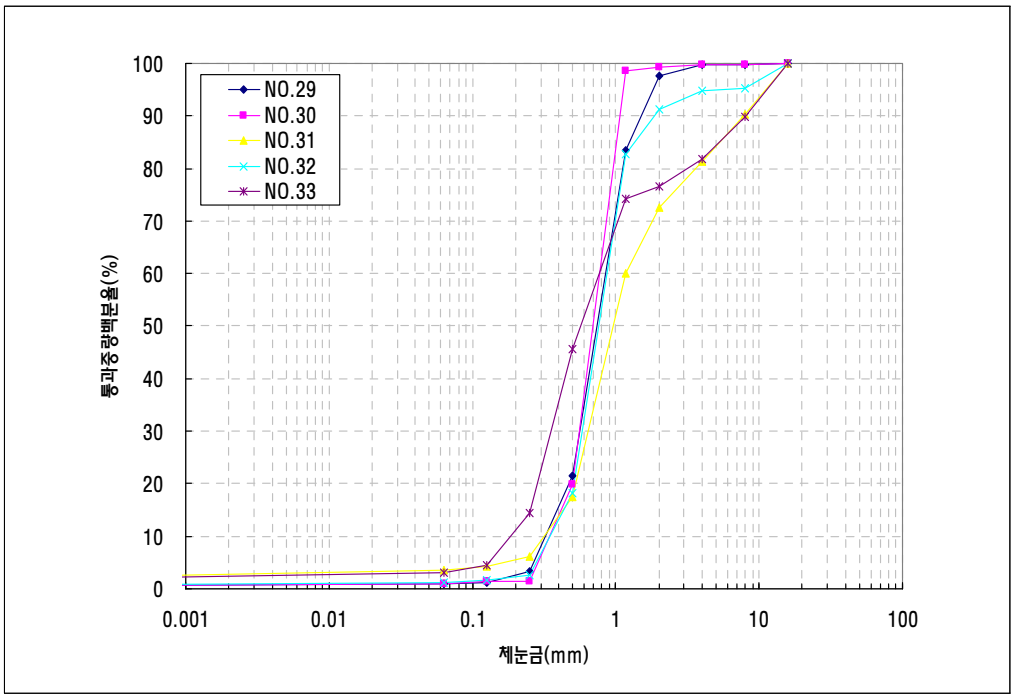


<그림 2.6-139> 20090(구미보) 하도구간 경관 및 하상재료 채취 장면

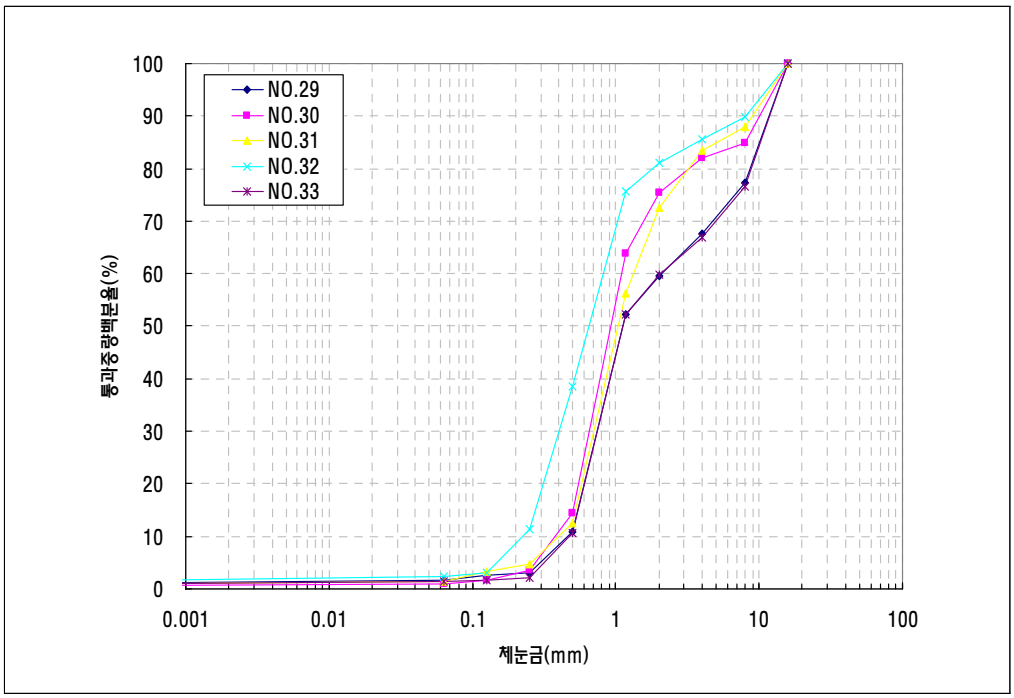
(1) 입도분석시험

본 과업에서는 현장에서 직접 채취한 시료를 시료분석실에서 한국공업규격(KS F 2502-92)에 따라 입도분포 시험을 수행하였다. 입도분석 결과는 〈그림 2.6-139〉, 〈그림 2.6-140〉, 〈표 2.6-107〉에 수록하였다. 하상토의 평균 성분비를 살펴보면 자갈 21.8%, 모래 75.3%, 실트 3.0%로 모래가 가장 큰 비율을 나타내었다.

〈그림 2.6-139〉, 〈그림 2.6-140〉에서 알 수 있는 바와 같이 입경 0.2㎜~1.0㎜ 구간의 기울기가 상당히 급하다. 입경가적곡선에서 기울기가 급한 구간은 그 구성 성분이 차지하는 비율이 많음을 의미하기 때문에 이의 특성은 입경가적곡선을 통해서도 확인할 수 있다.



<그림 2.6-140> 20090(구미보) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(좌안)



<그림 2.6-141> 20090(구미보) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(우안)

<표 2.6-107> 20090(구미보) 하도구간 하상재료 성분비 및 입도특성

하천	지점	위치 (km)	성분비(%)			유효경 D10 (mm)	D16 (mm)	D30 (mm)	D35 (mm)	D50 (mm)	D65 (mm)	D84 (mm)	Dm (mm)	표준편차 (mm)	균등계수 (Cu)	곡률계수 (C_g)
			자갈	모래	실트											
낙동강	No.29(좌안)	6.85	2.3	96.5	1.2	0.4	0.4	0.6	0.8	0.9	1.3	1.5	0.8	0.4	2.5	1.1
	No.29(우안)	6.85	40.3	57.1	2.5	0.5	0.6	0.8	1.1	3.2	10.0	13.1	1.1	5.2	6.5	0.4
	No.30(좌안)	10.35	0.7	97.9	1.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	0.7	0.3	2.0	1.1
	No.30(우안)	10.35	24.6	73.7	1.7	0.4	0.5	0.7	0.9	1.2	7.2	10.6	0.9	4.1	2.9	1.0
	No.31(좌안)	12.85	27.5	68.3	4.2	0.4	0.5	0.7	0.9	1.4	5.0	8.0	0.9	2.9	3.9	1.0
	No.31(우안)	12.85	27.5	69.1	3.4	0.4	0.5	0.8	1.0	1.7	4.0	9.0	1.0	3.1	4.0	0.9
	No.32(우안)	16.35	8.8	89.6	1.6	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.3	1.8	0.8	0.5	2.3	1.1
	No.32(좌안)	16.35	19.0	77.9	3.1	0.2	0.3	0.5	0.7	0.9	3.0	8.0	0.7	2.8	3.9	1.1
	No.33(우안)	19.55	23.5	72.1	4.4	0.2	0.3	0.4	0.6	0.8	5.0	8.0	0.6	3.1	4.1	1.0
	No.33(좌안)	19.55	40.2	58.1	1.7	0.5	0.6	0.8	1.2	3.3	10.1	12.7	1.2	5.1	6.9	0.4
	No.34(우안)	22.85	31.9	60.5	7.6	0.1	0.2	0.4	0.6	1.7	3.6	4.7	0.6	1.8	12.1	0.5
	No.34(좌안)	22.85	14.7	82.4	2.9	0.4	0.5	0.7	0.8	0.9	1.6	3.9	0.8	1.2	2.4	1.2

(2) 비중시험

본 조사지점에서 채취한 하상재료에 대하여 한국공업규격(KS F 2308)에 따라 비중시험을 수행하여 그 결과를 〈표 2.6-108〉에 나타내었다.

<표 2.6-108> 20090(구미보) 하도구간 비중시험 결과

하천	지점	위치(km)	비중
낙동강	No.29(좌안)	6.85	2.66
	No.29(우안)	6.85	2.68
	No.30(좌안)	10.35	2.67
	No.30(우안)	10.35	2.67
	No.31(좌안)	12.85	2.67
	No.31(우안)	12.85	2.66
	No.32(우안)	16.35	2.65
	No.32(좌안)	16.35	2.65
	No.33(우안)	19.55	2.67
	No.33(좌안)	19.55	2.68
	No.34(우안)	22.85	2.65
	No.34(좌안)	22.85	2.66

나) 하도특성조사

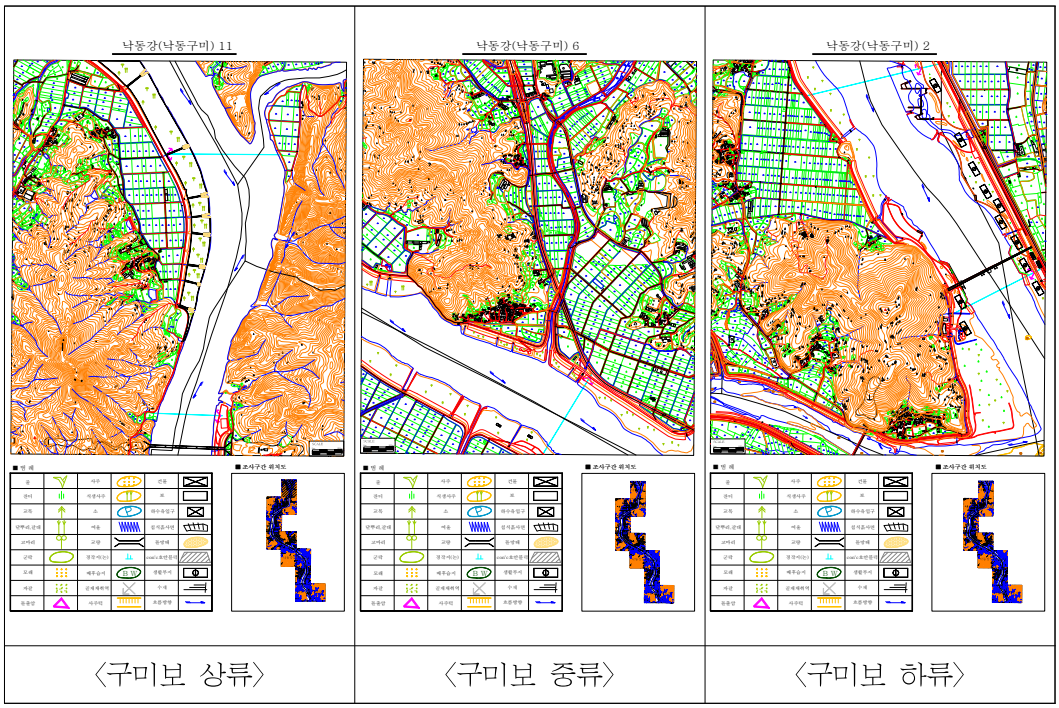
본 과업에서는 하천수변조사도(RCS)를 작성할 목적으로 단위유역(20090)에 위치하고 있는 낙동강 하도구간을 대상으로 여울과 소, 사주, 수제, 저수로와 고수부지의 특성을 조사하였다. 20090(구미보)의 하도 특성을 보면 전반적으로 완급의 사행 특성을 보였다. 상류부는 산지와 생활부지로 만곡 유로를 형성하였다. 중·하류부는 농경지와 생활부지, 산지구간의 지형적 특성을 보였으며 대부분 만곡 유로의 특성을 나타내었다. 전반적으로 고수부지에 식생이 많은 특징을 보였으며 단면형은 복단면형의 특성을 나타내었다. 하천 대부분 구간은 제방이 축조되고 저수로가 정비되어 있었다. 하상 재질은 주로 모래와 자갈로 이루어져 있었다. 상류에는 낙단보와 하류에는 구미보가 있었으며, 4대강사업과 함께 완공된 다기능보의 주변에는 공원시설, 자전거도로 등이 위치하였다.

본 과업에서는 낙동강 하도구간에서 확보한 사진 영상을 상류, 중류, 하류부로 구분하여 〈그림 2.6-141〉에 나타내었다. 또한 본 과업에서는 현장에서 조사된 여울과 소 등과 같은 하도특성을 수치지형도(CAD)에 정해진 기호들로 표시하여 하천수변조사도(RCS)를 작성하였다. 〈그림 2.6-142〉는 낙동강 하도구간에서 작성된 하천수변조사도(RCS)로서 하도특성이 다수의 기호들로 나타나 있다.



〈구미보 상류〉	〈구미보 중류〉	〈구미보 하류〉

<그림 2.6-142> 20090(구미보) 하도구간 전경



〈구미보 상류〉 〈구미보 중류〉 〈구미보 하류〉

<그림 2.6-143> 20090(구미보) 하도구간 RCS 지도

다) 하도 현황조사

(1) 평면 및 사행특성조사

본 과업에서는 낙동강에 대한 평면 및 사행 특성을 파악하기 위해 낙동강수계 하천기본계획(변경)보고서(국토해양부, 2009)를 수집하여 그 특성을 분석하였다. 수집된 결과는 그대로 〈표 2.6-109〉에 수록하였다. 본 과업에서는 수집된 결과와 위성영상자료를 토대로 사행구간에 대해 현장조사를 수행하여 그 특성을 나타낼 수 있는 사진정보를 획득하였다. 획득된 사진정보는 〈그림 2.6-143〉과 같다.

<표 2.6-109> 20090(구미보) 하도구간 평면특성

하천	구간(No)	곡률반경(m)
낙동강	No. 474~No. 475	590
	No. 478~No. 479	1,140
	No. 482~No. 483	1,230
	No. 495~No. 496	640
	No. 501~No. 502	460
	No. 507~No. 508	1,000
	No. 513~No. 514	1,400

〔출처〕 낙동강수계 하천기본계획(변경)(국토해양부, 2009)



〈No. 474～No. 475〉



〈No. 478～No. 479〉



〈No. 482～No. 483〉



〈No. 495～No. 496〉



〈No. 501～No. 502〉



〈No. 507～No. 508〉



〈No. 513～No. 514〉

<그림 2.6-144> 20090(구미보) 하도구간 평면특성

(2) 종·횡단특성조사

(가) 종단 특성

하천은 일반적으로 상류에서 하류로 감에 따라 그 기울기가 완만해 진다. 하천의 경사는 두 지점의 하상고 차에 대한 거리에 대한 비율로서 하천경사 혹은 하상경사로 정의된다. 하상경사는 해당 단면의 표고를 어떻게 산정하느냐에 따라 그 특성이 상이해진다. 해당 단면에서 가장 낮은 지점의 표고(최심하상고)를 연결하여 경사를 산정하면 최심하상경사가 되고, 해당 단면의 여러 표고들에 대한 평균을 연결하면 평균하상경사가 된다. 본 과업에서는 낙동강에 대한 하상경사의 특성을 파악하기 위해 낙동강수계 하천기본계획(변경)보고서(국토해양부, 2009)를 수집하여 분석하였다. 낙동강수계 하천기본계획(변경)(국토해양부, 2009)에는 하상경사가 전구간으로 제시되어 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-110〉에 수록하였다.

<표 2.6-110> 20090(구미보) 하도구간 하상경사

하천	구간	하상경사
낙동강	No.468~No.517	1/2,100

〔출처〕 낙동강수계 하천기본계획(변경)(국토해양부, 2009)

(나) 하천의 횡단형

본 과업에서는 낙동강에 대한 횡단형의 특성을 파악하기 위해 낙동강수계 하천기본계획(변경)보고서(국토해양부, 2009)를 수집하여 분석하였다. 분석된 결과는 〈표 2.6-111〉과 같으며, 횡단형은 복단면의 특성을 나타내었다. 본 과업에서는 분석된 결과를 토대로 현장조사를 수행하여 〈그림 2.6-144〉와 같은 사진정보를 획득하였다.

<표 2.6-111> 20090(구미보) 하도구간 횡단형

하천	구간	횡단형	비 고
낙동강	No.468~No.471	복단면	산지+제방
	No.471~No.505	복단면	제방+제방
	No.505~No.517	복단면	산지+제방

〔출처〕 낙동강수계 하천기본계획(변경)(국토해양부, 2009)



〈하도 종점~일선교〉



〈일선교~낙단교〉



〈낙단교~하도시점〉

<그림 2.6-145> 20090(구미보) 하도구간 횡단형

(3) 조도계수조사

본 과업에서는 낙동강 하도구간에 대한 조도계수의 특성을 파악하기 위해 낙동강수계 하천기본계획(변경)(국토해양부, 2009)을 수집하여 분석하였다. 낙동강수계 하천기본계획(변경)보고서(국토해양부, 2009)에는 조도계수 값이 수록되어 있다. 조도계수는 0.026의 값에 해당된다. 본 과업에서는 낙동강수계 하천기본계획(변경)보고서(국토해양부, 2009)를 통해 사전에 조도계수의 특성을 확인하고 현장조사를 수행하여 그 특성을 확인하였다. 〈표 2.6-112〉는 주요 하도구간에 대한 조도계수와 사진영상으로서, 조도계수에 미치는 요소(입경이 큰 하상재료와 식생)들의 특성이 나타나 있다.

<표 2.6-112> 20090(구미보) 하도구간 조도계수

구분	연도	조도계수
기수립	1993년	0.025
	2009년	0.026



〈No.468+000~No.517+000〉

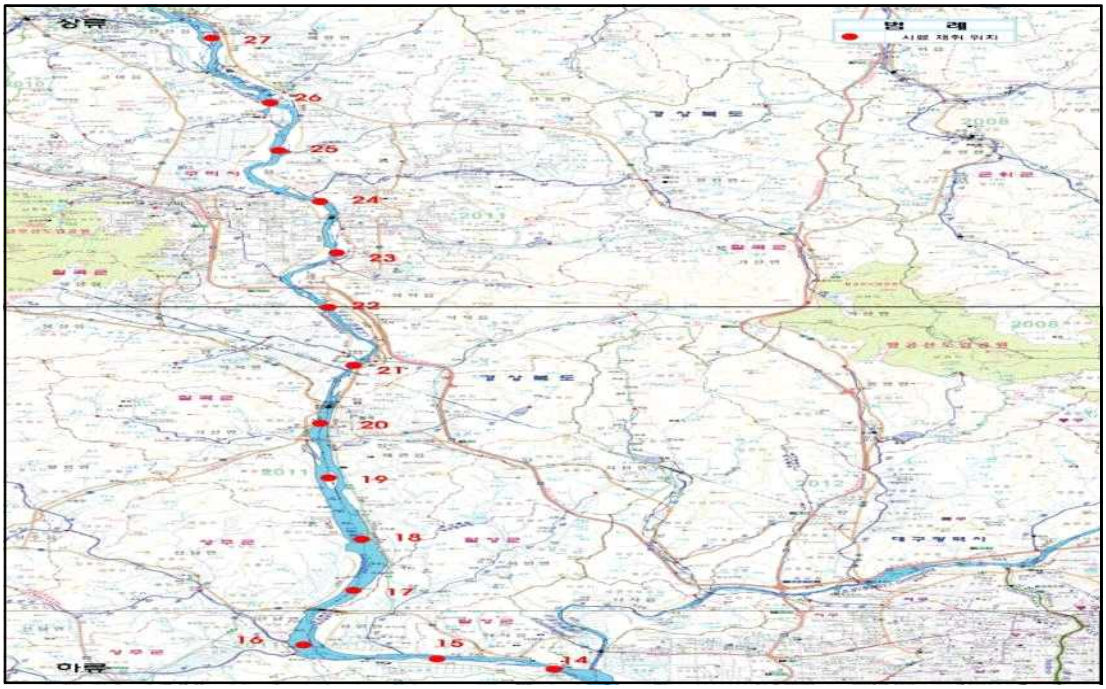
〔출처〕 낙동강수계 하천기본계획(변경)(국토해양부, 2009), 부등류계산으로 조도계수를 역산하는 방법(표준축차계산법)

4) 20110(강정고령보)

단위유역 20110(강정고령보)는 유역면적이 1,109.84㎢에 이르며, 단위유역 내에 낙동강, 백천, 반지천, 경호천, 광암천, 광평천 등이 위치하고 있다. 본 단위유역 내의 하천 중 낙동강만 유역특성조사망에 포함되어 있다. 이에 따라 본 과업에서는 낙동강을 대상으로 약 55.0㎞에 이르는 하도구간에서 현장조사를 수행하였다.

가) 하상재료조사

본 과업에서는 20110(강정고령보) 단위유역 내의 낙동강을 대상으로 〈그림 2.6-145〉와 같이 하상재료조사를 계획하였다. 본 하천에서 하상재료조사가 수행 된 지점은 총 12개소(21개 측점)이며, 이는 시료를 직접 채취한 지점 12개소(20개 측점), 표층조사 수행 지점 1개소(1개 측점)로 구분된다. 시료를 직접적으로 채취한 12개 지점은 No.14~No.25에 해당된다. 하상재료 채취는 단면의 좌·우안 및 유심부를 대상으로 수행하려 하였으나, 수심이 깊어 도섭이 어려운 유심부 등에서는 하상재료를 채취하지 못하였다. 표층조사는 입경이 굵은 자갈이나 호박돌 등으로 구성되어 있는 No.14(좌안)에서 수행하였다.



<그림 2.6-146> 20110(강정고령보) 하도구간 하상재료 채취 계획



<그림 2.6-147> 20110(강정고령보) 하도구간 경관 및 하상재료 채취 장면



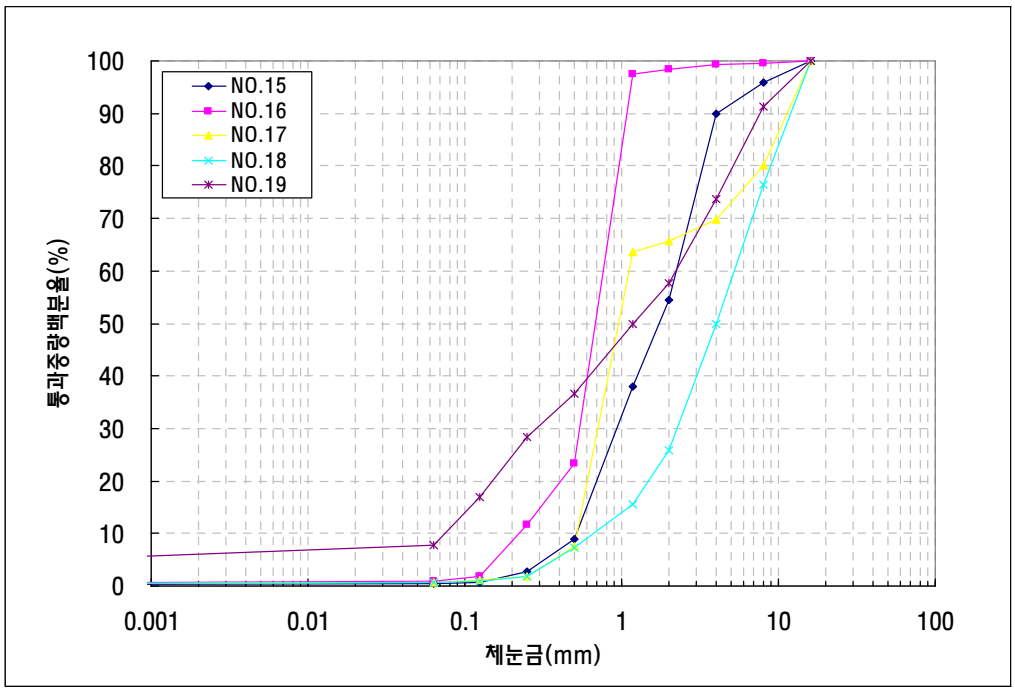
〈시점으로부터 23.28㎞(하류)〉 〈시점으로부터 51.22㎞(상류)〉

<그림 2.6-148> 20110(강정고령보) 하도구간 표층재료 전경

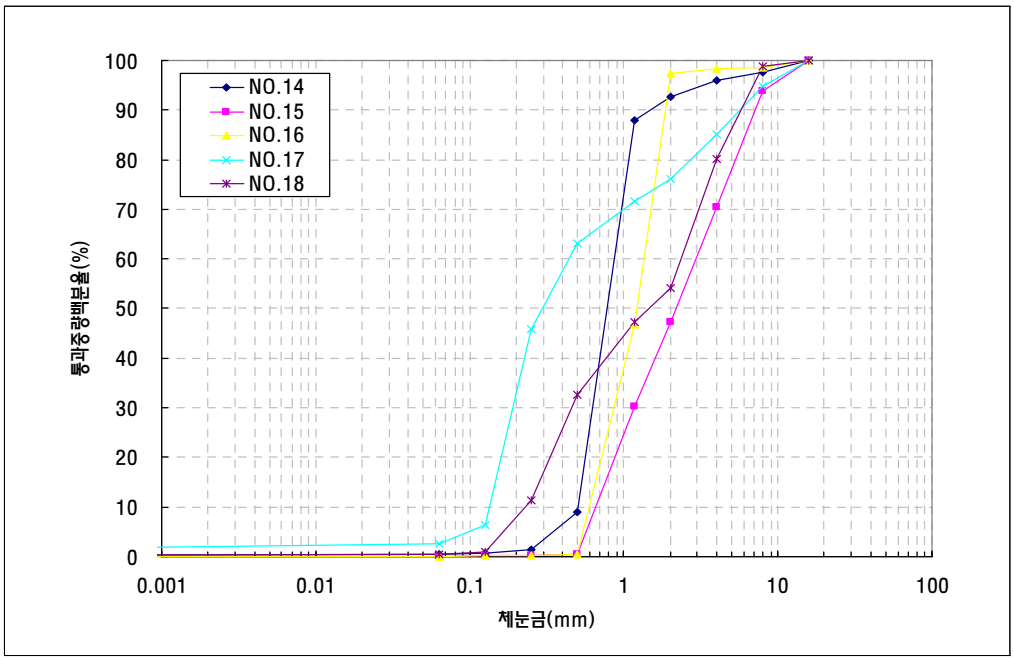
(1) 입도분석시험

본 과업에서는 현장에서 직접 채취한 시료를 시료분석실에서 한국공업규격(KS F 2502-92)에 따라 입도분포 시험을 수행하였다. 입도분석 결과는 〈그림 2.6-148〉, 〈그림 2.6-149〉, 〈표 2.6-113〉에 수록하였다. 하상토의 평균 성분비를 살펴보면 자갈 23.6%, 모래 74.1%, 실트 2.3%로 모래가 가장 크게 나타났다.

〈그림 2.6-148〉, 〈그림 2.6-149〉에서 알 수 있는 바와 같이 입경 0.5㎜~4.0㎜ 구간의 기울기가 상당히 급하다. 입경가적곡선에서 기울기가 급한 구간은 그 구성 성분이 차지하는 비율이 많음을 의미하기 때문에 이의 특성은 입경가적곡선을 통해서도 확인할 수 있다.



<그림 2.6-149> 20110(강정고령보) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(좌안)



<그림 2.6-150> 20110(강정고령보) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(우안)

<표 2.6-113> 20110(강정고령보) 하도구간 하상재료 성분비 및 입도특성

하천	지점	위치 (km)	성분비(%)			유효경 D10 (mm)	D16 (mm)	D30 (mm)	D35 (mm)	D50 (mm)	D65 (mm)	D84 (mm)	Dm (mm)	표준편차 (mm)	균등계수 (Cu)	곡률계수 (C_g)
			자갈	모래	실트											
낙동강	No.14(우안)	0.55	52.8	47.0	0.2	0.7	0.8	1.3	2.1	3.3	5.7	7.0	2.1	2.5	4.7	0.7
	No.15(좌안)	4.52	45.5	53.7	0.8	0.5	0.6	1.1	1.8	2.4	3.5	4.0	1.8	1.4	4.7	1.0
	No.15(우안)	4.52	7.2	92.0	0.7	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.2	1.4	0.8	0.3	1.8	1.0
	No.16(좌안)	8.01	1.5	96.7	1.8	0.2	0.4	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	0.7	0.3	3.6	2.0
	No.16(우안)	8.01	2.5	97.3	0.2	0.6	0.7	1.0	1.3	1.5	1.8	1.9	1.3	0.5	2.5	1.1
	No.17(좌안)	11.78	23.8	69.8	6.4	0.1	0.2	0.2	0.3	0.5	3.6	5.4	0.3	2.1	3.9	0.5
	No.17(우안)	11.78	34.3	64.6	1.1	0.5	0.6	0.8	0.9	1.3	9.3	12.2	0.9	4.9	2.5	0.9
	No.18(좌안)	15.70	45.8	53.3	1.0	0.2	0.3	0.6	1.6	2.8	4.6	5.6	1.6	2.2	12.7	0.5
	No.18(우안)	15.70	74.2	24.8	1.0	0.7	1.2	2.8	3.9	5.9	9.9	11.6	3.9	4.2	8.6	1.9
	No.19(좌안)	19.72	0.2	99.1	0.7	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	0.7	0.2	2.0	1.1
	No.19(우안)	19.72	42.3	40.7	16.9	0.1	0.1	0.4	1.2	2.9	5.9	7.2	1.2	2.9	32.2	0.7
	No.20(좌안)	23.28	26.8	68.2	4.9	0.1	0.2	0.3	0.4	1.2	3.1	4.1	0.4	1.6	8.6	0.5
	No.21(좌안)	27.26	1.6	97.6	0.8	0.6	0.6	0.8	1.0	1.3	1.6	1.8	1.0	0.5	2.3	0.9
	No.21(우안)	27.26	5.2	93.8	1.0	0.4	0.5	0.7	0.7	0.8	1.1	1.3	0.7	0.3	1.9	1.2
	No.22(좌안)	31.28	13.6	84.6	1.8	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.8	2.9	0.9	0.9	2.8	1.1
	No.22(우안)	31.28	50.2	49.3	0.5	1.3	1.5	1.7	2.0	2.4	3.1	3.5	2.0	0.8	1.8	0.9
	No.23(우안)	34.95	38.7	60.7	0.6	0.3	0.4	1.0	1.7	2.1	2.9	3.3	1.7	1.2	6.6	1.5
	No.24(좌안)	38.84	19.6	79.5	0.9	0.4	0.5	0.7	0.9	1.2	2.3	2.8	0.9	0.9	3.2	1.0
	No.24(우안)	43.23	7.9	91.4	0.7	0.5	0.6	0.7	0.9	1.1	1.6	1.9	0.9	0.5	2.2	0.9
	No.25(좌안)	43.23	1.2	95.1	3.7	0.2	0.2	0.5	0.6	0.8	1.1	1.3	0.6	0.4	4.2	1.7

(2) 비중시험

본 조사지점에서 채취한 하상재료에 대하여 한국공업규격(KS F 2308)에 따라 비중시험을 수행하여 그 결과를 〈표 2.6-114〉에 나타내었다.

<표 2.6-114> 20110(강정고령보) 하도구간 비중시험 결과

하천	지점	위치(㎞)	비중
낙동강	No.14(우안)	0.55	2.67
	No.15(좌안)	4.52	2.68
	No.15(우안)	4.52	2.68
	No.16(좌안)	8.01	2.67
	No.16(우안)	8.01	2.67
	No.17(좌안)	11.78	2.67
	No.17(우안)	11.78	2.65
	No.18(좌안)	15.70	2.66
	No.18(우안)	15.70	2.67
	No.19(좌안)	19.72	2.68
	No.19(우안)	19.72	2.66
	No.20(좌안)	23.28	2.66
	No.21(좌안)	27.26	2.65
	No.21(우안)	27.26	2.65
	No.22(좌안)	31.28	2.68
	No.22(우안)	31.28	2.67
	No.23(우안)	34.95	2.68
	No.24(좌안)	38.84	2.68
	No.24(우안)	43.23	2.66
	No.25(좌안)	43.23	2.65

(3) 표층조사

본 과업에서는 입경이 상당히 커서 시료 채취 및 이동이 어려운 경우에는 현장에서 표층조사를 수행하였다. 표층조사는 선 격자 방식으로 수행하였으며, 현장에서 선 격자 점 바로 아래에 놓인 하상재료를 대상으로 장축과 중축의 길이를 직접 측정하였다. 표층조사 결과는 〈표 2.6-115〉와 같다.

<표 2.6-115> 20110(강정고령보) 하도구간 표층조사 결과

하천	지점	위치 (㎞)	최소 (㎜)	최대 (㎜)	평균 (㎜)
낙동강	No.14(좌안)	51.22	50	150	100

나) 하도특성조사

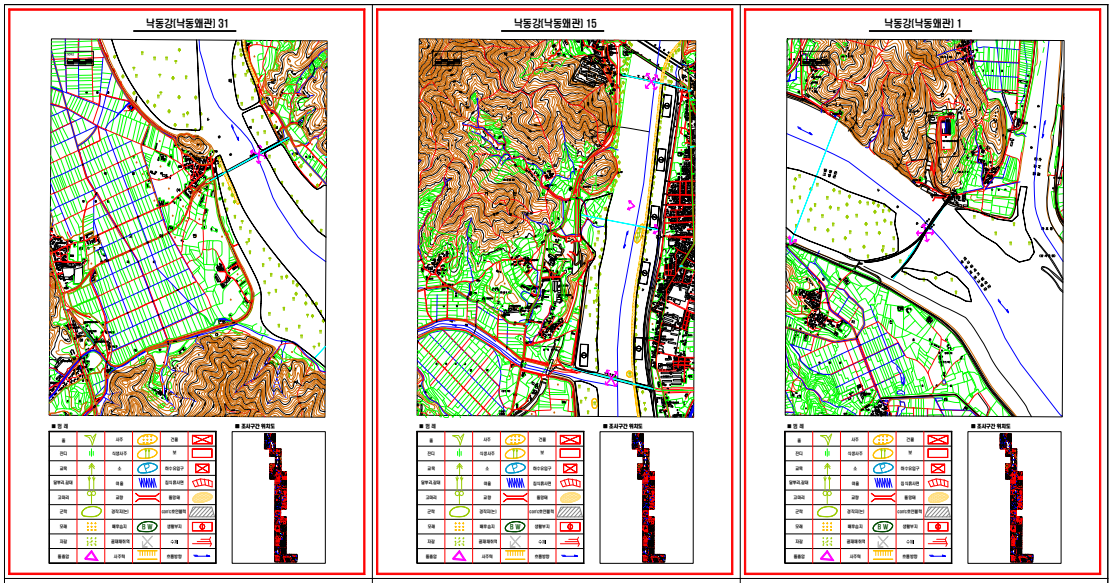
본 과업에서는 하천수변조사도(RCS)를 작성할 목적으로 단위유역 20110(강정고령보)에 위치하고 있는 낙동강 하도구간을 대상으로 여울과 소, 사주, 수제, 저수로와 고수부지의 특성을 조사하였다. 상류부는 하천정비가 완료되어 여울과 소가 나타나지 않았으나 일부 구간에서는 하도 중앙에 식생과 관목으로 이루어진 하중도가 넓고 길게 형성되어 있었다. 하도와 저수로는 상·하류 방향 모두 가볍게 휜 사행을 보였다. 고수호안은 주로 돌망태로 되어 있었고 저수호안은 식생호안의 특성을 나타내었다. 제방 상단은 좌안이 자전거 도로, 우안이 비포장도로의 특성을 보였다. 중류부는 하천정비가 완료되어 여울과 소, 하중도가 없었으나 일부 구간에서는 양안에 식생 및 관목 사주가 존재하였다. 하도 및 저수로는 상·하류 방향 모두 가볍게 휜 형상을 보였다. 중류부의 고수호안은 주로 블록으로 되어 있었고 저수호안은 식생호안의 특성을 나타내었다. 공원 및 고수부지가 조성된 구간은 돌망태 및 사석공으로 보호되고 있었다. 하류부는 하천정비가 완료되어 여울과 소는 나타나지 않았으나 일부 구간에서는 양안에 식생 및 관목 사주가 존재하였다. 특히 성주대교 좌안 하류 구간으로 식생과 관목으로 구성된 하중도가 여러 곳에 존재하였다. 하도 및 저수로는 상·하류 방향 전체적으로 가볍게 휜 형상을 보였으나, 성주대교 하류 구간에서는 강하게 휜 형상을 나타내었다. 하류부 고수호안은 주로 블록호안으로 되어 있었고 저수호안은 식생호안의 특성을 나타내었다. 공원 및 고수부지가 조성된 구간은 돌망태 및 사석으로 보호되어 있었다. 제방 상단은 좌안이 자전거 도로, 우안이 아스팔트 포장도로로 구성되어 있었다.

본 과업에서는 낙동강 하도구간에서 확보한 사진 영상을 상류, 중류, 하류부로 구분하여 〈그림 2.6-150〉에 나타내었다. 또한 본 과업에서는 현장에서 조사된 여울과 소 등과 같은 하도특성을 수치지형도(CAD)에 정해진 기호들로 표시하여 하천수변조사도(RCS)를 작성하였다. 〈그림 2.6-151〉은 낙동강 하도구간에서 작성된 하천수변조사도(RCS)로서 하도특성이 다수의 기호들로 나타나 있다.



〈강정고령보 상류〉	〈강정고령보 중류〉	〈강정고령보 하류〉

<그림 2.6-151> 20110(강정고령보) 하도구간 전경



〈강정고령보 상류〉 〈강정고령보 중류〉 〈강정고령보 하류〉

<그림 2.6-152> 20110(강정고령보) 하도구간 RCS 지도

다) 하도 현황조사

(1) 평면 및 사행특성조사

본 과업에서는 낙동강에 대한 평면 및 사행 특성을 파악하기 위해 낙동강수계 하천기본계획(변경)(국토해양부, 2009)을 수집하여 그 특성을 분석하였다. 수집된 결과는 그대로 〈표 2.6-116〉에 수록하였다. 본 과업에서는 수집된 결과와 위성영상자료를 토대로 사행구간에 대해 현장조사를 수행하여 그 특성을 나타낼 수 있는 사진정보를 획득하였다. 획득된 사진정보는 〈그림 2.6-152〉와 같다.

<표 2.6-116> 20110(강정고령보) 하도구간 평면특성

하천	구간(No)	곡률반경(m)
낙동강	No. 474~No. 475	950
	No. 389~No. 393	3,360
	No. 406~No. 408	3,280
	No. 419~No. 421	1,610
	No. 428~No. 431	1,190
	No. 432~No. 433	900
	No. 438~No. 441	1,920
	No. 443~No. 445	820
	No. 449~No. 451	1,610
	No. 455~No. 457	1,370
	No. 458~No. 459	1,660
	No. 461~No. 462	780
	No. 464~No. 466	1,900

〔출처〕 낙동강수계 하천기본계획(변경)(국토해양부, 2009)



〈No. 337~No. 380〉



〈No. 389~No. 393〉



〈No. 406~No. 408〉



〈No. 419~No. 421〉



〈No. 428~No. 431〉



〈No. 432~No. 433〉



〈No. 438~No. 441〉



〈No. 443~No. 445〉

<그림 2.6-153> 20110(강정고령보) 하도구간 평면특성



〈No. 449～No. 451〉



〈No. 455～No. 457〉



〈No. 458～No. 459〉



〈No. 464～No. 466〉

<그림 2.6-152> 20110(강정고령보) 하도구간 평면특성(계속)

(2) 종·횡단특성조사

(가) 종단 특성

하천은 일반적으로 상류에서 하류로 감에 따라 그 기울기가 완만해 진다. 하천의 경사는 두 지점의 하상고 차에 대한 거리에 대한 비율로서 하천경사 혹은 하상경사로 정의된다. 하상경사는 해당 단면의 표고를 어떻게 산정하느냐에 따라 그 특성이 상이해진다. 해당 단면에서 가장 낮은 지점의 표고(최심하상고)를 연결하여 경사를 산정하면 최심하상경사가 되고, 해당 단면의 여러 표고들에 대한 평균을 연결하면 평균하상경사가 된다.

본 과업에서는 낙동강에 대한 하상경사의 특성을 파악하기 위해 낙동강수계 하천기본계획(변경)보고서(국토해양부, 2009)를 수집하여 분석하였다. 낙동강수계 하천기본계획(변경)(국토해양부, 2009)에는 하상경사가 전 구간으로 제시되어 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-117〉에 수록하였다.

<표 2.6-117> 20110(강정고령보) 하도구간 하상경사

하천	구간	하상경사
낙동강	금호강 합류점~왜관수위표 (No. 363+000~No. 412+257)	1/4,600
	왜관수위표~낙동수위표 (No. 412+257~No. 506+120)	1/2,900

〔출처〕 낙동강수계 하천기본계획(변경)(국토해양부, 2009)

(나) 하천의 횡단형

본 과업에서는 낙동강에 대한 횡단형의 특성을 파악하기 위해 낙동강수계 하천기본계획(변경)보고서(국토해양부, 2009)를 수집하여 분석하였다. 분석된 결과는 〈표 2.6-118〉과 같으며, 횡단형은 복단면, 단단면의 특성을 보였다.

본 과업에서는 분석된 결과를 토대로 현장조사를 수행하여 〈그림 2.6-153〉과 같은 사진정보를 획득하였다. 대부분 유로가 기성제로 정비된 하도구간과 인위적으로 조성된 복단면형으로 조사되었다.

<표 2.6-118> 20110(강정고령보) 하도구간 횡단형

하천	구간	횡단형	비 고
낙동강	No. 363~No. 368	복단면	산지+제방
	No. 368~No. 370	복단면	제방+제방
	No. 370~No. 374	복단면	산지+제방
	No. 374~No. 375	복단면	제방+제방
	No. 375~No. 377	복단면	산지+제방
	No. 377~No. 381	복단면	제방+제방
	No. 381~No. 391	복단면	산지+제방
	No. 391~No. 392	복단면	제방+제방
	No. 392~No. 395	복단면	산지+제방
	No. 395~No. 397	복단면	제방+제방
	No. 397~No. 405	단단면	산지+산지
	No. 405~No. 408	복단면	제방+제방
	No. 408~No. 416	복단면	산지+제방
	No. 416~No. 429	복단면	제방+제방
	No. 429~No. 431	단단면	산지+제방
	No. 431~No. 435	복단면	제방+제방
	No. 435~No. 442	복단면	산지+제방

〔출처〕 낙동강수계 하천기본계획(변경)(국토해양부, 2009)


〈하도 종점~성주대교〉


〈성주대교~제2왜관교〉


〈제2왜관교~남구미대교〉


〈남구미대교 합류점~하도시점〉

<그림 2.6-154> 20110(강정고령보) 하도구간 횡단형

(3) 조도계수조사

본 과업에서는 낙동강 하도구간에 대한 조도계수의 특성을 파악하기 위해 낙동강수계 하천기본계획(변경)보고서(국토해양부, 2009)를 수집하여 분석하였다. 낙동강수계 하천기본계획(변경)보고서(국토해양부, 2009)에는 조도계수 값이 수록되어 있다. 조도계수는 0.024의 값에 해당된다. 본 과업에서는 낙동강수계 하천기본계획(변경)보고서(국토해양부, 2009)를 통해 사전에 조도계수의 특성을 확인하고 현장조사를 수행하여 그 특성을 확인하였다. 〈표 2.6-119〉는 주요 하도구간에 대한 사진영상으로서, 조도계수에 미치는 요소(입경이 큰 하상재료와 식생)들의 특성이 나타나 있다.

<표 2.6-119> 20110(강정고령보) 하도구간 조도계수

구분	연도	조도계수
기수립	1993년	0.023
	2009년	0.024



〈No.363+000～No.467+000〉

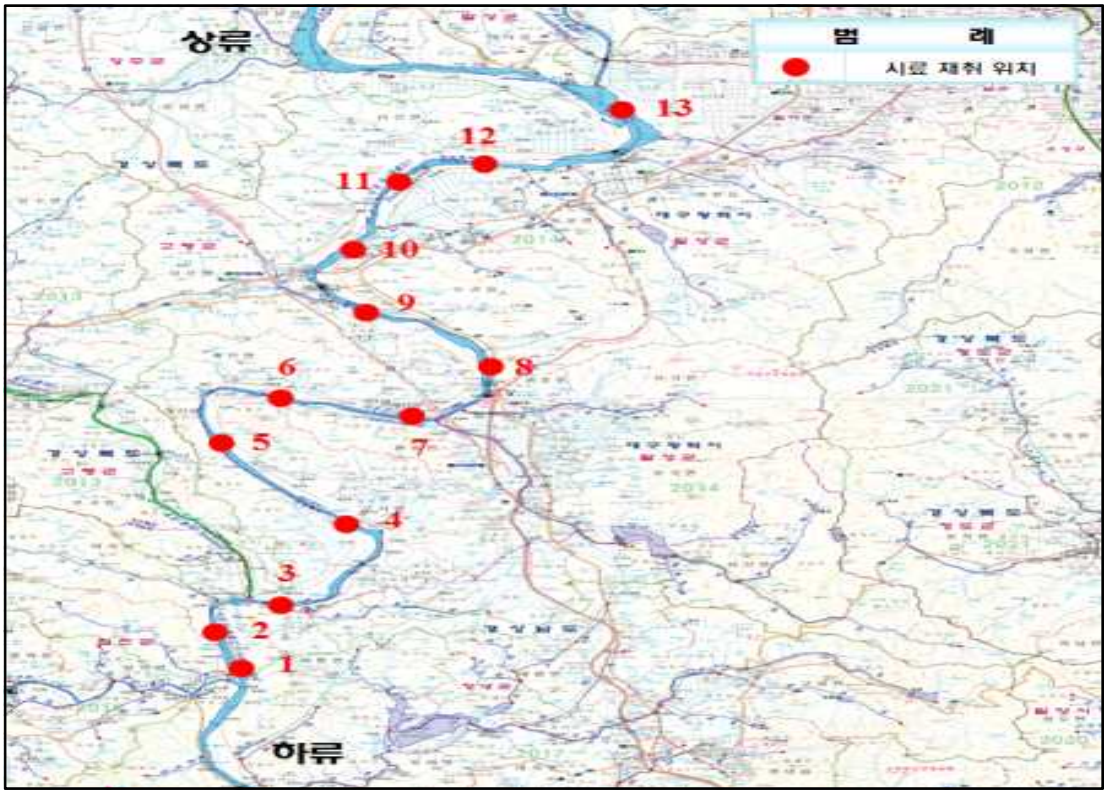
〔출처〕 낙동강수계 하천기본계획(변경)(국토해양부, 2009)
부등류계산으로 조도계수를 역산하는 방법(표준축차계산법)

5) 20140(합천창녕보)

단위유역 20140(합천창녕보)는 유역면적이 532.16㎢에 이르며, 단위유역 내에 낙동강, 황강, 금호강 등이 위치하고 있다. 본 단위유역 내의 하천 중 낙동강만 유역특성조사망에 포함되어 있다. 이에 따라 본 과업에서는 낙동강을 대상으로 약 50.5㎞에 이르는 하도구간에서 현장조사를 수행하였다.

