

새로운 IHP 대표시험유역의 설계



최 흥 식 >>

상지대학교 건설시스템공학과 교수
hsikchoi@sangji.ac.kr



박 상 우 >>

서남대학교 토목공학과 교수
psw0232@tiger.seonam.ac.kr



김 상 호 >>

상지대학교 건설시스템공학과 교수
kimsh@sangji.ac.kr



우 효 섭 >>

건설기술연구원 선임연구위원
hswoo@kict.re.kr

1. 서론

기존의 평창강, 위천, 보청천의 IHP 대표시험유역은 운영기간이 오래되어 유역과 하도의 변화로 일관성 있는 자료의 도출이 곤란하여 품질이 저하되고, 평창강 유역의 자연지질 특성상 저수시 유량자료의 불규칙성 문제 상존되고 있다. 또한 정부의 수문관측 신규 시설투자가 대폭 확대됨에 따라 정부계획과 연계된 새로운 시험유역의 선정이 필요하다. 기존 IHP 시험유역의 유지에 대한 필요성은 있으나, IHP 시험유역 내 우량, 수위관측소의 자료는 지속적으로 TM에 의해 전송되고, 유량 측정은 건교부에서 각 유역별 1-2개소 수행하여 새로운 시험유역의 설계에서 기존 3개 시험유역은 고려하지 않기로 하였다. 또한 기존 3개 IHP대표시험유역의 관측결과를 이용하여 최근 2000년부터 2006년까지의 한국수자원학회 논문발표실적은 32편으로 충분한 연구(표 1, 표 2)가 이루어진 것으로 분석 평가되고 대부분의 연구는 단기 강우-유출모의와 강우-유출에 따른 유출모형의 매개변수고찰(model identification)로 이 분야의 충분한 연구로 판단된다. 지금의 시험유역은 1982년부터 25년간 오랫동안 운영하였고, 외국의 경우는 운영 목적에 따라 1년에서 17년 정도의 운영기간을 가진다. IHP시험유역 사업은 매년 같은 방법의 수문자료 분석에 한정되어 시험유역으로서 특별관리 당위성이 저하된 다라고 볼 수 있다. 또한 2008년부터 시작되는 IHP 7단계 사업에서 강조하는 새로운 시험유역의 운영니즈의 반영으로 생태, 도시화, 재해 등을 새롭게 선정할 필요가 있다.

따라서 본 연구는 기존 IHP 대표시험유역과 현재 운영 중인 국내 시험유역의 운영현황과 연구성과에 대

한 분석과 평가에 의해 새로운 대표시험유역의 필요성을 분석하고, 기존 시험유역의 유역규모, 지형적 특성, 하천 특성 등을 비교 분석하고, 사회적 필요성을 감안하여 새로운 시험유역을 선정한다. 선정된 시험유역의 특성에 따른 적절한 자료 수집, 가공, 분석, 보급을 위한 시험유역 조사항목과 그에 따른 관측 지표와 기법의 설계, 그리고 시험유역 운영방안을 수립한다.

(2002-2007)에 이르고 있다.

IHP사업의 일환으로 국내 대표유역(표 3)의 수문 자료 관측 및 수집정리와 수문학적 분석으로 수문관측 자료의 수집 및 정리로 강우량, 증발량, 수위, 지하수위, 유량, 유사량 그리고 인근 기상관측소의 기상자료이다. 자료의 수집에 따른 기초분석으로는 수위-유량관계분석 및 보완, 유량-유사량 관계분석 및 보완, 기왕 수문자료 분석 등을 수행하였다.

2. 기존 시험유역

2.2 국내·외 시험유역의 특성

2.1 IHP 대표시험유역

수자원의 지속적 확보기술개발 사업단의 지표수조사시스템의 적용을 위한 강우-유출특성 분석 목적의 소규모, 중규모, 대규모 산지의 시험유역, 중소규모의 농촌유역의 저수지 물수지분석을 포함한 시험유역, 그리고 소규모 도시시험유역이 운영되고 있다. 기타 시험유역으로 최근의 관심사인 자연형 생태하천의 복원, 도시홍수재해해석기술, 도시화의 진행에 따른 모니터링, 도시와 농촌의 물순환 건전화와 물수지분석이 있고, 산림수문학의 연구를 위한 소규모 임업시험유역이 운영되고 있다. 그 외에 서울과 지방도시에서 특정개발사업의 설계에 적용할 목적의 설계 강우와 그에 따른 유출의 해석과 수질측정을 병행한 시험유역이 있으나, 한시적인 것으로 판단된다. 아래의 표 4