가) 하상재료조사

본 과업에서는 20140(합천창녕보) 단위유역 내의 낙동강을 대상으로 〈그림 2.6-154〉와 같이 하상재료조사를 계획하였다. 본 하천에서 하상재료조사가 수행 된 지점은 총 13개소(25개 측점)이며, 표층조사 수행 없이 모두 시료를 직접 채취하였다. 하상재료 채취는 단면의 좌·우안 및 유심부를 대상으로 수행하려 하였으나, 수심이 깊어 도섭이 어려운 유심부 등에서는 하상재료를 채취하지 못하였다.



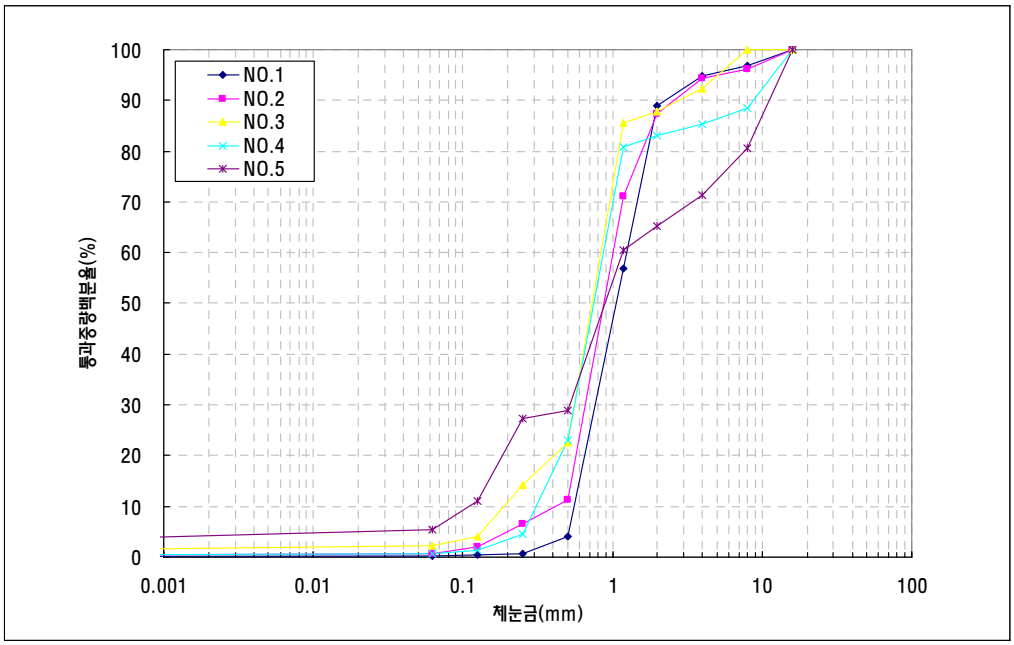
<그림 2.6-155> 20140(합천창녕보) 하도구간 하상재료 채취 계획



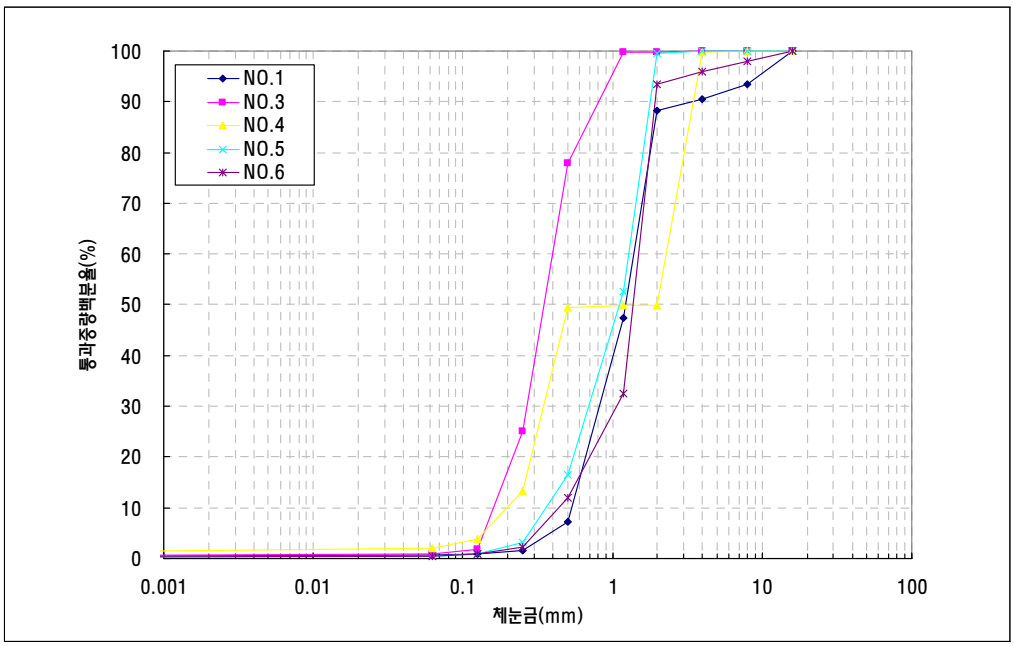
<그림 2.6-156> 20140(합천창녕보) 하도구간 경관 및 하상재료 채취 장면

(1) 입도분석시험

본 과업에서는 현장에서 직접 채취한 시료를 시료분석실에서 한국공업규격(KS F 2502-92)에 따라 입도분포 시험을 수행하였다. 입도분석 결과는 〈그림 2.6-156〉, 〈그림 2.6-157〉, 〈표 2.6-120〉에 수록하였다. 하상토의 평균 성분비를 살펴보면 자갈 23.2%, 모래 74.5%, 실트 2.3%로 모래가 가장 크게 나타났다. 〈그림 2.6-156〉, 〈그림 2.6-157〉에서 알 수 있는 바와 같이 입경 0.5㎜~2.0㎜ 구간의 기울기가 상당히 급하다. 입경가적곡선에서 기울기가 급한 구간은 그 구성 성분이 차지하는 비율이 많음을 의미하기 때문에 이의 특성은 입경가적곡선을 통해서도 확인할 수 있다.



<그림 2.6-157> 20140(합천창녕보) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(좌안)



<그림 2.6-158> 20140(합천창녕보) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(우안)

<표 2.6-120> 20140(합천창녕보) 하도구간 하상재료 성분비 및 입도특성

하천	지점	위치 (km)	성분비(%)			유효경 D10 (mm)	D16 (mm)	D30 (mm)	D35 (mm)	D50 (mm)	D65 (mm)	D84 (mm)	Dm (mm)	표준편차 (mm)	균등계수 (Cu)	곡률계수 (C_g)
			자갈	모래	실트											
낙동강	No.1(좌안)	0	11.1	88.5	0.4	0.6	0.6	0.8	1.1	1.4	1.7	2.0	1.1	0.5	2.5	0.9
	No.1(우안)	0	11.8	87.2	0.9	0.5	0.6	0.9	1.3	1.5	1.8	2.1	1.3	0.6	2.8	1.1
	No.2(좌안)	3	13.1	85.1	1.7	0.5	0.6	0.7	0.9	1.1	1.8	2.4	0.9	0.7	2.3	1.0
	No.3(좌안)	5	12.3	83.7	4.0	0.2	0.3	0.6	0.7	0.9	1.2	3.0	0.7	1.0	4.5	2.0
	No.3(우안)	5	0.2	98.1	1.7	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.6	0.7	0.3	0.2	2.2	1.2
	No.4(좌안)	11	16.8	81.8	1.3	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	3.0	9.0	0.7	3.2	2.6	1.4
	No.4(우안)	11	50.1	46.1	3.8	0.2	0.3	0.4	0.5	2.5	3.1	3.6	0.5	1.5	11.9	0.3
	No.5(좌안)	16	34.8	54.1	11.1	0.1	0.2	0.6	0.9	2.0	9.4	10.7	0.9	4.6	16.7	1.5
	No.5(우안)	16	0.5	98.5	1.0	0.4	0.5	0.8	1.2	1.5	1.7	1.9	1.2	0.6	3.8	1.1
	No.6(좌안)	20	22.5	69.0	8.6	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	4.9	8.0	0.3	3.2	3.2	1.0
	No.6(우안)	20	6.5	92.7	0.8	0.4	0.7	1.3	1.5	1.6	1.7	1.9	1.5	0.5	3.6	2.4
	No.7(좌안)	25	34.9	63.9	1.2	0.5	0.7	0.8	1.1	2.0	9.1	10.9	1.1	4.4	4.0	0.6
	No.7(우안)	25	37.5	60.8	1.7	0.5	0.6	0.8	1.1	2.6	10.0	12.1	1.1	4.9	5.2	0.5
	No.8(좌안)	29	2.9	96.7	0.4	0.6	0.7	1.2	1.5	1.6	1.8	1.9	1.5	0.5	2.7	1.5
	No.8(우안)	29	1.7	96.1	2.2	0.3	0.3	0.5	0.6	0.7	0.9	1.1	0.6	0.3	2.8	1.3
	No.9(좌안)	33	12.9	85.6	1.5	0.5	0.6	0.7	0.9	1.1	1.8	5.0	0.9	1.6	2.2	0.9
	No.9(우안)	33	30.7	66.0	3.3	0.3	0.5	0.8	1.1	1.7	9.1	10.8	1.1	4.5	5.2	1.1
	No.10(좌안)	37	76.8	21.5	1.7	0.5	0.8	4.0	6.3	9.0	12.2	14.3	6.3	5.4	18.0	3.6
	No.10(우안)	37	21.0	78.2	0.8	0.7	1.1	1.5	1.6	1.8	5.0	9.1	1.6	3.0	2.6	1.8
	No.11(좌안)	40	36.5	62.5	1.0	0.3	0.4	0.6	0.8	1.4	10.6	13.1	0.8	5.5	4.7	0.9
	No.11(우안)	40	0.8	95.1	4.0	0.3	0.4	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.5	0.6	4.8	3.7
	No.12(좌안)	44	0.1	99.1	0.8	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	0.7	0.3	2.2	1.3
	No.12(우안)	44	52.2	46.4	1.4	0.3	0.4	0.9	2.8	7.8	12.1	13.4	2.8	5.7	24.4	0.3
	No.13(좌안)	49	64.5	34.6	0.9	0.5	0.7	2.0	2.7	3.9	9.1	10.9	2.7	4.1	7.8	2.1
	No.13(우안)	49	27.0	71.8	1.3	0.4	0.5	0.7	1.1	1.7	8.2	10.6	1.1	4.2	4.9	0.9

(2) 비중시험

본 조사지점에서 채취한 하상재료에 대하여 한국공업규격(KS F 2308)에 따라 비중시험을 수행하여 그 결과를 〈표 2.6-121〉에 나타내었다.

<표 2.6-121> 20140(합천창녕보) 하도구간 비중시험 결과

하천	지점	위치(㎞)	비중
낙동강	No.1(좌안)	0.0	2.66
	No.1(우안)	0.0	2.65
	No.2(좌안)	3.0	2.66
	No.3(좌안)	5.0	2.68
	No.3(우안)	5.0	2.66
	No.4(좌안)	11.0	2.65
	No.4(우안)	11.0	2.64
	No.5(좌안)	16.0	2.68
	No.5(우안)	16.0	2.68
	No.6(좌안)	20.0	2.67
	No.6(우안)	20.0	2.67
	No.7(좌안)	25.0	2.66
	No.7(우안)	25.0	2.66
	No.8(좌안)	29.0	2.65
	No.8(우안)	29.0	2.65
	No.9(좌안)	33.0	2.65
	No.9(우안)	33.0	2.67
	No.10(좌안)	37.0	2.68
	No.10(우안)	37.0	2.66
	No.11(좌안)	40.0	2.65
	No.11(우안)	40.0	2.64
	No.12(좌안)	44.0	2.66
	No.12(우안)	44.0	2.65
	No.13(좌안)	49.0	2.66
	No.13(우안)	49.0	2.68

나) 하도특성조사

본 과업에서는 하천수변조사도(RCS)를 작성할 목적으로 단위유역 20140(합천창녕보)에 위치하고 있는 낙동강 하도구간을 대상으로 여울과 소, 사주, 수제, 저수로와 고수부지의 특성을 조사하였다. 20140(합천창녕보)는 친수구역, 복원구역, 보호구역으로 구분되어 하천정비가 이루어졌다. 하천형상은 대부분 하천정비사업으로 인해 복단면으로 이루어져 있었으며, 산 사면을 따라 형성된 유로는 사행이 발달되어 있었다. 하천변은 대부분이 농경지와 산 사면으로 이루어져 있었다. 하천 내 저수로를 따라 흐르는 유수의 사행 정도는 양호하였고, 구간 내 달성보, 합천창녕보 등의 준공으로 여울과 소는 보이지 않았다. 하

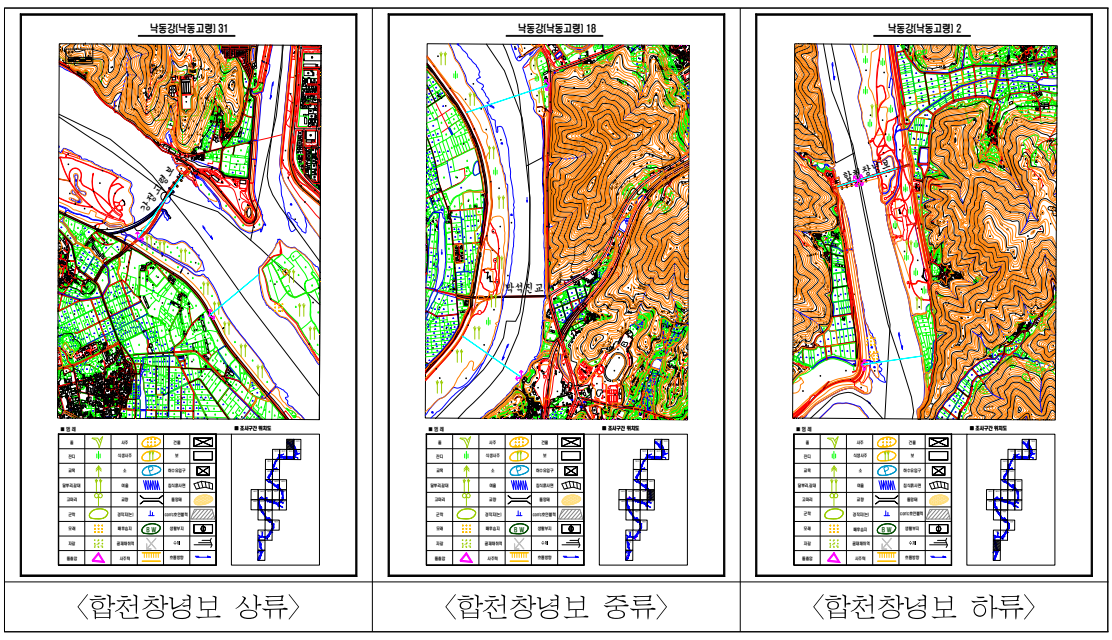
천 좌·우안으로 하안단구가 넓게 퍼져 있었고 하천은 양호한 상태를 보였다.

본 과업에서는 낙동강 하도구간에서 확보한 사진 영상을 상류, 중류, 하류부로 구분하여 〈그림 2.6-158〉에 나타내었다. 또한 본 과업에서는 현장에서 조사된 여울과 소 등과 같은 하도특성을 수치지형도(CAD)에 정해진 기호들로 표시하여 하천수변조사도(RCS)를 작성하였다. 〈그림 2.6-159〉는 낙동강 하도구간에서 작성된 하천수변조사도(RCS)로서 하도특성이 다수의 기호들로 나타나 있다.



〈합천창녕보 상류〉	〈합천창녕보 중류〉	〈합천창녕보 하류〉

<그림 2.6-159> 20140(합천창녕보) 하도구간 전경



〈합천창녕보 상류〉	〈합천창녕보 중류〉	〈합천창녕보 하류〉

<그림 2.6-160> 20140(합천창녕보) 하도구간 RCS 지도

다) 하도 현황조사

(1) 평면 및 사행특성조사

본 과업에서는 낙동강에 대한 평면 및 사행 특성을 파악하기 위해 낙동강수계 하천기본계획(변경)보고서(국토해양부, 2009)를 수집하여 그 특성을 분석하였다. 수집된 결과는 그대로 〈표 2.6-122〉에 수록하였다. 본 과업에서는 수집된 결과와 위성영상자료를 토대로 사행구간에 대해 현장조사를 수행하여 그 특성을 나타낼 수 있는 사진정보를 획득하였다. 획득된 사진정보는 〈그림 2.6-160〉과 같다.

<표 2.6-122> 20140(합천창녕보) 하도구간 평면특성

하천	구간(No)	곡률반경(m)
낙동강	No. 266+000~No. 269+025	690
	No. 277+400~No. 282+375	1,490
	No. 296+130~No. 300+390	1,055
	No. 309+330~No. 320+520	2,160
	No. 327+270~No. 334+260	1,665
	No. 343+035~No. 348+435	1,805
	No. 353+030~No. 363+165	1,665

〔출처〕 낙동강수계 하천기본계획(변경)(국토해양부, 2009)



〈No. 266+000~No. 269+025〉



〈No. 277+400~No. 282+375〉



〈No. 296+130~No. 300+390〉



〈No. 309+330~No. 320+520〉

<그림 2.6-161> 20140(합천창녕보) 하도구간 평면특성


〈No. 327+270～No. 334+260〉


〈No. 343+035～No. 348+435〉

<그림 2.6-160> 20140(합천창녕보) 하도구간 평면특성(계속)

(2) 종·횡단특성조사

(가) 종단 특성

하천은 일반적으로 상류에서 하류로 감에 따라 그 기울기가 완만해 진다. 하천의 경사는 두 지점의 하상고 차에 대한 거리에 대한 비율로서 하천경사 혹은 하상경사로 정의된다. 하상경사는 해당 단면의 표고를 어떻게 산정하느냐에 따라 그 특성이 상이해진다. 해당 단면에서 가장 낮은 지점의 표고(최심하상고)를 연결하여 경사를 산정하면 최심하상경사가 되고, 해당 단면의 여러 표고들에 대한 평균을 연결하면 평균하상경사가 된다.

본 과업에서는 낙동강에 대한 하상경사의 특성을 파악하기 위해 낙동강수계 하천기본계획(변경)보고서(국토해양부, 2009)를 수집하여 분석하였다. 낙동강수계 하천기본계획(변경)(국토해양부, 2009)에는 하상경사가 전구간으로 제시되어 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-123〉에 수록하였다.

<표 2.6-123> 20140(합천창녕보) 하도구간 하상경사

하천	구간	하상경사
낙동강	남강 합류점～고령 수위표 (No. 203+000～No. 329+470)	1/12,500
	고령 수위표～금호강 합류점 (No. 329+470～No. 362+000)	1/3,200

〔출처〕 낙동강수계 하천기본계획(변경)(국토해양부, 2009)

(나) 하천의 횡단형

본 과업에서는 낙동강에 대한 횡단형의 특성을 파악하기 위해 낙동강수계 하천기본계획(변경)보고서(국토해양부, 2009)를 수집하여 분석하였다. 분석된 결과는 〈표 2.6-124〉와 같으며, 횡단형은 복단면의 특성을 나타내었다.

본 과업에서는 분석된 결과를 토대로 현장조사를 수행하여 〈그림 2.6-161〉과 같은 사진정보를 획득하였다. 대부분 유로가 기성제로 정비된 하도구간과 인위적으로 조성된 복단면형으로 조사되었다.

<표 2.6-124> 20140(합천창녕보) 하도구간 횡단형

하천	구간	횡단형	비 고
낙동강	No. 260+190 ~ No. 270+010	복단면	산지부 구간으로 하류구간에 비해 하폭 및 저수로 폭이 좁음
	No. 270+010 ~ No. 285+200	복단면	좌안은 산지부로 수충부에 해당하며, 우안은 복단면 형태의 유제부
	No. 285+200 ~ No. 300+410	복단면	우안은 산지부 구간이며 좌안은 산지부 및 유제부
	No. 300+410 ~ No. 332+160	복단면	복단면 형태의 유제부 구간으로 일부는 산지
	No. 332+160 ~ No. 364+000	복단면	복단면 형태의 유제부 구간으로 하류 구간에 비해 하폭이 넓으며, 사주가 발달

〔출처〕 낙동강수계 하천기본계획(변경)(국토해양부, 2009)



〈하도종점~율지교〉



〈우곡교~박석진교〉



〈달성보~고령교〉



〈금포천 합류점~하도시점〉

<그림 2.6-162> 20140(합천창녕보) 하도구간 횡단형

(3) 조도계수조사

본 과업에서는 낙동강 하도구간에 대한 조도계수의 특성을 파악하기 위해 낙동강수계 하천기본계획(변경)보고서(국토해양부, 2009)를 수집하여 분석하였다. 낙동강수계 하천기본계획(변경)보고서(국토해양부, 2009)에는 조도계수 값이 수록되어 있다. 조도계수는 0.020~0.035의 값에 해당된다.

본 과업에서는 낙동강수계 하천기본계획(변경)보고서(국토해양부, 2009)를 통해 사전에 조도계수의 특성을 확인하고 현장조사를 수행하여 그 특성을 확인하였다. 〈표 2.6-125〉는 주요 하도구간에 대한 조도계수와 사진영상으로서, 조도계수에 미치는 요소(입경이 큰 하상재료와 식생)들의 특성이 나타나 있다.

<표 2.6-125> 20140(합천창녕보) 하도구간 조도계수

구분	연도	조도계수	구분	연도	조도계수
기수립	2009년	0.022	기수립	2009년	0.027
					
〈No.203+000~No.337+000〉			〈No.338+000~No.363+000〉		

〔출처〕 낙동강수계 하천기본계획(변경)(국토해양부, 2009), 회귀분석 결과

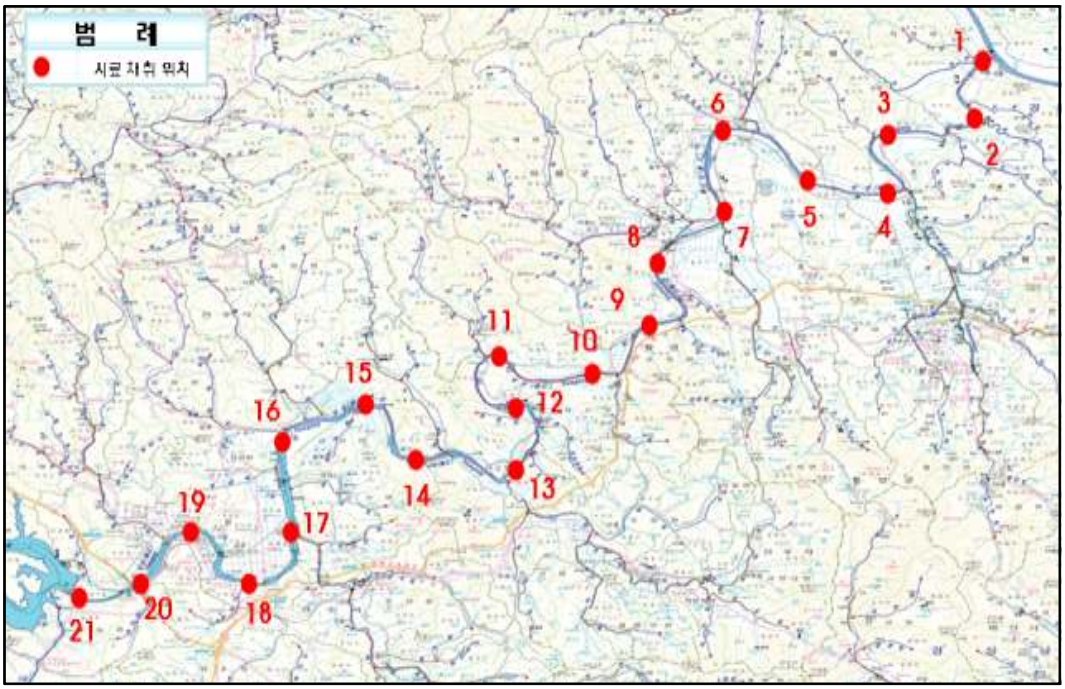
6) 20190(남강) (1)

단위유역 20190(남강)은 유역면적이 1,185.09㎢에 이르며, 단위유역 내에 남강과 함안천, 나불천, 전천강, 지내천, 대곡천, 반성천, 의령천, 석교천, 대산천 등이 위치하고 있다. 본 단위유역 내의 하천 중 남강과 함안천이 유역특성조사망에 포함되어 있다. 이에 따라 본 과업에서는 남강 78.00㎞, 함안천 9.30㎞에 이르는 하도구간에서 현장조사를 수행하였다. 본 단위유역(20190)에 조사대상 하천이 2개인 관계로 단위유역 1(남강)과 단위유역 2(함안천)로 구분하였다. 남강 하도구간에 대한 유역특성조사 결과는 아래와 같다.

가) 하상재료조사

본 과업에서는 20190(남강) 단위유역내 남강을 대상으로 〈그림 2.6-162〉와 같이 하상재료조사를 계획하였다. 본 하천에서 하상재료조사가 수행 된 지점은 총 19개소(36개 측점)이며, 이는 시료를 직접 채취한 지점 14개소(26개 측점), 표층조사 수행 지점 7개소(10개 측점)로 구분된다. 시료를 직접적으로 채취한 14개 지점은 No.1~No.15에 해당된다. 하상재료 채취는 단면의 좌·우안 및 유심부를 대상으로 수행하려 하였으나, 수심이 깊어 도섭이 어려운 유심부 등에서는 하상재료를 채취하지 못하였다. 표층조사는 입경이 굵은

자갈이나 호박돌 등으로 구성되어 있는 No. 11, No. 12, No. 15, No. 16, No. 17, No. 18, No. 21에서 수행하였다.



<그림 2.6-163> 20190(남강) 남강 하도구간 하상재료 채취 계획



<그림 2.6-164> 20190(남강)_남강 하도구간 경관 및 하상재료 채취 장면



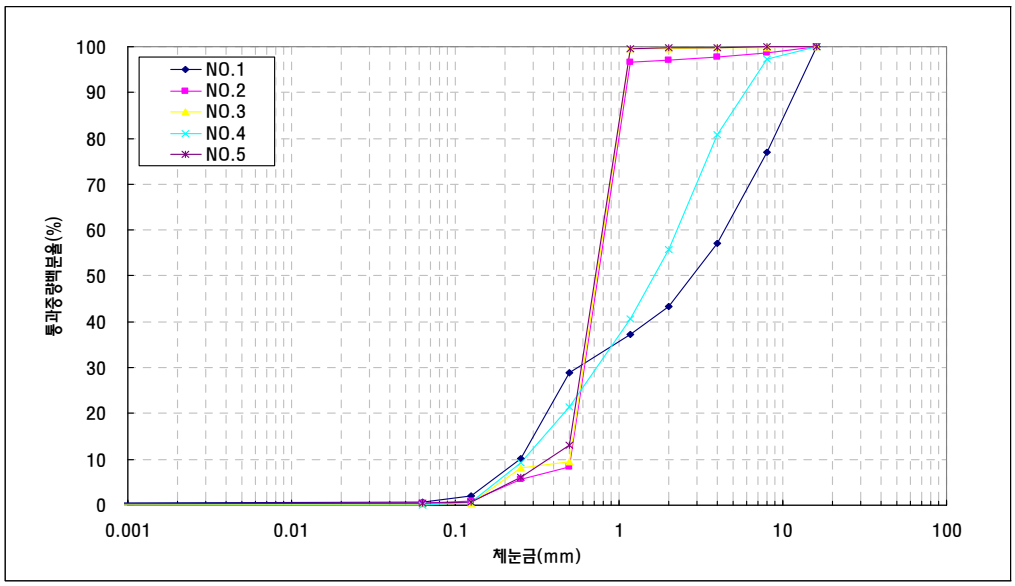
〈남강 시점(하류)〉 〈시점으로부터 40.2㎞(상류)〉

<그림 2.6-165> 20190(남강)_남강 하도구간 표층재료 전경

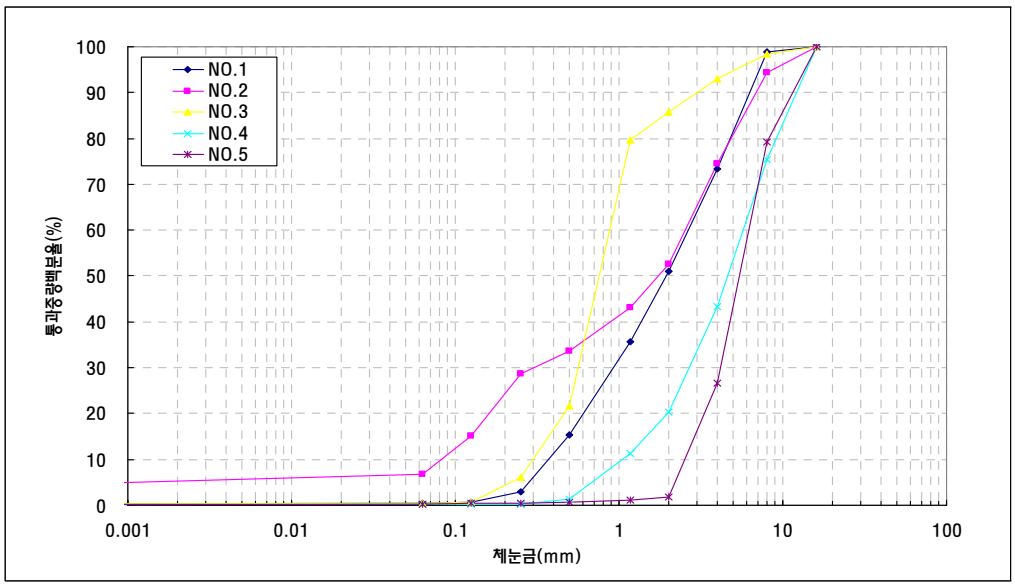
(1) 입도분석시험

본 과업에서는 현장에서 직접 채취한 시료를 시료분석실에서 한국공업규격(KS F 2502-92)에 따라 입도분포 시험을 수행하였다. 입도분석 결과는 〈그림 2.6-165〉, 〈그림 2.6-166〉, 〈표 2.6-126〉에 수록하였다. 하상토의 평균 성분비를 살펴보면 자갈 50.5%, 모래 45.8%, 실트 3.7%로 자갈이 가장 크게 나타났다.

〈그림 2.6-165〉, 〈그림 2.6-166〉에서 알 수 있는 바와 같이 입경 0.5㎜~1.0㎜ 구간의 기울기가 상당히 급하다. 입경가적곡선에서 기울기가 급한 구간은 그 구성 성분이 차지하는 비율이 많음을 의미하기 때문에 이의 특성은 입경가적곡선을 통해서도 확인할 수 있다.



<그림 2.6-166> 20190(남강)_남강 하도구간 하상재료 입경가적곡선(좌안)



<그림 2.6-167> 20190(남강)_남강 하도구간 하상재료 입경가적곡선(우안)

<표 2.6-126> 20190(남강)_남강 하도구간 하상재료 성분비 및 입도특성

하천	지점	위치 (km)	성분비(%)			유효경 D10 (㎜)	D16 (㎜)	D30 (㎜)	D35 (㎜)	D50 (㎜)	D65 (㎜)	D84 (㎜)	Dm (㎜)	표준편차 (㎜)	균등계수 (Cu)	곡률계수 (C_g)
			자갈	모래	실트											
남강	No.1(좌안)	0	56.6	41.5	1.9	0.3	0.3	0.9	3.0	5.3	10.0	11.7	3.0	4.7	21.2	0.6
	No.1(우안)	0	48.9	50.5	0.6	0.4	0.5	1.2	2.0	3.1	5.1	6.1	2.0	2.2	7.8	1.2
	No.2(좌안)	4	3.0	96.0	1.0	0.5	0.5	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	0.8	0.2	1.7	1.1
	No.2(우안)	4	47.3	37.6	15.1	0.1	0.1	0.6	1.8	3.0	5.3	6.8	1.8	2.6	30.0	1.1
	No.3(좌안)	8	0.3	99.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	1.0	1.1	0.7	0.2	1.6	1.0
	No.3(우안)	8	14.1	85.3	0.6	0.3	0.4	0.6	0.8	0.9	1.7	3.0	0.8	0.9	2.9	1.2
	No.4(좌안)	13	44.2	55.1	0.7	0.3	0.4	0.9	1.7	2.6	4.4	5.6	1.7	2.1	9.6	1.2
	No.4(우안)	13	79.8	20.0	0.2	1.1	1.7	3.2	4.7	6.2	10.0	12.2	4.7	4.2	5.6	1.5
	No.5(좌안)	16	0.3	99.0	0.7	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	0.7	0.2	1.9	1.1
	No.5(우안)	16	98.1	1.4	0.5	2.8	3.1	4.6	5.3	6.2	9.0	10.7	5.3	3.0	2.2	1.2
	No.6(좌안)	20	1.5	97.8	0.7	0.4	0.5	0.7	0.8	0.9	1.3	1.5	0.8	0.4	2.2	1.1
	No.6(우안)	20	54.1	45.5	0.3	1.2	1.4	1.8	2.1	2.7	3.3	3.6	2.1	0.9	2.3	1.0
	No.7(좌안)	24	0.9	98.4	0.7	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	12.8	14.2	0.8	6.3	1.7	1.0
	No.7(우안)	24	52.6	47.2	0.2	0.3	0.3	0.4	2.2	3.3	6.0	7.8	2.2	3.0	11.0	0.2
	No.8(좌안)	28	24.9	73.9	1.2	0.3	0.4	0.6	0.8	1.0	5.0	8.0	0.8	3.0	3.3	1.2
	No.8(우안)	28	54.2	45.6	0.2	0.3	0.4	0.7	2.2	3.2	5.3	6.7	2.2	2.5	10.0	0.5
	No.9(좌안)	33	77.9	19.9	2.3	0.9	1.7	2.8	3.7	5.2	9.0	10.8	3.7	3.7	5.5	1.6
	No.9(우안)	33	51.9	47.7	0.4	0.7	0.9	1.6	2.1	2.9	3.3	4.4	2.1	1.3	4.1	1.3
	No.10(우안)	36	98.2	1.4	0.4	2.6	2.8	3.9	4.9	5.9	8.4	11.8	4.9	3.3	2.3	1.0
	No.12(좌안)	44	0.5	98.5	1.0	0.3	0.4	1.1	1.4	1.5	1.7	1.8	1.4	0.6	4.4	2.4
	No.12(우안)	44	0.6	98.8	0.6	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.4	1.6	0.8	0.4	2.0	1.0
	No.13(좌안)	48	20.9	75.3	3.8	0.2	0.3	0.4	0.6	0.9	3.2	5.1	0.6	1.9	4.2	0.9
	No.13(우안)	48	65.7	33.6	0.6	0.6	0.7	4.0	9.8	11.8	13.4	15.2	9.8	6.1	19.3	2.2
	No.14(좌안)	52	1.0	97.7	1.3	0.4	0.5	0.7	0.8	0.9	12.3	14.1	0.8	6.1	2.3	1.1
	No.14(우안)	52	3.2	95.7	1.1	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.2	1.4	0.8	0.3	1.8	1.0
	No.15(우안)	56	12.3	84.0	3.7	0.4	0.5	0.7	0.8	1.0	1.7	2.8	0.8	0.9	2.5	1.2

(2) 비중시험

본 조사지점에서 채취한 하상재료에 대하여 한국공업규격(KS F 2308)에 따라 비중시험을 수행하여 그 결과를 〈표 2.6-127〉에 나타내었다.

<표 2.6-127> 20190(남강)_남강 하도구간 비중시험 결과

하천	지점	위치(㎞)	비중
남강	No.1(좌안)	0	2.66
	No.1(우안)	0	2.65
	No.2(좌안)	4	2.66
	No.2(우안)	4	2.65
	No.3(좌안)	8	2.64
	No.3(우안)	8	2.66
	No.4(좌안)	13	2.65
	No.4(우안)	13	2.66
	No.5(좌안)	16	2.68
	No.5(우안)	16	2.68
	No.6(좌안)	20	2.67
	No.6(우안)	20	2.67
	No.7(좌안)	24	2.67
	No.7(우안)	24	2.66
	No.8(좌안)	28	2.65
	No.8(우안)	28	2.65
	No.9(좌안)	33	2.67
	No.9(우안)	33	2.68
	No.10(우안)	36	2.66
	No.12(좌안)	44	2.68
	No.12(우안)	44	2.67
	No.13(좌안)	48	2.68
	No.13(우안)	48	2.68
	No.14(좌안)	52	2.67
	No.14(우안)	52	2.68
	No.15(우안)	56	2.66

(3) 표층조사

본 과업에서는 입경이 상당히 커서 시료 채취 및 이동이 어려운 경우에는 현장에서 표층조사를 수행하였다. 표층조사는 선 격자 방식으로 수행하였으며, 현장에서 선 격자 점 바로 아래에 놓인 하상재료를 대상으로 장축과 중축의 길이를 직접 측정하였다. 표층조사 결과는 〈표 2.6-128〉과 같다.

<표 2.6-128> 20190(남강)_남강 하도구간 표층조사 결과

하천	지점	위치 (km)	최소 (mm)	최대 (mm)	평균 (mm)
남강	No.11(좌안)	36	3	40	12
	No.12(우안)	40	3	63	16
	No.15(좌안)	44	8	45	30
	No.16(좌안)	56	18	220	79
	No.17(좌안)	60	3	11	6
	No.17(우안)	65	17	65	34
	No.18(좌안)	65	19	148	76
	No.18(우안)	68	55	160	101
	No.21(좌안)	68	3	10	4
	No.21(우안)	78	3	26	12

나) 하도특성조사

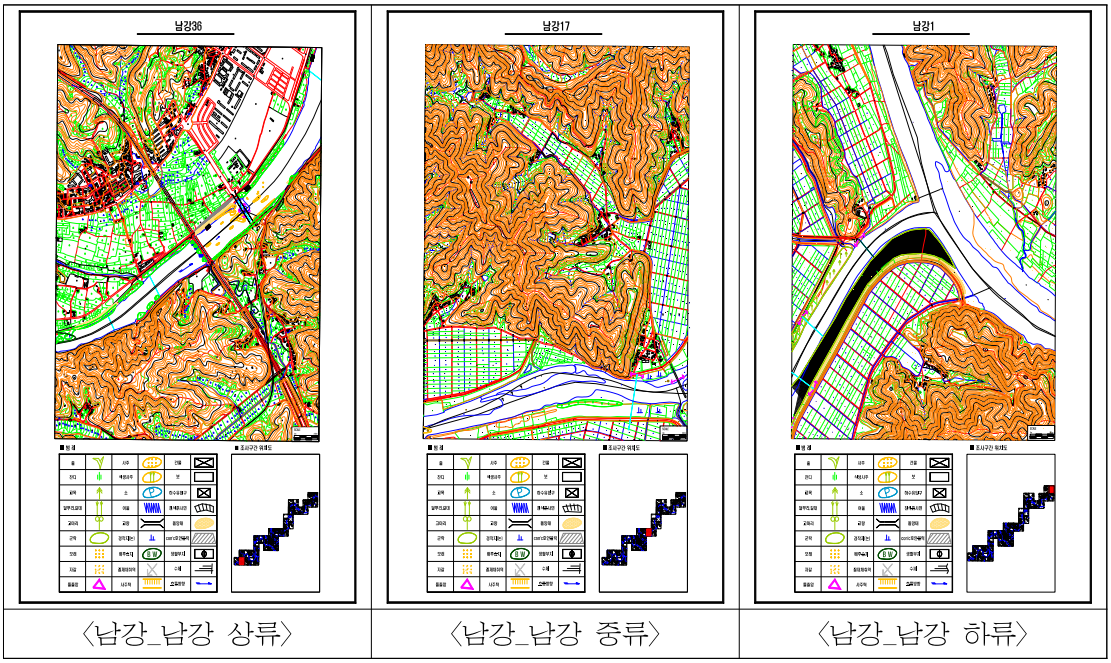
본 과업에서는 하천수변조사도(RCS)를 작성할 목적으로 단위유역 20190(남강)에 위치하고 있는 남강 하도구간을 대상으로 여울과 소, 사주, 수제, 저수로와 고수부지의 특성을 조사하였다. 단위유역 20190(남강)은 두 가지 형태의 특성을 보였다. 경상남도 진주시를 관통하는 도심 하천구간(상류유역)과 진주시를 벗어나 농촌 하천구간(하류유역)으로 구분되었다. 도심 하천구간은 하천정비가 완료된 복단면형으로 고수부지가 시민들이 이용 가능한 공원으로 조성되어 있었다. 농촌 하천구간은 대부분 농경지 공간을 활용되고 있었다. 또한 저수로부는 자연경관이 양호하였다. 20190(남강)의 농촌 하천구간(하류유역)은 식생이 활발하였다.

본 과업에서는 남강 하도구간에서 확보한 사진 영상을 상류, 중류, 하류부로 구분하여 〈그림 2.6-167〉에 나타내었다. 또한 본 과업에서는 현장에서 조사된 여울과 소 등과 같은 하도특성을 수치지형도(CAD)에 정해진 기호들로 표시하여 하천수변조사도(RCS)를 작성하였다. 〈그림 2.6-168〉은 남강 하도구간에서 작성된 하천수변조사도(RCS)로서 하도특성이 다수의 기호들로 나타나 있다.



〈남강_남강 상류〉 〈남강_남강 중류〉 〈남강_남강 하류〉

<그림 2.6-168> 20190(남강)_남강 하도구간 전경



〈남강_남강 상류〉 〈남강_남강 중류〉 〈남강_남강 하류〉

<그림 2.6-169> 20190(남강)_남강 하도구간 RCS 지도

다) 하도 현황조사

(1) 평면 및 사행특성조사

본 과업에서는 남강에 대한 평면 및 사행 특성을 파악하기 위해 밀양간~남강 합류부 하천기본계획(보완)보고서(건설부, 1992)를 수집하여 그 특성을 분석하였다. 수집된 결과

는 그대로 〈표 2.6-129〉에 수록하였다.

본 과업에서는 수집된 결과와 위성영상자료를 토대로 사행구간에 대해 현장조사를 수행하여 그 특성을 나타낼 수 있는 사진정보를 획득하였다. 획득된 사진정보는 〈그림 2.6-169〉와 같다.

<표 2.6-129> 20190(남강)_남강 하도구간 평면특성

하천	구간(No)	곡률반경(m)
남강	남강 하구~대사천 합류점 (No. 0+00~No. 102+00)	1/6,500
	대사천 합류점~진주교 (No. 102+00~No. 144+30)	1/2,700
	진주교 합류점~남강댐 하구 (No. 144+30~No. 157+00)	1/2,000

〔출처〕 밀양강~남강 합류부 하천기본계획(보완)(국토해양부, 1992)



〈No. 0+00~No. 102+00〉



〈No. 144+30~No. 157+00〉

<그림 2.6-170> 20190(남강)_남강 하도구간 평면특성

(2) 조도계수조사

본 과업에서는 남강 하도구간에 대한 조도계수의 특성을 파악하기 위해 밀양강~남강 합류부 하천기본계획(보완)보고서(건설부, 1992)를 수집하여 분석하였다. 밀양강~남강 합류부 하천기본계획(보완)보고서(걸설부, 1992)에는 조도계수 값이 수록되어 있다. 조도계수는 0.023~0.030의 값에 해당된다.

본 과업에서는 밀양강~남강 합류부 하천기본계획(보완)보고서(건설부, 1992)를 통해 사전에 조도계수의 특성을 확인하고 현장조사를 수행하여 그 특성을 확인하였다. 〈표 2.6-130〉은 주요 하도구간에 대한 조도계수와, 사진영상으로서, 조도계수에 미치는 요소(입경이 큰 하상재료와 식생)들의 특성이 나타나 있다.

<표 2.6-130> 20190(남강)_남강 하도구간 조도계수

구분	연도	조도계수
기수립	1992년	0.023~0.030



〈No.0+000~No.157+000〉

〔출처〕 밀양강~남강 합류부 하천기본계획(보완)(건설부, 1992)
홍수흔적조사를 실시하여 부등류 계산

7) 20190(남강)(2)

단위유역 20190(남강)은 유역면적이 1,185.09㎢에 이르며, 단위유역 내에 남강, 함안천, 나불천, 전천강, 지내천, 대곡천, 반성천, 의령천, 석교천, 대산천 등이 위치하고 있다. 본 단위유역 내의 하천 중 남강과 함안천이 유역특성조사망에 포함되어 있다. 이에 따라 본 과업에서는 남강 78.00㎞, 함안천 9.30㎞에 이르는 하도구간에서 현장조사를 수행하였다. 본 단위유역(20190)에 조사대상 하천이 2개인 관계로 단위유역 1(남강)과 단위유역 2(함안천)로 구분하였다. 함안천에 대한 유역특성조사 결과는 아래와 같다.

가) 하상재료조사

본 과업에서는 20190(남강) 단위유역 내의 함안천을 대상으로 〈그림 2.6-170〉과 같이 약 2㎞~3㎞간격의 하상재료조사를 계획하였다. 본 하천에서 하상재료조사가 수행 된 지점은 총 9개소(17개 측점)이며, 이는 시료를 직접 채취한 지점 8개소(16개 측점), 표층조사 수행 지점 1개소(1개 측점)로 구분된다. 시료를 직접적으로 채취한 8개 지점은 No.1~No.6, No.8~No.9에 해당된다. 하상재료 채취는 단면의 좌·우안 및 유심부를 대상으로 수행하려 하였으나, 수심이 깊어 도섭이 어려운 유심부 등에서는 하상재료를 채취하지 못하였다. 표층조사는 입경이 굵은 자갈이나 호박돌 등으로 구성되어 있는 No.7에서 수행하였다.



<그림 2.6-171> 20190(남강) 함안천 하도구간 하상재료 채취 계획



<그림 2.6-172> 20190(남강)_함안천 하도구간 경관 및 하상재료 채취 장면



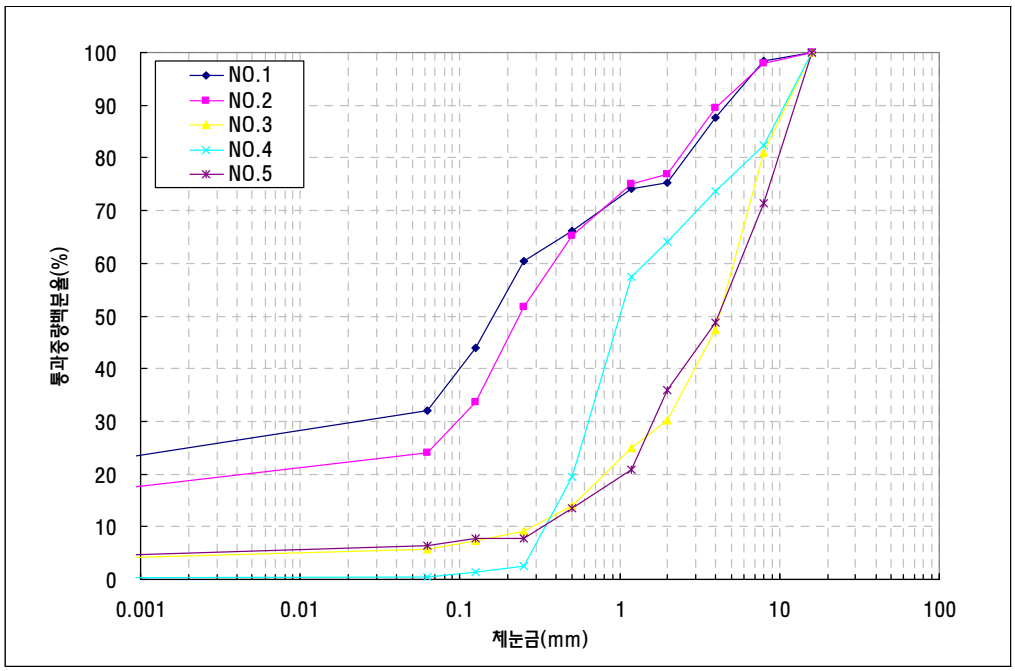
〈시점으로부터 0.3㎞(하류)〉 〈시점으로부터 12.8㎞(상류)〉

<그림 2.6-173> 20190(남강)_함안천 하도구간 표층재료 전경

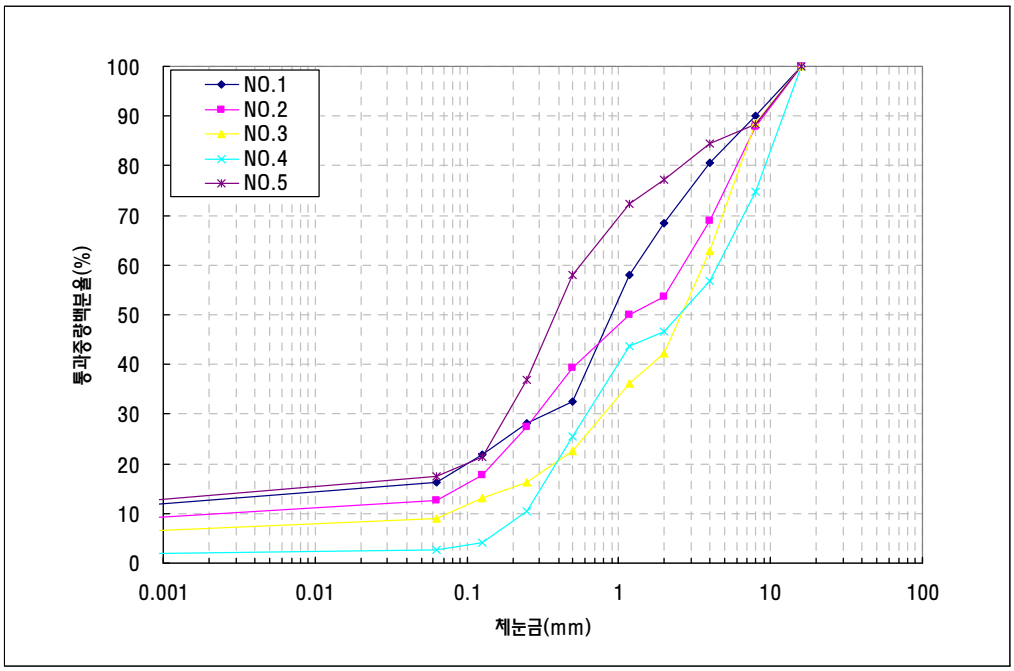
(1) 입도분석시험

본 과업에서는 현장에서 직접 채취한 시료를 시료분석실에서 한국공업규격(KS F 2502-92)에 따라 입도분포 시험을 수행하였다. 입도분석 결과는 〈그림 2.6-173〉, 〈그림 2.6-174〉, 〈표 2.6-131〉에 수록하였다. 하상토의 평균 성분비를 살펴보면 자갈 50.5%, 모래 45.8%, 실트 3.7%로 자갈이 가장 크게 나타났다.

〈그림 2.6-173〉, 〈그림 2.6-174〉에서 알 수 있는 바와 같이 입경 0.1㎜~5.0㎜ 구간의 기울기가 상당히 급하다. 입경가적곡선에서 기울기가 급한 구간은 그 구성 성분이 차지하는 비율이 많음을 의미하기 때문에 이의 특성은 입경가적곡선을 통해서도 확인할 수 있다.



<그림 2.6-174> 20190(남강)_함안천 하도구간 하상재료 입경가적곡선(좌안)



<그림 2.6-175> 20190(남강)_함안천 하도구간 하상재료 입경가적곡선(우안)

<표 2.6-131> 20190(남강)_함안천 하도구간 하상재료 성분비 및 입도특성

하천	지점	위치 (km)	성분비(%)			유효경 D10 (㎜)	D16 (㎜)	D30 (㎜)	D35 (㎜)	D50 (㎜)	D65 (㎜)	D84 (㎜)	Dm (㎜)	표준편차 (㎜)	균등계수 (Cu)	곡률계수 (C_g)
			자갈	모래	실트											
함안천	No.1(좌안)	0.3	24.6	31.4	44.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	3.2	4.7	0.2	1.9	840.0	0.4
	No.1(우안)	0.3	32.6	56.3	11.1	0.0	0.1	0.6	0.9	1.7	5.0	8.0	0.9	3.0	1700.0	197.9
	No.2(좌안)	2.5	22.9	45.5	31.5	0.0	0.0	0.1	0.2	0.5	3.0	4.0	0.2	1.7	5000.0	392.0
	No.2(우안)	2.5	46.3	36.0	17.7	0.0	0.1	0.4	1.2	3.3	6.4	8.9	1.2	3.5	825.0	10.9
	No.3(좌안)	4.3	69.8	22.8	7.4	0.3	0.6	2.6	4.3	5.9	8.9	10.6	4.3	4.0	19.7	3.8
	No.3(우안)	4.3	57.7	29.1	13.2	0.1	0.2	1.1	2.7	3.2	6.0	8.8	2.7	3.2	40.0	4.7
	No.4(좌안)	6.7	35.8	62.8	1.4	0.4	0.5	0.7	1.0	2.1	9.0	10.7	1.0	4.4	5.5	0.6
	No.4(우안)	6.7	53.4	42.6	4.0	0.2	0.3	0.8	2.7	5.9	10.0	11.2	2.7	4.7	24.6	0.4
	No.5(좌안)	8.7	64.1	28.0	7.8	0.3	0.7	2.0	4.1	6.2	10.8	12.2	4.1	4.8	18.2	1.9
	No.5(우안)	8.7	22.8	55.8	21.3	0.0	0.0	0.2	0.4	0.7	3.9	9.4	0.4	3.5	7300.0	724.7
	No.6(좌안)	10.3	78.4	19.5	2.2	0.9	1.7	3.2	5.2	8.2	12.9	14.2	5.2	5.3	8.9	1.4
	No.6(우안)	10.3	3.1	93.0	3.9	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.8	0.9	0.4	0.3	2.7	1.0
	No.8(좌안)	15.3	66.5	27.2	6.3	0.2	0.4	2.1	3.8	5.2	8.2	10.0	3.8	3.8	22.6	3.7
	No.8(우안)	15.3	81.2	17.9	0.9	0.8	1.7	3.9	5.7	8.0	12.8	14.5	5.7	5.3	10.0	2.4
	No.9(좌안)	17.8	73.5	23.1	3.5	0.6	0.8	3.0	5.1	0.9	11.6	13.2	5.1	5.3	1.5	16.9
	No.9(우안)	17.8	75.4	21.4	3.2	0.4	0.8	3.1	5.0	7.7	11.2	12.7	5.0	4.9	19.3	3.1

(2) 비중시험

본 조사지점에서 채취한 하상재료에 대하여 한국공업규격(KS F 2308)에 따라 비중시험을 수행하여 그 결과를 〈표 2.6-132〉에 나타내었다.

<표 2.6-132> 20190(남강)_함안천 하도구간 비중시험 결과

하천	지점	위치(㎞)	비중
함안천	No.1(좌안)	0.3	2.66
	No.1(우안)	0.3	2.66
	No.2(좌안)	2.5	2.67
	No.2(우안)	2.5	2.65
	No.3(좌안)	4.3	2.65
	No.3(우안)	4.3	2.67
	No.4(좌안)	6.7	2.68
	No.4(우안)	6.7	2.68
	No.5(좌안)	8.7	2.67
	No.5(우안)	8.7	2.68
	No.6(좌안)	10.3	2.68
	No.6(우안)	10.3	2.66
	No.8(좌안)	15.3	2.67
	No.8(우안)	15.3	2.65
	No.9(좌안)	17.8	2.65
	No.9(우안)	17.8	2.65

(3) 표층조사

본 과업에서는 입경이 상당히 커서 시료 채취 및 이동이 어려운 경우에는 현장에서 표층조사를 수행하였다. 표층조사는 선 격자 방식으로 수행하였으며, 현장에서 선 격자 점 바로 아래에 놓인 하상재료를 대상으로 장축과 중축의 길이를 직접 측정하였다. 표층조사 결과는 〈표 2.6-133〉과 같다.

<표 2.6-133> 20190(남강)_함안천 하도구간 표층조사 결과

하천	지점	위치(㎞)	최소(㎜)	최대(㎜)	평균(㎜)
함안천	No.7(우안)	12.8	20	190	82

나) 하도특성조사

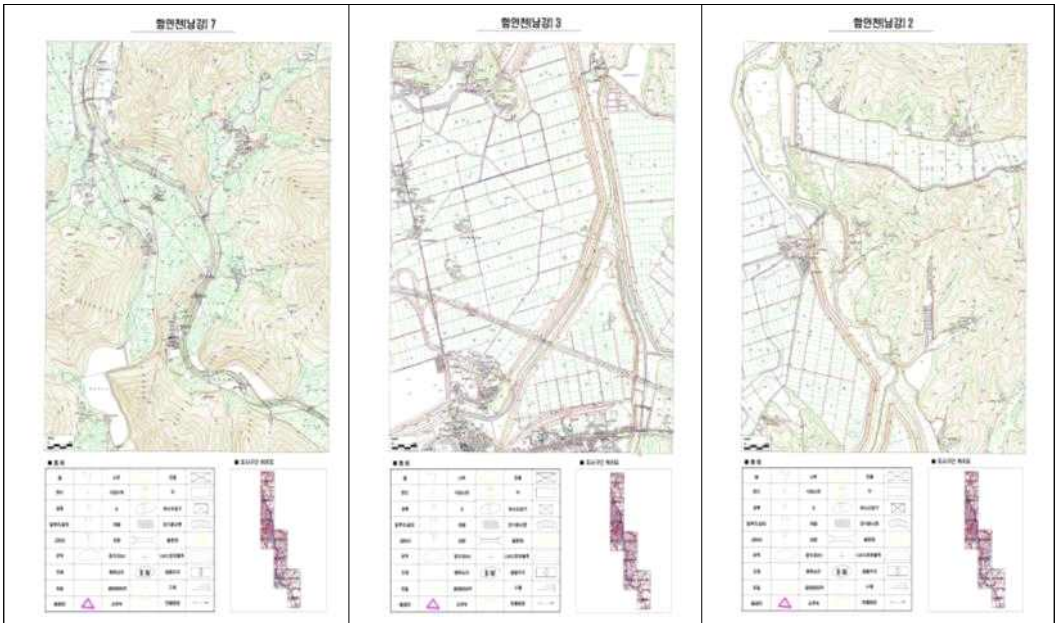
본 과업에서는 하천수변조사도(RCS)를 작성할 목적으로 함안천 하도구간을 대상으로 여울과 소, 사주, 수제, 저수로와 고수부지의 특성을 조사하였다. 함안천 상류부는 만곡유로가 형성되어 있었다. 중·하류부도 또한 대부분 만곡 유로를 보였으며, 하천 주변에는 대규모 농경지와 산지구간이 위치하였다. 전반적으로 식생과 하중도가 많은 자연하천의 형태를 보였다. 자연하천의 형태는 주로 보의 상·하류에 많이 발달하였다. 단면형은 대부분 단단면의 특성을 보였다. 하상 재질은 상류와 중류는 주로 모래와 자갈로 이루어져 있었고 하류는 대부분 모래가 주를 이루었다. 조사구간 내에 다수의 보와 낙차공이 존재하였다.

본 과업에서는 함안천 하도구간에서 확보한 사진 영상을 상류, 중류, 하류부로 구분하여 〈그림 2.6-175〉에 나타내었다. 또한 본 과업에서는 현장에서 조사된 여울과 소 등과 같은 하도특성을 수치지형도(CAD)에 정해진 기호들로 표시하여 하천수변조사도(RCS)를 작성하였다. 〈그림 2.6-176〉은 함안천 하도구간에서 작성된 하천수변조사도(RCS)로서 하도특성이 다수의 기호들로 나타나 있다.



〈남강_함안천 상류〉	〈남강_함안천 중류〉	〈남강_함안천 하류〉

<그림 2.6-176> 20190(남강)_함안천 하도구간 전경



〈남강_함안천 상류〉	〈남강_함안천 중류〉	〈남강_함안천 하류〉

<그림 2.6-177> 20190(남강)_함안천 하도구간 RCS 지도

다) 하도 현황조사

(1) 평면 및 사행특성조사

본 과업에서는 함안천에 대한 평면 및 사행 특성을 파악하기 위해 함안천 하천기본계획 보고서(2009, 국토해양부)를 수집하여 그 특성을 분석하였다. 수집된 결과는 그대로 〈표 2.6-134〉에 수록하였다.

본 과업에서는 수집된 결과와 위성영상자료를 토대로 사행구간에 대해 현장조사를 수행하여 그 특성을 나타낼 수 있는 사진정보를 획득하였다. 획득된 사진정보는 〈그림 2.6-177〉과 같다.

<표 2.6-134> 20190(남강)_함안천 하도구간 평면특성

하천	곡선부 위치 (No.)	곡률반경 (m)	중심선 거리 (m)	직선거리 (m)	만곡도
함안천	No. 30+00~No. 43+00	550	1,300	1,030	1.26
	No. 46+00~No. 54+00	400	800	700	1.14
	No. 56+00~No. 62+00	220	600	450	1.33
	No. 62+00~No. 64+00	100	200	180	1.11
	No. 65+00~No. 67+00	135	200	190	1.05
	No. 84+00~No. 84+50	25	50	44	1.14
	No. 84+50~No. 85+70	85	120	110	1.09
	No. 87+10~No. 87+45	15	35	26	1.35
	No. 88+20~No. 89+60	55	80	77	1.04

〔출처〕 함안천 하천기본계획(국토해양부, 2009)



〈No. 30+00~No. 43+00〉



〈No. 62+00~No. 64+00〉



〈No. 65+00~No. 67+00〉



〈No. 84+00~No. 84+50〉

<그림 2.6-178> 20190(남강)_함안천 하도구간 평면특성

(2) 종·횡단특성조사

(가) 종단 특성

하천은 일반적으로 상류에서 하류로 감에 따라 그 기울기가 완만해 진다. 하천의 경사는 두 지점의 하상고 차에 대한 거리에 대한 비율로서 하천경사 혹은 하상경사로 정의된다. 하상경사는 해당 단면의 표고를 어떻게 산정하느냐에 따라 그 특성이 상이해진다. 해당 단면에서 가장 낮은 지점의 표고(최심하상고)를 연결하여 경사를 산정하면 최심하상경사가 되고, 해당 단면의 여러 표고들에 대한 평균을 연결하면 평균하상경사가 된다. 본 과업에서는 함안천에 대한 하상경사의 특성을 파악하기 위해 함안천 하천기본계획 보고서(국토해양부, 2009)를 수집하여 분석하였다. 함안천 하천기본계획 보고서(국토해양부, 2009)에는 하상경사가 측선 구간별로 구분되어 제시되어 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-135〉에 수록하였다.

<표 2.6-135> 20190(남강)_함안천 주요지점별 하상경사

하천	구간	하상경사
함안천	No.0+00~No.40+00	1/140
	No.40+00~No.70+05	1/100
	No.70+05~No.90+30	1/50

〔출처〕 함안천 하천기본계획(국토해양부, 2009)

(나) 하천의 횡단형

본 과업에서는 함안천에 대한 횡단형의 특성을 파악하기 위해 함안천 하천기본계획 보고서(국토해양부, 2009)를 수집하여 분석하였다. 분석된 결과는 〈표 2.6-136〉과 같으며, 횡단형은 대부분 복단면과 단단면형의 특성을 나타내었다. 본 과업에서는 분석된 결과를 토대로 현장조사를 수행하였다. 함안천 하도구간은 〈그림 2.6-178〉에 나타나 있는 바와 같이 대부분 유로가 산지 계곡을 따라 형성된 산지 하천의 특성을 보였다. 일부 기성제로 정비된 하도구간도 존재하였으나 인위적으로 조성된 복단면형은 없는 것으로 조사되었다.

<표 2.6-136> 20190(남강)_함안천 하도구간 횡단형

하천	구간	횡단형	비 고
함안천	No.0+00~No.40+00	복단면	양안 제내지는 경작지 일부 지역에 주거지 형성
	No.40+00~No.70+05	복단면 단단면	양안 대부분 산지 일부 지역에 주거지가 형성
	No.70+05~No.90+30	단단면	양안 제내지는 경작지 일부 구간이 산지

〔출처〕 함안천 하천기본계획(국토해양부, 2009)


〈과업종점～쌍계천합류점〉


〈쌍계천합류점～외암교〉


〈외암교～과업시점〉

<그림 2.6-179> 20190(남강)_함안천 하도구간 횡단형

(3) 조도계수조사

본 과업에서는 함안천 하도구간에 대한 조도계수의 특성을 파악하기 위해 함안천 하천기본계획(국토해양부, 2009)를 수집하여 분석하였다. 함안천 하천기본계획(국토해양부, 2009)에는 조도계수 값이 수록되어 있다. 조도계수는 0.025～0.030의 값에 해당된다.

본 과업에서는 함안천 하천기본계획 보고서(국토해양부, 2009)를 통해 사전에 조도계수의 특성을 확인하고 현장조사를 수행하여 그 특성을 확인하였다. 〈표 2.6-137〉은 주요 하도구간에 대한 사진영상으로서, 조도계수에 미치는 요소들의 특성이 나타나 있다.

<표 2.6-137> 20190(남강)_함안천 하도구간 조도계수

구분	연도	조도계수	구분	연도	조도계수
기수립	2009년	0.025	기수립	2009년	0.027
					
〈No.0+00～No.15+14〉			〈No.15+014～No.46+13〉		

〔출처〕 함안천 하천기본계획(국토해양부, 2009), 홍수흔적을 조사하여 부등류 계산

<표 2.6-137> 20190(남강)_함안천 하도구간 조도계수(계속)

구분	연도	조도계수
기수립	2009년	0.030



〈No.46+13~No.50+00〉

〔출처〕 함안천 하천기본계획(국토해양부, 2009), 홍수흔적을 조사하여 부등류 계산

(4) 도달시간조사

본 과업에서는 함안천에 대한 도달시간의 특성을 파악하기 위해 함안천 하천기본계획 보고서(국토해양부, 2009)를 수집하여 분석하였다. 함안천 하천기본계획 보고서(국토해양부, 2009)에는 도달시간의 특성이 소유역별로 수록되어 있다. 이는 Kirpich, Kraven Ⅰ, Kraven Ⅱ, Rziha 공식 등으로 산정된 결과이다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-138〉에 수록하였다.

<표 2.6-138> 20190(남강)_함안천 소유역별 도달시간 산정

하천	산정지점	소유역 면적 (㎢)	도달시간(min)				
			Kirpich	Kraven Ⅰ	Kraven Ⅱ	Rziha	채택
함안천	과업종점	48.66	216.8	49.7	57.8	138.6	138.6
	정동1교	40.63	173.5	39.0	49.0	107.2	107.2
	쌍계천 합류후	34.2	125.2	26.8	35.9	72.8	72.8
	쌍계천 합류전	20.06	125.2	26.8	35.9	72.8	72.8
	강명천 합류후	19.69	101.7	22.0	31.0	59.2	59.2
	강명천 합류전	16.24	101.7	22.0	31.0	59.2	59.2
	외암교	13.37	60.8	12.2	20.5	32.3	32.3
	내곡교	9.12	42.1	8.7	16.1	22.9	22.9

〔출처〕 함안천 하천기본계획(국토해양부, 2009)

다. 금강권역

금강권역에서는 30081(보청천 합류점) 등 8개 단위유역에 위치하고 있는 금강 등 4개 하천(269.3㎞)을 대상으로 유역특성조사를 수행하였다. 항목별 조사 내용은 단위유역별로 그 특성을 분석하여 아래에 기술하였고, 하상재료조사의 입경가적곡선은 각 단위유역의 채취된 시료 중 대표 5개 측점만을 좌, 우안으로 구분하여 그래프로 나타내었다.

1) 30081(보청천 합류점), 30082(대청댐)

단위유역 30081(보청천 합류점)과 단위유역 30082(대청댐)는 유역면적이 667.48㎢에 이르며, 단위유역 내에 금강, 등동천, 회인천, 안내천, 안남천 등이 있다. 본 단위유역 내의 하천 중 금강만 유역특성조사망에 포함되어 있다. 대청댐을 중심으로 상류에 단위유역 30081이 위치하고 있으며, 하류에 단위유역 30082가 위치하고 있다. 본 과업에서는 단위유역 30081과 30082 내의 금강을 대상으로 93.5㎞에 이르는 하도구간에서 현장조사를 수행하였다.

가) 하상재료조사

본 과업에서는 30081(보청천 합류점), 30082(대청댐)을 대상으로 〈그림 2.6-179〉와 같이 하상재료조사를 계획하였다. 본 하천에서 하상재료조사가 수행 된 지점은 총 9개소이며, 이는 시료를 직접 채취한 지점 9개소(13개 측점), 표층조사 수행 지점 1개소(1개 측점)로 구분된다. 시료를 직접적으로 채취한 9개 지점은 No.1(좌안, 우안), No.2(좌안, 우안), No.3(좌안, 우안), No.4(우안), No.7(좌안), No.8(우안), No.9(좌안), No.10(우안), No.11(좌안, 우안)에 해당된다. 하상재료 채취는 단면의 좌·우안 및 유심부를 대상으로 수행하려 하였으나, 수심이 깊어 도섭이 어려운 유심부 등에서는 하상재료를 채취하지 못하였다. 표층조사는 입경이 굵은 자갈이나 호박돌 등으로 구성되어 있는 1개소(1개 측점)에서 표층조사를 수행하였다.



<그림 2.6-180> 30081(보청천 합류점), 30082(대청댐) 하도구간 하상재료조사 계획




<그림 2.6-182> 30081(보청천 합류점), 30082(대청댐) 하도구간 경관 및 하상재료 채취 장면

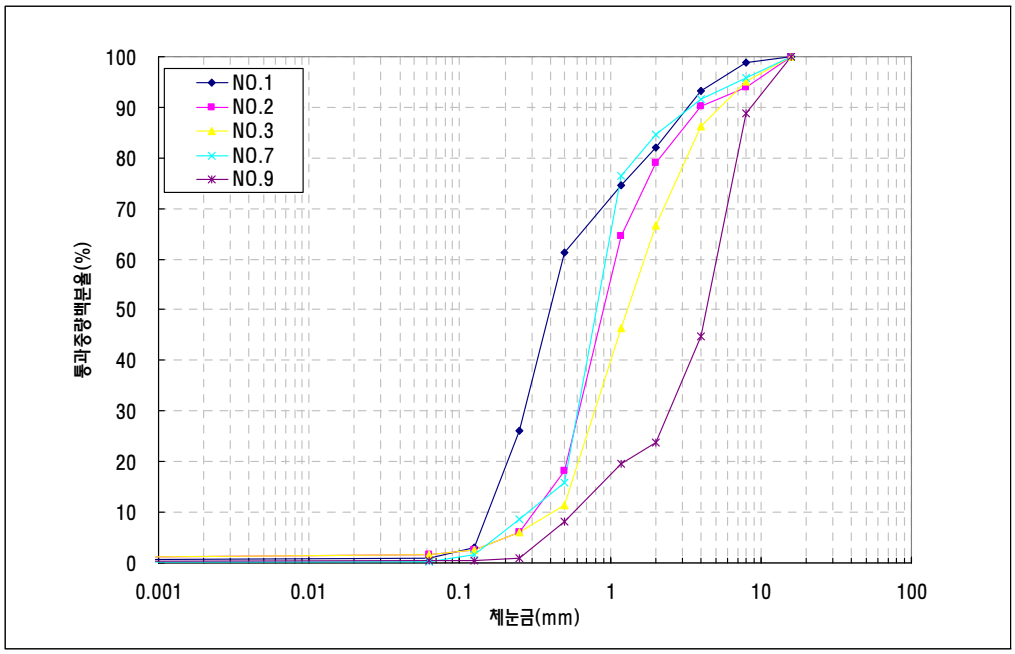



〈보청천 합류점, 대청댐 시점(하류)〉 〈시점으로부터 75.0㎞(상류)〉

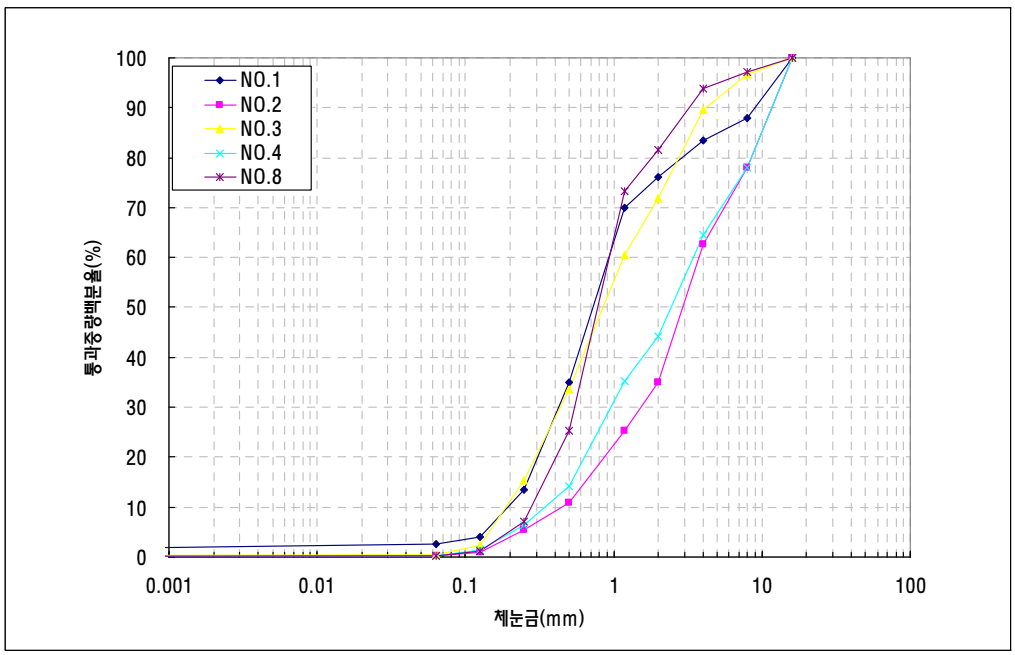
<그림 2.6-183> 30081(보청천 합류점), 30082(대청댐) 하도구간 표층재료 전경

(1) 입도분석시험

본 과업에서는 현장에서 직접 채취한 시료를 시료분석실에서 한국공업규격(KS F 2502-92)에 따라 입도분포 시험을 수행하였다. 입도분석 결과는 〈그림 2.6-182〉, 〈그림 2.6-183〉, 〈표 2.6-139〉에 수록하였다. 〈표 2.6-139〉에서 알 수 있는 바와 같이 실트의 성분은 적고, 대부분 자갈과 모래의 특성을 보였다. 이의 특성은 〈그림 2.6-182〉, 〈그림 2.6-183〉에서도 확인할 수 있다. 〈그림 2.6-182〉, 〈그림 2.6-183〉에서 알 수 있는 바와 같이 입경 0.1㎜~10.0㎜ 구간의 기울기가 상당히 급하다. 입경가적곡선에서 기울기가 급한 구간은 그 구성 성분이 차지하는 비율이 많음을 의미하기 때문에 이의 특성은 입경가적곡선을 통해서도 확인할 수 있다.



<그림 2.6-184> 30081(보청천 합류점), 30082(대청댐) 하상재료 입경가적곡선(좌안)



<그림 2.6-185> 30081(보청천 합류점), 30082(대청댐) 하상재료 입경가적곡선(우안)

<표 2.6-139> 30081(보청천 합류점), 30082(대청댐) 하도구간 하상재료 성분비 및 입도특성

하천	지점	위치 (km)	성분비(%)			유효경 D10 (mm)	D16 (mm)	D30 (mm)	D35 (mm)	D50 (mm)	D65 (mm)	D84 (mm)	Dm (mm)	표준편차 (mm)	균등계수 (Cu)	곡률계수 (C_g)
			자갈	모래	실트											
금강	No.1(좌안)	0.4	18.0	78.9	3.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.6	2.2	3.3	0.4	1.2	3.5	0.9
	No.1(우안)	0.4	23.9	72.0	4.1	0.2	0.3	0.5	0.7	1.1	4.0	9.1	0.7	3.3	5.5	1.1
	No.2(좌안)	2.4	20.9	76.4	2.6	0.3	0.5	0.7	0.9	1.2	2.8	4.0	0.9	1.4	3.5	1.2
	No.2(우안)	2.4	65.1	33.9	1.1	0.5	0.7	2.0	2.9	4.3	9.7	11.7	2.9	4.4	8.6	1.9
	No.3(좌안)	4.8	33.3	64.1	2.5	0.5	0.6	0.9	1.3	1.9	3.6	5.1	1.3	1.7	4.0	0.9
	No.3(우안)	4.8	28.1	69.6	2.3	0.2	0.2	0.5	0.8	1.5	3.1	4.1	0.8	1.5	7.5	0.9
	No.4(우안)	6.8	55.7	42.9	1.4	0.4	0.5	1.2	2.3	4.0	10.0	12.0	2.3	4.7	10.5	0.9
	No.7(좌안)	75.0	15.4	82.8	1.7	0.3	0.5	0.7	0.8	1.0	2.0	3.2	0.8	1.0	3.3	1.5
	No.8(우안)	78.0	18.5	80.2	1.3	0.3	0.4	0.6	0.8	1.0	2.4	3.2	0.8	1.1	3.3	1.2
	No.9(좌안)	81.0	76.3	23.2	0.5	0.6	0.9	3.1	4.2	5.4	7.3	8.5	4.2	3.0	9.0	3.0
	No.10(우안)	82.5	59.1	35.6	5.3	0.2	0.4	1.1	3.4	8.0	11.0	12.2	3.4	5.1	38.1	0.7
	No.11(좌안)	84.0	39.4	59.6	1.0	0.2	0.6	0.8	1.0	1.8	10.1	10.9	1.0	4.7	9.0	1.8
	No.11(우안)	84.0	59.1	35.6	5.3	0.2	0.4	1.1	3.6	8.0	10.9	12.2	3.6	5.1	38.1	0.7

(2) 비중시험

본 조사지점에서 채취한 하상재료에 대하여 한국공업규격(KS F 2308)에 따라 비중시험을 수행하여 그 결과를 〈표 2.6-140〉에 나타내었다.

<표 2.6-140> 30081(보청천 합류점), 30082(대청댐) 비중시험 결과

하천	지점	위치(km)	비중
금강	No.1(좌안)	0.4	2.65
	No.1(우안)	0.4	2.65
	No.2(좌안)	2.4	2.65
	No.2(우안)	2.4	2.67
	No.3(좌안)	4.8	2.66
	No.3(우안)	4.8	2.66
	No.4(우안)	6.8	2.64
	No.7(좌안)	75.0	2.65
	No.8(우안)	78.0	2.65
	No.9(좌안)	81.0	2.66
	No.10(우안)	82.5	2.63
	No.11(좌안)	84.0	2.62
	No.11(우안)	84.0	2.63

(3) 표층조사

본 과업에서는 입경이 상당히 커서 시료 채취 및 이동이 어려운 경우에는 현장에서 표층조사를 수행하였다. 표층조사는 선 격자 방식으로 수행하였으며, 현장에서 선 격자 점 바로 아래에 놓인 하상재료를 대상으로 장축과 중축의 길이를 직접 측정하였다. 〈표 2.6-141〉은 30081(보청천 합류점), 30082(대청댐) 하도구간 내의 표층조사 결과를 나타낸다.

<표 2.6-141> 30081(보청천 합류점), 30082(대청댐) 하도구간 표층조사 결과

하천	지점	위치(km)	최소(㎜)	최대(㎜)	평균(㎜)
금강	No.10(좌안)	82.5	11	220	86

나) 하도특성조사

본 과업에서는 하천수변조사도(RCS)를 작성할 목적으로 30081(보청천 합류점), 30082(대청댐)의 단위유역에 위치하고 있는 금강 하도구간을 대상으로 여울과 소, 사주, 수제, 저수로와 고수부지의 특성을 조사하였다. 하도특성을 조사한 결과, 대부분 산지하천의 모습을 유지하였으나 일부 구간에서는 하천정비가 진행된 것을 확인하였다.

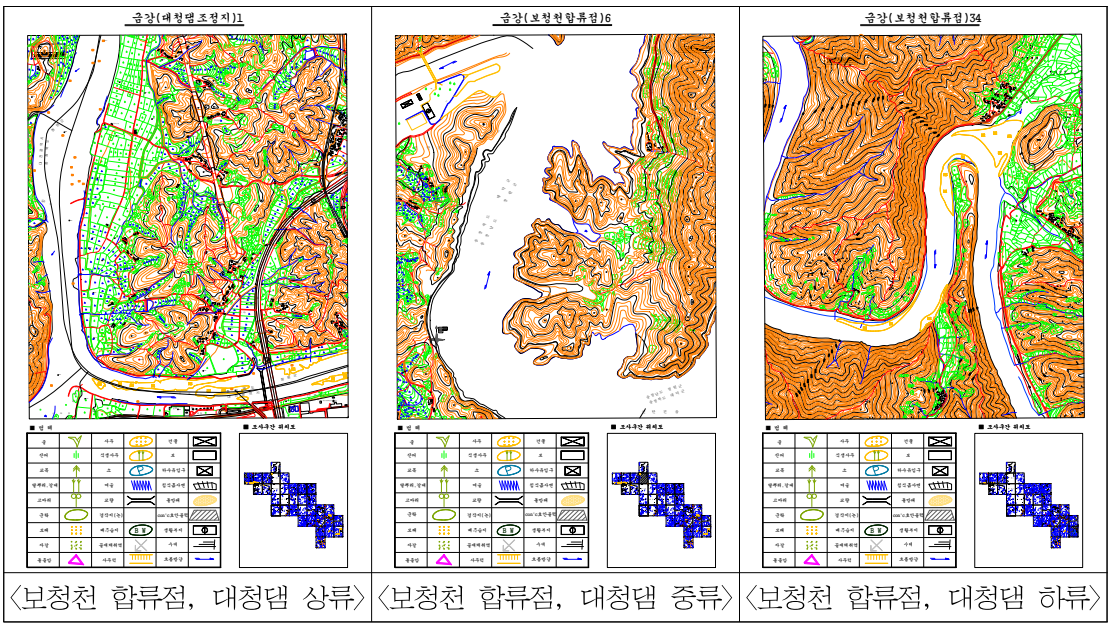
상류부 좌·우안은 산지나 농경지로 이용되고 있었으며 하상은 완만하고 하천 제방은 주로 돌쌓기, 콘크리트로 보호되었다. 중류부 좌·우안은 모두 산지로 이루어져 있었으며 하류부는 하도 및 저수로가 비교적 직선의 형태를 보였다. 중·하류부의 제방은 흙쌓기 보호공이 위치하였다.

본 과업에서는 30081(보청천 합류점), 30082(대청댐) 하도구간에서 확보한 사진 영상을 상류, 중류, 하류부로 구분하여 〈그림 2.6-184〉에 나타내었다. 또한 본 과업에서는 현장에서 조사된 여울과 소 등과 같은 하도특성을 수치지형도(CAD)에 정해진 기호들로 표시하여 하천수변조사도(RCS)를 작성하였다. 〈그림 2.6-185〉는 30081(보청천 합류점), 30082(대청댐) 하도구간에서 작성된 하천수변조사도(RCS)로서 하도특성이 다수의 기호들로 나타나 있다.



〈보청천 합류점, 대청댐 상류〉 〈보청천 합류점, 대청댐 중류〉 〈보청천 합류점, 대청댐 하류〉

<그림 2.6-186> 30081(보청천 합류점), 30082(대청댐) 하도구간 전경



〈보청천 합류점, 대청댐 상류〉 〈보청천 합류점, 대청댐 중류〉 〈보청천 합류점, 대청댐 하류〉

<그림 2.6-187> 30081(보청천 합류점), 30082(대청댐) 하도구간 RCS지도

다) 하도 현황조사

(1) 평면 및 사행특성조사

본 과업에서는 30081(보청천 합류점), 30082(대청댐)에 대한 평면 및 사행 특성을 파악하기 위해 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)을 수집하여 그 특성을 분석하였다. 수집된 결과는 그대로 〈표 2.6-142〉에 수록하였으나 대부분의 정보가 측선구간에 대한 곡률반경과 사행평향을 나타내고 있다. 본 과업에서는 수집된 결과와 위성영상자료를 토대로 사행구간에 대해 현장조사를 수행하여 그 특성을 나타낼 수 있는 사진정보를 획득하였다. 획득된 사진정보는 〈그림 2.6-186〉과 같다.

<표 2.6-142> 30081(보청천 합류점), 30082(대청댐) 하도구간 평면특성

하천	구간	곡률반경(m)	유심편향축
금강	No.124+960~No.126+420	500	
	No.128+370~No.129+230	1,000	

〔출처〕 금강수계 하천기본계획(금강, 미호천, 갑천, 유등천)(국토해양부, 2011)



〈No.124+960~No.126+420〉



〈No.128+370~No.129+230〉

<그림 2.6-188> 30081(보청천 합류점), 30082(대청댐) 하도구간 평면특성

(2) 종·횡단특성조사

(가) 종단 특성

하천은 일반적으로 상류에서 하류로 감에 따라 그 기울기가 완만해 진다. 하천의 경사는 두 지점의 하상고 차에 대한 거리에 대한 비율로서 하천경사 혹은 하상경사로 정의된다. 하상경사는 해당 단면의 표고를 어떻게 산정하느냐에 따라 그 특성이 상이해진다. 본 과업에서는 30081(보청천 합류점), 30082(대청댐)에 대한 하상경사의 특성을 파악하기 위해 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)을 수집하여 분석하였다. 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)에는 하상경사가 측선 구간별로 구분되어 제시되어 있다. 본 과업

에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-143〉에 수록하였다.

<표 2.6-143> 30081(보청천 합류점), 30082(대청댐) 주요지점별 하상경사

하천	구간	평균하상경사
금강	No.126+800~No.130+470	1/3,000

〔출처〕 금강수계 하천기본계획(금강, 미호천, 갑천, 유등천)(국토해양부, 2011)

(나) 하천의 횡단형

본 과업에서는 30081(보청천 합류점), 30082(대청댐)에 대한 횡단형의 특성을 파악하기 위해 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)을 수집하여 분석하였다. 분석된 결과는 〈표 2.6-144〉와 같으며, 횡단형은 대부분 산지구간의 단단면의 형태를 보였다. 본 과업에서는 분석된 결과를 토대로 현장조사를 수행하였다.

<표 2.6-144> 30081(보청천 합류점), 30082(대청댐) 하도구간 횡단형

하천	구간	횡단형	비 고
금강	No.99+730~No.130+470	단단면	산지구간이 많고, 고수부지가 발달하지 않은 단단면에 가까운 횡단형

〔출처〕 금강수계 하천기본계획(금강, 미호천, 갑천, 유등천)(국토해양부, 2011)



〈No.99+730~No.130+470〉

<그림 2.6-189> 30081(보청천 합류점), 30082(대청댐) 하도구간 횡단형

(3) 조도계수조사

본 과업에서는 30081(보청천 합류점), 30082(대청댐) 하도구간에 대한 조도계수의 특성을 파악하기 위해 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)을 수집하여 분석하였다. 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)에는 조도계수의 특성이 측선별로 수록되어 있다. 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)은 하상재료 구성물질 및 하상상태, 자연하천에

서의 일반적인 조도계수 등을 고려하여 산정하였다고 기술하고 있다. 본 과업에서는 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)을 통해 사전에 조도계수의 특성을 확인하고 현장조사를 수행하여 그 특성을 확인하였다. 〈표 2.6-145〉는 30081(보청천 합류점), 30082(대청댐)의 하도구간에 대한 사진으로서, 조도계수에 미치는 요소(입경이 큰 하상재료와 식생)들의 특성이 나타나 있다.

<표 2.6-145> 30081(보청천 합류점), 30082(대청댐) 하도구간 조도계수

구분	연도	조도계수
기수립	2011년	0.027



〈No.99+730~No.130+470〉

〔출처〕 금강수계 하천기본계획(금강, 미호천, 갑천, 유등천)(국토해양부. 2011
조도계수 테이블, 하상상태, 하상구성재료, 과거 홍수흔적, 기존 자료 이용

(4) 도달시간조사

본 과업에서는 30081(보청천 합류점), 30082(대청댐)에 대한 도달시간의 특성을 파악하기 위해 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)을 수집하여 분석하였다. 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)에는 도달시간의 특성이 소유역별로 수록되어 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-146〉에 수록하였다. 〈표 2.6-146〉의 도달시간은 KravenⅡ 공식으로 산정된 결과이다.

<표 2.6-146> 30081(보청천 합류점), 30082(대청댐) 소유역별 도달시간

하천	산정지점	소유역면적(㎢)	유로연장(㎞)	도달시간(hr)
				Kraven Ⅱ
금강	갑천 합류전	33.35	13.52	1.55

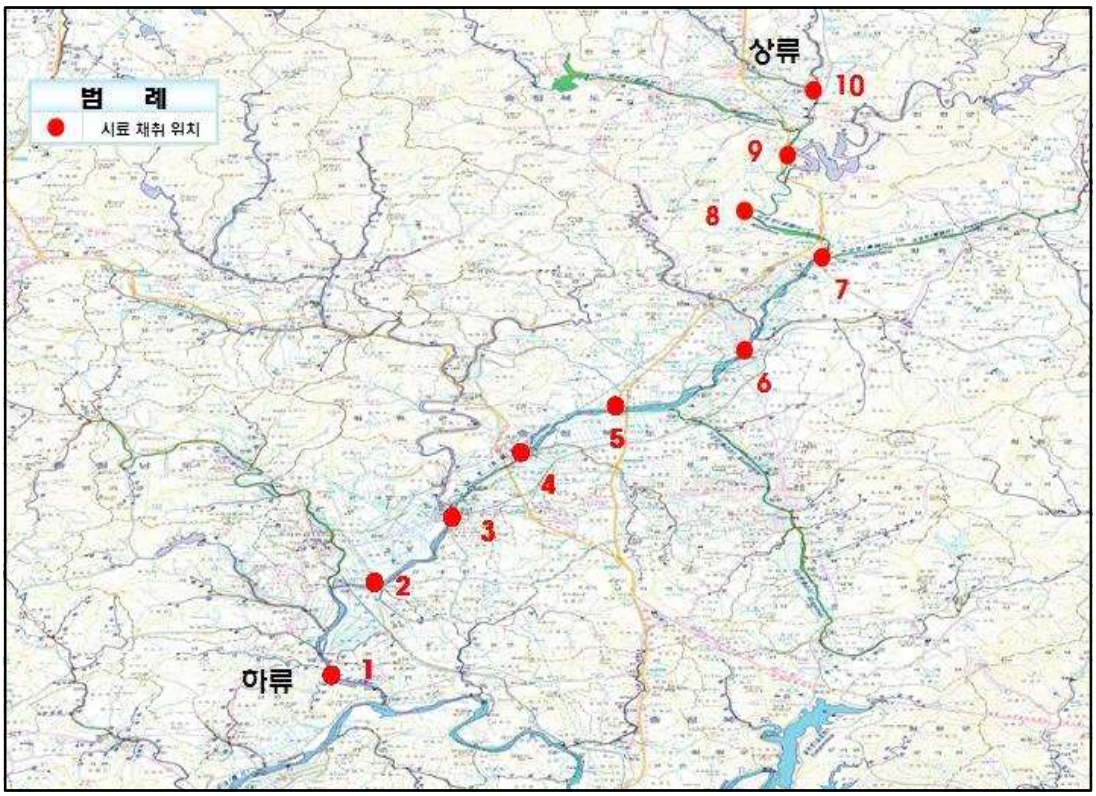
〔출처〕 금강수계 하천기본계획(금강, 미호천, 갑천, 유등천)(국토해양부. 2011)

2) 30111(미호천상류유역), 30112(미호천하류유역)

단위유역 30111(미호천상류유역), 30112(미호천하류유역)는 유역면적이 1,854.98㎢에 이르며, 단위유역 내에 미호천, 월하천, 조천, 병천천, 성암천 등 여러 하천이 위치하고 있다. 본 단위유역 내의 하천 중 미호천이 유역특성조사망에 포함되어 있다. 미호천은 단위유역이 30111과 30112로 나뉘지만 본 과업에서는 단위유역 30111과 30112의 미호천을 동시에 현장조사를 진행하였으며, 55.0㎞에 이르는 하도구간에서 현장조사를 수행하였다.