UNESCO-IHP 연구사업은 1964년 제창되어 국제수문개발 10개년 계획(International Hydrological Decade, IHD)에서 시작하여 1967-1974년에 한강유역의 경안천을 시험유역으로 운영하였고, 1971-1974년에 금강유역의 무심천을, 1974-1981년에 UNESCO-IHP (International Hydrological Program)으로 바꾸어 반월유역을 시험유역으로 하였다. IHP 제 II/III단계(1982-1989)에서 지금의 한강유역의 평창강, 금강유역의 보청천, 낙동강 유역의 위천을 대표시험유역으로 하여 IHP 제 IV단계(1990-1995), 제 V단계(1996-2001), 제 VI단계

표 1. IHP 대표시험유역 연도별 자료활용(2000~2006년:한국수자원학회논문집)

구분(년도)	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	계
논문 수	2	7	4	4	3	6	6	32

표 2. IHP 대표시험유역 자료 활용논문의 유형(2000~2006년:한국수자원학회 논문집)

구 분		평창강	위천	보청천	평창강 +보청천	+보청천 +위천	+평창강 +위천	평창강 +보청천+위천	계
강우-유출 (simulation)	장기	-	1	1	-	-	-	-	2
	단기	2	3	3	1	1	-	4	14
강우-유출(identification)		1	4	2	-	-	-	2	9
기타		2	1	2	-	-	2	-	7
계		5	9	8	1	1	2	6	32

표 3. 기존 IHP 대표시험유역 특성

구 분	유역	평창강		보청천		위 천		비 고
		지방2급	지방1급	지방2급	지방1급	지방2급	지방1급	
유역 특성	유역면적(km ²)	402.47	1,774.32	423.27	553.38	690.16	1,403.06	
	유로연장(km)	52.65	149.40	45.11	72.11	84.00	113.50	
	하천연장(km)	22.28	96.75	36.20	27.00	72.50	29.50	
	하폭(m)	100	335	82	105	200	240	
	계획홍수량(m ³ /s)	2,020	4,490	2,010	2,140	1,470	4,350	
수문 계측	자기우량계	11 (5)		12 (10)		11 (5)		() : 운영 중
	자기수위계	6 (1)		5 (3)		6 (3)		
	증발계	11(미운영)		12		11		
	자기지하수위계	6 (1)		5(금강홍수통제소)		6(낙동강홍수통제소)		
유역정보		산간		중산간		중산간		
수 계		남한강/대단위		금강/중규모		낙동강/대단위		

표 4. 운영목적 별 시험유역

구분	강우-유출의 수문/수리특성			자연형/생태하천복원과	도시홍수	도시화	산림수문학	비고
	산간	농촌	도시	물순환 건전화				
개소 수	6	3	1	2	1	1	1	15개소

표 5. 유역면적 별 시험유역

구분	유역면적의 크기(Km ²)					비고
	1.0 <	10.0 <	100.0 <	500.0 <	500.0 >	
개소 수	2	1	4	4	4	15개소

와 표 5는 국내 시험유역의 특성을 정리한 것이다.

국의 시험유역으로는 미국, 캐나다, 일본, 유럽지역, 영국, 호주 등에 대해서 조사하였다. 시험유역은 각각에 목적에 부합되는 여러 가지 형태의 시험유역을 1960년대부터 운영해 오고 있다. 시험유역은 유출모형의 개발, 도시 배수분구 내 흐름현상 규명, 수문·기상자료의 관측과 관리의 체계적인 계획과 관리 아래 운영된다. Illinois의 시험유역은 7개의 0.07-1,792km²의 다양한 면적과 강우계 해상도는 1.2-40km²/ea로 집중호우특성, 강우의 물리적 연구, 농작연구, 증발산 연구, 물수지, 강우-유출, 강우계의 효율성에 대한 평가의 특성화된 연구목적의 시험유역으로 1-17년까지 장기적으로 운영하고 있다. 일본의 경우는 전국적으로 많은 시험유역이 운영되고, 특히

쓰꾸바 유출시험지는 1969년 국제수문10개년계획(IHD)부터 현재까지 운영되고 있음 유럽지역은 유역면적 6.7-460ha, 강우관측간격은 0.25-5분간격, 수위-유량은 0.5-5분 간격으로 거주지, 산업·상업지역이다.