가) 하상재료조사

본 과업에서는 〈그림 2.6-188〉과 같이 하상재료조사를 계획하였다. 본 하천에서 하상재료조사가 수행 된 지점은 총 10개소이며, 표층조사는 수행하지 않고 시료를 직접 채취하였다. 시료를 직접적으로 채취한 10개 지점은 No.1(좌안, 우안)~No.10(좌안, 우안)에 해당된다. 하상재료 채취는 단면의 좌·우안 및 유심부를 대상으로 수행하였으나, 수심이 깊어 도섭이 어려운 유심부 등에서는 하상재료를 채취하지 못하였다.



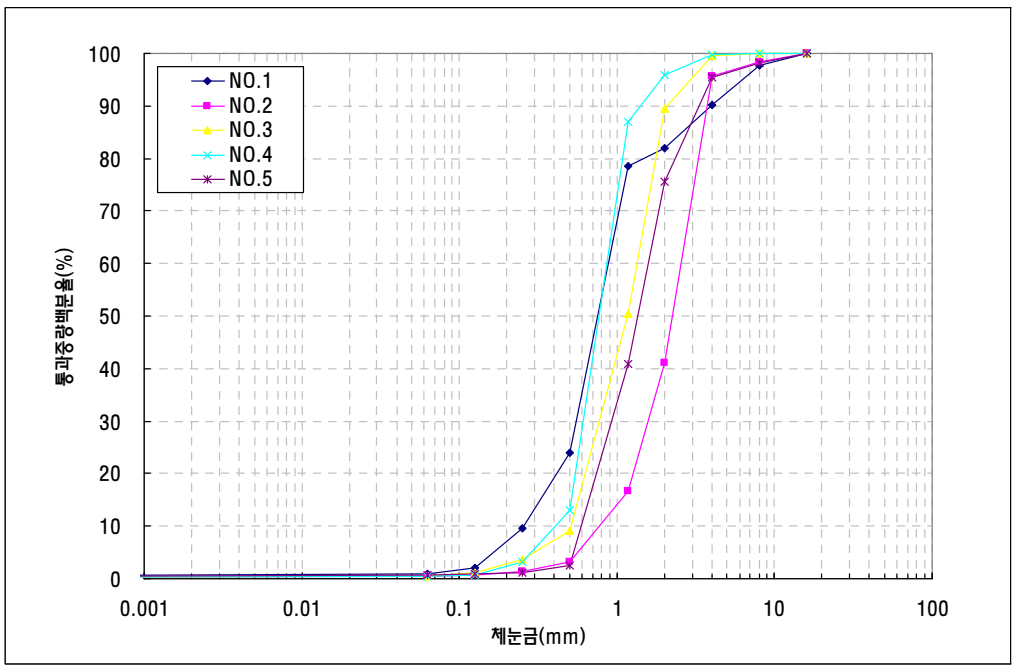
<그림 2.6-190> 30111(미호천상류유역), 30112(미호천하류유역) 하도구간 하상재료 채취 계획



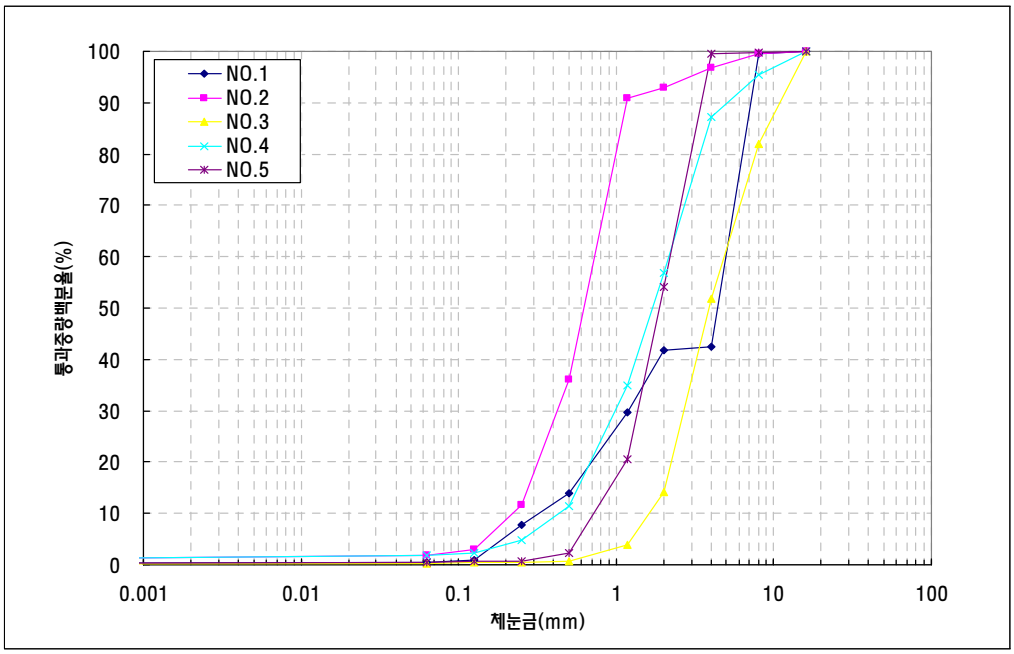
<그림 2.6-191> 30111(미호천상류유역), 30112(미호천하류유역) 하도구간 경관

(1) 입도분석시험

본 과업에서는 현장에서 직접 채취한 시료를 시료분석실에서 한국공업규격(KS F 2502-92)에 따라 입도분포 시험을 수행하였다. 입도분석 결과는 〈그림 2.6-190〉, 〈그림 2.6-191〉, 〈표 2.6-147〉에 수록하였다. 〈표 2.6-147〉에서 알 수 있는 바와 같이 실트의 성분은 적고, 대부분 모래와 자갈의 특성을 나타내었다. 이의 특성은 〈그림 2.6-190〉, 〈그림 2.6-191〉에서도 확인할 수 있다. 〈그림 2.6-190〉, 〈그림 2.6-191〉에서 알 수 있는 바와 같이 입경 0.3㎜~4.0㎜ 구간의 기울기가 다른 구간에 비해 상당히 급하다. 입경가적곡선에서 기울기가 급한 구간은 그 구성 성분이 차지하는 비율이 많음을 의미하기 때문에 이의 특성은 입경가적곡선을 통해서도 확인할 수 있다.



<그림 2.6-192> 30111(미호천상류유역), 30112(미호천하류유역) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(좌안)



<그림 2.6-193> 30111(미호천상류유역), 30112(미호천하류유역) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(우안)

<표 2.6-147> 30111(미호천상류유역), 30112(미호천하류유역) 하도구간 하상재료 성분비 및 입도특성

하천	지점	위치 (km)	성분비(%)			유효경 D10 (mm)	D16 (mm)	D30 (mm)	D35 (mm)	D50 (mm)	D65 (mm)	D84 (mm)	Dm (mm)	표준편차 (mm)	균등계수 (Cu)	곡률계수 (C_g)
			자갈	모래	실트											
미호천	No.1(좌안)	5.0	58.2	41.0	0.9	0.3	0.6	1.6	4.3	5.2	6.3	7.0	4.3	2.8	16.3	1.5
	No.1(우안)	5.0	18.1	79.9	2.0	0.3	0.4	0.6	0.8	0.9	2.4	4.0	0.8	1.4	3.5	1.5
	No.2(좌안)	10.0	7.0	90.1	2.9	0.2	0.3	0.5	0.6	0.8	1.0	1.3	0.6	0.4	3.6	1.4
	No.2(우안)	10.0	58.8	40.6	0.6	0.8	1.2	1.9	2.3	2.7	3.3	3.8	2.3	1.1	3.3	1.6
	No.3(좌안)	15.0	85.8	13.9	0.4	1.8	2.0	3.0	3.9	5.2	8.5	10.6	3.9	3.4	2.9	1.0
	No.3(우안)	15.0	10.6	88.2	1.2	0.5	0.6	0.9	1.3	1.5	1.9	2.1	1.3	0.6	3.0	1.1
	No.4(좌안)	20.0	43.1	54.7	2.2	0.4	0.6	1.2	1.8	2.3	3.6	4.7	1.8	1.6	5.2	1.4
	No.4(우안)	20.0	4.2	95.2	0.6	0.4	0.5	0.7	0.8	0.9	1.2	1.4	0.8	0.4	2.0	1.1
	No.5(좌안)	25.0	45.8	53.6	0.6	0.8	1.0	1.6	1.9	2.2	2.0	2.4	1.9	0.6	2.8	1.5
	No.5(우안)	25.0	24.5	74.6	0.9	0.6	0.7	1.1	1.5	1.7	2.5	3.0	1.5	0.9	2.8	1.2
	No.6(좌안)	32.0	38.5	60.9	0.6	0.5	0.6	1.0	1.6	2.1	3.6	4.7	1.6	1.6	4.2	1.0
	No.6(우안)	32.0	2.3	95.2	2.6	0.2	0.4	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	0.7	0.3	4.1	2.1
	No.7(좌안)	39.0	54.0	44.8	1.2	0.6	0.7	1.3	2.2	2.8	4.7	8.0	2.2	2.7	4.8	1.0
	No.7(우안)	39.0	29.8	67.9	2.4	0.4	0.5	0.8	1.3	1.7	3.7	5.8	1.3	2.0	4.0	0.9
	No.8(좌안)	44.0	64.1	35.6	0.3	0.3	0.4	2.0	3.0	4.1	6.3	7.9	3.0	2.9	12.8	3.0
	No.8(우안)	44.0	82.4	17.2	0.4	1.7	1.9	2.7	3.2	4.1	6.4	8.2	3.2	2.4	2.4	1.0
	No.9(좌안)	50.0	71.2	28.6	0.2	1.3	1.5	2.2	2.8	3.6	8.0	10.0	2.8	3.4	2.8	1.0
	No.9(우안)	50.0	77.2	22.1	0.7	1.5	1.7	2.8	4.0	6.9	11.5	13.0	4.0	4.7	4.6	0.8
	No.10(좌안)	55.0	84.9	14.7	0.4	1.8	2.0	2.7	3.2	4.1	6.0	7.0	3.2	2.0	2.3	1.0
	No.10(우안)	55.0	33.6	66.4	0.0	0.7	0.9	1.4	1.7	1.9	3.0	3.9	1.7	1.1	2.6	1.4

(2) 비중시험

본 조사지점에서 채취한 하상재료에 대하여 한국공업규격(KS F 2308)에 따라 비중시험을 수행하여 그 결과를 〈표 2.6-148〉에 나타내었다.

<표 2.6-148> 30111(미호천상류유역), 30112(미호천하류유역) 하도구간 비중시험 결과

하천	지점	위치(㎞)	비중	비고
미호천	No.1(좌안)	5.0	2.67	시점
	No.1(우안)	5.0	2.65	
	No.2(좌안)	10.0	2.65	
	No.2(우안)	10.0	2.67	
	No.3(좌안)	15.0	2.65	
	No.3(우안)	15.0	2.66	
	No.4(좌안)	20.0	2.66	
	No.4(우안)	20.0	2.65	
	No.5(좌안)	25.0	2.66	
	No.5(우안)	25.0	2.65	
	No.6(좌안)	32.0	2.65	
	No.6(우안)	32.0	2.65	
	No.7(좌안)	39.0	2.66	
	No.7(우안)	39.0	2.65	
	No.8(좌안)	44.0	2.64	
	No.8(우안)	44.0	2.65	
	No.9(좌안)	50.0	2.65	
	No.9(우안)	50.0	2.67	
	No.10(좌안)	55.0	2.65	
	No.10(우안)	55.0	2.65	종점

나) 하도특성조사

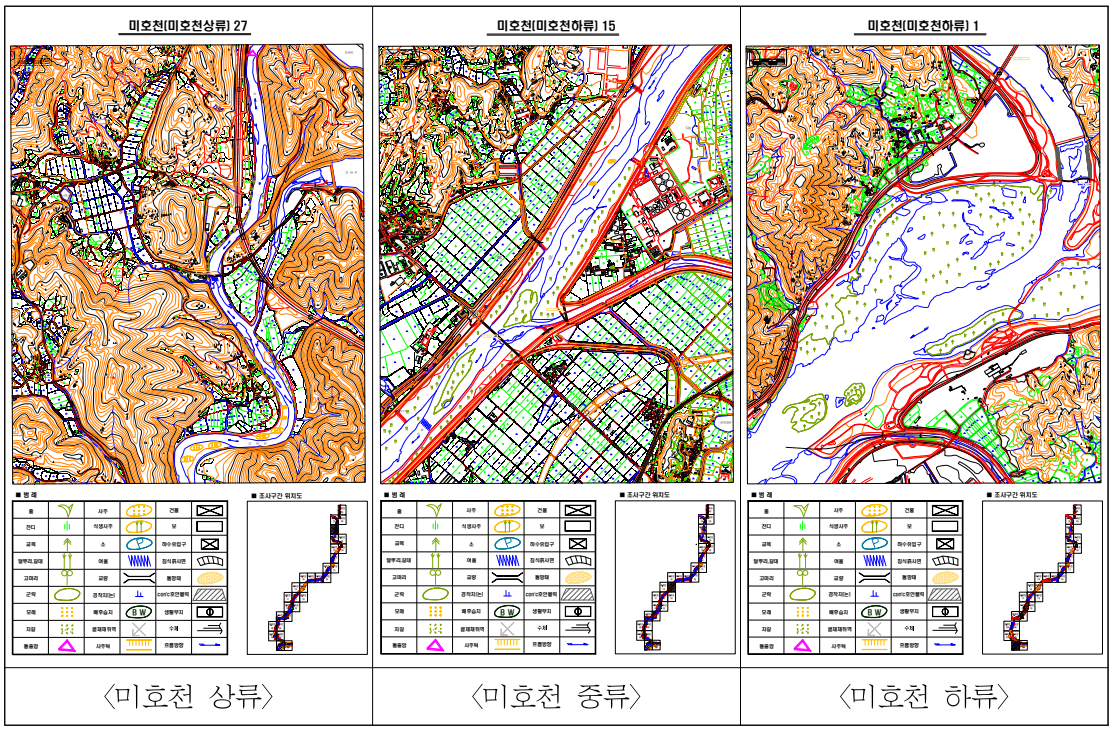
본 과업에서는 하천수변조사도(RCS)를 작성할 목적으로 30111(미호천상류유역), 30112(미호천하류유역)의 단위유역에 위치하고 있는 미호천 하도구간을 대상으로 여울과 소, 사주, 수제, 저수로와 고수부지의 특성을 조사하였다. 하도특성을 조사한 결과, 대부분 산지하천의 모습을 유지하였으나 일부 구간에서는 하천정비가 진행된 것을 확인하였다.

상류부와 중류부 좌·우안은 모두 주로 농경지로 이용되고 있었고 하상의 기울기는 완만하였다. 하류부 좌·우안은 모두 주로 산지였으며, 하상의 기울기는 완만하였다. 하천 제방은 주로 흙쌓기 보호공으로 보호되고 있었다. 본 과업에서는 30111(미호천상류유역), 30112(미호천하류유역) 하도구간에서 확보한 사진 영상을 상류, 중류, 하류부로 구분하여 〈그림 2.6-192〉에 나타내었다. 또한 본 과업에서는 현장에서 조사된 여울과 소 등과 같은 하도특성을 수치지형도(CAD)에 정해진 기호들로 표시하여 하천수변조사도(RCS)를 작성하였다. 〈그림 2.6-193〉은 오산천 하도구간에서 작성된 하천수변조사도(RCS)로서 하도특성이 다수의 기호들로 나타나 있다.



〈미호천 상류〉 〈미호천 중류〉 〈미호천 하류〉

<그림 2.6-194> 30111(미호천상류유역), 30112(미호천하류유역) 하도구간 전경



〈미호천 상류〉 〈미호천 중류〉 〈미호천 하류〉

<그림 2.6-195> 30111(미호천상류유역), 30112(미호천하류유역) 하도구간 RCS지도

(1) 평면 및 사행특성조사

본 과업에서는 30111(미호천상류유역), 30112(미호천하류유역)에 대한 평면 및 사행 특성을 파악하기 위해 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)을 수집하여 그 특성을 분석하였다. 수집된 결과는 그대로 〈표 2.6-149〉에 수록하였으나 대부분의 정보가 측선구간에 대

한 곡률반경이다. 본 과업에서는 수집된 결과와 위성영상자료를 토대로 사행구간에 대해 현장조사를 수행하여 그 특성을 나타낼 수 있는 사진정보를 획득하였다. 획득된 사진정보는 〈그림 2.6-194〉와 같다.

<표 2.6-149> 30111(미호천상류유역), 30112(미호천하류유역) 하도구간 평면특성

하천	구간	곡률반경(m)
미호천	No. 2+430~No. 3+200	1,000
	No. 8+060~No. 9+090	300
	No. 9+900~No. 10+890	1,000
	No. 22+830~No. 25+120	1,500
	No. 27+520~No. 28+210	500

〔출처〕 금강수계 하천기본계획(금강, 미호천, 갑천, 유등천)(국토해양부, 2011)



〈NO. 2+430~NO. 3+200〉



〈NO. 8+060~NO. 9+090〉



〈NO. 9+900~NO. 10+890〉



〈NO. 22+830~NO. 25+120〉



〈NO. 27+520~NO. 28+210〉

<그림 2.6-196> 30111(미호천상류유역), 30112(미호천하류유역) 하도구간 평면특성

(2) 종·횡단특성조사

(가) 종단 특성

하천은 일반적으로 상류에서 하류로 감에 따라 그 기울기가 완만해 진다. 하천의 경사는 두 지점의 하상고 차에 대한 거리에 대한 비율로서 하천경사 혹은 하상경사로 정의된다. 하상경사는 해당 단면의 표고를 어떻게 산정하느냐에 따라 그 특성이 상이해진다. 본 과업에서는 30111(미호천상류유역), 30112(미호천하류유역)에 대한 하상경사의 특성을 파악하기 위해 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)을 수집하여 분석하였다. 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)에는 하상경사가 측선 구간별로 구분되어 제시되어 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-150〉에 수록하였다.

<표 2.6-150> 30111(미호천상류유역), 30112(미호천하류유역) 주요지점별 하상경사

하천	구간	평균하상경사
미호천	No.0+000~No.9+090	1/2,000
	No.9+090~No.15+830	1/2,200
	No.15+830~No.26+620	1/1,500
	No.26+620~No.37+290	1/1,800
	No.37+290~No.39+485	1/1,100

〔출처〕 금강수계 하천기본계획(금강, 미호천, 갑천, 유등천)(국토해양부, 2011)

(나) 하천의 횡단형

본 과업에서는 30111(미호천상류유역), 30112(미호천하류유역)에 대한 횡단형의 특성을 파악하기 위해 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)을 수집하여 분석하였다. 분석된 결과는 〈표 2.6-151〉과 같으며, 30111(미호천상류유역), 30112(미호천하류유역) 하류부는 단단면형의 형태를 지녔으며, 중류부 고수부지는 대부분 복단면형의 특성을 나타내었다.

<표 2.6-151> 30111(미호천상류유역), 30112(미호천하류유역) 하도구간 횡단형

하천	구간	횡단형	비 고
미호천	No.0+000~No.10+735	단단면	산지 무제부
	No.10+735~No 39+485	복단면	고수부지 농경지

〔출처〕 금강수계 하천기본계획(금강, 미호천, 갑천, 유등천)(국토해양부, 2011)



<No.0+000~No.10+735>



<No.10+735~No.39+485>

<그림 2.6-197> 30111(미호천상류유역), 30112(미호천하류유역) 하도구간 횡단형

(3) 조도계수조사

본 과업에서는 30111(미호천상류유역), 30112(미호천하류유역) 하도구간에 대한 조도계수의 특성을 파악하기 위해 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)을 수집하여 분석하였다. 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)에는 조도계수의 특성이 측선별로 수록되어 있다. 조도계수는 0.027~0.029의 범위를 나타내었다. 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)은 "하상재료 구성물질 및 하상상태, 자연하천에서의 일반적인 조도계수 등을 고려하여 산정하였다"고 기술하고 있다. 본 과업에서는 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)을 통해 사전에 조도계수의 특성을 확인하고 현장조사를 수행하여 그 특성을 확인하였다. 〈표 2.6-152〉는 30111(미호천상류유역), 30112(미호천하류유역)의 하도구간에 대한 조도계수와 사진영상으로서, 조도계수에 미치는 요소(입경이 큰 하상재료와 식생)들의 특성이 나타나 있다.

<표 2.6-152> 30111(미호천상류유역), 30112(미호천하류유역) 하도구간 조도계수

구분	연도	조도계수	구분	연도	조도계수
기수립	2011년	0.027	기수립	2011년	0.029
					
〈No.0+000~No.5+020〉			〈No.5+020~No.39+485〉		

〔출처〕 금강수계 하천기본계획(금강, 미호천, 갑천, 유등천)(국토해양부, 2011), 조도계수 테이블, 하상상태, 하상구성재료, 과거 홍수흔적, 기존 자료 이용

(4) 도달시간조사

본 과업에서는 30111(미호천상류유역), 30112(미호천하류유역)에 대한 도달시간의 특성

을 파악하기 위해 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)을 수집하여 분석하였다. 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)에는 도달시간의 특성이 소유역별로 수록되어 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-153〉에 수록하였다. 〈표 2.6-153〉의 도달시간은 KravenⅡ 공식으로 산정된 결과이며, 미호천하구 소유역에서 도달시간이 가장 긴 특성을 보였다.

<표 2.6-153> 30111(미호천상류유역), 30112(미호천하류유역) 소유역별 도달시간

하천	산정지점	소유역면적(㎢)	유로연장(㎞)	도달시간(hr)
				Kraven Ⅱ
미호천	미호천 하구	36.86	13.31	2.58
	월하천 합류전	12.67	6.72	0.85
	조천 합류전	31.48	8.77	1.04
	병천천 합류전	31.89	8.76	1.04
	석남천 합류전	26.61	10.56	1.34
	무심천 합류전	29.57	8.13	1.00
	석화천 합류전	1.10	1.22	0.18
	성암천 합류전	9.28	5.16	0.72
	보강천 합류전	28.08	8.68	1.18

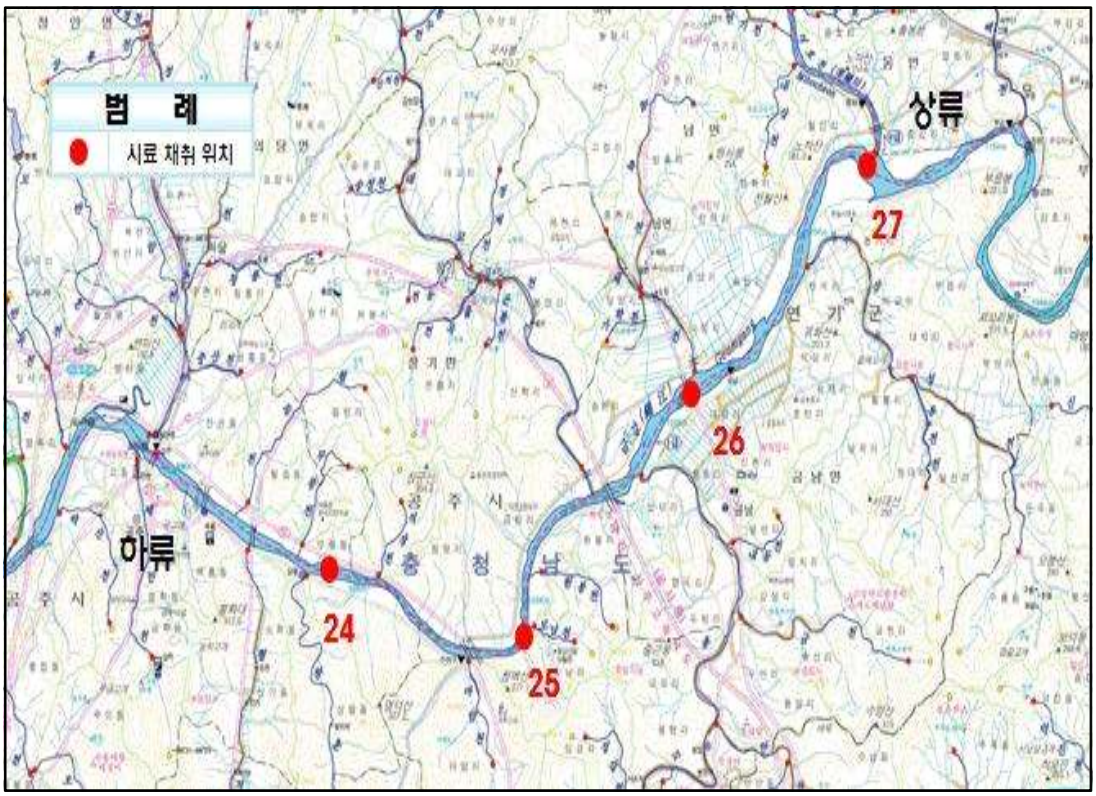
〔출처〕 금강수계 하천기본계획(금강, 미호천, 갑천, 유등천)(국토해양부, 2011)

3) 30121(미호천합류점)

단위유역 30121(미호천합류점)은 유역면적이 345.85㎢에 이르며, 단위유역 내에 금강, 제천, 용수천, 대교천 등 여러 하천이 위치하고 있다. 본 단위유역 내의 하천 중 금강이 유역특성조사망에 포함되어 있다. 이에 따라 본 과업에서는 금강 23.6㎞에 이르는 하도구간에서 현장조사를 수행하였다. 금강 하도구간에 대한 유역특성조사 결과를 기술하면 다음과 같다.

가) 하상재료조사

본 과업에서는 〈그림 2.6-196〉과 같이 하상재료조사를 계획하였다. 본 하천에서 하상재료조사가 수행 된 지점은 총 4개소이며, 표층조사는 수행하지 않고 시료를 직접 채취하였다. 시료를 직접적으로 채취한 4개 지점은 No.24(좌안, 우안), No.25(좌안, 우안), No.26(좌안, 우안), No.27(좌안, 우안)에 해당된다. 하상재료 채취는 단면의 좌·우안 및 유심부를 대상으로 수행하였으나, 수심이 깊어 도섭이 어려운 유심부 등에서는 하상재료를 채취하지 못하였다.



<그림 2.6-198> 30121(미호천합류점) 하도구간 하상재료 채취 계획

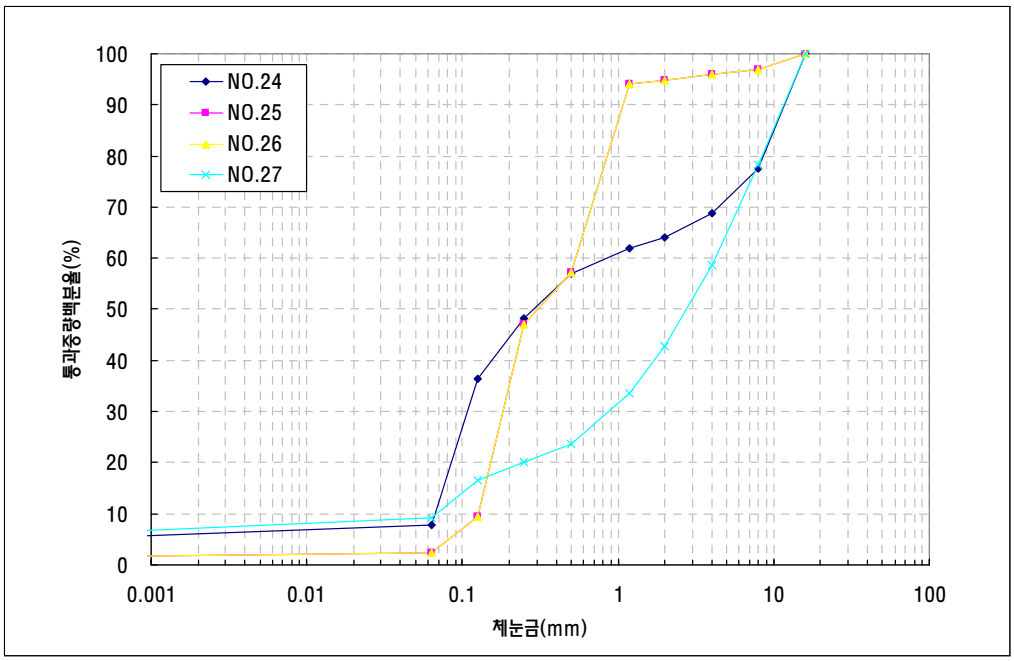


<그림 2.6-199> 30121(미호천합류점) 하도구간 경관 및 하상재료 채취 장면

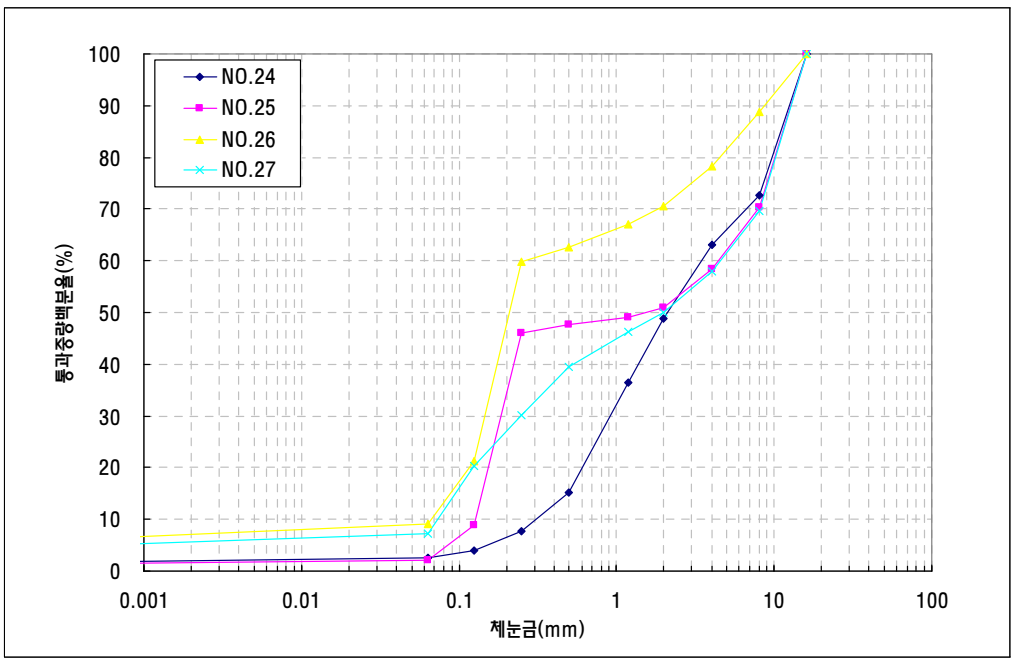
(1) 입도분석시험

본 과업에서는 현장에서 직접 채취한 시료를 시료분석실에서 한국공업규격(KS F 2502-92)에 따라 입도분포 시험을 수행하였다. 입도분석 결과는 〈그림 2.6-198〉, 〈그림 2.6-199〉, 〈표 2.6-154〉에 수록하였다. 〈표 2.6-154〉에서 알 수 있는 바와 같이 실트의 성분은 적고, 대부분 모래와 자갈의 특성을 나타내었다. 이의 특성은 〈그림 2.6-198〉, 〈그림 2.6-199〉에서도 확인할 수 있다. 〈그림 2.6-198〉, 〈그림 2.6-199〉에서 알 수 있는 바와 같이 입경 0.1㎜~10.0㎜ 구간의 기울기가 다른 구간에 비해 상당히 급하다. 입경가

적곡선에서 기울기가 급한 구간은 그 구성 성분이 차지하는 비율이 많음을 의미하기 때문에 이의 특성은 입경가적곡선을 통해서도 확인할 수 있다.



<그림 2.6-200> 30121(미호천합류점) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(좌안)



<그림 2.6-201> 30121(미호천합류점) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(우안)

<표 2.6-154> 30121(미호천합류점) 하도구간 하상재료 성분비 및 입도특성

하천	지점	위치 (km)	성분비(%)			유효경 D10 (mm)	D16 (mm)	D30 (mm)	D35 (mm)	D50 (mm)	D65 (mm)	D84 (mm)	Dm (mm)	표준편차 (mm)	균등계수 (Cu)	곡률계수 (C_g)
			자갈	모래	실트											
금강	No.24(좌안)	5.00	55.9	41.1	3.0	0.3	0.5	1.0	2.0	4.5	10.2	11.3	4.3	4.7	16.1	0.8
	No.24(우안)	5.00	33.4	32.2	34.4	0.1	0.1	0.1	0.3	2.1	10.2	11.4	3.5	5.1	23.3	0.1
	No.25(좌안)	10.00	60.3	32.8	6.9	0.1	0.1	0.2	1.6	6.1	10.7	11.5	4.3	5.1	50.8	0.1
	No.25(우안)	10.00	5.3	85.4	9.3	0.1	0.1	0.2	0.3	0.6	0.9	1.0	0.5	0.4	5.5	0.6
	No.26(좌안)	15.00	27.6	51.4	21.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.8	5.9	8.4	2.2	3.4	9.6	0.4
	No.26(우안)	15.00	5.3	85.4	9.3	0.1	0.1	0.2	0.3	0.6	0.9	1.0	0.5	0.4	5.1	0.5
	No.27(좌안)	24.00	41.5	35.2	23.3	0.1	0.1	0.3	2.0	6.5	10.4	12.2	4.5	5.2	74.7	0.2
	No.27(우안)	24.00	57.0	25.5	17.4	0.08	0.1	11.1	2.8	4.0	9.4	10.8	5.5	4.9	50.0	385.0

(2) 비중시험

본 조사지점에서 채취한 하상재료에 대하여 한국공업규격(KS F 2308)에 따라 비중시험을 수행하여 그 결과를 〈표 2.6-155〉에 나타내었다.

<표 2.6-155> 30121(미호천합류점) 하도구간 비중시험 결과

하천	지점	위치(km)	비중	비고
금강	No.24(좌안)	5.00	2.65	시점
	No.24(우안)	5.00	2.65	
	No.25(좌안)	10.00	2.64	
	No.25(우안)	10.00	2.66	
	No.26(좌안)	15.00	2.65	
	No.26(우안)	15.00	2.65	
	No.27(좌안)	24.00	2.64	
	No.27(우안)	24.00	2.65	종점

나) 하도특성조사

본 과업에서는 하천수변조사도(RCS)를 작성할 목적으로 미호천 합류점 단위유역(30121)에 위치하고 있는 30121(미호천합류점) 하도구간을 대상으로 여울과 소, 사주, 수제, 저수로와 고수부지의 특성을 조사하였다. 하도특성을 조사한 결과, 전 구간에서 하상은 완만하였고 좌·우안 모두 정비된 특성을 보였다. 둔치는 자전거 도로 및 공원으로 이용되고 있었다. 하천 제방 상류부는 흙쌓기 호안보호공, 중류부는 콘크리트 호안보호공, 하류부는 콘크리트 호안보호공과 블록 호안보호공으로 보호되고 있었다.

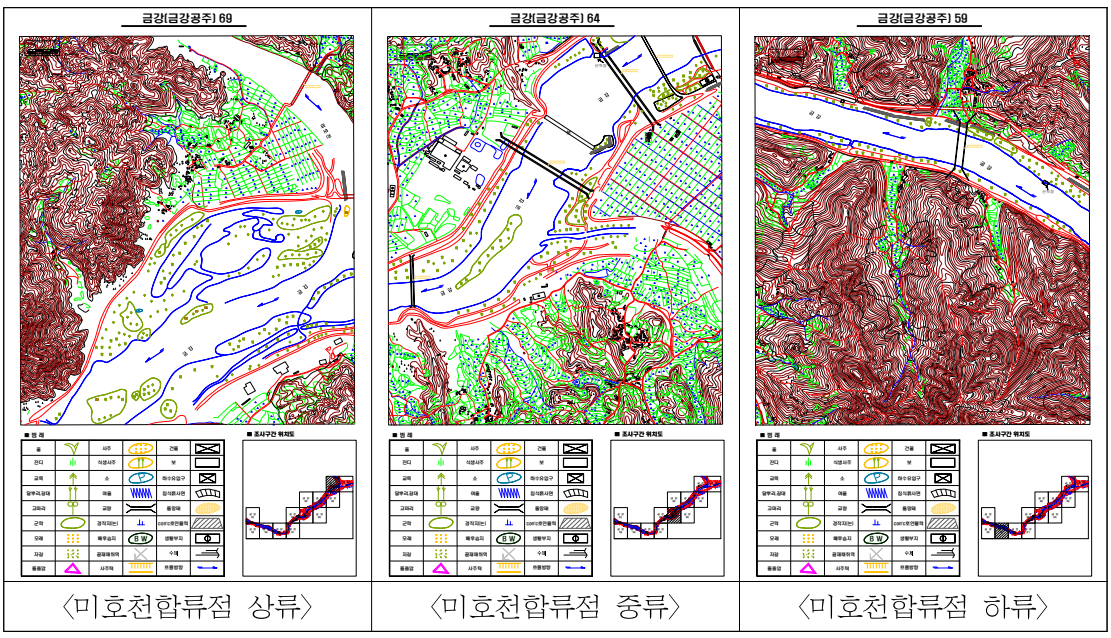
본 과업에서는 30121(미호천합류점) 하도구간에서 확보한 사진 영상을 상류, 중류, 하류부로 구분하여 〈그림 2.6-200〉에 나타내었다. 또한 본 과업에서는 현장에서 조사된 여울과 소 등과 같은 하도특성을 수치지형도(CAD)에 정해진 기호들로 표시하여 하천수변조

사도(RCS)를 작성하였다. 〈그림 2.6-201〉은 30121(미호천합류점) 하도구간에서 작성된 RCS 지도로서 하도특성이 다수의 기호들로 나타나 있다.



〈미호천합류점 상류〉	〈미호천합류점 중류〉	〈미호천합류점 하류〉

<그림 2.6-202> 30121(미호천합류점) 하도구간 전경



〈미호천합류점 상류〉	〈미호천합류점 중류〉	〈미호천합류점 하류〉

<그림 2.6-203> 30121(미호천합류점) 하도구간 RCS지도

(1) 평면 및 사행특성조사

본 과업에서는 30121(미호천합류점)에 대한 평면 및 사행 특성을 파악하기 위해 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)을 수집하여 그 특성을 분석하였다. 수집된 결과는 그대로 〈표 2.6-156〉에 수록하였으나 대부분의 정보가 측선구간에 대한 곡률반경이다. 본 과업에서는 수집된 결과와 위성영상자료를 토대로 사행구간에 대해 현장조사를 수행하여 그 특성을 나타낼 수 있는 사진정보를 획득하였다. 획득된 사진정보는 〈그림 2.6-202〉와 같다.

<표 2.6-156> 30121(미호천합류점) 하도구간 평면특성

하천	구간(No)	곡률반경(m)
금강	No.94+100~No.95+390	600
	No.106+230~No.108+750	2,000

〔출처〕 금강수계 하천기본계획(금강, 미호천, 갑천, 유등천)(국토해양부, 2011)



〈NO.94+100~NO.95+390〉



〈NO.106+230~NO.108+750〉

<그림 2.6-204> 30121(미호천합류점) 하도구간 평면특성

(2) 종·횡단특성조사

(가) 종단 특성

하천은 일반적으로 상류에서 하류로 감에 따라 그 기울기가 완만해 진다. 하천의 경사는 두 지점의 하상고 차에 대한 거리에 대한 비율로서 하천경사 혹은 하상경사로 정의된다. 하상경사는 해당 단면의 표고를 어떻게 산정하느냐에 따라 그 특성이 상이해진다. 본 과업에서는 30121(미호천합류점)에 대한 하상경사의 특성을 파악하기 위해 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)을 수집하여 분석하였다. 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)에는 하상경사가 측선 구간별로 구분되어 제시되어 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-157〉에 수록하였다.

<표 2.6-157> 30121(미호천합류점) 주요지점별 하상경사

하천	구간	평균하상경사
금강	No. 86+500~No. 101+870	1/4,500

[출처] 금강수계 하천기본계획(금강, 미호천, 갑천, 유등천)(국토해양부, 2011)

(나) 하천의 횡단형

본 과업에서는 30121(미호천합류점)에 대한 횡단형의 특성을 파악하기 위해 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)을 수집하여 분석하였다. 분석된 결과는 〈표 2.6-158〉과 같으며, 횡단형은 대부분 단단면과 복단면이 반복되는 특성을 나타내었다. 본 과업에서는 분석된 결과를 토대로 현장조사를 수행하였다. 30121(미호천합류점) 하도구간은 〈그림 2.6-203〉에 나타나 있는 바와 같이 단단면의 형태를 가진 산지구간과 복단면의 형태를 가진 공원화된 고수부지를 가진 횡단형을 보였다.

<표 2.6-158> 30121(미호천합류점) 하도구간 횡단형

하천	구간	횡단형	비 고
금강	No. 86+780~No. 99+730	단단면	산지구간, 단단면에 가까운 횡단형
	No. 99+730~No. 130+470	복단면	고수부지는 대부분 공원화된 복단면 횡단형

〔출처〕 금강수계 하천기본계획(금강, 미호천, 갑천, 유등천)(국토해양부, 2011)



〈No. 86+780~No. 99+730〉



〈No. 99+730~No. 130+470〉

<그림 2.6-205> 30121(미호천합류점) 하도구간 횡단형

(3) 조도계수조사

본 과업에서는 30121(미호천합류점) 하도구간에 대한 조도계수의 특성을 파악하기 위해 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)을 수집하여 분석하였다. 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)에서는 하상재료 구성물질 및 하상상태, 자연하천에서의 일반적인 조도계수 등을 고려하여 산정하였다고 기술하고 있다. 본 과업에서는 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)을 통해 사전에 조도계수의 특성을 확인하고 현장조사를 수행하여 그 특성을 확인하였다. 〈표 2.6-159〉는 30121(미호천합류점)의 하도구간에 대한 조도계수

와 사진영상으로서, 조도계수에 미치는 요소(하상재료와 식생)들의 특성이 나타나 있다.

<표 2.6-159> 30121(미호천합류점) 하도구간 조도계수

구분	연도	조도계수
기수립	2011년	0.027



〈No.85+070~No.108+750〉

〔출처〕 금강수계 하천기본계획(금강, 미호천, 갑천, 유등천)(국토해양부. 2011)
조도계수 테이블, 하상상태, 하상구성재료, 과거 홍수흔적, 기존 자료 이용

(4) 도달시간조사

본 과업에서는 30121(미호천합류점)에 대한 도달시간의 특성을 파악하기 위해 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)을 수집하여 분석하였다. 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)에는 도달시간의 특성이 소유역별로 수록되어 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-160〉에 수록하였다. 〈표 2.6-160〉의 도달시간은 KravenⅡ 공식으로 산정된 결과이며, 용수천 합류전 소유역에서 도달시간이 가장 긴 특성을 보였다.

<표 2.6-160> 30121(미호천합류점) 소유역별 도달시간

하천	산정지점	소유역면적(㎢)	유로연장(㎞)	도달시간(hr)
				Kraven Ⅱ
금강	마어구 수위표	25.36	7.02	0.92
	대교천 합류전	0.56	1.10	0.18
	용수천 합류전	82.77	17.13	2.06

〔출처〕 금강수계 하천기본계획(금강, 미호천, 갑천, 유등천)(국토해양부, 2011)

4) 30122(공주수위표) (1)

단위유역 30122(공주수위표)는 유역면적이 1,115.48㎢에 이르며, 단위유역 내에 금강, 유구천, 용성천, 잉화달천, 지천 등 여러 하천이 위치하고 있다. 본 단위유역 내의 하천 중 금강, 유구천이 유역특성조사망에 포함되어 있다. 이에 따라 본 과업에서는 금강 23.6㎞, 유구천 15.7㎞에 이르는 하도구간에서 현장조사를 수행하였다. 본 단위유역(30122)에 조사대상 하천이 2개인 관계로 단위유역 1(유구천), 단위유역 2(금강)으로 구분하였다.

유구천 하도구간에 대한 유역특성조사 결과를 먼저 기술하면 다음과 같다.

가) 하상재료조사

본 과업에서는 〈그림 2.6-204〉와 같이 하상재료조사를 계획하였다. 본 하천에서 하상재료조사가 수행 된 지점은 총 5개소이며, 표층조사는 수행하지 않고 시료를 직접 채취하였다. 시료를 직접적으로 채취한 5개 지점(8개 측점)은 No.1(좌안), No.2(좌안, 우안), No.3(좌안, 우안), No.4(좌안, 우안), No.5(우안)에 해당된다. 하상재료 채취는 단면의 좌·우안 및 유심부를 대상으로 수행하였으나, 수심이 깊어 도섭이 어려운 유심부 등에서는 하상재료를 채취하지 못하였다.



<그림 2.6-206> 30122(공주수위표)_유구천 하도구간 하상재료 채취 계획

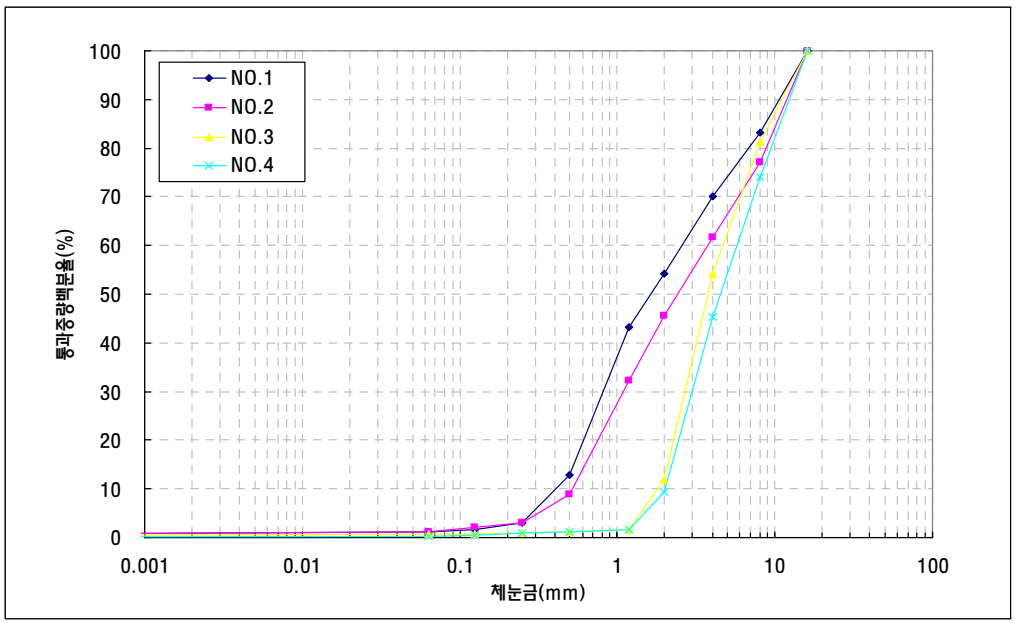


<그림 2.6-207> 30122(공주수위표)_유구천 하도구간 경관

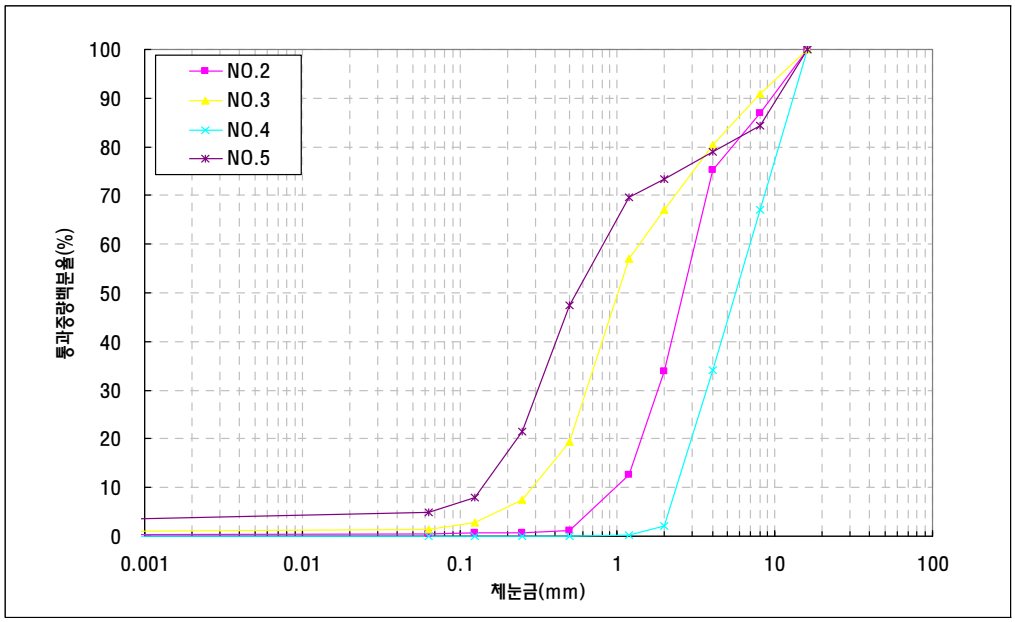
(1) 입도분석시험

본 과업에서는 현장에서 직접 채취한 시료를 시료분석실에서 한국공업규격(KS F

2502-92)에 따라 입도분포 시험을 수행하였다. 입도분석 결과는 〈그림 2.6-206〉, 〈그림 2.6-207〉, 〈표 2.6-161〉에 수록하였다. 〈표 2.6-161〉에서 알 수 있는 바와 같이 실트의 성분은 적고, 대부분 모래와 자갈의 특성을 나타내었다. 이의 특성은 〈그림 2.6-206〉, 〈그림 2.6-207〉에서도 확인할 수 있다. 〈그림 2.6-206〉, 〈그림 2.6-207〉에서 알 수 있는 바와 같이 입경 0.1㎜~10.0㎜ 구간의 기울기가 다른 구간에 비해 상당히 급하다. 입경가적곡선에서 기울기가 급한 구간은 그 구성 성분이 차지하는 비율이 많음을 의미하기 때문에 이의 특성은 입경가적곡선을 통해서도 확인할 수 있다.



<그림 2.6-208> 30122(공주수위표)_유구천 하도구간 하상재료 입경가적곡선(좌안)



<그림 2.6-209> 30122(공주수위표)_유구천 하도구간 하상재료 입경가적곡선(우안)

<표 2.6-161> 30122(공주수위표)_유구천 하도구간 하상재료 성분비 및 입도특성

하천	지점	위치 (km)	성분비(%)			유효경 D10 (mm)	D16 (mm)	D30 (mm)	D35 (mm)	D50 (mm)	D65 (mm)	D84 (mm)	Dm (mm)	표준편차 (mm)	균등계수 (Cu)	곡률계수 (C_g)
			자갈	모래	실트											
유구천	No.1(좌안)	0.00	45.7	52.7	1.6	0.4	0.5	0.9	1.7	3.1	8.0	10.7	1.7	4.1	7.4	0.6
	No.2(좌안)	4.00	66.1	33.3	0.7	1.0	1.3	2.0	2.7	3.2	6.2	9.1	2.7	3.0	3.2	1.3
	No.2(우안)	4.00	54.4	43.6	2.0	0.5	0.7	1.3	2.4	4.7	9.9	12.1	2.4	4.7	9.4	0.7
	No.3(좌안)	8.00	27.8	69.3	2.9	0.3	0.4	0.7	1.0	1.8	5.0	7.6	1.0	2.8	5.8	0.9
	No.3(우안)	8.00	88.2	11.1	0.8	1.9	2.2	2.9	3.7	5.0	8.9	10.8	3.7	3.5	2.6	0.9
	No.4(좌안)	12.00	97.8	2.2	0.0	2.4	2.8	4.0	5.6	7.9	11.3	12.4	5.6	4.0	3.3	0.8
	No.4(우안)	12.00	90.6	8.8	0.5	2.0	2.3	3.2	4.4	6.2	10.2	12.3	4.4	4.0	3.1	0.8
	No.5(우안)	16.00	26.6	65.5	7.9	0.2	0.2	0.4	0.5	0.9	8.0	10.7	0.5	4.4	6.1	0.9

(2) 비중시험

본 조사지점에서 채취한 하상재료에 대하여 한국공업규격(KS F 2308)에 따라 비중시험을 수행하여 그 결과를 〈표 2.6-162〉에 나타내었다.

<표 2.6-162> 30122(공주수위표)_유구천 하도구간 비중시험 결과

하천	지점	위치(km)	비중	비고
유구천	No.1(좌안)	0	2.66	시점
	No.2(좌안)	4	2.67	
	No.2(우안)	4	2.66	
	No.3(좌안)	8	2.66	
	No.3(우안)	8	2.68	
	No.4(좌안)	12	2.64	
	No.4(우안)	12	2.65	
	No.5(우안)	16	2.65	종점

나) 하도특성조사

본 과업에서는 하천수변조사도(RCS)를 작성할 목적으로 공주수위표 단위유역(30122)에 위치하고 있는 유구천 하도구간을 대상으로 여울과 소, 사주, 수제, 저수로와 고수부지의 특성을 조사하였다. 상류부는 자연하천으로 보에 의한 통제가 되는 특성을 나타내었다. 하도와 저수로는 상·하류 방향 모두 가볍게 휜 사행을 보였다. 중류부는 여울이 빈번하였고 하중도와 사주도 존재하였다. 상류 하도는 직강화 형상을 보였으며 하류 하도는 좌안으로 만곡하는 형상을 보였다. 하류부는 여울 및 소가 빈번하였고 사주와 하중도 역시 빈번하였다.

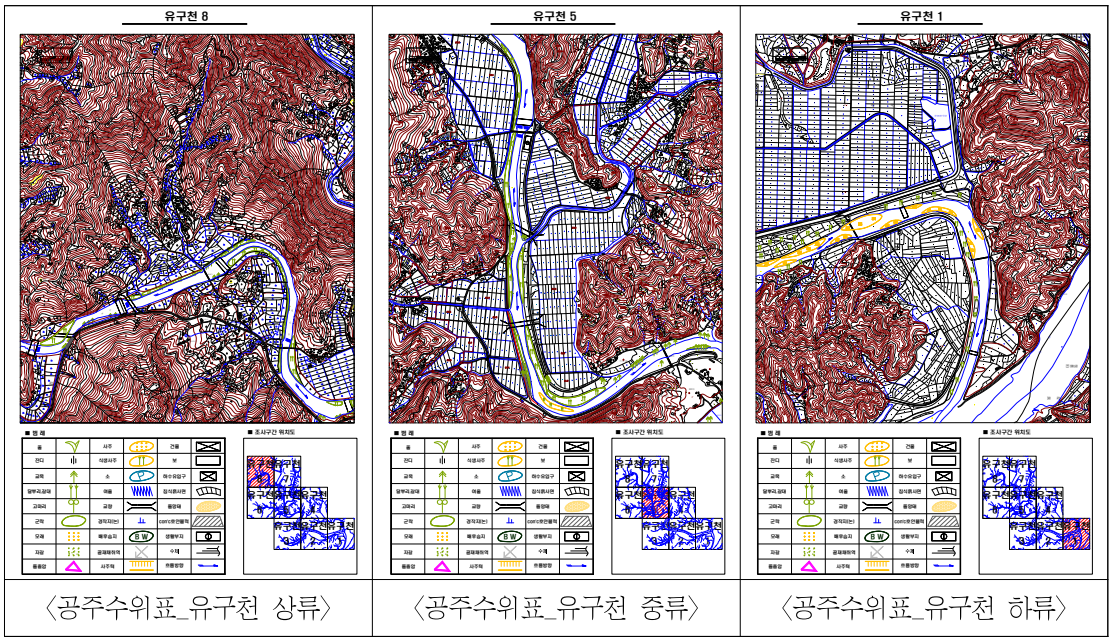
본 과업에서는 유구천 하도구간에서 확보한 사진 영상을 상류, 중류, 하류부로 구분하여 〈그림 2.6-208〉에 나타내었다. 또한 본 과업에서는 현장에서 조사된 여울과 소 등과

같은 하도특성을 수치지형도(CAD)에 정해진 기호들로 표시하여 하천수변조사도(RCS)를 작성하였다. 〈그림 2.6-209〉는 유구천 하도구간에서 작성된 하천수변조사도(RCS)로서 하도특성이 다수의 기호들로 나타나 있다.



〈공주수위표_유구천 상류〉	〈공주수위표_유구천 중류〉	〈공주수위표_유구천 하류〉

<그림 2.6-210> 30122(공주수위표)_유구천 하도구간 전경



〈공주수위표_유구천 상류〉	〈공주수위표_유구천 중류〉	〈공주수위표_유구천 하류〉

<그림 2.6-211> 30122(공주수위표)_유구천 하도구간 RCS지도

다) 하도 현황조사

(1) 종·횡단특성조사

하천은 일반적으로 상류에서 하류로 감에 따라 그 기울기가 완만해 진다. 하천의 경사는 두 지점의 하상고 차에 대한 거리에 대한 비율로서 하천경사 혹은 하상경사로 정의된다. 하상경사는 해당 단면의 표고를 어떻게 산정하느냐에 따라 그 특성이 상이해진다. 본 과업에서는 유구천에 대한 하상경사의 특성을 파악하기 위해 유구천 하천정비기본계획(충청남도, 1988)을 수집하여 분석하였다. 유구천 하천정비기본계획(충청남도, 1988)에는 하상경사가 측선 구간별로 구분되어 제시되어 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-163〉에 수록하였다.

<표 2.6-163> 30122(공주수위표)_유구천 주요지점별 하상경사

하천	구간	평균하상경사
유구천	No.0+000~No.24+000	1/1,200
	No.24+000~No.53+000	1/1,000
	No.53+000~No.99+000	1/500

〔출처〕 유구천 하천정비기본계획(충청남도, 1988)

(2) 조도계수조사

본 과업에서는 유구천 하도구간에 대한 조도계수의 특성을 파악하기 위해 유구천 하천정비기본계획(충청남도, 1988)을 수집하여 분석하였다. 유구천 하천정비기본계획(충청남도, 1988)에는 조도계수의 특성이 측선별로 수록되어 있다. 조도계수는 0.028~0.033의 범위를 나타내었다. 유구천 하천정비기본계획(충청남도, 1988)에서는 하상재료 구성물질 및 하상상태, 자연하천에서의 일반적인 조도계수 등을 고려하여 산정하였다고 기술하고 있다. 본 과업에서는 유구천 하천정비기본계획(충청남도, 1988)을 통해 사전에 조도계수의 특성을 확인하고 현장조사를 수행하여 그 특성을 확인하였다. 〈표 2.6-164〉는 유구천 상류, 하류의 하도구간에 대한 사진영상으로서, 조도계수에 미치는 요소(하상재료와 식생)들의 특성이 나타나 있다.

<표 2.6-164> 30122(공주수위표)_유구천 하도구간 조도계수

구분	연도	조도계수	구분	연도	조도계수
기수립	1988년	0.028	기수립	1988년	0.028
					
〈No.0+000~No.96+000〉			〈No.97+000~No.402+000〉		

〔출처〕 유구천 하천정비기본계획(충청남도, 1988)
조도계수 테이블, 하상상태, 하상구성재료, 과거 홍수흔적, 기존 자료 이용

5) 30122(공주수위표) (2)

30122(공주수위표) 단위유역은 유역면적이 1,115.48㎢에 이르며, 단위유역 내에 금강, 유구천, 용성천, 잉화달천, 지천 등의 다수의 지방하천이 위치하고 있다. 본 단위유역 내의 하천 중 금강, 유구천이 유역특성조사망에 포함되어 있다. 이에 따라 본 과업에서는 금강 23.6㎞, 유구천 15.7㎞에 이르는 하도구간에서 현장조사를 수행하였다. 본 단위유역(30122)에 조사대상 하천이 2개인 관계로 단위유역 1(유구천), 단위유역 2(금강)으로 구분하였다. 금강 하도구간에 대한 유역특성조사 결과를 기술하면 다음과 같다.

가) 하상재료조사

본 과업에서는 〈그림 2.6-210〉과 같이 하상재료조사를 계획하였다. 본 하천에서 하상재료조사가 수행 된 지점은 총 8개소(13개 측점)이며, 표층조사는 수행하지 않고 시료를 직접 채취하였다. 시료를 직접적으로 채취한 8개 지점은 No.15(좌안, 우안), No.16(우안), No.17(좌안), No.18(좌안, 우안), No.19(좌안, 우안), No.20(우안) No.21(좌안, 우안), No.22(좌안, 우안)에 해당된다. 하상재료 채취는 단면의 좌·우안 및 유심부를 대상으로 수행하였으나, 수심이 깊어 도섭이 어려운 유심부 등에서는 하상재료를 채취하지 못하였다.



<그림 2.6-212> 30122(공주수위표)_금강 하도구간 하상재료 채취 계획

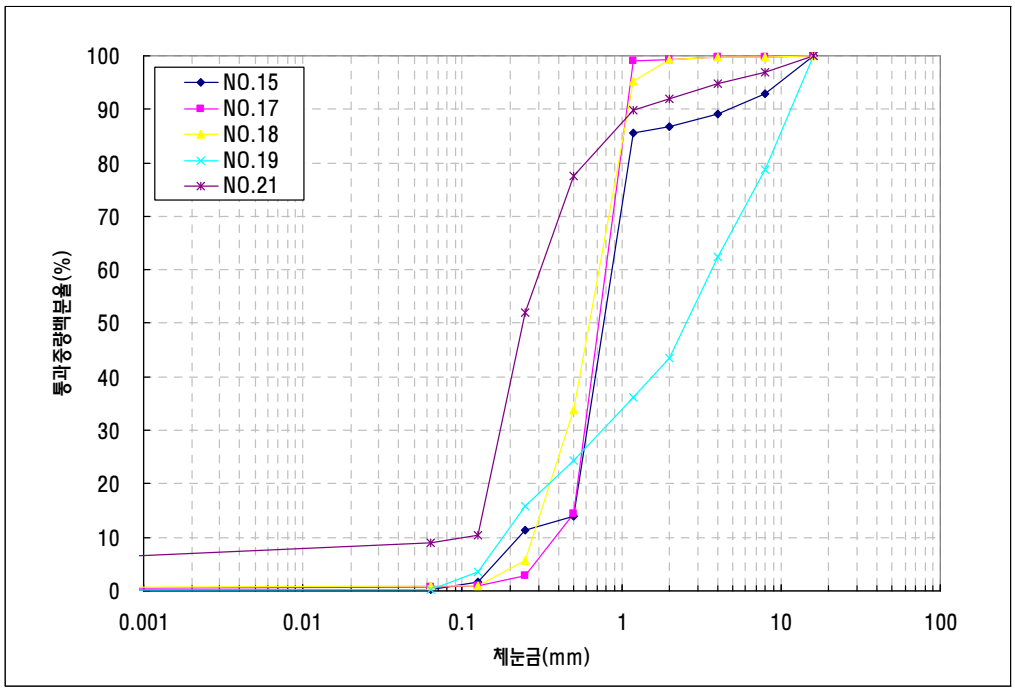


<그림 2.6-213> 30122(공주수위표)_금강 하도구간 경관

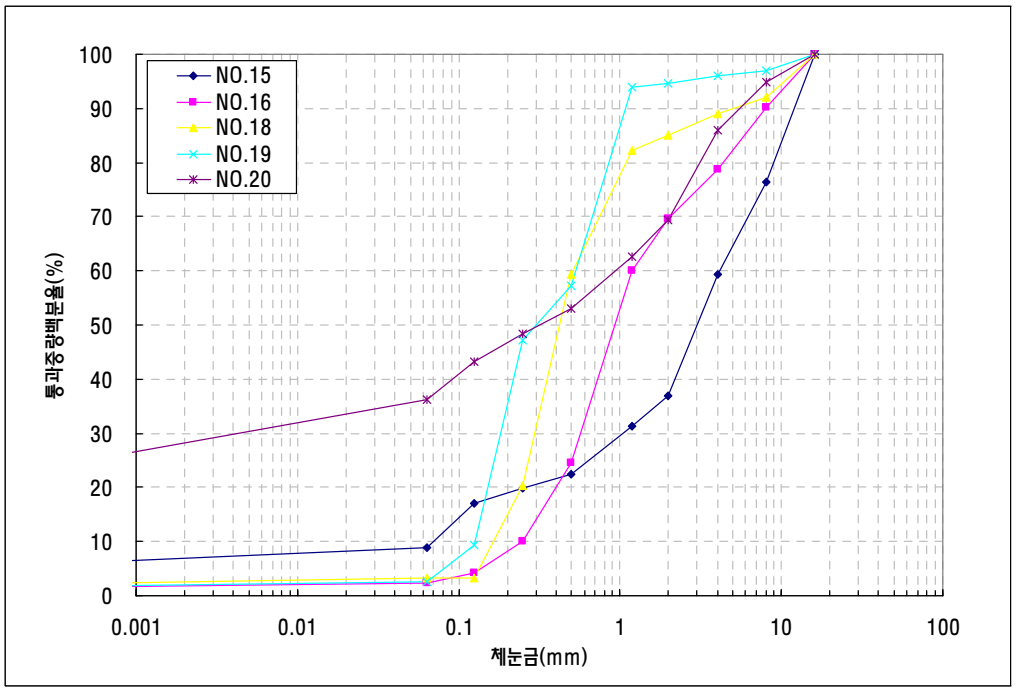
(1) 입도분석시험

본 과업에서는 현장에서 직접 채취한 시료를 시료분석실에서 한국공업규격(KS F 2502-92)에 따라 입도분포 시험을 수행하였다. 입도분석 결과는 〈그림 2.6-212〉, 〈그림 2.6-213〉, 〈표 2.6-165〉에 수록하였다. 〈표 2.6-165〉에서 알 수 있는 바와 같이 실트의 성분은 적고, 대부분 모래와 자갈의 특성을 나타내었다. 이의 특성은 〈그림 2.6-212〉, 〈그림 2.6-213〉에서도 확인할 수 있다. 〈그림 2.6-212〉, 〈그림 2.6-213〉에서 알 수 있는 바와 같이 입경 0.3㎜~1.0㎜ 구간의 기울기가 다른 구간에 비해 상당히 급하다. 입경가

적곡선에서 기울기가 급한 구간은 그 구성 성분이 차지하는 비율이 많음을 의미하기 때문에 이의 특성은 입경가적곡선을 통해서도 확인할 수 있다.



<그림 2.6-214> 30122(공주수위표)_금강 하도구간 하상재료 입경가적곡선(좌안)



<그림 2.6-215> 30122(공주수위표)_금강 하도구간 하상재료 입경가적곡선(우안)

<표 2.6-165> 30122(공주수위표)_금강 하도구간 하상재료 성분비 및 입도특성

하천	지점	위치 (km)	성분비(%)			유효경 D10 (mm)	D16 (mm)	D30 (mm)	D35 (mm)	D50 (mm)	D65 (mm)	D84 (mm)	Dm (mm)	표준편차 (mm)	균등계수 (Cu)	곡률계수 (C_g)
			자갈	모래	실트											
금강	No.15(좌안)	0.00	13.1	85.2	1.7	0.2	0.5	0.7	0.8	0.9	1.4	4.0	0.8	1.3	4.1	2.2
	No.15(우안)	0.00	62.2	20.4	17.4	0.1	0.1	1.9	3.0	5.0	10.6	12.6	3.0	5.0	61.1	9.0
	No.16(우안)	4.00	30.5	65.2	4.3	0.3	0.4	0.6	0.9	1.6	5.3	8.0	0.9	3.0	6.2	1.0
	No.17(좌안)	8.00	0.8	98.3	0.9	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	0.7	0.2	1.8	1.0
	No.18(좌안)	12.00	0.6	98.4	1.0	0.3	0.3	0.5	0.6	0.7	1.0	1.1	0.6	0.3	2.3	1.3
	No.18(우안)	12.00	14.9	81.7	3.4	0.2	0.2	0.3	0.4	0.6	1.3	5.3	0.4	1.9	3.3	0.9
	No.19(좌안)	16.00	56.5	40.0	3.5	0.2	0.2	1.1	2.4	4.6	9.7	10.9	2.4	4.5	25.6	1.5
	No.19(우안)	16.00	5.3	85.4	9.3	0.1	0.1	0.2	0.3	0.6	0.9	1.0	0.3	0.4	5.5	0.6
	No.20(우안)	20.00	30.5	26.2	43.3	0.0	0.0	0.0	0.3	1.6	3.6	5.2	0.3	2.1	3.2	2.0
	No.21(좌안)	24.00	8.1	81.5	10.5	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.7	1.2	0.2	0.4	2.5	0.8
	No.21(우안)	24.00	13.3	86.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.2	4.0	0.8	1.2	1.8	1.1
	No.22(좌안)	28.00	23.5	61.9	14.6	0.1	0.2	0.3	0.4	0.9	3.0	4.1	0.4	1.6	9.0	0.9
	No.22(우안)	28.00	55.4	44.5	0.1	0.9	1.1	1.8	2.2	2.7	3.4	3.9	2.2	1.1	3.2	1.3

(2) 비중시험

본 조사지점에서 채취한 하상재료에 대하여 한국공업규격(KS F 2308)에 따라 비중시험을 수행하여 그 결과를 〈표 2.6-166〉에 나타내었다.

<표 2.6-166> 30122(공주수위표)_금강 하도구간 비중시험 결과

하천	지점	위치(km)	비중	비고
금강	No.15(좌안)	0.00	2.65	시점
	No.15(우안)	0.00	2.65	
	No.16(우안)	4.00	2.64	
	No.17(좌안)	8.00	2.65	
	No.18(좌안)	12.00	2.66	
	No.18(우안)	12.00	2.66	
	No.19(좌안)	16.00	2.65	
	No.19(우안)	16.00	2.65	
	No.20(우안)	20.00	2.65	
	No.21(좌안)	24.00	2.66	
	No.21(우안)	24.00	2.63	
	No.22(좌안)	28.00	2.65	
	No.22(우안)	28.00	2.64	종점

나) 하도특성조사

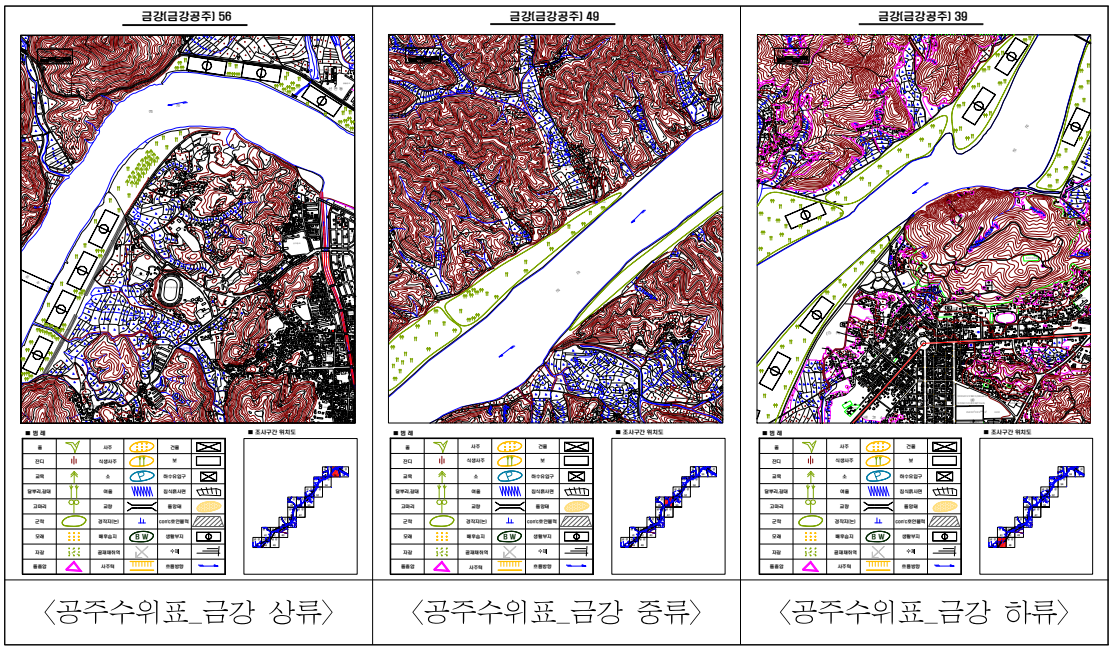
본 과업에서는 하천수변조사도(RCS)를 작성할 목적으로 30122(공주수위표)에 위치하고 있는 금강 하도구간을 대상으로 여울과 소, 사주, 수제, 저수로와 고수부지의 특성을 조사하였다. 하도특성을 조사한 결과, 상류부는 공주보가 위치해 있었고 하도와 저수로의 상류는 좌안으로 만곡하는 형상을 보였다. 또한 하도와 저수로의 하류는 직강화 형상을 나타내었다. 하류부는 백제보가 위치해 있어 여울과 소, 사주와 하중도를 찾아 볼 수 없었다.

본 과업에서는 30122(공주수위표) 하도구간에서 확보한 사진 영상을 상류, 중류, 하류부로 구분하여 〈그림 2.6-214〉에 나타내었다. 또한 본 과업에서는 현장에서 조사된 여울과 소 등과 같은 하도특성을 수치지형도(CAD)에 정해진 기호들로 표시하여 하천수변조사도(RCS)를 작성하였다. 〈그림 2.6-215〉는 30122(공주수위표) 하도구간에서 작성된 하천수변조사도(RCS)로서 하도특성이 다수의 기호들로 나타나 있다.



〈공주수위표_금강 상류〉	〈공주수위표_금강 중류〉	〈공주수위표_금강 하류〉

<그림 2.6-216> 30122(공주수위표)_금강 하도구간 전경



〈공주수위표_금강 상류〉 〈공주수위표_금강 중류〉 〈공주수위표_금강 하류〉

<그림 2.6-217> 30122(공주수위표)_금강 하도구간 RCS 지도

다) 하도 현황조사

(1) 평면 및 사행특성조사

본 과업에서는 30122(공주수위표)에 대한 평면 및 사행 특성을 파악하기 위해 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)을 수집하여 그 특성을 분석하였다. 수집된 결과는 그대로 〈표 2.6-167〉에 수록하였으나 정보가 측선구간에 대한 곡률반경이다. 본 과업에서는 수집된 결과와 위성영상자료를 토대로 사행구간에 대해 현장조사를 수행하여 그 특성을 나타낼 수 있는 사진정보를 획득하였다. 획득된 사진정보는 〈그림 2.6-216〉과 같다.

<표 2.6-167> 30122(공주수위표)_금강 하도구간 평면특성

하천	구간(No)	곡률반경(m)
금강	No.62+790~No.64+510	1,000
	No.66+470~No.68+370	2,000
	No.76+720~No.78+320	1,800
	No.82+980~No.84+300	800

〔출처〕 금강수계 하천기본계획(금강, 미호천, 갑천, 유등천)(국토해양부, 2011)



〈No. 62+790～No. 64+510〉



〈No. 66+470～No. 68+370〉



〈No. 76+720～No. 78+320〉



〈No. 82+980～No. 84+300〉

<그림 2.6-218> 30122(공주수위표)_금강 하도구간 평면특성

(2) 종·횡단특성조사

(가) 종단 특성

하천은 일반적으로 상류에서 하류로 감에 따라 그 기울기가 완만해 진다. 하천의 경사는 두 지점의 하상고 차에 대한 거리에 대한 비율로서 하천경사 혹은 하상경사로 정의된다. 하상경사는 해당 단면의 표고를 어떻게 산정하느냐에 따라 그 특성이 상이해진다. 본 과업에서는 30122(공주수위표)에 대한 하상경사의 특성을 파악하기 위해 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)을 수집하여 분석하였다. 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)에는 하상경사가 제시되어 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-168〉에 수록하였다.

<표 2.6-168> 30122(공주수위표)_금강 주요지점별 하상경사

하천	구간	최심하상경사	평균하상경사
금강	No. 52+160～No. 85+070	-	1/5,000

〔출처〕 금강수계 하천기본계획(금강, 미호천, 갑천, 유등천)(국토해양부, 2011)

(나) 하천의 횡단형

본 과업에서는 30122(공주수위표)에 대한 횡단형의 특성을 파악하기 위해 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)을 수집하여 분석하였다. 분석된 결과는 〈표 2.6-169〉와 같으며, 횡단형은 대부분 고수부지가 넓지 않은 복단면형을 보였다. 본 과업에서는 분석된 결과를 토대로 현장조사를 수행하였다.

<표 2.6-169> 30122(공주수위표)_금강 하도구간 횡단형

하천	구간	횡단형	비 고
금강	No.62+790~No.85+070	복단면	고수부지가 넓지 않은 복단면

〔출처〕 금강수계 하천기본계획(금강, 미호천, 갑천, 유등천)(국토해양부, 2011)



<No.62+790~No.86+780>

<그림 2.6-219> 30122(공주수위표)_금강 하도구간 횡단형

(3) 조도계수조사

본 과업에서는 30122(공주수위표) 하도구간에 대한 조도계수의 특성을 파악하기 위해 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)을 수집하여 분석하였다. 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)에는 조도계수의 특성이 측선별로 수록되어 있다. 조도계수는 0.027의 값을 가졌다. 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)에서는 하상재료 구성물질 및 하상상태, 자연하천에서의 일반적인 조도계수 등을 고려하여 산정하였다고 기술하고 있다. 본 과업에서는 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)을 통해 사전에 조도계수의 특성을 확인하고 현장조사를 수행하여 그 특성을 확인하였다. 〈표 2.6-170〉은 30122(공주수위표)의 하도구간에 대한 사진영상으로서, 조도계수에 미치는 요소(하상재료와 식생)들의 특성이 나타나 있다.

<표 2.6-170> 30122(공주수위표)_금강 하도구간 조도계수

구분	연도	조도계수
기수립	2011년	0.027



〈No.52+160~No.85+070〉

〔출처〕 금강수계 하천기본계획(금강, 미호천, 갑천, 유등천)(국토해양부, 2011)
조도계수 테이블, 하상상태, 하상구성재료, 과거 홍수흔적, 기존 자료 이용

(4) 도달시간조사

본 과업에서는 30122(공주수위표)에 대한 도달시간의 특성을 파악하기 위해 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)을 수집하여 분석하였다. 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)에는 도달시간의 특성이 소유역별로 수록되어 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-171〉에 수록하였다. 〈표 2.6-171〉의 도달시간은 KravenⅡ 공식으로 산정된 결과이며, 진두수위표 소유역에서 도달시간이 가장 긴 특성을 보였다.

<표 2.6-171> 30122(공주수위표)_금강 소유역별 도달시간

하천	산정지점	소유역면적(㎢)	유로연장(㎞)	도달시간(hr)
				Kraven Ⅱ
금강	진두수위표	121.84	15.33	1.86
	유구천 합류전	37.96	14.47	1.62
	정안천 합류전	75.35	15.25	1.75

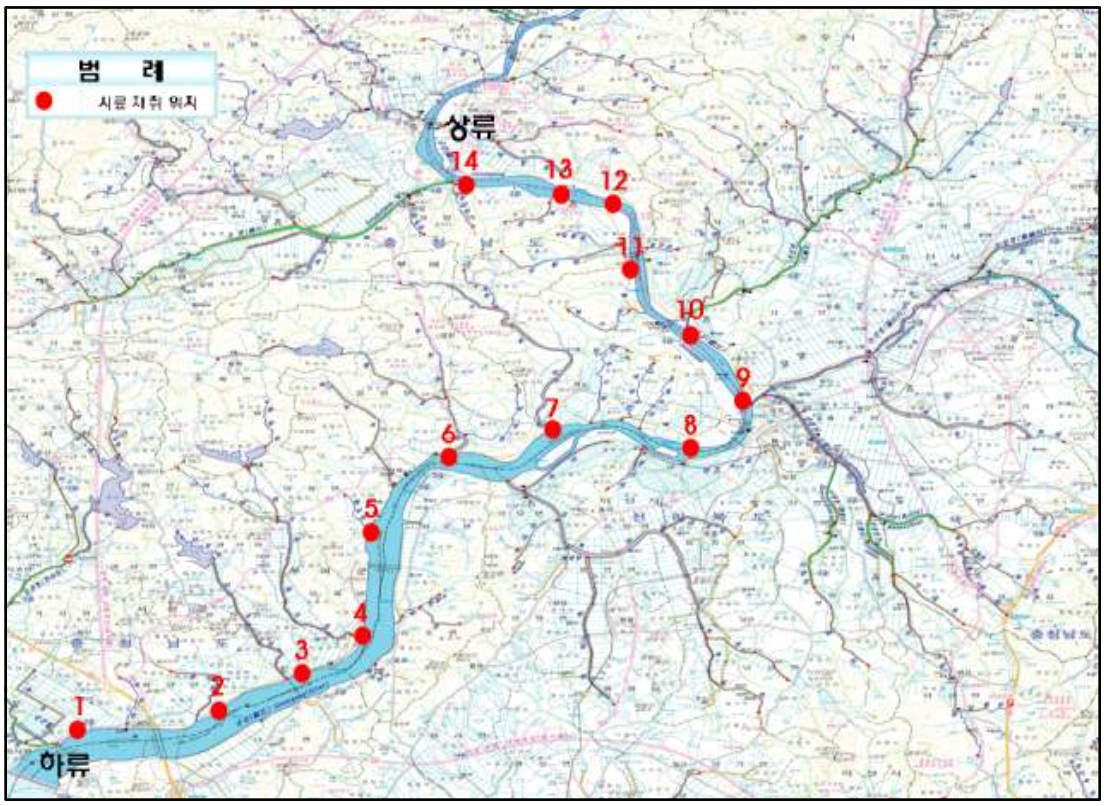
〔출처〕 금강수계 하천기본계획(금강, 미호천, 갑천, 유등천)(국토해양부, 2011)

6) 30123(규암수위표), 30140(논산천합류점) (1)

단위유역 30123(규암수위표)과 단위유역 30140(논산천합류점)은 유역면적이 919.0㎢에 이르며, 단위유역 내에 금강, 금천, 사동천, 산북천 등이 있다. 본 단위유역 내의 하천 중 금강만 유역특성조사망에 포함되어 있다. 논산천 합류점을 중심으로 상류에 30123(규암수위표) 유역이, 하류에 30140(논산천합류점) 단위유역이 위치하고 있어 동시에 현장조사를 진행하였다. 본 과업에서는 30123(규암수위표), 30140(논산천합류점)에 포함되어 있는 금강을 대상으로 53.4㎞에 이르는 하도구간에서 현장조사를 수행하였다.

가) 하상재료조사

본 과업에서는 30123(규암수위표), 30140(논산천합류점)_금강을 대상으로 〈그림 2.6-218〉과 같이 하상재료조사를 계획하였다. 그러나 하도구간 좌·우안 모두 돌망태 등으로 이루어져 있어 시료를 직접적으로 채취하지 못하였다. 따라서 입경이 굵은 자갈이나 호박돌 등으로 구성되어 있는 곳에서 표층조사를 수행하였다. 표층조사가 수행된 3개소(4개 측점)는 No.2(좌안, 우안), No.6(좌안), No.9(좌안)과 같다. 유심부 또한 대부분 수심이 깊어 도섭이 어려워 하상재료를 채취하지 못하였다.



<그림 2.6-220> 30123(규암수위표), 30140(논산천합류점)_금강 하도구간 하상재료조사 계획



〈규암수위표, 논산천합류점 시점(하류)〉 〈시점으로부터 39.0㎞(상류)〉

<그림 2.6-221> 30123(규암수위표), 30140(논산천합류점)_금강 하도구간 표층재료 전경



<그림 5.2-222> 30123(규암수위표), 30140(논산천합류점)_금강 하도구간 경관

표층조사는 선 격자 방식으로 수행하였으며, 현장에서 선 격자 점 바로 아래에 놓인 하상재료를 대상으로 장축과 중축의 길이를 직접 측정하였다. 〈표 2.6-172〉는 30123(규암수위표), 30140(논산천합류점) 하도구간 내의 표층조사 결과를 나타낸다.

<표 2.6-172> 30123(규암수위표), 30140(논산천합류점)_금강 하도구간 표층조사 결과

하천	지점	위치(km)	최소(mm)	최대(mm)	평균(mm)
금강	No.2(좌안)	4.80	95	200	155
	No.2(우안)	4.80	105	223	160
	No.6(좌안)	16.40	82	350	231
	No.9(좌안)	25.20	85	420	320

나) 하도특성조사

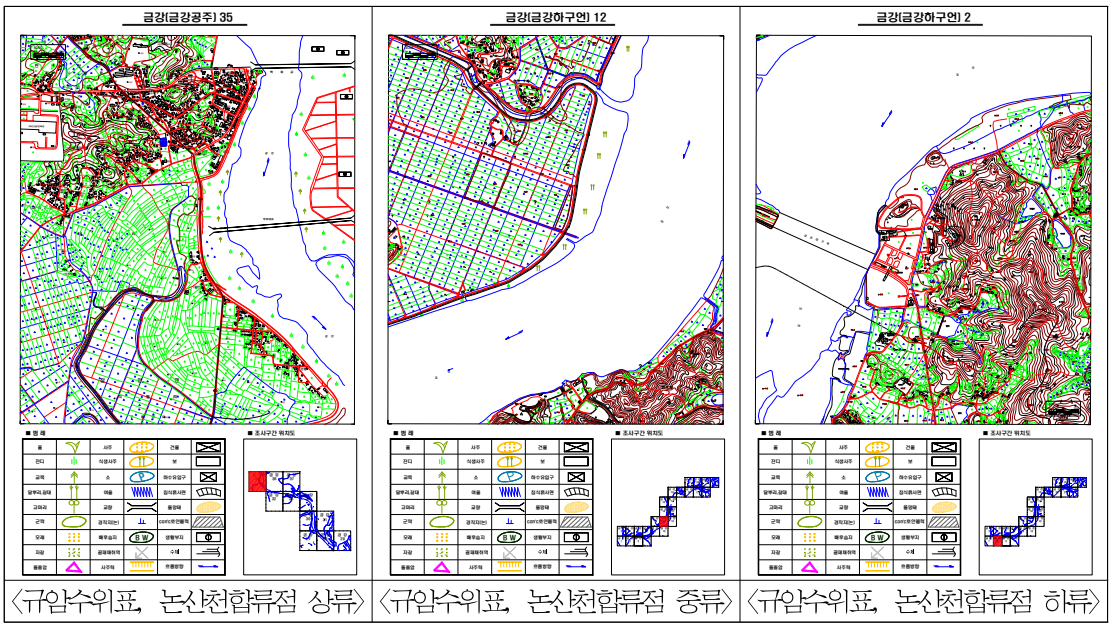
본 과업에서는 하천수변조사도(RCS)를 작성할 목적으로 30123(규암수위표), 30140(논산천합류점) 단위유역에 위치하고 있는 30123(규암수위표), 30140(논산천합류점) 하도구간을 대상으로 여울과 소, 사주, 수제, 저수로와 고수부지의 특성을 조사하였다. 하도특성을 조사한 결과, 상류부는 좌·우안으로 경작지가 형성되어 있었으며 상·하류 방향으로 사행을 보였다. 중류부는 퇴적지가 존재하였고 상·하류 방향으로 직선형태를 보였다. 하류부는 좌안으로 산지가 발달되어 있었고 하도는 비교적 직선형태를 띠었다. 하구둑 부근에는 관광지 및 공원이 형성되어 있었다.

본 과업에서는 30123(규암수위표), 30140(논산천합류점) 하도구간에서 확보한 사진 영상을 상류, 중류, 하류부로 구분하여 〈그림 2.6-221〉에 나타내었다. 또한 본 과업에서는 현장에서 조사된 여울과 소 등과 같은 하도특성을 수치지형도(CAD)에 정해진 기호들로 표시하여 하천수변조사도(RCS)를 작성하였다. 〈그림 2.6-222〉는 30123(규암수위표), 30140(논산천합류점) 하도구간에서 작성된 하천수변조사도(RCS)로서 하도특성이 다수의 기호들로 나타나 있다.



〈규암수위표, 논산천합류점 상류〉	〈규암수위표, 논산천합류점 중류〉	〈규암수위표, 논산천합류점 하류〉

<그림 2.6-223> 30123(규암수위표), 30140(논산천합류점)_금강 하도구간 전경



〈규암수위표, 논산천합류점 상류〉 〈규암수위표, 논산천합류점 중류〉 〈규암수위표, 논산천합류점 하류〉

<그림 2.6-224> 30123(규암수위표), 30140(논산천합류점)_금강 하도구간 RCS 지도

다) 하도 현황조사

(1) 평면 및 사행특성조사

본 과업에서는 30123(규암수위표), 30140(논산천합류점)에 대한 평면 및 사행 특성을 파악하기 위해 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)을 수집하여 그 특성을 분석하였다. 수집된 결과는 그대로 〈표 2.6-173〉에 수록하였으나 대부분의 정보가 측선구간에 대한 곡률반경과 사행평향을 나타내고 있다. 본 과업에서는 수집된 결과와 위성영상자료를 토대로 사행구간에 대해 현장조사를 수행하여 그 특성을 나타낼 수 있는 사진정보를 획득하였다. 획득된 사진정보는 〈그림 2.6-223〉과 같다.

<표 2.6-173> 30123(규암수위표), 30140(논산천합류점)_금강 하도구간 평면특성

하천	구간(No)	곡률반경(m)
금강	No. 11+520 ~ No. 13+970	2,000
	No. 20+580 ~ No. 22+550	1,400
	No. 23+250 ~ No. 25+330	1,500
	No. 26+600 ~ No. 29+030	2,000
	No. 30+160 ~ No. 34+490	1,600
	No. 42+540 ~ No. 45+060	2,000
	No. 48+970 ~ No. 53+760	2,300

〔출처〕 금강수계 하천기본계획(금강, 미호천, 갑천, 유등천)(국토해양부, 2011)



No. 11+520～No. 13+970



No. 20+580～No. 22+550



No. 23+250～No. 25+330



No. 26+600～No. 29+030



No. 30+160～No. 34+490



No. 42+540～No. 45+060



No. 48+970～No. 53+760

<그림 2.6-225> 30123(규암수위표), 30140(논산천합류점)_금강 평면특성 조사

(2) 종·횡단특성조사

(가) 종단 특성

하천은 일반적으로 상류에서 하류로 감에 따라 그 기울기가 완만해 진다. 하천의 경사는 두 지점의 하상고 차에 대한 거리에 대한 비율로서 하천경사 혹은 하상경사로 정의된다. 하상경사는 해당 단면의 표고를 어떻게 산정하느냐에 따라 그 특성이 상이해진다. 본 과업에서는 30123(규암수위표), 30140(논산천합류점)에 대한 하상경사의 특성을 파악하기 위해 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)을 수집하여 분석하였다. 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)에는 하상경사가 측선 구간별로 구분되어 제시되어 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-174〉에 수록하였다.

<표 2.6-174> 30123(규암수위표), 30140(논산천합류점)_금강 주요지점별 하상경사

하천	구간	평균하상경사
금강	No.0+000~No.32+920	1/10,000
	No.32+920~No.49+400	1/6,500
	No.49+400~No.52+160	1/5,000

〔출처〕 금강수계 하천기본계획(금강, 미호천, 갑천, 유등천)(국토해양부, 2011)

(나) 하천의 횡단형

본 과업에서는 30123(규암수위표), 30140(논산천합류점)에 대한 횡단형의 특성을 파악하기 위해 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)을 수집하여 분석하였다. 분석된 결과는 〈표 2.6-175〉와 같으며, 주로 단단면과 복단면형을 나타내었다. 본 과업에서는 분석된 결과를 토대로 현장조사를 수행하였다.

<표 2.6-175> 30123(규암수위표), 30140(논산천합류점)_금강 하도구간 횡단형

하천	구간	횡단형	비 고
금강	No.0+000~No.15+020	단단면	수심이 깊고 단단면 횡단형
	No.15+020~No.52+160	복단면	저수로폭이 넓고 고수부지가 있는 복단면

〔출처〕 금강수계 하천기본계획(금강, 미호천, 갑천, 유등천)(국토해양부, 2011)


〈No. 0+000～No. 15+020〉


〈No. 15+020～No. 52+160〉

<그림 2.6-226> 30123(규암수위표), 30140(논산천합류점)_금강 하도구간 횡단형

(3) 조도계수조사

본 과업에서는 30123(규암수위표), 30140(논산천합류점) 하도구간에 대한 조도계수의 특성을 파악하기 위해 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)을 수집하여 분석하였다. 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)에는 조도계수의 특성이 측선별로 수록되어 있다. 조도계수는 0.025～0.026의 범위를 나타내었다. 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)에서는 하상재료 구성물질 및 하상상태, 자연하천에서의 일반적인 조도계수 등을 고려하여 산정하였다고 기술하고 있다. 본 과업에서는 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)을 통해 사전에 조도계수의 특성을 확인하고 현장조사를 수행하여 그 특성을 확인하였다. 〈표 2.6-176〉은 30123(규암수위표), 30140(논산천합류점)의 하도구간에 대한 사진 영상으로서, 조도계수에 미치는 요소(하상재료와 식생)들의 특성이 나타나 있다.