3. 새로운 IHP대표시험유역의 설계

3.1 새로운 시험유역의 설계방향 수립

UNESCO-IHP VII단계의 주제, 목표 그리고 관심분야는 다음과 같다.

- Theme I : 환경적으로 훼손된 지역의 수문분석

(환경)

도서지역/해안지역에서의 물부족과 그에 따른 갈등 해소(도서지역 수자원)

동적 수중환경의 변화로서의 생태계의 분석(생태)

- Theme II : 수자원 분배와 갈등의 해결을 위한 효과적인 통합수자원관리(수자원통합관리)

- Theme III: 생태수문학 및 환경적 지속성 차원의 생태와 환경관리(생태/환경)

대규모 도시화에 따른 개발지속가능성과 도시환경의 건전과 위생에

따른 불확실성을 감안한 위험도 기반의 환경관리(도시화/방재)

- Theme IV: 생물학적, 무생물학적 수중오염(생태/환경)

물과 보건위생의 수자원의 통합관리(수자원통합관리)

수자원 이용의 다변화에 따른 기수이용(하구하천)

따라서 UNESCO-IHP VII단계의 기본전략인 수자원통합관리 유역측면의 환경성을 강조한 수문순환과 생태유역, 도시화와 방재 유역으로 개선방향을 선정하였다(그림 1).

3.2 새로운 시험유역의 선정

새로운 시험유역의 운영목적은 다음과 같다.

가. 수문순환/자연생태 시험유역의 운영목적

- 유역 내 신뢰성 있는 고품질의 수문/수리자료 구축
- 강우-유출 구조의 이해
- 유역의 수문/수리학적 특성 규명
- 유역과 하도의 계절적/경년적 변화 분석
- 자연생태하천(reference stream)의 상존구간 모니터링
- 홍보와 교육목적의 소유역 운영

나. 도시/방재 시험유역의 운영목적

- 도시유역내 신뢰성 있는 고품질의 수문/수리자료 구축

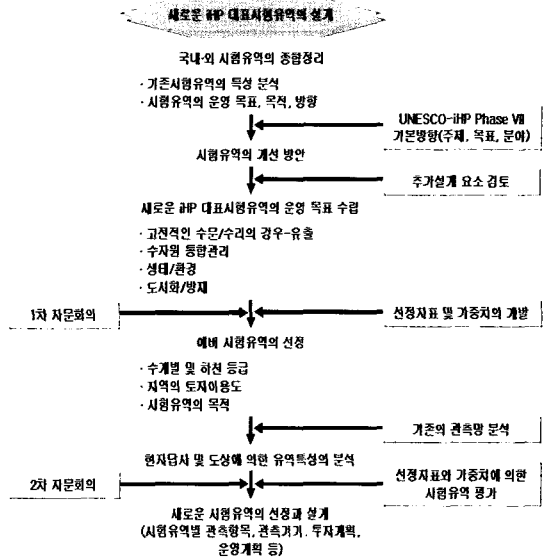


그림 1. 새로운 시험유역의 선정과 설계과정

- 도시유역의 강우-유출해석
- 홍수 예경보시스템 구축을 위한 기초자료 제공
- 도시화에 따른 유출특성의 분석
- 배수계통(하수관거, 빗물펌프장, 하수처리장, 우수토실 등)에 따른 강우-유출구조

시험유역 선정을 위한 적합성의 분석과 평가기준으로는 목적의 적합성, 유역의 크기, 토지이용도(산간, 농경지, 도심) 및 변화, 접근성, 유역특성 및 기존 계획망의 활용 가능성 등, 향후 관측의 용이성과 안정성, 기존 관측자료의 가용성, 유역관리의 제약성, 수문순환 유역내 자연생태하천(reference stream)의 상태이다. 아울러 평가기준은 각 시험유역의 평가기준 항목의 중요도에 따라 3등급으로 구분하여 1, 2, 3점의 적합도로 구분하였고, 각 평가항목의 가중점수를 10, 7, 4점으로 배분하였다(표 6).

수문순환/생태 시험유역의 예비유역으로는 복하천을 포함하여 5개의 하천을 선정하여 표6의 배점과 가중치에 의해 평가한 결과 청미천이 적합한 것으로 나타났다, 도시화/방재 시험유역의 예비유역은 울하천을 포함하여 5개의 하천에 대해서 평가한 결과는 대동천으로 나타났다.