<표 2.6-176> 30123(규암수위표), 30140(논산천합류점)_금강 하도구간 조도계수

구분	연도	조도계수	구분	연도	조도계수
기수립	2011년	0.025	기수립	2011년	0.026


〈No. 0+000～No. 33+830〉


〈No. 33+830～No. 52+160〉

〔출처〕 금강수계 하천기본계획(금강, 미호천, 갑천, 유등천)(국토해양부, 2011)
조도계수 테이블, 하상상태, 하상구성재료, 과거 홍수흔적, 기존 자료 이용

(4) 도달시간조사

본 과업에서는 30123(규암수위표), 30140(논산천합류점)에 대한 도달시간의 특성을 파악하기 위해 금강수계 하천기본계획 보고서(국토해양부, 2011)를 수집하여 분석하였다. 금강수계 하천기본계획(국토해양부, 2011)에는 도달시간의 특성이 소유역별로 수록되어 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-177〉에 수록하였다. 〈표 2.6-177〉의 도달시간은 KravenⅡ 공식으로 산정된 결과이며, 옥포수위표 소유역에서 도달시간이 가장 긴 특성을 보였다.

<표 2.6-177> 30123(규암수위표), 30140(논산천합류점)_금강 소유역별 도달시간

하천	산정지점	소유역면적(㎢)	유로연장(㎞)	도달시간(hr)
				Kraven Ⅱ
금강	길산천 합류전	5.25	1.93	0.32
	옥포 수위표	92.73	17.23	2.48
	원산천 합류전	50.18	13.56	1.85
	입포 수위표	51.07	16.75	2.04
	산북천 합류전	54.5	15.26	2.04
	강경 수위표	1.82	1.57	0.27
	논산천 합류전	7.14	4.11	0.69
	석성천 합류전	45.77	11.26	1.58
	금천 합류전	14.39	8.60	1.07

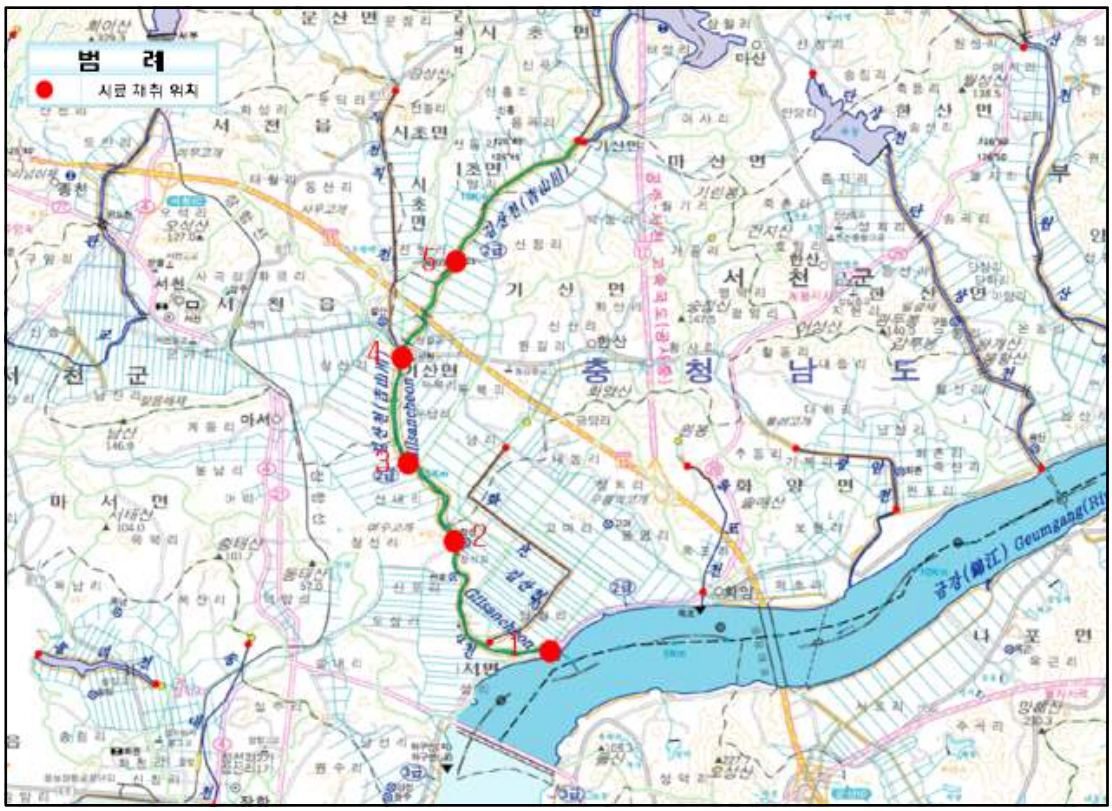
〔출처〕 금강수계 하천기본계획(금강, 미호천, 갑천, 유등천)(국토해양부, 2011)

7) 30140(논산천합류점)(2)

단위유역 30140(논산천 합류점)은 유역면적이 536.6㎢에 이르며, 단위유역 내에 금강, 산북천, 원산천, 단상천, 길산천 등 여러 하천이 위치하고 있다. 본 단위유역 내의 하천 중 금강과 길산천이 유역특성조사망에 포함되어 있다. 본 단위유역(30140)에 조사대상 하천 중 금강은 30123(규암수위표)에서 그 특성을 기술하였다. 이에 따라 길산천 하도구간에 대한 유역특성조사 결과를 기술하면 다음과 같다.

가) 하상재료조사

본 과업에서는 〈그림 2.6-225〉와 같이 하상재료조사를 계획하였다. 본 하천에서 하상재료조사가 수행 된 지점은 총 4개소이며, 표층조사는 수행하지 않고 시료를 직접 채취하였다. 시료를 직접적으로 채취한 4개 지점은 No.1(좌안, 우안), No.2(좌안, 우안), No.4(좌안, 우안), No.5(좌안, 우안)에 해당된다. 하상재료 채취는 단면의 좌·우안 및 유심부를 대상으로 수행하였으나, 수심이 깊어 도섭이 어려운 유심부 등에서는 하상재료를 채취하지 못하였다.



<그림 2.6-227> 30140(논산천합류점)_길산천 하도구간 하상재료 채취 계획

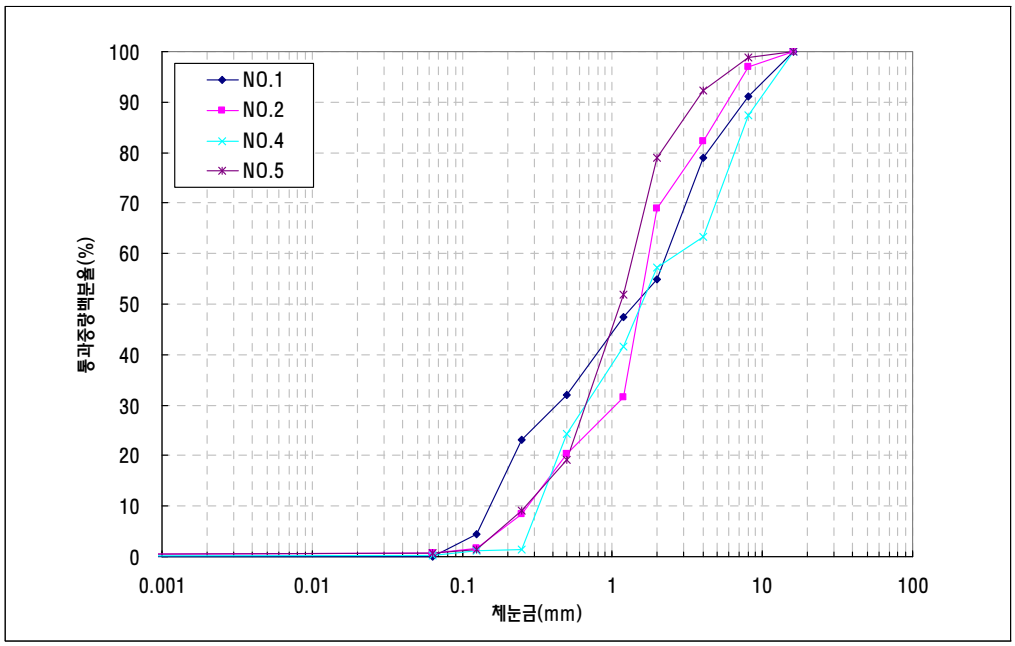


<그림 2.6-228> 30140(논산천합류점)_길산천 하도구간 경관 및 하상재료 채취 장면

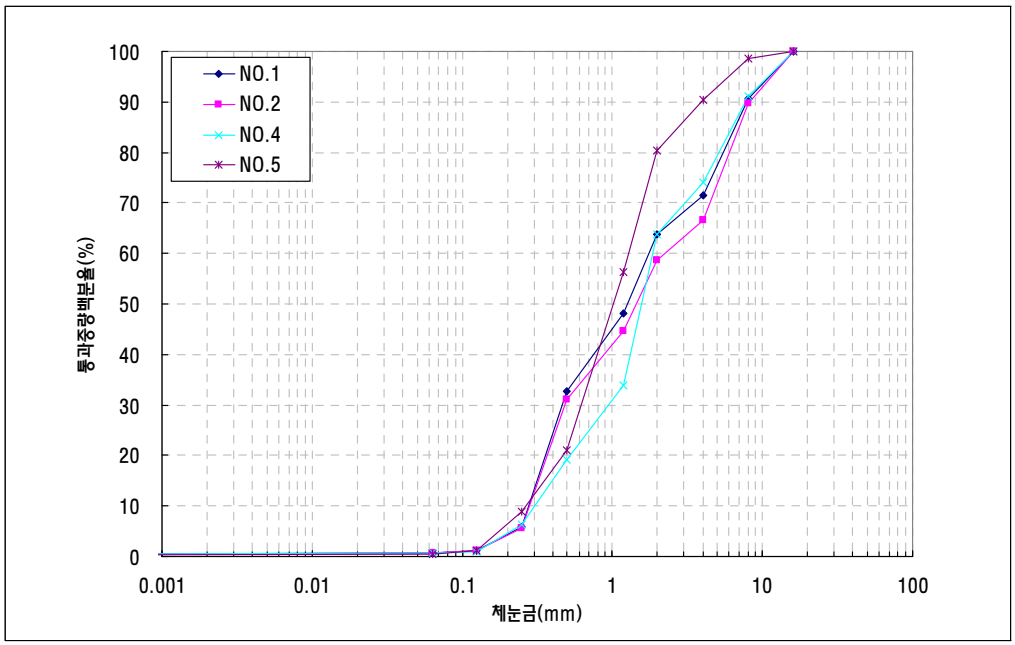
(1) 입도분석시험

본 과업에서는 현장에서 직접 채취한 시료를 시료분석실에서 한국공업규격(KS F 2502-92)에 따라 입도분포 시험을 수행하였다. 입도분석 결과는 〈그림 2.6-227〉, 〈그림 2.6-228〉, 〈표 2.6-178〉에 수록하였다. 〈표 2.6-178〉에서 알 수 있는 바와 같이 실트의 성분은 적고, 대부분 모래와 자갈의 특성을 나타내었다. 이의 특성은 〈그림 2.6-227〉, 〈그림 2.6-228〉에서도 확인할 수 있다. 〈그림 2.6-227〉, 〈그림 2.6-228〉에서 알 수 있는 바와 같이 입경 0.3㎜~10.0㎜ 구간의 기울기가 다른 구간에 비해 상당히 급하다. 입경가

적곡선에서 기울기가 급한 구간은 그 구성 성분이 차지하는 비율이 많음을 의미하기 때문에 이의 특성은 입경가적곡선을 통해서도 확인할 수 있다.



<그림 2.6-229> 30140(논산천합류점)_길산천 하도구간 하상재료 입경가적곡선(좌안)



<그림 2.6-230> 30140(논산천합류점)_길산천 하도구간 하상재료 입경가적곡선(우안)

<표 2.6-178> 30140(논산천합류점)_길산천 하도구간 하상재료 성분비 및 입도특성

하천	지점	위치 (㎞)	성분비(%)			유효경 D10 (㎜)	D16 (㎜)	D30 (㎜)	D35 (㎜)	D50 (㎜)	D65 (㎜)	D84 (㎜)	Dm (㎜)	표준편차 (㎜)	균등계수 (Cu)	곡률계수 (C_g)
			자갈	모래	실트											
길산천	No.1(좌안)	2.00	45.2	50.4	4.4	0.2	0.2	0.6	1.5	2.8	5.0	7.4	1.5	2.8	17.5	0.8
	No.1(우안)	2.00	36.3	62.5	1.2	0.3	0.3	0.5	1.3	2.1	6.4	7.9	1.3	3.1	7.2	0.5
	No.2(좌안)	4.00	31.1	67.3	1.6	0.3	0.4	1.4	1.7	1.9	4.3	5.7	1.7	2.0	6.8	3.7
	No.2(우안)	4.00	41.5	57.5	1.1	0.3	0.3	0.6	1.6	3.8	6.8	8.0	1.6	3.2	13.1	0.3
	No.4(좌안)	8.60	42.8	56.2	1.1	0.3	0.4	0.8	1.7	4.1	7.0	9.0	1.7	3.5	12.8	0.5
	No.4(우안)	8.60	36.2	63.0	0.9	0.3	0.4	1.2	1.7	2.1	6.0	7.8	1.7	2.9	6.6	2.1
	No.5(좌안)	11.40	21.1	77.5	1.4	0.3	0.4	0.8	1.1	1.7	2.5	3.3	1.1	1.1	6.1	1.3
	No.5(우안)	11.40	19.7	79.1	1.2	0.3	0.4	0.7	1.1	1.6	2.3	4.0	1.1	1.3	5.7	1.2

(2) 비중시험

본 조사지점에서 채취한 하상재료에 대하여 한국공업규격(KS F 2308)에 따라 비중시험을 수행하여 그 결과를 〈표 2.6-179〉에 나타내었다.

<표 2.6-179> 30140(논산천합류점)_길산천 하도구간 비중시험 결과

하천	지점	위치(㎞)	비중	비고
길산천	No.1(좌안)	2.00	2.67	시점
	No.1(우안)	2.00	2.68	
	No.2(좌안)	4.00	2.66	
	No.2(우안)	4.00	2.68	
	No.4(좌안)	8.60	2.67	
	No.4(우안)	8.60	2.66	
	No.5(좌안)	11.40	2.65	
	No.5(우안)	11.40	2.65	종점

나) 하도특성조사

본 과업에서는 하천수변조사도(RCS)를 작성할 목적으로 논산천 합류점 단위유역(30140)에 위치하고 있는 길산천 하도구간을 대상으로 여울과 소, 사주, 수제, 저수로와 고수부지의 특성을 조사하였다. 하도특성을 조사한 결과, 상류부는 좌·우안 모두 주로 농경지로 이용되고 있었다. 중류부도 좌·우안 모두 주로 농경지로 이용되고 있었으나 만곡부가 존재하였다. 하류부는 비교적 직선의 형태를 띠고 있었으며, 길산천의 제방은 대부분 콘크리트 블록으로 보호되고 있었다.

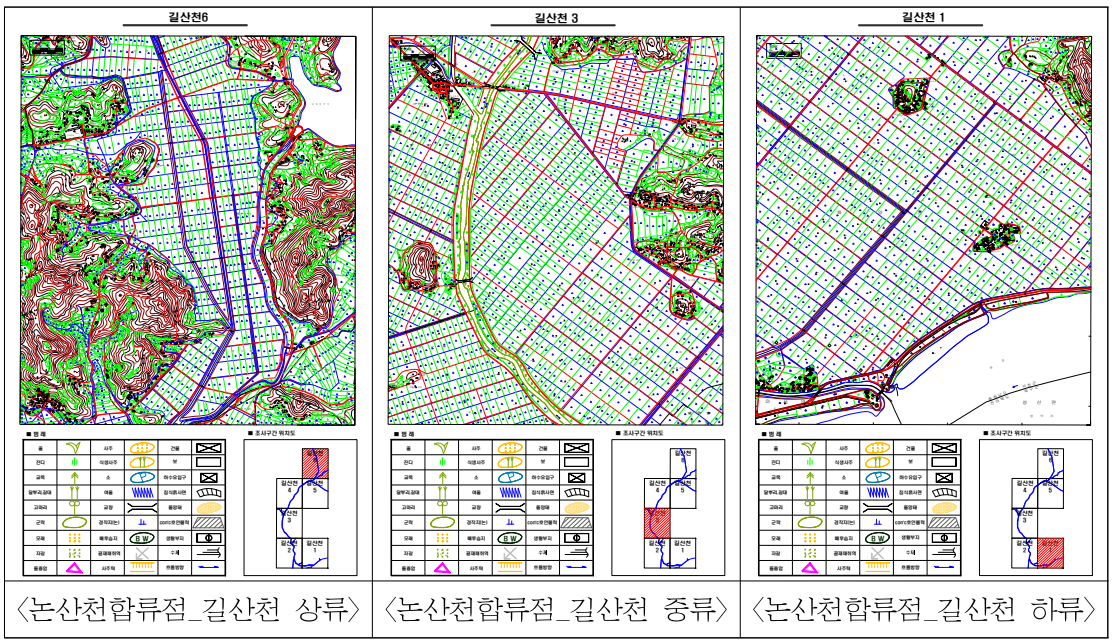
본 과업에서는 길산천 하도구간에서 확보한 사진 영상을 상류, 중류, 하류부로 구분하

여 〈그림 2.6-229〉에 나타내었다. 또한 본 과업에서는 현장에서 조사된 여울과 소 등과 같은 하도특성을 수치지형도(CAD)에 정해진 기호들로 표시하여 하천수변조사도(RCS)를 작성하였다. 〈그림 2.6-230〉은 길산천 하도구간에서 작성된 하천수변조사도(RCS)로서 하도특성이 다수의 기호들로 나타나 있다.



〈논산천합류점_길산천 상류〉	〈논산천합류점_길산천 중류〉	〈논산천합류점_길산천 하류〉

<그림 2.6-231> 30140(논산천합류점)_길산천 하도구간 전경



〈논산천합류점_길산천 상류〉	〈논산천합류점_길산천 중류〉	〈논산천합류점_길산천 하류〉

<그림 2.6-232> 30140(논산천합류점)_길산천 하도구간 RCS 지도

다) 하도 현황조사

(1) 종·횡단특성조사

하천은 일반적으로 상류에서 하류로 감에 따라 그 기울기가 완만해 진다. 하천의 경사는 두 지점의 하상고 차에 대한 거리에 대한 비율로서 하천경사 혹은 하상경사로 정의된다. 하상경사는 해당 단면의 표고를 어떻게 산정하느냐에 따라 그 특성이 상이해진다. 본 과업에서는 길산천에 대한 하상경사의 특성을 파악하기 위해 금강수계하천정비기본계획(II)(건설부, 1988)를 수집하여 분석하였다. 금강수계하천정비기본계획(II)(건설부, 1988)에는 하상경사가 측선 구간별로 구분되어 제시되어 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-180〉에 수록하였다.

<표 2.6-180> 30140(논산천합류점)_길산천 주요지점별 하상경사

하천	구간	평균하상경사
길산천	No.1+000~No.33+130	1/1,900
	No.33+130~No.57+160	1/1,700

〔출처〕 금강수계하천정비기본계획(II)(건설부, 1988)

(2) 조도계수조사

본 과업에서는 길산천 하도구간에 대한 조도계수의 특성을 파악하기 위해 금강수계하천정비기본계획(II)보고서(건설부, 1988)를 수집하여 분석하였다. 금강수계 하천정비기본계획(II)보고서(건설부, 1988)에는 조도계수의 특성이 측선별로 수록되어 있다. 조도계수는 0.025~0.030의 범위의 값을 보였다. 금강수계 하천정비기본계획(II)보고서(건설부, 1988)는 하상재료 구성물질 및 하상상태, 자연하천에서의 일반적인 조도계수 등을 고려하여 산정하였다고 기술하고 있다. 본 과업에서는 금강수계 하천정비기본계획(II)보고서(건설부, 1988)를 통해 사전에 조도계수의 특성을 확인하고 현장조사를 수행하여 그 특성을 확인하였다. 〈표 2.6-181〉은 길산천의 하도구간에 대한 사진영상으로서, 조도계수에 미치는 요소(입경이 큰 하상재료와 식생)들의 특성이 나타나 있다.

<표 2.6-181> 30140(논산천합류점)_길산천 하도구간 조도계수

구분	연도	조도계수	구분	연도	조도계수
기수립	1988년	0.025	기수립	1988년	0.027



〈No. 0+000～No. 6+000〉



〈No. 7+000～No. 17+000〉

구분	연도	조도계수	구분	연도	조도계수
기수립	1988년	0.030	기수립	1988년	0.028



〈No. 18+000～No. 36+000〉



〈No. 37+000～No. 41+000〉

구분	연도	조도계수
기수립	1988년	0.029



〈No. 41+175～No. 57+160〉

〔출처〕 금강수계하천정비기본계획(II)(건설부, 1988)
조도계수 테이블, 하상상태, 하상구성재료, 과거 홍수흔적 이용

라. 섬진강권역

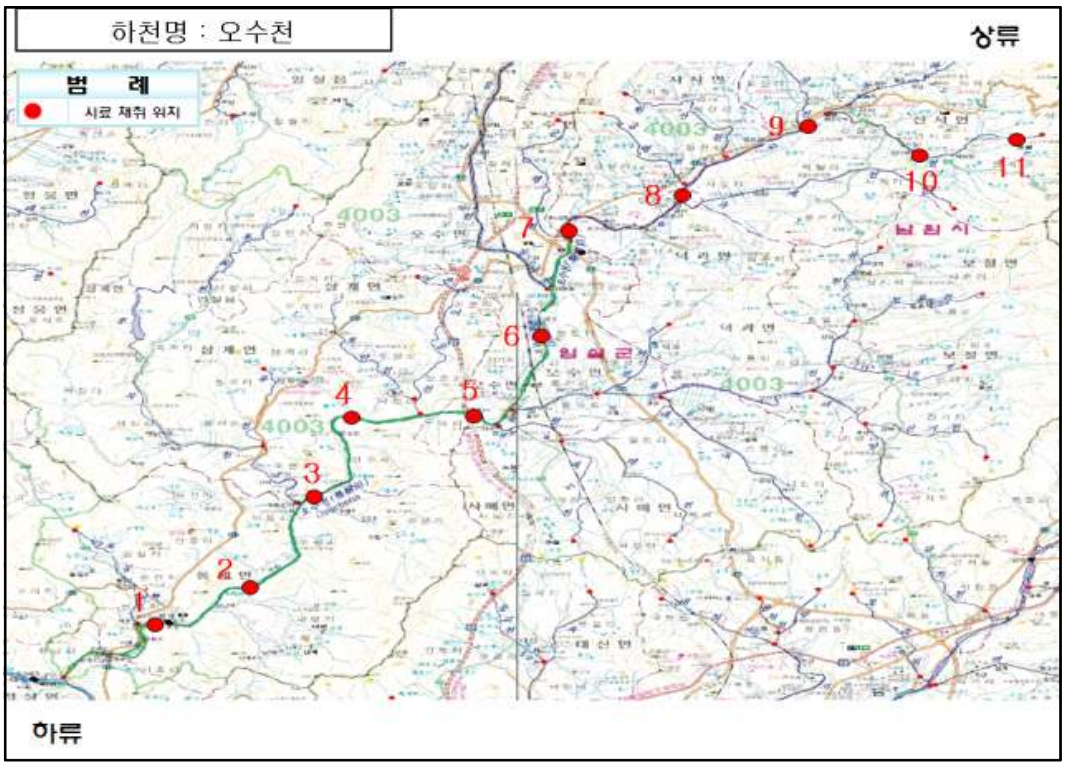
섬진강권역에서는 40030(오수천유역), 40050(요천유역), 40060(요천합류점) 3개 단위유역에 위치하고 있는 오수천, 요천, 섬진강 3개 하천(53.6㎞)을 대상으로 유역특성조사를 수행하였다. 항목별 조사 내용은 단위유역별로 그 특성을 분석하여 아래에 기술하였고, 하상재료조사의 입경가적곡선은 각 단위유역의 채취된 시료 중 대표 5개 측점만을 좌, 우안으로 구분하여 그래프로 나타내었다.

1) 40030(오수천유역)

단위유역 40030(오수천유역)은 유역면적이 368.9㎢에 이르며, 유역의 북쪽과 서쪽은 섬진강 본류 유역인 섬진강댐 유역과 접경을 이루고 있고 남쪽과 동쪽은 섬진강 수계내의 직할하천인 요천 유역과 접해 있다. 단위유역 내의 하천 중 오수천만 유역특성조사망에 포함되어 있어 대상하천인 오수천 21.7㎞에 이르는 하도구간에서 현장조사를 수행하였다.

가) 하상재료조사

본 과업에서는 오수천을 대상으로 〈그림 2.6-231〉과 같이 하상재료조사를 계획하였다. 본 하천에서 하상재료조사가 수행 된 지점은 총 6개소(11개 측점)이며, 표층조사 수행 없이 모두 시료를 직접 채취하였다. 하상재료 채취는 단면의 좌·우안 및 유심부를 대상으로 수행하려 하였으나, 수심이 깊어 도섭이 어려운 유심부 등에서 하상재료를 채취하지 못하였다.



<그림 2.6-233> 40030(오수천유역) 하도구간 하상재료조사 계획



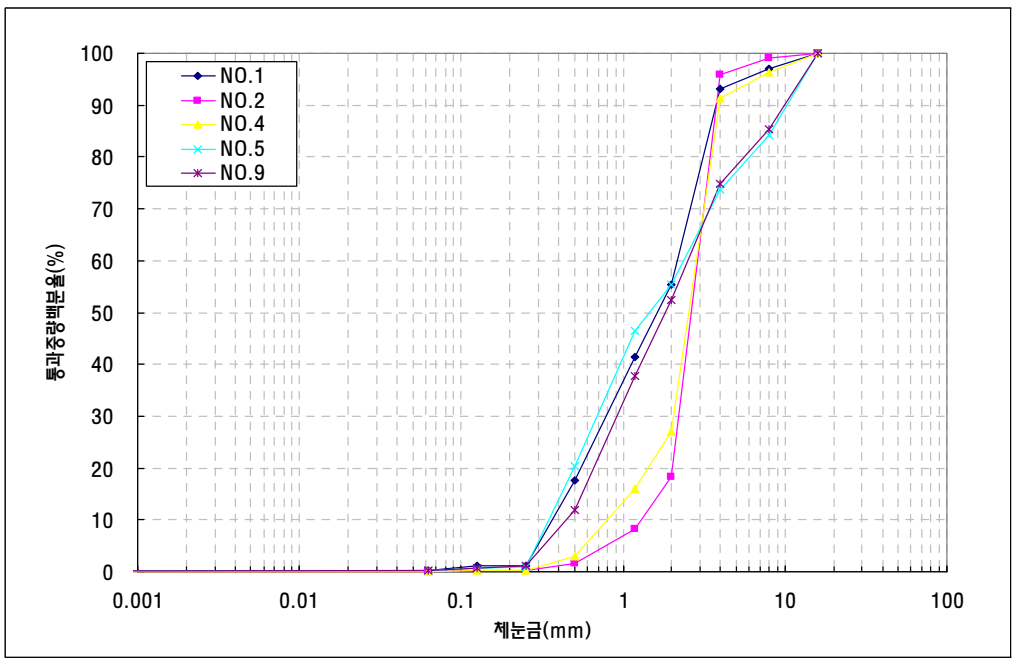


<그림 2.6-234> 40030(오수천유역) 하도구간 경관 및 하상재료 채취 장면

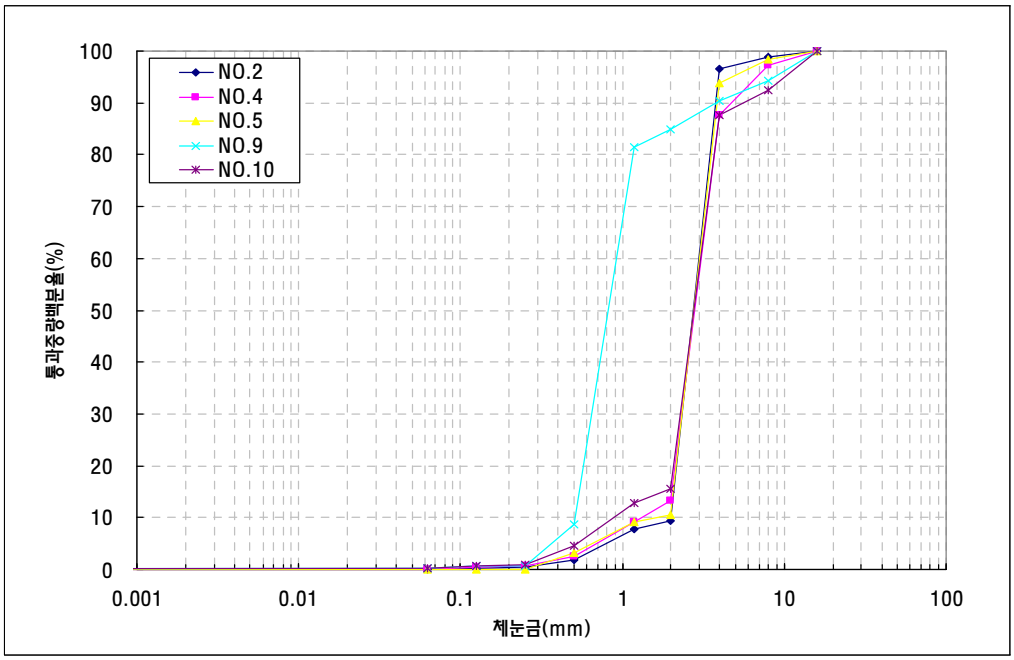
(1) 입도분석시험

본 과업에서는 현장에서 직접 채취한 시료를 시료분석실에서 한국공업규격(KS F 2502-92)에 따라 입도분포 시험을 수행하였다. 입도분석 결과는 〈그림 2.6-233〉, 〈그림 2.6-234〉, 〈표 2.6-182〉에 수록하였다. 하상토의 평균 성분비를 살펴보면 자갈 65.4%, 모래 34.0%, 실트 0.6%로 자갈이 가장 크게 나타났다.

〈그림 2.6-233〉, 〈그림 2.6-234〉에서 보듯이 전형적으로 혼합사로 구성된 자갈하천이며 우안이 좌안보다 하상토의 입경이 크고 입도가 상대적으로 균일하였다. 아래 그림에서 보듯이 좌안의 No.2, No.4는 1㎜ 이상 크기에서 기울기가 급해지는 것으로 보아 자갈 함유가 더욱 큰 것으로 보인다. 이 지점들의 평균입경은 각각 2.7㎜, 2.5㎜이고 표준편차는 0.9m, 1.2㎜의 특성을 보였다.



<그림 2.6-235> 40030(오수천유역) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(좌안)



<그림 2.6-236> 40030(오수천유역) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(우안)

<표 2.6-182> 40030(오수천유역) 하도구간 하상재료 성분비 및 입도특성

하천	지점	위치 (km)	성분비(%)			유효경 D10 (㎜)	D16 (㎜)	D30 (㎜)	D35 (㎜)	D50 (㎜)	D65 (㎜)	D84 (㎜)	Dm (㎜)	표준편차 (㎜)	균등계수 (Cu)	곡률계수 (C_g)
			자갈	모래	실트											
오수천	No.1(좌안)	3.1	44.6	54.2	1.2	0.4	0.5	0.9	1.8	2.3	3.1	3.6	1.8	1.3	6.2	1.0
	No.2(좌안)	6.0	81.7	18.1	0.2	1.4	1.9	2.3	2.7	3.0	3.6	3.8	2.7	0.9	2.1	1.3
	No.2(우안)	6.0	90.5	9.1	0.3	2.0	2.2	2.4	2.7	3.0	3.7	3.9	2.7	0.7	1.5	1.0
	No.4(좌안)	12.5	73.0	26.7	0.2	0.8	1.2	2.1	2.5	3.0	3.6	4.0	2.5	1.2	3.8	1.8
	No.4(우안)	12.5	86.8	12.7	0.5	1.8	2.1	2.4	2.8	3.2	3.8	4.3	2.8	0.9	1.8	1.0
	No.5(좌안)	15.6	44.7	54.6	0.8	0.4	0.4	0.8	1.5	2.9	8.0	10.3	1.5	4.0	7.8	0.6
	No.5(우안)	15.6	89.6	10.4	0.1	1.2	2.1	2.5	2.8	3.1	3.6	3.9	2.8	0.9	2.6	1.7
	No.9(좌안)	28.7	47.6	51.6	0.8	0.5	0.6	1.1	1.9	2.9	7.4	10.0	1.9	3.7	6.3	0.9
	No.9(우안)	28.7	15.0	84.4	0.6	0.5	0.6	0.7	0.8	0.8	1.3	4.0	0.8	1.2	1.7	1.2
	No.10(좌안)	31.7	60.9	37.6	1.4	0.4	0.6	0.9	2.0	2.8	3.7	4.2	2.0	1.5	6.7	0.7
	No.10(우안)	31.7	84.6	14.7	0.7	0.9	2.0	2.4	2.7	3.1	3.9	4.3	2.7	1.2	3.4	2.1

(2) 비중시험

본 조사지점에서 채취한 하상재료에 대하여 한국공업규격(KS F 2308)에 따라 비중시험을 수행하여 그 결과를 〈표 2.6-183〉에 나타내었다.

<표 2.6-183> 40030(오수천유역) 비중시험 결과

하천	지점	위치(㎞)	비중
오수천	No.1(좌안)	3.1	2.65
	No.2(좌안)	6.0	2.65
	No.2(우안)	6.0	2.64
	No.4(좌안)	12.5	2.66
	No.4(우안)	12.5	2.68
	No.5(좌안)	15.6	2.66
	No.5(우안)	15.6	2.65
	No.9(좌안)	28.7	2.66
	No.9(우안)	28.7	2.65
	No.10(좌안)	31.7	2.65
	No.10(우안)	31.7	2.65

나) 하도특성조사

본 과업에서는 하천수변조사도(RCS)를 작성할 목적으로 오수천 단위유역(40030)에 위치하고 있는 오수천 하도구간을 대상으로 여울과 소, 사주, 수제, 저수로와 고수부지의 특성을 조사하였다. 본 과업에서는 오수천 하도구간에서 확보한 사진 영상을 상류, 중류, 하류부로 구분하여 〈그림 2.6-235〉에 나타내었다.

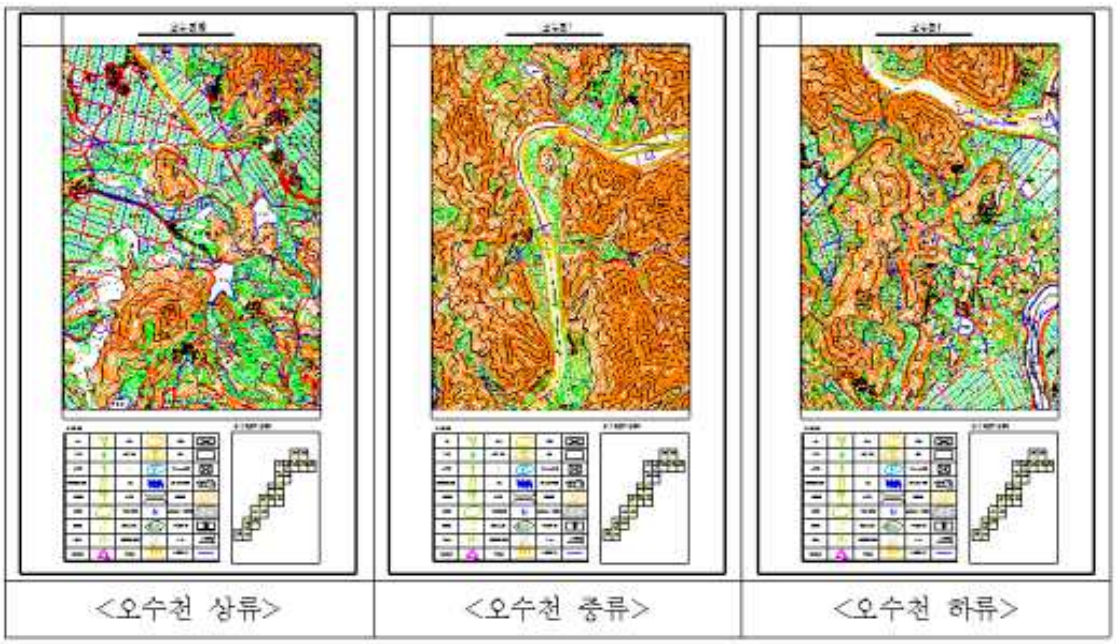
상류부는 자연하천으로 여울 및 소가 빈번하였고 하중도가 존재하였다. 하도는 상·하류 방향에서 만곡 특성을 보였다. 제방은 흙쌓기 호안보호공이 위치해 있었고 식생이 활발하였다. 중류부는 여울이 빈번하였고 하중도와 사주가 존재하였다. 또한 상·하류 방향에서 만곡된 특성을 보였다. 고수와 저수로는 식생 호안으로 보호되고 있었다. 좌·우안 대부분 산지와 논경지로 되어 있었고 우안은 포장도로가 형성되어 있었다. 하류부도 마찬가지로 여울과 하중도, 사주가 존재하였다. 고수와 저수로는 식생 호안으로 보호되고 있었다.

본 과업에서는 현장에서 조사된 여울과 소 등과 같은 하도특성을 수치지형도(CAD)에 정해진 기호들로 표시하여 하천수변조사도(RCS)를 작성하였다. 〈그림 2.6-236〉은 오수천 하도구간에서 작성된 하천수변조사도(RCS)로서 하도특성이 다수의 기호들로 나타나 있다.



〈오수천유역 상류〉 〈오수천유역 중류〉 〈오수천유역 하류〉

<그림 2.6-237> 40030(오수천유역) 하도구간 전경



<오수천 상류> <오수천 중류> <오수천 하류>

<그림 2.6-238> 40030(오수천유역) 하도구간 RCS 지도

다) 하도 현황조사

(1) 평면 및 사행특성조사

본 과업에서는 오수천에 대한 평면 및 사행 특성을 파악하기 위해 오수천 하천정비기본계획 보고서(전라북도, 1987)를 수집하여 그 특성을 분석하였다. 본 과업에서는 수집된 결과와 위성영상자료를 토대로 사행구간에 대해 현장조사를 수행하여 그 특성을 나타낼 수 있는 사진정보를 획득하였다. 획득된 사진정보는 〈그림 2.6-237〉과 같다.

<표 2.6-184> 40030(오수천유역) 하도구간 평면특성

하천명	주요지점명	유역면적 (㎢)	유로연장 (㎞)	유역 평균폭 A / L(㎞)	형상계수 A / L2	비고
오수천	감남들보 직상	9.64	4.42	2.18	0.49	
	동화천 합류전	13.19	7.17	1.84	0.26	
	동화천 합류후	29.55	7.17	4.12	0.57	
	두계천 합류전	50.92	11.34	4.49	0.40	
	두계천 합류후	62.20	11.34	5.49	0.48	
	둔남천 합류전	79.68	16.25	4.90	0.30	
	둔남천 합류후	153.71	23.97	6.41	0.27	
	율천 합류전	160.85	27.86	5.77	0.21	
	율천 합류후	233.46	27.95	8.35	0.30	
	후곡천 합류전	290.76	35.19	8.26	0.23	
	후곡천 합류후	333.96	35.22	9.48	0.27	
	오수천 하구	368.94	43.80	8.42	0.19	

〔출처〕 오수천 하천정비기본계획(전라북도, 1987)



〈감남들보 직상류〉



〈동화천 합류전〉



〈동화천 합류후〉



〈두계천 합류전〉



〈두계천 합류후〉



〈둔남천 합류전〉



〈둔남천 합류후〉



〈율천 합류전〉

<그림 2.6-239> 40030(오수천유역) 하도구간 평면특성



〈율천 합류후〉



〈후곡천 합류전〉



〈후곡천 합류후〉



〈오수천 하구〉

<그림 2.6-237> 40030(오수천유역) 하도구간 평면특성(계속)

(2) 종·횡단특성조사

(가) 종단 특성

오수천 하천정비기본계획 보고서(전라북도, 1987)에는 하상경사가 측선 구간별로 구분되어 제시되어 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-185〉에 수록하였다.

<표 2.6-185> 40030(오수천유역) 주요지점별 하상경사

하천	구간	하상경사
오수천	오수천 하구~설탄보 지점(No. 0+000~No. 36+000)	1/450
	설탄보 지점~율천 합류부(No. 36+000~No. 77+000)	1/740
	율천 합류부~둔남천 합류부(No. 77+000~No. 97+205)	1/560
	둔남천 합류부~두계천 합류부(No. 97+205~No. 122+170)	1/500
	두계천 합류부~동화천 합류부(No. 122+170~No. 142+000)	1/260
	동화천 합류부~감남들보직상(No. 142+000~No. 156+000)	1/90
	감남들보직상~과업종점(No. 156+000~No. 156+040)	1/60

〔출처〕 오수천 하천정비기본계획(전라북도, 1987)

(3) 조도계수조사

본 과업에서는 오수천 하도구간에 대한 조도계수의 특성을 파악하기 위해 오수천 하천정비기본계획 보고서(전라북도, 1987)를 수집하여 분석하였다. 오수천 하천정비기본계획 보고서(전라북도, 1987)에는 조도계수의 특성이 측선별로 수록되어 있다. 오수천 하천정비기본계획 보고서(전라북도, 1987)에서도 하상재료 구성물질 및 하상상태, 자연하천에서의 일반적인 조도계수 등을 고려하여 산정하였다고 기술하고 있다. 본 과업에서는 오수천 하천정비기본계획 보고서(전라북도, 1987)를 통해 사전에 조도계수의 특성을 확인하고 현장조사를 수행하여 그 특성을 확인하였다. 〈표 2.6-186〉은 오수천의 하도구간에 대한 조도계수와 사진영상으로서, 조도계수에 미치는 요소(하상재료와 식생)들의 특성이 나타나 있다.

<표 2.6-186> 40030(오수천유역) 하도구간 조도계수

구분	연도	조도계수	구분	연도	조도계수
기수립	1987년	0.030	기수립	1987년	0.030
					
〈No. 0+000 ~ No. 0+080〉			〈No. 0+080 ~ No. 6+090〉		
구분	연도	조도계수	구분	연도	조도계수
기수립	1987년	0.031	기수립	1987년	0.030
					
〈No. 6+090 ~ No. 35+140〉			〈No. 35+140 ~ No. 42+050〉		

〔출처〕 오수천 하천정비기본계획(전라북도, 1987), 하도상황 및 하상재료에 의한 추정

<표 2.6-186> 40030(오수천유역) 하도구간 조도계수(계속)

구분	연도	조도계수	구분	연도	조도계수
기수립	1987년	0.030	기수립	1987년	0.029
					
〈No.42+050~No.77+220〉			〈No.77+220~No.97+100〉		
구분	연도	조도계수	구분	연도	조도계수
기수립	1987년	0.031	기수립	1987년	0.028
					
〈No.97+100~No.113+000〉			〈No.113+000~No.120+000〉		

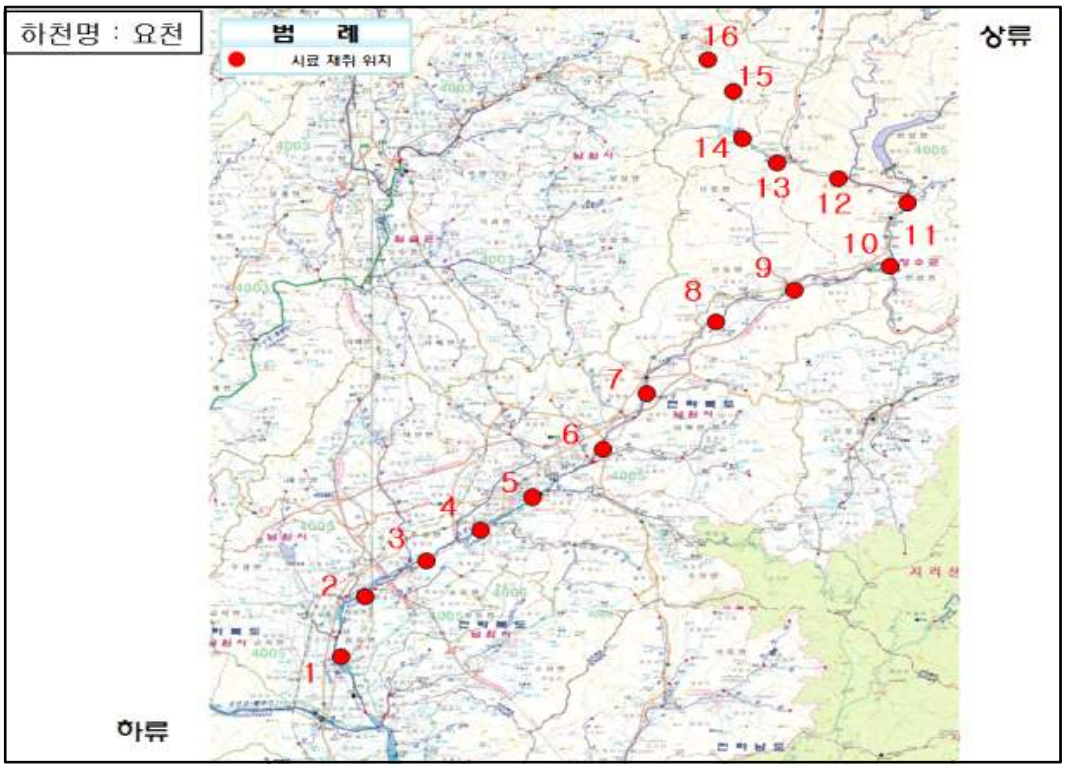
〔출처〕 오수천 하천정비기본계획(전라북도, 1987), 하도상황 및 하상재료에 의한 추정

2) 40050(요천유역)

단위유역 40050(요천유역)은 유역면적이 485.70㎢에 이르며, 북쪽으로 금강유역, 남서쪽은 섬진강유역, 동쪽은 낙동강유역과 접하고 있다. 본 단위유역 내의 하천 중 요천만 유역특성조사망에 포함되어 있다. 본 과업에서는 요천을 대상으로 전북 장수군 장수읍 대성리부터 섬진강합류점까지의 구간 51.2㎞에 이르는 하도구간에서 현장조사를 수행하였다.

가) 하상재료조사

본 과업에서는 요천을 대상으로 〈그림 2.6-238〉와 같이 하상재료조사를 계획하였다. 본 하천에서 하상재료조사가 수행된 지점은 총 6개소(7개 측점)이며, 표층조사 수행 없이 모두 시료를 직접 채취하였다. 하상재료 채취는 단면의 좌·우안 및 유심부를 대상으로 수행하려 하였으나, 수심이 깊어 도섭이 어려운 유심부 등에서 하상재료를 채취하지 못하였다.



<그림 2.6-240> 40050(요천유역) 하도구간 하상재료조사 계획



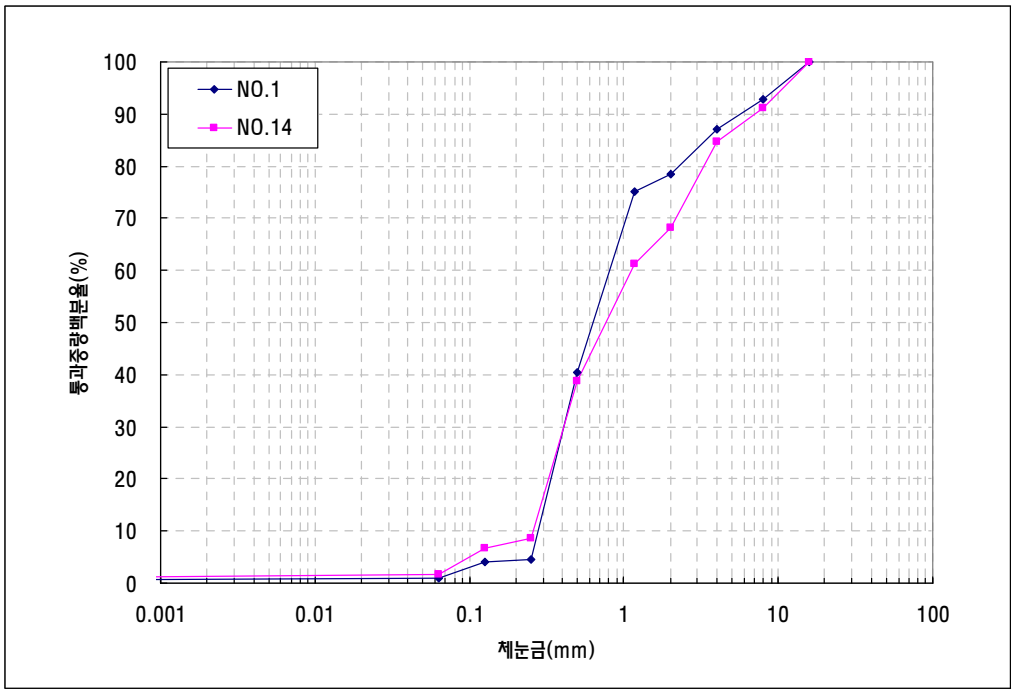
<그림 2.6-241> 40050(요천유역) 하도구간 경관 및 하상재료 채취 장면

(1) 입도분석시험

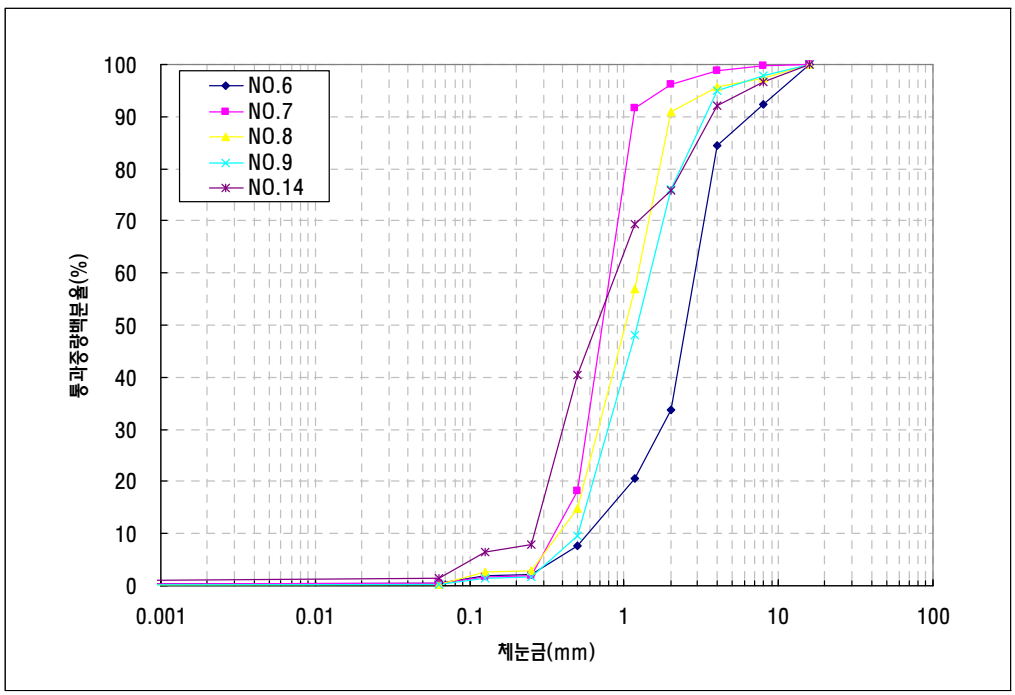
본 과업에서는 현장에서 직접 채취한 시료를 시료분석실에서 한국공업규격(KS F 2502-92)에 따라 입도분포 시험을 수행하였다. 입도분석 결과는 〈그림 2.6-240〉, 〈그림 2.6-241〉, 〈표 2.6-187〉에 수록하였다. 하상토의 평균 성분비를 살펴보면 자갈 25.8%, 모래 70.6%, 실트 3.5%로 모래가 가장 크게 나타났다.

〈그림 2.6-240〉, 〈그림 2.6-241〉에서 알 수 있는 바와 같이 입경 0.3㎜~10.0㎜ 구간의 기울기가 상당히 급하다. 입경가적곡선에서 기울기가 급한 구간은 그 구성 성분이 차지하

는 비율이 많음을 의미하기 때문에 이의 특성은 입경가적곡선을 통해서도 확인할 수 있다.



<그림 2.6-242> 40050(요천유역) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(좌안)



<그림 2.6-243> 40050(요천유역) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(우안)

<표 2.6-187> 40050(요천유역) 하도구간 하상재료 성분비 및 입도특성

하천	지점	위치 (km)	성분비(%)			유효경 D10 (mm)	D16 (mm)	D30 (mm)	D35 (mm)	D50 (mm)	D65 (mm)	D84 (mm)	Dm (mm)	표준편차 (mm)	균등계수 (Cu)	곡률계수 (C_g)
			자갈	모래	실트											
요천	No.1(좌안)	3.5	21.6	74.2	4.2	0.3	0.3	0.5	0.6	0.9	3.0	5.7	0.6	2.0	3.1	0.9
	No.6(우안)	20.5	66.2	31.9	1.8	0.6	0.9	2.0	2.5	3.0	4.0	6.6	2.5	2.0	4.9	2.2
	No.7(우안)	23.9	3.8	94.5	1.7	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.1	1.3	0.7	0.3	2.1	1.1
	No.8(우안)	27.3	9.2	88.3	2.5	0.4	0.5	0.8	1.1	1.4	1.7	2.0	1.1	0.6	3.5	1.1
	No.9(우안)	30.3	24.0	74.7	1.3	0.5	0.6	0.9	1.3	1.7	2.5	3.1	1.3	1.0	3.4	1.0
	No.14(좌안)	44.8	31.9	61.3	6.8	0.3	0.3	0.5	0.7	1.7	3.9	7.0	0.7	2.5	6.3	0.5
	No.14(우안)	44.8	24.1	69.5	6.4	0.3	0.3	0.5	0.6	1.0	2.8	3.7	0.6	1.4	3.6	0.7

(2) 비중시험

본 조사지점에서 채취한 하상재료에 대하여 한국공업규격(KS F 2308)에 따라 비중시험을 수행하여 그 결과를 〈표 2.6-188〉에 나타내었다.

<표 2.6-188> 40050(요천유역) 비중시험 결과

하천	지점	위치(km)	비중
요천	No.1(좌안)	3.5	2.65
	No.6(우안)	20.5	2.65
	No.7(우안)	23.9	2.66
	No.8(우안)	27.3	2.65
	No.9(우안)	30.3	2.64
	No.14(좌안)	44.8	2.66
	No.14(우안)	44.8	2.65

나) 하도특성조사

본 과업에서는 하천수변조사도(RCS)를 작성할 목적으로 요천 단위유역(40050)에 위치하고 있는 요천 하도구간을 대상으로 여울과 소, 사주, 수제, 저수로와 고수부지의 특성을 조사하였다. 본 과업에서는 요천 하도구간에서 확보한 사진 영상을 상류, 중류, 하류부로 구분하여 〈그림 2.6-242〉에 나타내었다. 상류부는 큰 암석들로 이루어져 있었고 여울 및 소가 빈번하였다. 또한 하중도 역시 존재하였다. 하도는 상·하류 방향 모두 가볍게 휜 사행을 보였다. 하천 단면형은 단단면과 복단면이 반복되는 특성을 보였다. 중류부는 여울이 빈번하였고, 하중도와 사주가 존재하였다. 상·하류 방향 모두 가볍게 휜 형상을 보였다. 좌안은 대부분 산지로 되어 있었으며 우안은 택지지구가 발달되어 있었다. 하류

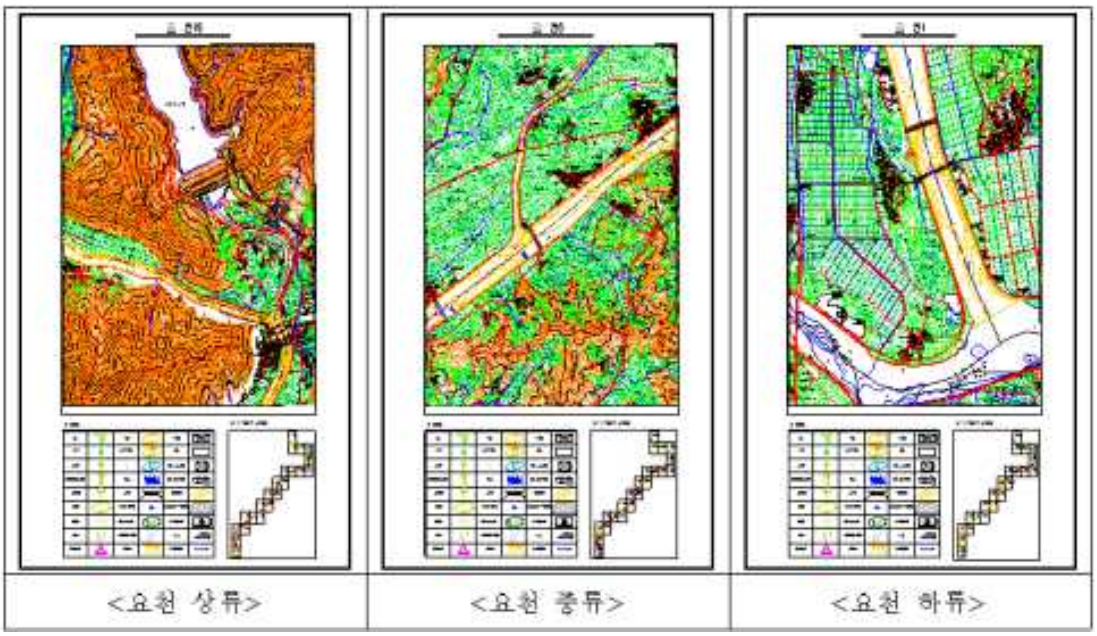
부는 비교적 직선의 형태를 띠었으며 약간의 만곡 구간도 존재하였다. 좌안은 대부분 산지로 구성되어 있었으며 우안은 포장도로가 위치하였다. 하천 단면형은 단단면과 복단면이 반복되는 특성을 보였다.

본 과업에서는 현장에서 조사된 여울과 소 등과 같은 하도특성을 수치지형도(CAD)에 정해진 기호들로 표시하여 하천수변조사도(RCS)를 작성하였다. 〈그림 2.6-243〉은 요천 하도구간에서 작성된 하천수변조사도(RCS)로서 하도특성이 다수의 기호들로 나타나 있다.



〈요천유역 상류〉	〈요천유역 중류〉	〈요천유역 하류〉

<그림 2.6-244> 40050(요천유역) 하도구간 전경



<요천 상류>	<요천 중류>	<요천 하류>

<그림 2.6-245> 40050(요천유역) 하도구간 RCS 지도

다) 하도 현황조사

(1) 평면 및 사행특성조사

본 과업에서는 요천에 대한 평면 및 사행 특성을 파악하기 위해 요천 하천정비기본계획 보고서(전라북도, 1991)를 수집하여 그대로 〈표 2.6-189〉에 수록하였다.

본 과업에서는 수집된 결과와 위성영상자료를 토대로 평면특성에 대해 현장조사를 수행하여 그 특성을 나타낼 수 있는 사진정보를 획득하였다. 획득된 사진정보는 〈그림 2.6-244〉와 같다.

<표 2.6-189> 40050(요천유역) 하도구간 평면특성

하천명	주요지점명	유역면적 (㎢)	유로연장 (㎞)	유역 평균폭 A / L(㎞)	형상계수 A / L^2
요천	국포신교 지점	28.63	10.10	2.83	0.28
	용림천 합류전	43.43	12.68	3.43	0.27
	백운천 합류전	79.63	15.00	5.31	0.35
	원촌교 지점	141.50	25.41	5.57	0.22
	대상천 합류전	172.28	29.48	5.84	0.20
	식련보 지점	198.60	32.60	6.09	0.19
	이백교 지점	219.88	37.00	5.94	0.16

〔출처〕 요천 하천정비기본계획(전라북도, 1991)



〈국포신교 지점〉



〈용림천 합류전〉

<그림 2.6-246> 40050(요천유역) 하도구간 평면특성



〈백운천 합류전〉



〈원촌교 지점〉



〈대상천 합류전〉



〈식련보 지점〉



〈이백교 지점〉

<그림 2.6-244> 40050(요천유역) 하도구간 평면특성(계속)

(2) 종·횡단특성조사

(가) 종단 특성

하천은 일반적으로 상류에서 하류로 감에 따라 그 기울기가 완만해 진다. 하천의 경사는 두 지점의 하상고 차에 대한 거리에 대한 비율로서 하천경사 혹은 하상경사로 정의된다. 하상경사는 해당 단면의 표고를 어떻게 산정하느냐에 따라 그 특성이 상이해진다. 해당 단면에서 가장 낮은 지점의 표고(최심하상고)를 연결하여 경사를 산정하면 최심하상경사가 되고, 해당 단면의 여러 표고들에 대한 평균을 연결하면 평균하상경사가 된다. 본 과업에서는 요천에 대한 하상경사의 특성을 파악하기 위해 요천 하천정비기본계획 보고서

(전라북도, 1991)를 수집하여 분석하였다. 요천 하천정비기본계획 보고서(전라북도, 1991)에는 하상경사가 측선 구간별로 구분되어 제시되어 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-190〉에 수록하였다.

<표 2.6-190> 40050(요천유역) 주요지점별 하상경사

하천	구간	하상경사
요천	요천 하구~대기교 지점(No.0+000~No.34+170)	1/150
	대기교 지점~요천1교 지점(No.34+170~No.56+116)	1/130
	요천1교 지점~죽산교 지점(No.56+116~No.88+031)	1/100
	죽산교 지점~개안보 지점(No.88+031~No.103+053)	1/70
	개안보 지점~과업종점(No.103+053~No.114+030)	1/30

〔출처〕 요천 하천정비기본계획(전라북도, 1991)

(3) 조도계수조사

본 과업에서는 요천 하도구간에 대한 조도계수의 특성을 파악하기 위해 요천 하천정비기본계획 보고서(전라북도, 1991)를 수집하여 분석하였다. 요천 하천정비기본계획 보고서(전라북도, 1991)에는 조도계수의 특성이 측선별로 수록되어 있다. 조도계수는 0.035~0.037의 범위의 특성을 나타내었다. 요천 하천정비기본계획 보고서(전라북도, 1991)에서는 하상재료 구성물질 및 하상상태, 자연하천에서의 일반적인 조도계수 등을 고려하여 산정하였다고 기술하고 있다. 본 과업에서는 요천 하천정비기본계획 보고서(전라북도, 1991)를 통해 사전에 조도계수의 특성을 확인하고 현장조사를 수행하여 그 특성을 확인하였다. 〈표 2.6-191〉은 요천 하도구간에 대한 사진영상으로서, 조도계수에 미치는 요소(하상재료와 식생)들의 특성이 나타나 있다.

<표 2.6-191> 40050(요천유역) 하도구간 조도계수

구분	연도	조도계수	구분	연도	조도계수
기수립	1991년	0.035	기수립	1991년	0.037
					
〈No.0+000~No.87+000〉			〈No.88+000~No.113+000〉		

〔출처〕 요천 하천정비기본계획(전라북도, 1991), 하도상황 및 하상재료에 의한 추정

3) 40060(요천합류점)

단위유역 40060(요천합류점)은 유역면적이 183.24㎢에 이르며, 단위유역 내에 섬진강, 송정천, 두가천, 칠곡천 등의 다수의 지방하천이 위치하고 있다. 본 단위유역 내의 하천 중 섬진강만 유역특성조사망에 포함된다. 이에 따라 본 과업에서는 단위유역 내의 섬진강을 대상으로 약 14.0㎞에 이르는 하도구간에서 현장조사를 수행하였다.

가) 하상재료조사

본 과업에서는 40060(요천합류점) 단위유역내 섬진강을 대상으로 약 2.5㎞ 간격으로 하상재료조사를 계획하였다. 본 하천에서 하상재료조사가 수행된 지점은 총 5개소(10개 측점)이며, 표층조사 수행 없이 모두 시료를 직접 채취하였다. 하상재료 채취는 단면의 좌·우안 및 유심부를 대상으로 수행하려 하였으나, 수심이 깊어 도섭이 어려운 유심부 등에서 하상재료를 채취하지 못하였다.



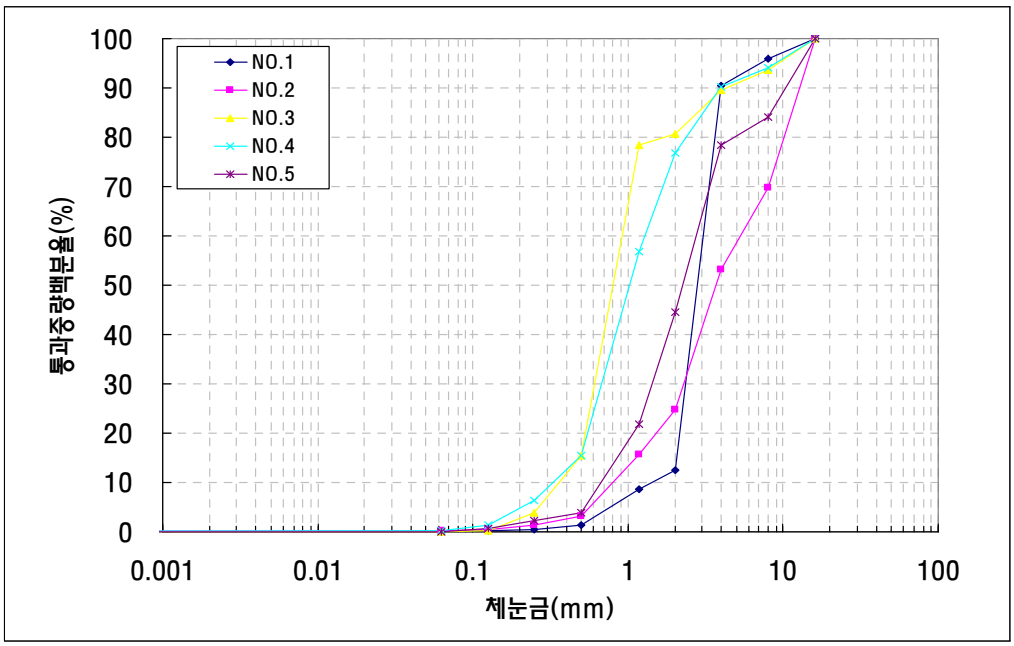
<그림 2.6-247> 40060(요천합류점) 하도구간 하상재료조사 계획

(1) 입도분석시험

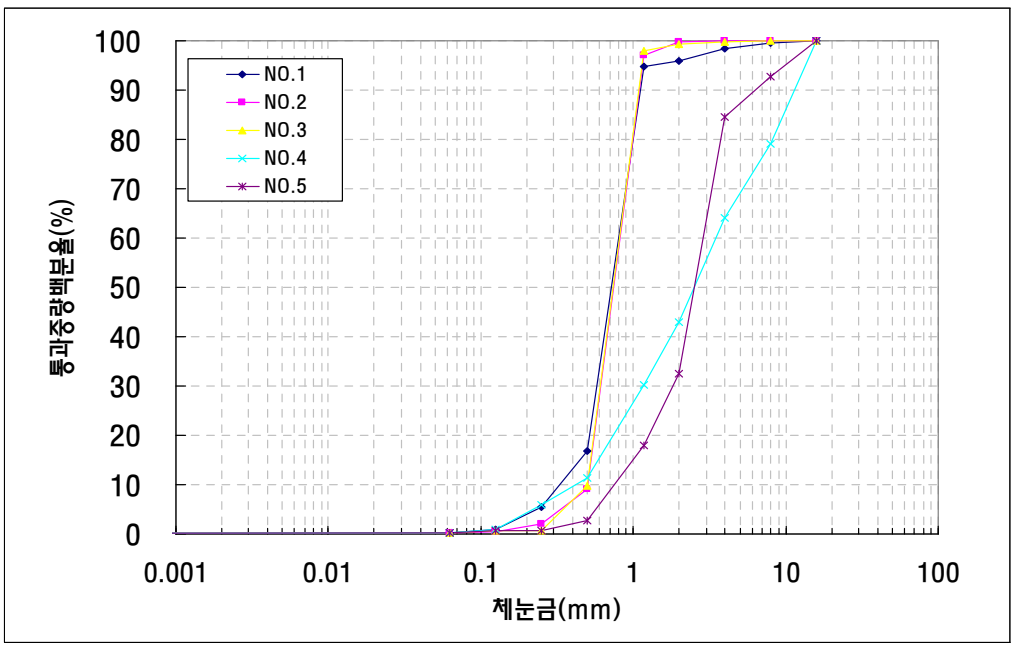
본 과업에서는 현장에서 직접 채취한 시료를 시료분석실에서 한국공업규격(KS F 2502-92)에 따라 입도분포 시험을 수행하였다. 입도분석 결과는 〈그림 2.6-246〉, 〈그림 2.6-247〉, 〈표 2.6-192〉에 수록하였다. 하상토의 평균 성분비를 살펴보면 자갈 50.5%,

모래 45.8%, 실트 3.7%로 자갈이 가장 크게 나타났다.

〈그림 2.6-246〉, 〈그림 2.6-247〉에서 알 수 있는 바와 같이 입경 0.5㎜~4.0㎜ 구간의 기울기가 상당히 급하다. 입경가적곡선에서 기울기가 급한 구간은 그 구성 성분이 차지하는 비율이 많음을 의미하기 때문에 이의 특성은 입경가적곡선을 통해서도 확인할 수 있다.



<그림 2.6-248> 40060(요천합류점) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(좌안)



<그림 2.6-249> 40060(요천합류점) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(우안)

<표 2.6-192> 40060(요천합류점) 하도구간 하상재료 성분비 및 입도특성

하천	지점	위치 (km)	성분비(%)			유효경 D10 (mm)	D16 (mm)	D30 (mm)	D35 (mm)	D50 (mm)	D65 (mm)	D84 (mm)	Dm (mm)	표준편차 (mm)	균등계수 (Cu)	곡률계수 (C_g)
			자갈	모래	실트											
섬진강	No.1(좌안)	1.3	87.5	12.2	0.2	1.8	2.0	2.5	2.7	3.1	3.6	4.0	2.7	0.8	1.7	1.1
	No.1(우안)	1.3	4.1	95.1	0.8	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.1	1.2	0.7	0.3	2.1	1.1
	No.2(좌안)	4.5	75.1	24.3	0.5	0.8	1.3	2.7	3.8	7.0	11.2	13.3	3.8	4.9	8.8	1.3
	No.2(우안)	4.5	0.2	99.3	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	0.8	0.3	1.7	1.0
	No.3(좌안)	7.6	19.2	80.5	0.3	0.4	0.5	0.7	0.8	1.0	2.7	4.2	0.8	1.4	2.4	1.1
	No.3(우안)	7.6	0.6	98.6	0.8	0.5	0.6	0.6	0.8	0.9	1.1	1.3	0.8	0.3	1.7	1.0
	No.4(좌안)	10.1	23.3	75.5	1.3	0.4	0.5	0.8	1.0	1.5	2.8	4.0	1.0	1.4	3.8	1.0
	No.4(우안)	10.1	57.0	42.0	1.0	0.4	0.6	1.6	2.5	4.0	9.4	11.7	2.5	4.5	9.3	1.5
	No.5(좌안)	13.4	55.5	43.9	0.6	0.7	0.9	1.7	2.2	3.0	8.0	10.7	2.2	3.9	4.3	1.4
	No.5(우안)	13.4	67.4	31.9	0.7	0.8	1.1	2.1	2.5	3.0	3.6	4.2	2.5	1.2	3.8	1.8

(2) 비중시험

본 조사지점에서 채취한 하상재료에 대하여 한국공업규격(KS F 2308)에 따라 비중시험을 수행하여 그 결과를 〈표 2.6-193〉에 나타내었다.

<표 2.6-193> 40060(요천합류점) 비중시험 결과

하천	지점	위치(km)	비중
섬진강	No.1(좌안)	1.3	2.65
	No.1(우안)	1.3	2.64
	No.2(좌안)	4.5	2.65
	No.2(우안)	4.5	2.65
	No.3(좌안)	7.6	2.64
	No.3(우안)	7.6	2.65
	No.4(좌안)	10.1	2.65
	No.4(우안)	10.1	2.66
	No.5(좌안)	13.4	2.65
	No.5(우안)	13.4	2.66

나) 하도특성조사

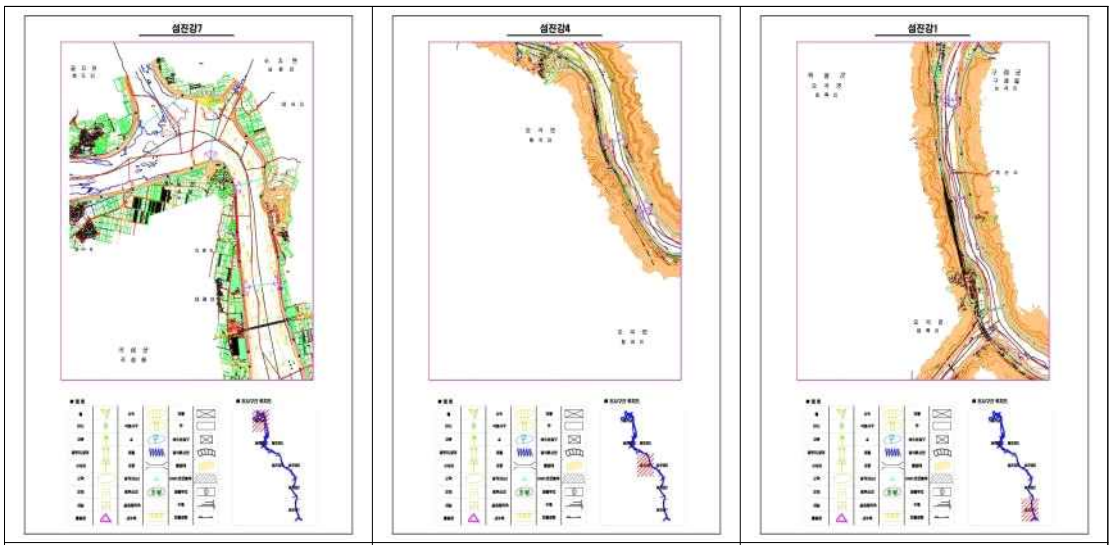
본 과업에서는 하천수변조사도(RCS)를 작성할 목적으로 섬진강 단위유역(40060)에 위치하고 있는 섬진강 하도구간을 대상으로 여울과 소, 사주, 수제, 저수로와 고수부지의 특성을 조사하였다. 상류부는 비교적 잘 정비된 하도 특성을 보였다. 사주가 발달되어 있었고 여울과 소, 하중도가 존재하였다. 대부분 콘크리트 호안으로 제방이 보호되어 있었으며, 저수로는 식생으로 보호되고 있었다. 좌·우안 제방은 대부분이 산지이지만 농경지가 위치해 있었다. 중하류부는 대부분 산지하천으로 여울과 소, 하중도가 발달되어 있었다.

본 과업에서는 섬진강 하도구간에서 확보한 사진 영상을 상류, 중류, 하류부로 구분하여 〈그림 2.6-248〉에 나타내었다. 하상의 특성은 〈그림 2.6-248〉에서 알 수 있는 바와 같이 주로 모래와 자갈로 구성되어 있다. 또한 본 과업에서는 현장에서 조사된 여울과 소 등과 같은 하도특성을 수치지형도(CAD)에 정해진 기호들로 표시하여 하천수변조사도(RCS)를 작성하였다. 〈그림 2.6-249〉는 섬진강 하도구간에서 작성된 하천수변조사도(RCS)로서 하도특성이 다수의 기호들로 나타나 있다.



〈요천합류점 상류〉	〈요천합류점 중류〉	〈요천합류점 하류〉

<그림 2.6-250> 40060(요천합류점) 하도구간 전경



〈요천합류점 상류〉	〈요천합류점 중류〉	〈요천합류점 하류〉

<그림 2.6-251> 40060(요천합류점) 하도구간 RCS 지도

다) 하도 현황조사

(1) 평면 및 사행특성조사

본 과업에서는 섬진강에 대한 평면 및 사행 특성을 파악하기 위해 섬진강 하천정비기본계획 보고서(국토해양부, 2009)를 수집하여 그 특성을 분석하였다. 수집된 결과는 그대로 〈표 2.6-194〉에 수록하였다. 본 과업에서는 수집된 결과와 위성영상자료를 토대로 현장조사를 수행하여 그 특성을 나타낼 수 있는 사진정보를 획득하였다. 획득된 사진정보는 〈그림 2.6-250〉과 같다.

<표 2.6-194> 40060(요천합류점) 하도구간 평면특성

하천명	주요지점명	유역면적 (㎢)	유로연장 (㎞)	유역 평균폭 A / L(㎞)	형상계수 A / L^2
섬진강	요천 합류전	1801.54	146.00	12.34	0.08
	요천 합류후	2287.23	146.00	15.67	0.11
	보성강 합류전	2475.20	161.66	15.31	0.09
	보성강 합류후	3788.33	161.66	23.43	0.14

〔출처〕 섬진강 하천정비기본계획(국토해양부, 2009)



〈요천 합류전〉



〈요천 합류후〉



〈보성강 합류전〉



〈보성강 합류후〉

<그림 2.6-252> 40060(요천합류점) 하도구간 평면특성

(2) 종·횡단특성조사

(가) 종단 특성

하천은 일반적으로 상류에서 하류로 감에 따라 그 기울기가 완만해 진다. 하천의 경사는 두 지점의 하상고 차에 대한 거리에 대한 비율로서 하천경사 혹은 하상경사로 정의된다. 하상경사는 해당 단면의 표고를 어떻게 산정하느냐에 따라 그 특성이 상이해진다. 해당 단면에서 가장 낮은 지점의 표고(최심하상고)를 연결하여 경사를 산정하면 최심하상경사가 되고, 해당 단면의 여러 표고들에 대한 평균을 연결하면 평균하상경사가 된다.

본 과업에서는 섬진강에 대한 하상경사의 특성을 파악하기 위해 섬진강 하천정비기본계획 보고서(국토해양부, 2009)를 수집하여 분석하였다. 섬진강 하천정비기본계획 보고서(국토해양부, 2009)에는 하상경사가 측선 구간별로 구분되어 제시되어 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-195〉에 수록하였다.

<표 2.6-195> 40060(요천합류점) 주요지점별 하상경사

하천	구간	하상경사
섬진강	보성강합류후~요천합류후 (No.61+810~No.78+160)	1/910

〔출처〕 섬진강 하천정비기본계획(국토해양부, 2009)

(나) 하천의 횡단형

본 과업에서는 섬진강에 대한 횡단형의 특성을 파악하기 위해 섬진강 하천정비기본계획 보고서(국토해양부, 2009)를 수집하여 분석하였다. 분석된 결과는 〈표 2.6-196〉과 같으며, 횡단형은 대부분 자연하천의 특성을 나타내었다. 본 과업에서는 분석된 결과를 토대로 현장조사를 수행하였다. 섬진강 하도구간은 〈그림 2.6-251〉에 나타나 있는 바와 같이 대부분 유로가 산지와 평지로 조성된 단단면형인 것으로 조사되었다.

<표 2.6-196> 40060(요천합류점) 하도구간 횡단형

하천	구간	횡단형	비 고
섬진강	구례1교~고달세월교 (No.51+310~No.72+910)	단단면	좌안 제방과 우안 산지
	고달세월교~구신기철교 (No.72+910~No.81+310)	단단면	양안 제방과 농경지

〔출처〕 섬진강 하천정비기본계획(국토해양부, 2009)


〈구례1교～고달세월교〉


〈고달세월교～구신기철교〉

<그림 2.6-253> 40060(요천합류점) 하도구간 횡단형

(3) 조도계수조사

본 과업에서는 섬진강 하도구간에 대한 조도계수의 특성을 파악하기 위해 섬진강 하천정비기본계획 보고서(국토해양부, 2009)를 수집하여 분석하였다. 섬진강 하천정비기본계획 보고서(국토해양부, 2009)는 하상재료 구성물질 및 하상상태, 자연하천에서의 일반적인 조도계수 등을 고려하여 산정하였다고 기술하고 있다. 본 과업에서는 섬진강 하천정비기본계획 보고서(국토해양부, 2009)를 통해 사전에 조도계수의 특성을 확인하고 현장조사를 수행하여 그 특성을 확인하였다. 〈표 2.6-197〉은 섬진강 하도구간에 대한 사진영상으로서, 조도계수에 미치는 요소(입경이 큰 하상재료와 식생)들의 특성이 나타나 있다.

<표 2.6-197> 40060(요천합류점) 하도구간 조도계수

구분	연도	조도계수
기수립	2003년	0.030
	2009년	0.033


〈No.62+284～No.78+160〉

〔출처〕 섬진강 하천정비기본계획(국토해양부, 2009), 하도상황 및 하상재료에 의한 추정

(4) 도달시간조사

본 과업에서는 섬진강에 대한 도달시간의 특성을 파악하기 위해 섬진강 하천정비기본계획 보고서(국토해양부, 2009)를 수집하여 분석하였다. 섬진강 하천정비기본계획 보고서(국토해양부, 2009)는 Kirpich, Rziha, Kraven Ⅰ, Kraven Ⅱ 공식으로 산정된 도달시간이 수록되어 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-198〉에 수록하였다.

<표 2.6-198> 40060(요천합류점) 소유역별 도달시간

하천	산정지점	유역면적(㎢)	도달시간(hr)			
			Kirpich	Kraven Ⅰ	Kraven Ⅱ	Rziha
섬진강	요천 합류전	23.2	3.19	1.29	1.35	3.28
	보성강 합류전	9.0	4.92	2.19	2.33	5.75

〔출처〕 섬진강 하천정비기본계획(국토해양부, 2009)

마. 영산강권역

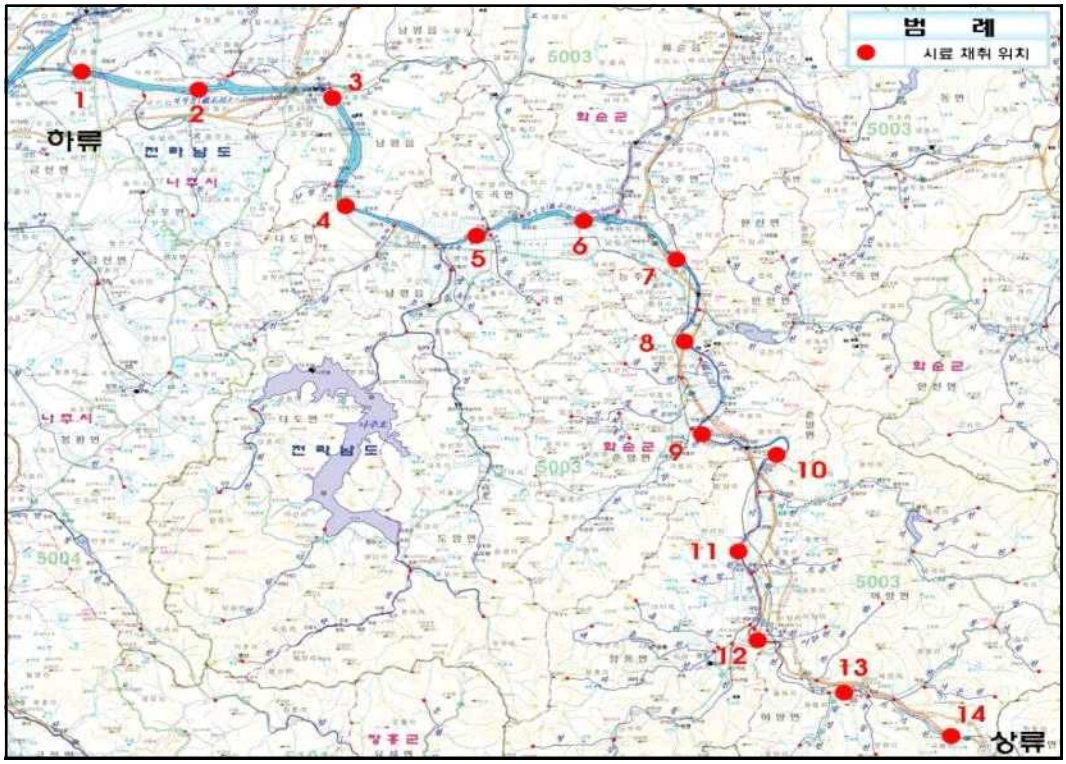
영산강권역에서는 50030(지석천유역) 1개 단위유역을 대상으로 유역특성조사를 수행하였다. 항목별 조사 내용은 단위유역별로 그 특성을 분석하여 아래에 기술하였고, 하상재료조사의 입경가적곡선은 각 단위유역의 채취된 시료 중 대표 5개 측점만을 좌, 우안으로 구분하여 그래프로 나타내었다.

1) 50030(지석천유역)

단위유역 50030(지석천유역)은 유역면적이 663.99㎢에 이르며, 단위유역 내에 지석천, 화순천, 대초천 등이 있다. 본 단위유역 내의 하천 중 지석천만 유역특성조사망에 포함되어 있다. 본 과업에서는 지석천을 대상으로 34.00㎞에 이르는 하도구간에서 현장조사를 수행하였다.

가) 하상재료조사

본 과업에서는 지석천을 대상으로 〈그림 2.6-252〉와 같이 하상재료조사를 계획하였다. 본 하천에서 하상재료조사가 수행 된 지점은 총 14개소(23개 측점)이며, 표층조사 수행 없이 모두 시료를 직접 채취하였다. 하상재료 채취는 단면의 좌·우안 및 유심부를 대상으로 수행하려 하였으나, 수심이 깊어 도섭이 어려운 유심부 등에서 하상재료를 채취하지 못하였다.



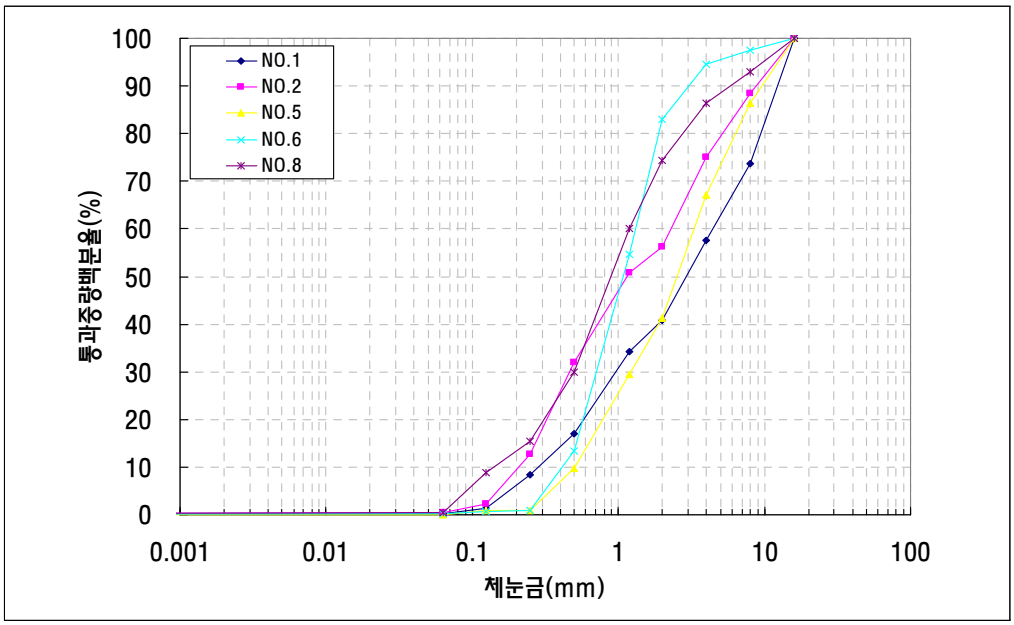
<그림 2.6-254> 50030(지석천유역) 하도구간 하상재료조사 계획



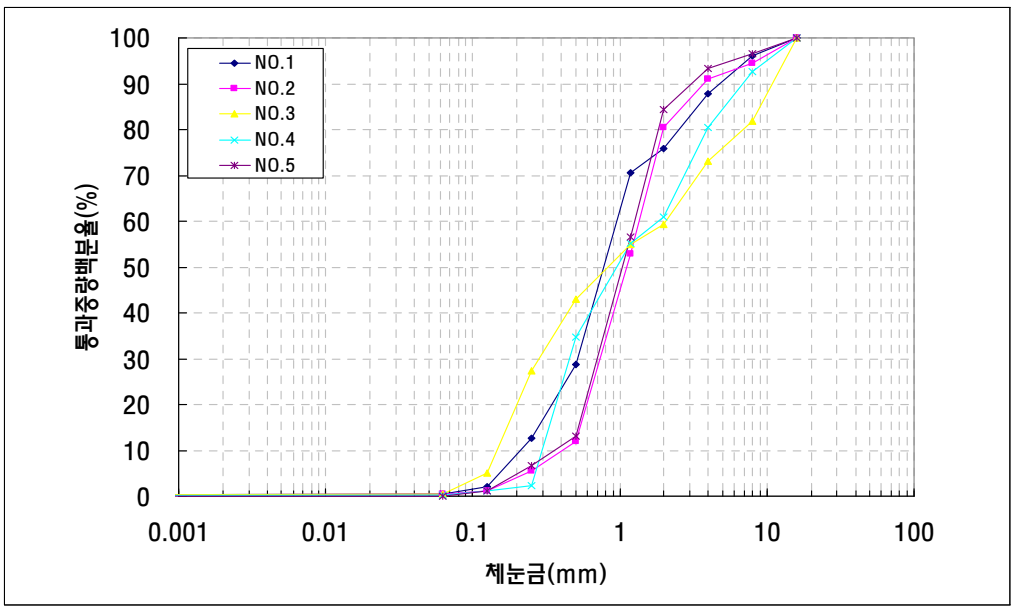
<그림 2.6-255> 50030(지석천유역) 하도구간 경관 및 하상재료 채취 장면

(1) 입도분석시험

본 과업에서는 현장에서 직접 채취한 시료를 시료분석실에서 한국공업규격(KS F 2502-92)에 따라 입도분포 시험을 수행하였다. 입도분석 결과는 〈그림 2.6-254〉, 〈그림 2.6-255〉, 〈표 2.6-199〉에 수록하였다. 하상토의 평균 성분비를 살펴보면 자갈 38.4%, 모래 59.9%, 실트 1.7%로 모래가 가장 크게 나타났다. 〈그림 2.6-254〉, 〈그림 2.6-255〉에서 알 수 있는 바와 같이 입경 0.5㎜~10.0㎜ 구간의 기울기가 상당히 급하다. 입경가적곡선에서 기울기가 급한 구간은 그 구성 성분이 차지하는 비율이 많음을 의미하기 때문에 이의 특성은 입경가적곡선을 통해서도 확인할 수 있다.



<그림 2.6-256> 50030(지석천유역) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(좌안)



<그림 2.6-257> 50030(지석천유역) 하도구간 하상재료 입경가적곡선(우안)

<표 2.6-199> 50030(지석천유역) 하도구간 하상재료 성분비 및 입도특성

하천	지점	위치 (km)	성분비(%)			유효경 D10 (mm)	D16 (mm)	D30 (mm)	D35 (mm)	D50 (mm)	D65 (mm)	D84 (mm)	Dm (mm)	표준편차 (mm)	균등계수 (Cu)	곡률계수 (C_g)
			자갈	모래	실트											
지석천	No.1(좌안)	1.5	59.1	39.5	1.4	0.3	0.5	1.2	3.0	5.4	10.7	12.6	3.0	5.0	18.0	0.9
	No.1(우안)	1.5	24.2	73.8	2.0	0.2	0.3	0.6	0.8	1.0	3.2	4.7	0.8	1.7	5.0	1.8
	No.2(좌안)	5.0	43.8	54.0	2.2	0.2	0.3	0.6	1.2	2.8	6.3	8.9	1.2	3.4	14.0	0.5
	No.2(우안)	5.0	19.6	79.3	1.1	0.5	0.6	0.8	1.2	1.6	2.2	3.8	1.2	1.2	3.5	0.9
	No.3(우안)	8.8	40.8	54.1	5.1	0.2	0.2	0.3	0.8	2.8	8.9	11.4	0.8	4.7	16.5	0.2
	No.4(우안)	12.8	39.1	59.7	1.1	0.3	0.3	0.5	0.9	2.3	4.8	6.4	0.9	2.5	7.7	0.4
	No.5(좌안)	16.6	58.8	40.3	0.9	0.5	0.7	1.7	2.6	3.8	7.2	9.4	2.6	3.4	7.6	1.5
	No.5(우안)	16.6	15.7	83.2	1.1	0.4	0.5	0.8	1.1	1.4	2.0	2.8	1.1	0.9	3.3	1.1
	No.6(좌안)	20.6	16.9	82.4	0.7	0.4	0.5	0.8	1.1	1.5	2.0	2.8	1.1	0.9	3.5	1.0
	No.6(우안)	20.6	0.8	97.9	1.3	0.5	0.5	0.7	0.8	0.9	1.1	1.2	0.8	0.3	1.9	1.0
	No.7(우안)	23.6	80.1	18.9	1.1	0.4	1.2	4.1	8.0	10.0	14.2	15.3	8.0	6.0	23.8	4.0
	No.8(좌안)	26.6	25.6	65.6	8.8	0.2	0.3	5.9	0.9	1.6	3.3	5.6	0.9	2.4	10.0	136.0
	No.9(좌안)	30.4	28.5	70.5	1.0	0.3	0.4	0.8	1.2	1.7	4.0	6.0	1.2	2.1	5.7	1.3
	No.9(우안)	30.4	51.1	47.1	1.8	0.3	0.4	0.9	2.1	4.1	10.0	11.7	2.1	4.7	15.2	0.7
	No.10(좌안)	33.8	31.2	67.0	1.8	0.3	0.4	0.7	1.1	1.8	3.8	6.0	1.1	2.1	6.7	1.0
	No.10(우안)	33.8	42.7	56.2	1.1	0.5	0.7	1.4	1.7	2.4	4.4	8.1	1.7	2.7	4.8	1.6
	No.11(우안)	37.6	23.5	75.5	0.9	0.3	0.4	0.9	1.3	1.6	2.8	4.0	1.3	1.3	5.3	1.7
	No.12(좌안)	40.9	50.0	48.1	1.9	0.2	0.3	0.6	2.0	3.2	6.5	9.0	2.0	3.4	16.0	0.6
	No.12(우안)	40.9	61.5	37.8	0.7	0.6	0.9	1.9	2.4	2.2	7.0	9.6	2.4	3.4	3.5	2.6
	No.13(좌안)	45.2	57.0	42.3	0.7	0.6	0.8	1.7	2.4	3.8	9.1	11.3	2.4	4.3	6.6	1.3
	No.13(우안)	45.2	30.6	68.1	1.2	0.3	0.4	0.9	1.4	1.8	3.3	4.8	1.4	1.7	6.0	1.4
	No.14(좌안)	49.2	34.6	64.4	1.0	0.3	0.4	0.7	1.1	2.0	3.3	4.2	1.1	1.5	6.7	0.8
	No.14(우안)	49.2	47.6	51.1	1.3	0.3	0.4	0.8	1.9	3.0	7.0	9.4	1.9	3.6	12.0	0.9

(2) 비중시험

본 조사지점에서 채취한 하상재료에 대하여 한국공업규격(KS F 2308)에 따라 비중시험을 수행하여 그 결과를 〈표 2.6-200〉에 나타내었다.

<표 2.6-200> 50030(지석천유역) 비중시험 결과

하천	지점	위치(㎞)	비중
지석천	No.1(좌안)	1.5	2.65
	No.1(우안)	1.5	2.65
	No.2(좌안)	5.0	2.64
	No.2(우안)	5.0	2.65
	No.3(우안)	8.8	2.65
	No.4(우안)	12.8	2.66
	No.5(좌안)	16.6	2.66
	No.5(우안)	16.6	2.66
	No.6(좌안)	20.6	2.64
	No.6(우안)	20.6	2.65
	No.7(우안)	23.6	2.67
	No.8(좌안)	26.6	2.65
	No.9(좌안)	30.4	2.65
	No.9(우안)	30.4	2.66
	No.10(좌안)	33.8	2.65
	No.10(우안)	33.8	2.65
	No.11(우안)	37.6	2.64
	No.12(좌안)	40.9	2.65
	No.12(우안)	40.9	2.65
	No.13(좌안)	45.2	2.67
	No.13(우안)	45.2	2.65
	No.14(좌안)	49.2	2.65
	No.14(우안)	49.2	2.65

나) 하도특성조사

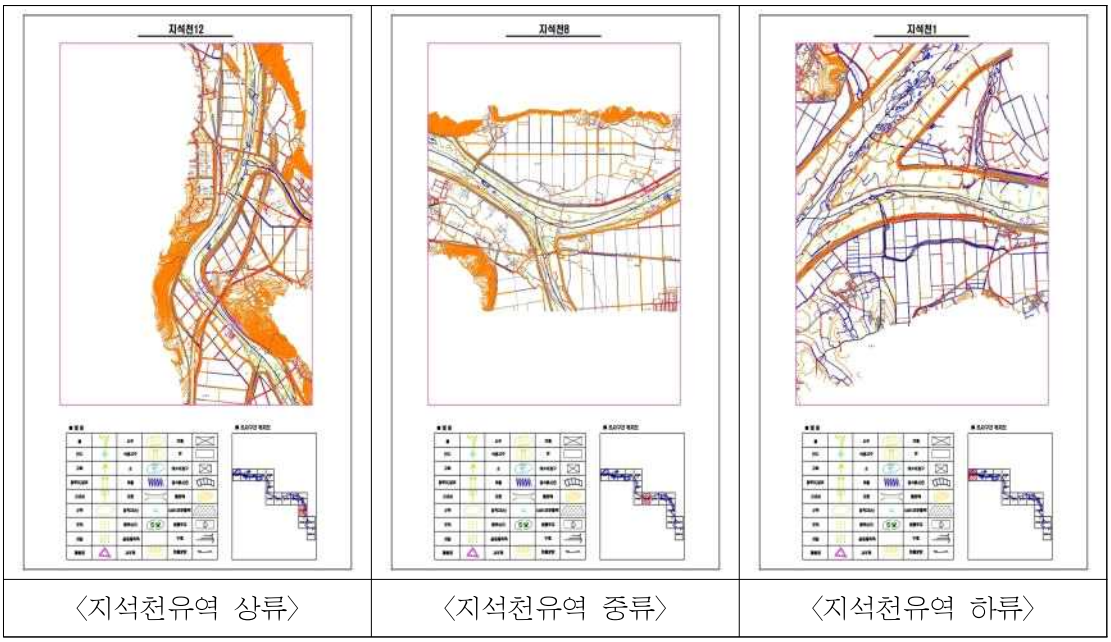
본 과업에서는 하천수변조사도(RCS)를 작성할 목적으로 지석천 단위유역(50030)에 위치하고 있는 지석천 하도구간을 대상으로 여울과 소, 사주, 수제, 저수로와 고수부지의 특성을 조사하였다. 하도특성을 조사한 결과, 대부분 산지하천의 모습을 유지하였으나 일부 구간에서는 하천정비가 진행된 것을 확인하였다. 상류부는 대부분 산지하천으로 여울과 소, 하중도가 다수 발달되어 있었다. 하도는 큰 사행 특성을 보였으며 제방은 인공 구조물로 보호되고 있었다. 중류부는 대부분 농경지 하천의 특성을 보였으며 여러 곳에 보가 존재하였다. 또한 여울과 소, 하중도도 발달되어 있었다. 하도는 큰 사행을 보였고, 제방은 인공 구조물로 보호되고 있었다. 하류부는 대부분 농경지 하천의 특성을 보였고, 보, 여울, 소, 하중도가 존재하였다. 하도는 큰 사행 특성을 보였고 하도는 큰 사행을 보였고, 제방은 인공 구조물로 보호되고 있었다.

본 과업에서는 지석천 하도구간에서 확보한 사진 영상을 상류, 중류, 하류부로 구분하여 〈그림 2.6-256〉에 나타내었다. 또한 본 과업에서는 현장에서 조사된 여울과 소 등과 같은 하도특성을 수치지형도(CAD)에 정해진 기호들로 표시하여 하천수변조사도(RCS)를 작성하였다. 〈그림 2.6-257〉은 지석천 하도구간에서 작성된 하천수변조사도(RCS)로서 하도특성이 다수의 기호들로 나타나 있다.



〈지석천유역 상류〉	〈지석천유역 중류〉	〈지석천유역 하류〉

<그림 2.6-258> 50030(지석천유역) 하도구간 전경



〈지석천유역 상류〉	〈지석천유역 중류〉	〈지석천유역 하류〉

<그림 2.6-259> 50030(지석천유역) 하도구간 RCS 지도

다) 하도 현황조사

(1) 평면 및 사행특성조사

본 과업에서는 지석천에 대한 평면 및 사행 특성을 파악하기 위해 영산강 하천기본계획(변경)보고서(국토교통부, 2013)를 수집하여 그 특성을 분석하였다. 수집된 결과는 그대로 〈표 2.6-201〉에 수록하였다. 본 과업에서는 수집된 결과와 위성영상자료를 토대로 사행구간에 대해 현장조사를 수행하여 그 특성을 나타낼 수 있는 사진정보를 획득하였다. 획득된 사진정보는 〈그림 2.6-258〉과 같다.

<표 2.6-201> 50030(지석천유역) 하도구간 평면특성

하천	구간(No)	곡률반경 (m)	중심선거리 (m)	직선거리 (m)	만곡도
지석천	No. 0+250 ~ No. 4+000	3,950	1,740	1,720	1.01
	No. 10+150 ~ No. 12+105	1,260	940	910	1.03
	No. 20+000 ~ No. 23+000	460	640	590	1.08
	No. 30+000 ~ No. 36+000	1,280	1,260	1,205	1.05
	No. 39+000 ~ No. 43+000	500	790	710	1.11
	No. 56+000 ~ No. 60+000	600	825	760	1.08
	No. 68+090 ~ No. 69+160	290	470	420	1.12
	No. 69+160 ~ No. 71+150	430	385	370	1.04
	No. 73+000 ~ No. 78+000	740	995	920	1.08
	No. 78+000 ~ No. 82+000	1,155	820	800	1.03
	No. 87+000 ~ No. 90+000	425	620	565	1.10
	No. 97+000 ~ No. 104+000	1,610	1,410	1,360	1.04
	No. 109+100 ~ No. 113+000	300	640	520	1.23
	No. 119+100 ~ No. 126+000	1,200	1,400	1,320	1.06
	No. 127+110 ~ No. 133+000	440	990	795	1.24
	No. 134+000 ~ No. 136+000	340	380	360	1.06
	No. 136+000 ~ No. 137+015	125	255	210	1.21
	No. 137+015 ~ No. 142+190	865	1,100	1,030	1.07
	No. 143+160 ~ No. 147+000	230	1,050	520	2.02

〔출처〕 영산강 하천기본계획(변경)(국토교통부, 2013)



〈No. 0+250～No. 0 4+000〉



〈No. 10+150～No. 12+105〉



〈No. 20+000～No. 23+000〉



〈No. 30+000～No. 36+000〉



〈No. 39+000～No. 43+000〉



〈No. 56+000～No. 60+000〉



〈No. 68+090～No. 69+160〉



〈No. 69+160～No. 71+150〉

<그림 2.6-260> 50030(지석천유역) 하도구간 평면특성



〈No. 73+000～No. 78+000〉



〈No. 78+000～No. 82+000〉



〈No. 87+000～No. 90+000〉



〈No. 97+000～No. 104+000〉



〈No. 109+100～No. 113+000〉



〈No. 119+100～No. 126+000〉



〈No. 127+110～No. 133+000〉



〈No. 134+000～No. 136+000〉

<그림 2.6-258> 50030(지석천유역) 하도구간 평면특성(계속)



〈No. 136+000～No. 137+015〉



〈No. 137+015～No. 142+190〉



〈No. 143+160～No. 147+000〉

<그림 2.6-258> 50030(지석천유역) 하도구간 평면특성(계속)

(2) 종·횡단특성조사

(가) 종단 특성

하천은 일반적으로 상류에서 하류로 감에 따라 그 기울기가 완만해 진다. 하천의 경사는 두 지점의 하상고 차에 대한 거리에 대한 비율로서 하천경사 혹은 하상경사로 정의된다. 하상경사는 해당 단면의 표고를 어떻게 산정하느냐에 따라 그 특성이 상이해진다. 해당 단면에서 가장 낮은 지점의 표고(최심하상고)를 연결하여 경사를 산정하면 최심하상경사가 되고, 해당 단면의 여러 표고들에 대한 평균을 연결하면 평균하상경사가 된다. 본 과업에서는 지석천에 대한 하상경사의 특성을 파악하기 위해 영산강 하천기본계획(변경) 보고서(국토교통부, 2013)를 수집하여 분석하였다. 영산강 하천기본계획(변경)(국토교통부, 2013)에는 하상경사가 측선 구간별로 구분되어 제시되어 있다. 본 과업에서는 이의 특성을 그대로 〈표 2.6-202〉에 수록하였다.

<표 2.6-202> 50030(지석천유역) 주요지점별 하상경사

하천	구간	하상경사
지석천	영산강 합류점～화순천 합류점 〈No. 0+000～No. 85+000〉	1/891
	화순천 합류점～국가하천 시점 〈No. 85+000～No. 149+000〉	1/445

〔출처〕 영산강 하천기본계획(변경)(국토교통부, 2013)

(나) 하천의 횡단형

본 과업에서는 지석천에 대한 횡단형의 특성을 파악하기 위해 영산강 하천기본계획(변경)보고서(국토교통부, 2013)를 수집하여 분석하였다. 분석된 결과는 〈표 2.6-203〉과 같으며, 횡단형은 대부분 자연하천의 특성을 나타내었다. 본 과업에서는 분석된 결과를 토대로 현장조사를 수행하였다. 지석천 하도구간은 〈그림 2.6-259〉에 나타나 있는 바와 같이 하구에서 덕례교까지의 구간에서 복복단면의 형태를 보였다. 또한 덕례교에서 심보까지는 단단면, 심보에서 국가하천 시점까지는 편복단면의 형태를 보였다.

<표 2.6-203> 50030(지석천유역) 하도구간 횡단형

하천	구간	횡단형
지석천	하구~덕례교(No. 0+000~No. 11+090)	복복단면
	덕례교~심보(No. 11+090~No. 37+000)	단단면
	심보~국가하천 기점(No. 37+000~No. 149+000)	편복단면

〔출처〕 영산강 하천기본계획(변경)(국토교통부, 2013)



〈하구~덕례교〉



〈덕례교~심보〉



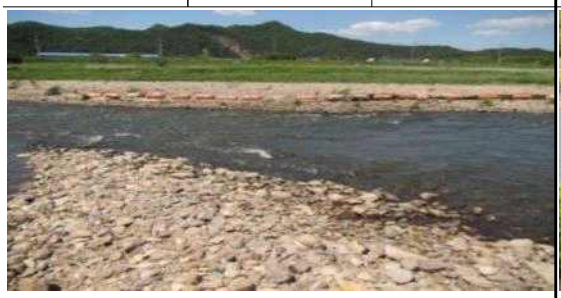
〈심보~국가하천 기점〉

<그림 2.6-261> 50030(지석천유역) 하도구간 횡단형

(3) 조도계수조사

본 과업에서는 지석천 하도구간에 대한 조도계수의 특성을 파악하기 위해 영산강 하천기본계획(변경)(국토교통부, 2013)을 수집하여 분석하였다. 영산강 하천기본계획(변경)(국토교통부, 2013)에는 조도계수의 특성이 측선별로 수록되어 있다. 본 과업에서는 영산강 하천기본계획(변경)(국토교통부, 2013)을 통해 사전에 조도계수의 특성을 확인하고 현장조사를 수행하여 그 특성을 확인하였다.

<표 2.6-204> 50030(지석천유역) 하도구간 조도계수

구분	연도	조도계수	구분	연도	조도계수
기수립	2013년	0.035	기수립	2013년	0.038
					
〈No.0+000~No.85+000〉			〈No.85+000~No.149+000〉		

〔출처〕 영산강 하천기본계획(변경)(국토교통부, 2013)

2.7 수면증발량조사

2.7.1 조사개요

가. 조사목적

저수지에서의 수면증발량은 수자원 계획, 평가를 위한 중요한 기초자료이나, 실제 저수지에서의 수면증발량에 대한 측정이 거의 전무한 실정이다. 최근까지도 저수지의 수면증발량은 증발접시(Evaporation pan)를 설치하여 측정한 증발량을 임의의 계수를 적용하여 저수지 증발량으로 간접적으로 산정하는 방법에 의하여 추정된다.

증발량에 대한 측정은 증발접시를 이용하는 방법이 가장 보편화된 되었으며, 증발접시는 설치위치에 따라 지상식 증발접시(Surface pan), 함몰식 증발접시(Sunken pan) 및 부유식 증발접시(Floating pan)의 세가지로 대별되며, 그 크기에 따라 소형증발접시와 대형증발접시로 구분된다.

지상식 증발접시는 지상에 설치하여 증발량을 측정하는 계기로서 설치가 용이하고 비용이 적게 든다. 또한 지면으로부터 어느 정도 높이만큼 떨어지게 설치함으로써 이물질의 투입을 막을 수 있다. 하지만 태양복사열에 의한 접시 벽면에서의 열전도 때문에 실제의 증발량보다 크게 측정된다는 단점이 있다. 함몰식 증발접시는 접시벽면의 일부 혹은 전부가 땅 속에서 함몰되도록 설치하는 것으로서 벽면을 통한 열전도를 어느 정도 막을 수 있으나, 지열의 영향을 받을 수 있다. 또한 접시의 설치나 고장으로 인한 수리가 어렵고 이물질이 쉽게 들어갈 수 있는 단점이 있다. 부유식 증발접시는 저수지상에 특수시설을 이용한 증발접시를 띄워 측정하는 것으로서 벽면이 물과 접하고 있으므로 열전도를 막을 수 있어 실제에 가까운 증발량을 측정할 수 있는 장점은 있으나 관측에 어려움이 있을 뿐만 아니라 시설 및 유지관리비가 과대하다는 단점이 있다.

〈표 2.7-1〉과 같이 증발량 측정에 미치는 인자에는 온도, 바람, 상대습도, 대기압, 수질 및 외부충격에 의한 물리적 요인 등이 있다.

금회 조사에서는 2012년 용담댐에 새롭게 개선하여 설치·운영된 수면증발량계의 자료를 활용하였다.

<표 2.7-1> 증발에 영향을 미치는 인자

인 자	요 인
온 도	물분자의 운동에너지는 수온이 상승함에 따라 증가하고 온도에 따라 증기압도 상승하게 되므로 증발률이 증가함
바 람	기화한 물분자들을 증발표면으로부터 이동시켜 증발률을 증가시킴
상대습도	공기의 상대습도가 높아짐에 따라 공기가 수면으로부터 이탈하는 수분인자를 흡수할 능력이 감소하므로 증발률은 감소
대기압	고도가 증가할수록 대기압이 감소하여 수면으로부터 물분자의 이탈을 촉진시키므로 증발률은 증가
수 질	물속의 불순물이 포화증기압을 감소시켜 순수한 물의 경우보다 증발률이 감소

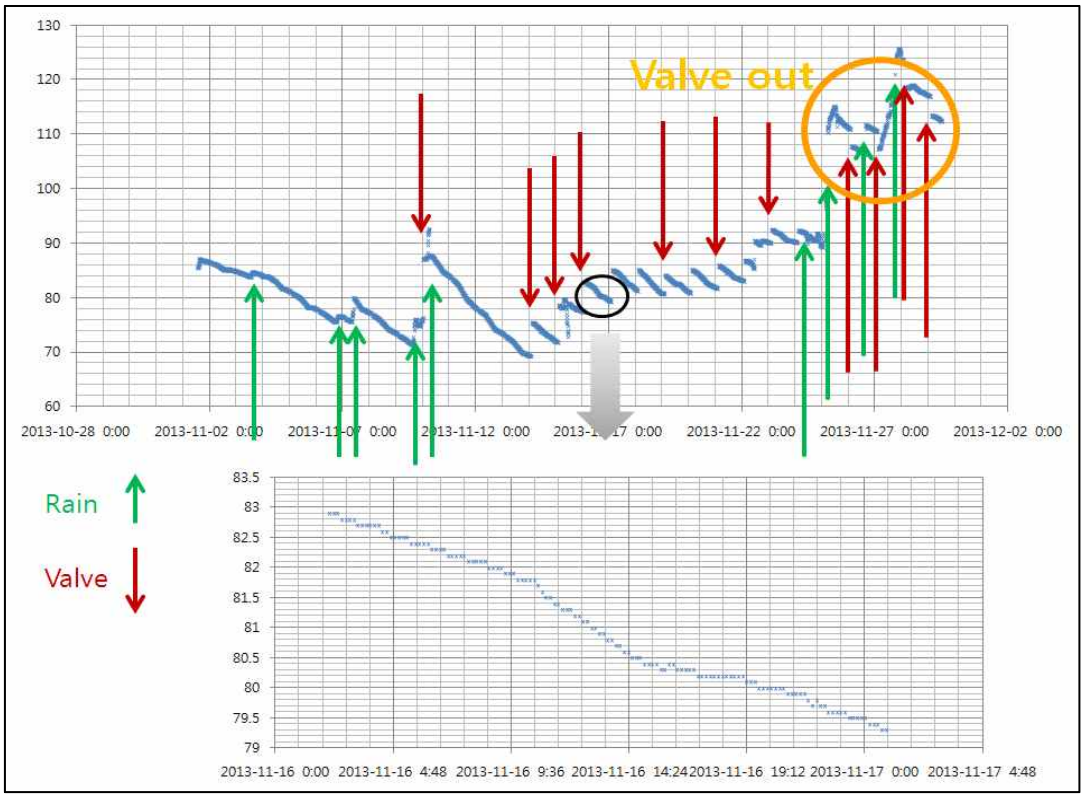
나. 수면증발량계

본 조사에서 사용한 증발량계는 수위가 변화하는 저수지 수면에 폰툰을 안정적으로 계류하고, 수위변동을 시간당 1㎜ 정확도로 관측할 수 있는 시스템으로 구성하여 제작하였다. 또한 수위계 선정을 위하여 검토한 결과 0.03㎜ 이하의 정확도를 제공하는 부력식 수위계 BYL-EV250을 수면증발량계용 수위계로 최종 선정하였다. 지표면에서의 대형증발팬과 동일하도록 직경 120cm로 제작하고 수면에서의 환경여건을 최대한 반영하기 위하여 깊이는 1m로 하였다. 증발량관측 지점과 동일한 장소에서의 강수량 파악을 위해 1㎜ 와 0.1㎜ 전도식 버킷(Tipping bucket) 우량계를 각각 1기씩 동일 장소에 설치하였으며, 안전을 고려하여 제작된 앵커(1ton), 저수지 수면변화에 대응하기 위한 태엽식 계류장치를 설치하였다. 수위측정결과는 데이터로거를 이용하여 10분 간격으로 60개 자료를 평균하여 기록하였다. 〈표 2.7-2〉은 개선된 증발량계의 구성요소이다.

또한 디지털타이머를 활용하여 팬에 설치된 밸브 자동계폐(매주 일요일 밤 1:00 ~ 2:00)로 팬 내부 수위를 저수지 수위와 같게 조절하였다. 팬 내부의 수위가 지속적으로 감소하는 동안 물이 채워진 팬의 무게가 동시에 감소하여 폰툰이 저수지 수위에 맞춰 상승하는 현상을 보이다가 더 이상 폰툰의 상승이 나타나지 않는 시점으로부터 솔밸브를 통한 물의 유입과 증발이 반복되었다. 〈그림 2.7-1〉의 우측상단에 황색 원으로 표시한 부분은 강우로 인해 증가된 수위가 밸브의 개방으로 인해 유출된 결과를 보여준다.

<표 2.7-2> 증발량계의 측정장비 구성요소

항목	요 소	설 명	사진
수위계	Type	부력식	
	분해능	0.01㎜	
	측정가능범위	0~240㎜	
	직경	101.6㎜(무게추는 60㎜)	
	재질	스테인레스(무게추는 pvc)	
강우	Type	전도형	
	분해능	0.1㎜, 1㎜	
	정확도	±1% @ 100㎜/hr	
	직경	200㎜	
데이터 로거 (CR1000)	통신방식	CDMA, bluetooth 등	
	메모리	4M SRAM(배터리 내장)	
	측정속도	100 Hz까지 가능	



<그림 2.7-1> 증발팬 내부에서의 수위조절(test 결과)

2.7.2 수면증발량

가. 증발량 측정위치

용담댐 내의 증발량계는 유지관리가 용이하며, 태양복사를 받을 수 있는 위치를 선정하여 댐 본체 인근 좌안에 설치하여 운영 중이다. 〈그림 2.7-2〉는 증발량계 설치 전경 사진이다.

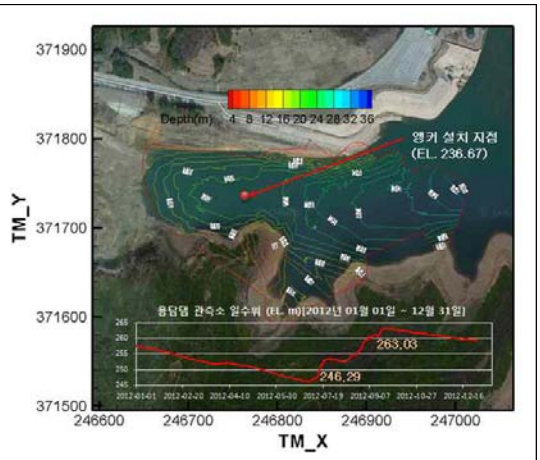
저수지 표면에서의 관측 시 가장 고려할 만한 특징은 저수지 수위 변동에 안정적으로 대응해야 하는 것이다. 용담호의 과거 수위자료를 참조하여 증발량계 설치지점을 확인하였고 해당 수위변동에 대응 가능하도록 태엽스프링을 고안하였다. 저수지 최저수위까지는 증발량계의 장기 사용을 위해 스테인리스 체인을 사용하고, 변동 가능한 영역에서는 로프 교환이 가능하도록 나일론 로프를 이용하였다. 증발량계의 고정을 위한 콘크리트 앵커는 증발량계에 작용하는 항력을 계산하여 구성하고 경사가 완만한 곳에 설치하여 보다 안정성을 높였다.

〈그림 2.7-3〉은 용담댐에 설치된 증발량계의 위치 및 금강권역내 기상관측소 위치를 함께 도시한 것으로 용담댐내의 증발량 관측장소는 댐 본체 인근의 좌안측에 위치하고 있다.

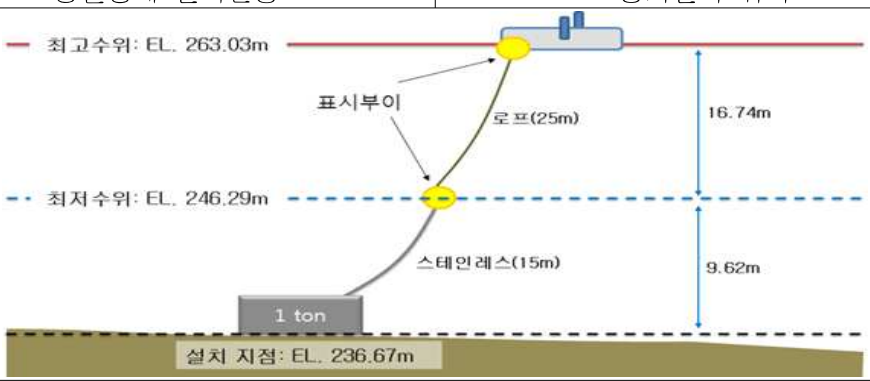
용담댐 증발량 관측장소의 인근에 위치한 기상관측소에는 금산관측소, 전주관측소, 대전관측소, 추풍령관측소 등이 있다.



증발량계 설치전경

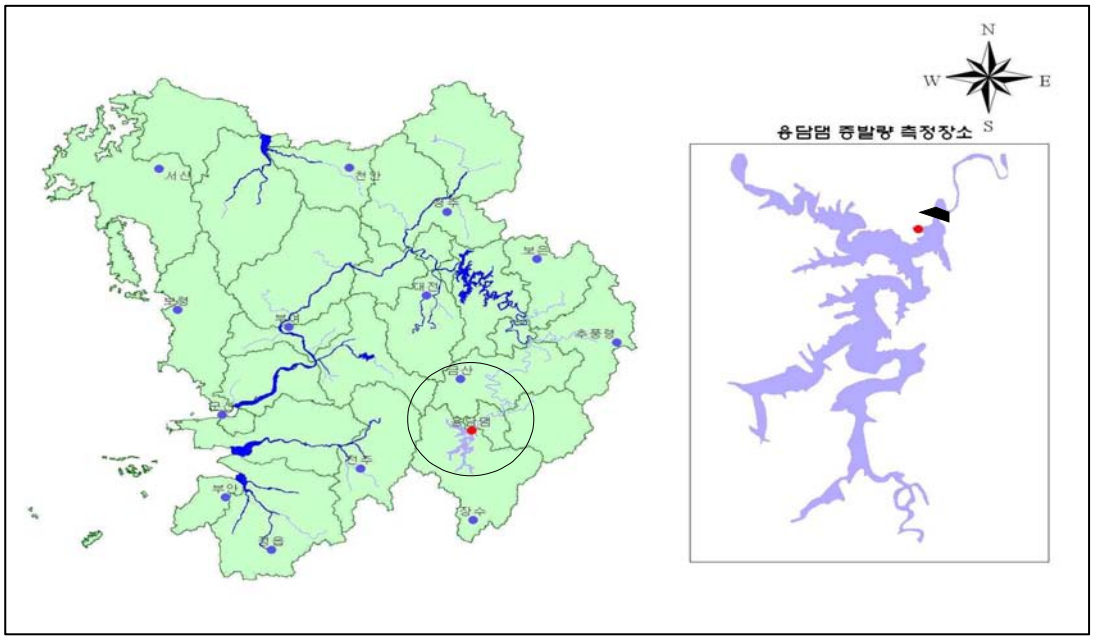


앵커설치 위치



증발량계 고정앵커 제작

<그림 2.7-2> 증발량계 설치전경



<그림 2.7-3> 용담댐 측정장소 및 기상관측소 위치

나. 증발량자료 분석

1) 일별 수면증발량

금회 용담댐 부유식 증발량계의 측정 기간은 2015년도 자료로 1월부터 12월까지의 자료를 분석하였다. 〈표 2.7-3〉과 〈표 2.7-4〉, 〈그림 2.7-4〉는 10분단위로 측정된 증발량과 강우량을 일별자료로 변환한 것이다. 증발량 자료의 경우 강우가 발생하였는데 증발이 발생한 값들은 일별 증발량 산정시 제외시켰다.

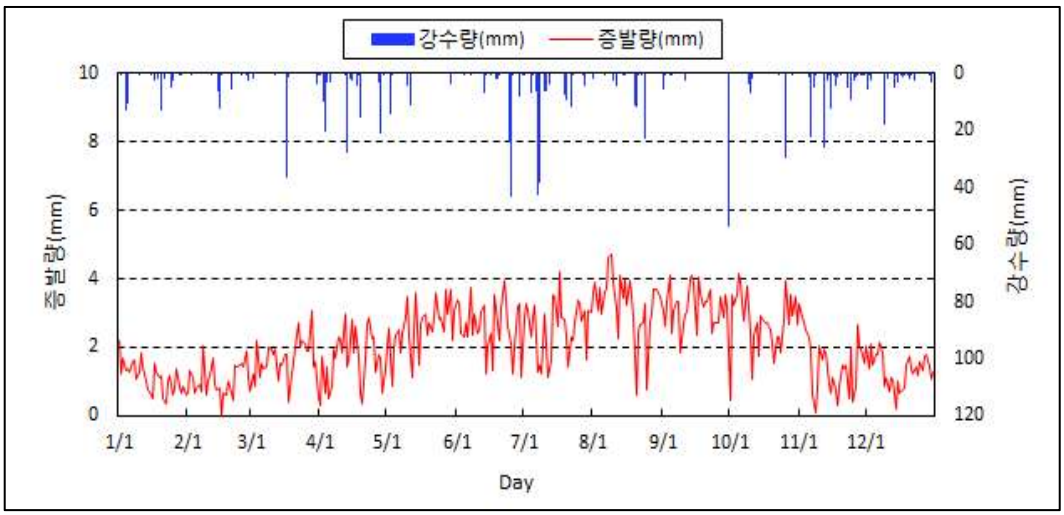
수집된 십분 단위의 증발량 자료를 일 증발량 자료로 환산한 결과 8월~10월의 증발량이 총 증발량 770.61㎜의 36%정도인 280.4㎜가 증발한 것으로 나타났다. 또한 겨울철에도 꾸준히 증발이 발생하는 것으로 나타났다.

<표 2.7-3> 용담댐 일별 증발량

구분	일별 증발량(㎜)											
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
합 계	34.94	29.11	50.44	50.19	80.28	77.96	80.16	100.91	94.87	84.62	45.47	41.66
1일	2.21	0.64	0.69	0.29	2.04	3.38	2.87	3.56	3.07	0.46	3.29	2.04
2일	1.23	1.32	1.20	1.75	2.58	3.28	3.28	3.89	2.59	3.51	2.86	1.36
3일	1.70	1.14	0.87	0.66	0.88	2.38	3.08	3.06	3.33	3.23	2.70	2.08
4일	1.31	0.65	2.21	1.43	2.00	2.30	2.28	3.73	4.10	3.53	2.51	1.49
5일	1.39	0.81	1.10	0.53	2.34	2.69	2.88	2.96	2.39	4.17	2.30	1.77
6일	1.29	0.92	1.56	0.88	2.52	2.31	3.25	3.64	3.09	3.89	1.92	1.79
7일	1.60	0.70	1.38	1.94	1.85	3.75	1.25	3.68	3.31	2.78	0.60	2.15
8일	1.63	2.02	1.43	1.66	2.40	2.36	1.51	4.61	3.34	3.27	0.10	1.82
9일	1.05	0.58	1.99	2.30	2.84	2.97	1.24	4.72	1.83	3.79	0.89	0.89
10일	1.30	1.04	1.97	2.24	3.48	2.41	3.00	3.92	2.66	2.41	2.03	1.12
11일	1.87	1.19	1.79	1.86	2.31	2.52	2.05	3.11	2.99	1.09	1.65	0.73
12일	1.42	1.67	1.97	2.99	1.13	3.01	1.11	2.27	3.01	2.34	1.96	1.14
13일	1.01	0.91	1.02	1.41	2.50	3.23	1.62	4.09	3.99	2.70	1.84	1.08
14일	0.77	0.76	1.51	1.63	3.57	1.24	3.53	3.42	4.11	1.72	0.94	0.22
15일	0.73	0.79	1.48	2.83	1.50	2.05	3.46	4.01	3.87	2.90	0.66	1.00
16일	0.52	0.00	1.80	1.84	2.67	2.39	2.60	3.24	2.37	2.74	1.14	0.67
17일	1.51	0.67	1.81	2.59	2.88	1.35	4.22	3.94	4.04	2.73	0.75	0.78
18일	1.29	0.60	0.41	1.67	2.97	3.52	2.85	3.50	3.60	2.73	0.29	0.82
19일	1.11	1.02	1.24	0.68	2.35	2.68	2.82	2.87	3.19	2.49	0.88	1.47
20일	1.15	0.89	1.60	0.34	2.73	2.21	2.32	0.60	3.34	2.11	1.46	1.72
21일	0.52	0.45	1.98	1.69	2.45	3.14	1.45	2.47	3.32	1.52	1.40	1.39
22일	0.34	1.46	2.72	2.67	2.88	3.94	2.29	2.68	3.70	2.29	1.47	1.21
23일	1.04	1.41	1.99	2.89	3.59	3.35	2.21	2.69	2.43	2.32	0.51	1.46
24일	1.15	1.48	2.18	2.25	2.84	2.63	2.74	3.30	2.69	1.83	2.00	1.20
25일	0.59	1.54	2.12	2.29	2.85	2.08	3.36	0.76	2.71	2.84	0.42	1.59
26일	0.82	1.42	1.90	1.30	2.48	1.21	3.29	2.76	2.73	3.97	0.86	1.34
27일	1.39	1.90	1.89	1.81	3.70	2.00	2.79	2.98	3.47	2.64	2.68	1.75
28일	0.89	1.12	3.07	1.70	2.97	3.19	3.09	3.67	2.89	3.51	2.05	1.78
29일	0.67	-	1.41	0.68	3.72	3.26	1.63	3.68	3.52	2.94	1.77	1.42
30일	0.86	-	1.57	1.38	2.18	1.14	3.09	3.60	3.19	3.51	1.55	1.10
31일	0.60	-	0.56	-	3.07	-	3.01	3.49	-	2.67	-	1.29

<표 2.7-4> 용담댐 일별 강수량

구분	일별 강수량(㎜)											
	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
합 계	54.1	28.0	45.5	116.5	33.9	89.1	146.4	56.3	63.0	43.6	97.1	49.1
1일	-	-	-	0.7	-	-	0.1	2.2	5.6	-	-	5.7
2일	0.6	0.1	2.1	9.9	14.1	-	-	-	0.1	-	-	0.3
3일	-	-	-	20.8	0.3	-	-	-	-	-	-	2.5
4일	13.2	-	-	3.5	-	0.7	6.8	-	0.8	-	-	-
5일	10.8	-	-	3.1	-	-	0.1	-	0.2	-	1.4	-
6일	-	-	-	-	-	-	6.5	0.2	-	-	22.3	-
7일	-	-	-	-	-	0.1	42.6	-	-	-	4.9	-
8일	-	-	-	-	-	-	38.5	-	-	-	0.9	-
9일	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.2	-	18.2
10일	0.2	-	-	-	4.6	-	6.6	2.7	-	7.0	-	2.2
11일	-	0.2	-	-	11.3	-	6.5	4.3	2.7	2.0	-	-
12일	-	-	1.0	0.5	-	-	4.0	-	-	-	25.8	-
13일	-	-	-	27.7	-	7.0	-	-	-	-	2.9	5.2
14일	-	6.2	-	1.9	-	0.1	-	0.3	-	-	0.3	0.8
15일	0.2	12.7	-	2.4	-	-	-	0.1	-	-	12.8	3.5
16일	-	0.1	-	-	-	0.1	-	-	-	-	0.3	0.1
17일	2.7	-	36.6	4.7	-	-	-	-	-	-	4.8	1.7
18일	1.9	-	1.2	0.7	-	2.0	-	-	-	-	1.2	0.1
19일	-	-	-	15.9	-	2.3	7.6	11.3	-	-	0.1	0.4
20일	12.9	5.5	-	-	-	0.1	9.7	12.0	-	-	-	2.0
21일	1.8	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-	0.1
22일	-	-	-	-	-	-	11.7	0.1	-	-	5.0	2.4
23일	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	0.4	-	-
24일	5.3	-	-	-	-	24.5	-	23.0	-	-	9.3	-
25일	2.8	0.2	-	-	-	43.3	-	-	-	-	2.4	-
26일	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-	29.9	1.6	-
27일	-	0.5	-	3.2	-	-	0.8	-	-	-	0.1	-
28일	0.6	2.5	-	21.2	-	-	4.4	-	-	-	0.8	-
29일	1.1	-	-	0.3	3.6	8.1	-	-	-	0.1	0.1	0.5
30일	-	-	4.1	-	-	0.6	-	-	53.6	-	0.1	3.4
31일	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-



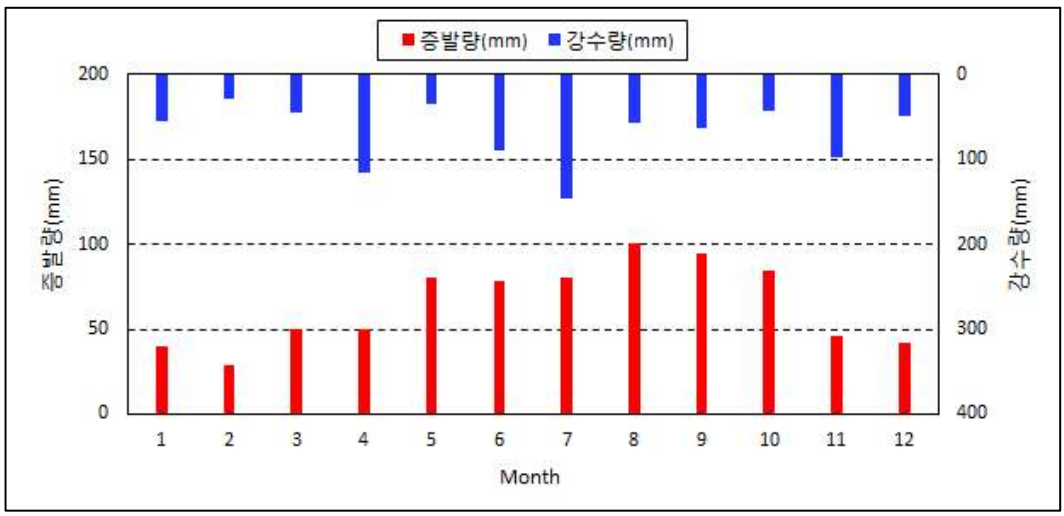
<그림 2.7-4> 용담댐 일별 수면증발량 (2015년)

2) 월별 수면증발량

〈표 2.7-5〉와 〈그림2.7-5〉는 용담댐의 일 수면증발량 자료를 토대로 월별 증발량을 산출하였으며, 증발이 가장 많은 기간은 8월로 100.91㎜, 그 다음으로는 9월 94.87㎜, 10월 84.62㎜의 순으로 나타났다. 저수지 수면에서의 증발은 겨울철에도 활발히 이뤄지는 것을 알 수 있다. 이는 열용량이 큰 저수지가 여름과 가을을 거치면서 데워졌던 열을 지니고 있다가 서서히 식기 때문에 지속적으로 증발이 이루어지는 것으로 판단된다.

<표 2.7-5> 용담댐 월별 증발량 및 강수량

구 분	증발량(㎜)			강수량(㎜)		
	합계	평균	최대	합계	평균	최대
1월	39.94	1.13	2.21	54.10	1.75	13.20
2월	29.11	1.04	2.02	28.00	1.00	12.70
3월	50.44	1.63	3.07	45.50	1.47	36.60
4월	50.19	1.67	2.99	116.50	3.88	27.70
5월	80.28	2.59	3.72	33.90	1.09	14.10
6월	77.96	2.60	3.94	89.10	2.97	43.30
7월	80.16	2.59	4.22	146.40	4.72	42.60
8월	100.91	3.26	4.72	56.30	1.82	23.00
9월	94.87	3.16	4.11	63.00	2.10	53.60
10월	84.62	2.73	4.17	43.60	1.41	29.90
11월	45.47	1.52	3.29	97.10	1.52	25.80
12월	41.66	1.34	2.15	49.10	1.34	18.20



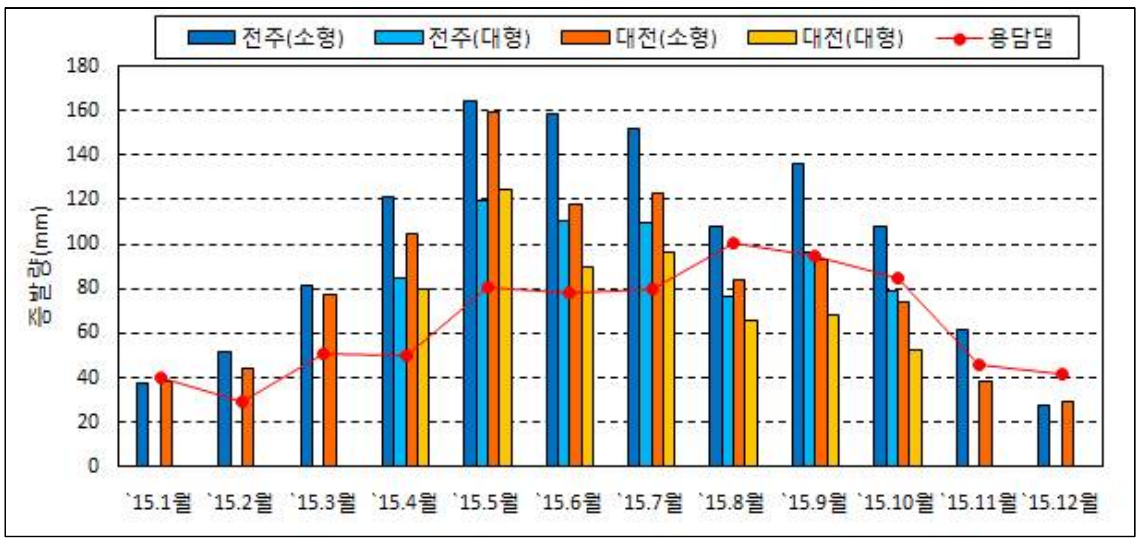
<그림 2.7-5> 용담댐 월별 수면증발량(2015년)

3) 증발량 측정값 비교

용담댐 수면증발계가 설치된 곳과 인접한 관측소 중 증발량을 측정하는 관측소는 전주기상관측소, 대전기상관측소로써 전주 및 대전기상관측소에서는 소형증발팬과 대형증발팬을 이용한 관측으로 매일 아침 9시 이전 목측을 하는 것으로 조사되었다. 또한 대형증발팬의 경우 11월~3월까지는 동절기 증발팬의 유지관리를 위해 증발량을 측정을 하지 않는 것으로 조사되었다. 〈표 2.7-6〉과 〈그림 2.7-6〉은 용담댐의 월 수면증발량과 전주 및 대전기상관측소의 월 증발량 자료를 비교한 것이다. 〈그림 2.7-6〉에서 보는 것과 같이 지상에서의 증발은 수면에서의 증발과 다소 차이가 발생했으며, 지상에서의 증발량은 7~9월의 증발이 5~6월의 증발보다 적은 것으로 나타났으며, 이는 7~9월에 집중되는 강우 때문인 것으로 조사되었다. 수면에서의 증발은 봄철부터 댐체가 서서히 데워지는 영향으로 수면에서의 증발은 지상에서의 증발보다 조금 늦은 시기인 8월에 많은 것으로 나타났다.

<표 2.7-6> 월별 증발량 측정값

연도	월	전주 소형 (mm)	전주 대형 (mm)	대전 소형 (mm)	대전 대형 (mm)	용담댐 수면증발량(mm)
2015년	합계	1188.3	676.2	983.4	576.3	775.61
	1월	37.8		38.4		39.94
	2월	51.7		43.9		29.11
	3월	81.2		77.6		50.44
	4월	121	84.7	104.3	80.2	50.19
	5월	164.5	119.6	159.1	124.2	80.28
	6월	148.3	110.4	118.2	90.1	77.96
	7월	142.2	109.6	123.2	96.2	80.16
	8월	108.1	76.1	84	65.5	100.91
	9월	136.3	96.7	92.8	68	94.87
	10월	108.2	79.1	74.2	52.1	84.62
	11월	61.5		38.4		45.47
	12월	27.5		29.3		41.66



<그림 2.7-6> 월별 증발량 측정값 비교