표 6. 평가항목과 기준

평가요소	평가기준		적합도	가중치
	수문순환	도시방재		
목적적 적합성	상, 중, 하	상, 중, 하	3, 2, 1	10
토지 이용도	양호, 보통, 불량	다양, 보통, 단순	3, 2, 1	10
접근성	30분, 30분-1시간, 1시간이상	30분, 30분-1시간, 1시간이상	3, 2, 1	10
기존 관측망 (강우, 수위, 수질)	3개이상/각종시설,3-0개,없음	3개이상/각종시설,3-0개,없음	3, 2, 1	10
하천의 수질상태	청결, 보통, 오염	청결, 보통, 오염	3, 2, 1	7
유역 크기(km ²)	500이상, 100-500, 100이하	20이하, 20-40, 40이상	3, 2, 1	7
유로/배수체계	양호, 보통, 불량	양호, 보통, 불량	3, 2, 1	7
향후 관측의 용이성과 안정성	양호, 보통, 불량	양호, 보통, 불량	3, 2, 1	4
유역관리의제약성	양호, 보통, 불량	양호, 보통, 불량	3, 2, 1	4
과거자료의가용성	양호, 보통, 불량	양호, 보통, 불량	3, 2, 1	4
자연생태하천구간	양호, 보통, 불량	-	3, 2, 1	4
홍수방재과거기록	-	취약, 보통, 양호	3, 2, 1	4

3.3 새로운 시험유역의 특성

수문순환과 생태의 새로운 시험유역으로 선정된 청미천은 여주군에서 남한강으로 유입하는 국가 및 지방2급 하천이고, 관개용수를 많이 이용하고 하천수질은 2-3급수, 농경지가 약 10%, 산지가 약 83%, 기타 7%의 중규모 산지하천이다. 도시화/방재의 새로운 시험유역으로 선정된 대동천은 대전에 위치한 지방2급 하천으로 대전천, 유등천, 갑천 금강으로 유입되는 하천이다. 대전시 동구 비룡동 계곡에서 발원하여 심한 사행을 하다가 중하류부에서 무명천과 합류한 후 유향을 거의 직각으로 바꿔 대전천 우안으로 합류하며, 유역형상은 수지형이다. 유역의 상류부는 주로 구릉지이고, 유역 중하류부의 도시화율(주거지

및 상업지역)이 약 48%, 임야 40%, 농경지 12%의 전형적인 도시하천이다. 1989년 7월 16일에 유역의 홍수로 침수가 되었다.

수문순환/생태 예비시험유역인 청미천에는 청미수위국이 설치되어 운영되고 유역내 생극, 설성, 삼축 그리고 유역외 원삼의 자기우량관측소가 있다. 년차별 투자 및 운영을 통해서 우량계, 수위계, 기상관측, 수질측정, 지하수관측, 증발계, 수리관측장비가 운용되어질 예정이다.

도시화/방재 예비시험유역에는 기존의 관측시설은 없고 인근에 대전 기상대와 갑천의 회덕수위표, 대전천의 현암과 명암 수질국이 있다. 년차별 투자 및 운영을 통해서 우량계, 수위계, 수질측정이 운용되어질 예정이다.

표 7. 예비 시험유역 유역특성

하천 특성	하천명	하천 등급	수계명	유역 면적 (km ²)	유로 연장 (km)	주하천 길이 (km)	유역평균 표고 (m)	유역평균 경사 (%)	종점계획 홍수량 (m ³ /s)	비고
수문 순환/생태	청미천	국가	한강	596.60	60.21	32.24	141.38	17.01	2,040	남한강
		지방2		399.42	37.56	34.30	-	-	-	
도시/방재	대동천	지방2	금강	20.49	8.56	-	121.0	25.9	355	대전천

3.4 새로운 시험유역의 설계

3.4.1 수문순환/자연생태 시험유역 : 청미천

가. 수문순환/자연생태 시험유역의 운영목적

- 유역 내 신뢰성 있는 고품질의 수문/수리자료 구축
- 강우-유출 구조의 이해
- 유역의 수문/수리학적 특성 규명
- 유역과 하도의 계절적/경년적 변화 분석
- 자연생태하천(reference stream)의 상존 구간 모니터링
- 홍보와 교육목적의 소유역 운영

상기의 운영목적을 달성하기 위해서는 다양한 계측시설의 도입을 필요로 하나, 시험유역의 운영기간, 예산 등에 따라 1차적으로 우량국, 수위국, 수질국과 생태모니터링으로 국한한다.

나. 우량국

우량의 관측은 기존에 운영중인 건설교통부의 T/M망(표 8)인 청미천 유역내 삼죽, 설성, 생극과 유역외인 원삼을 사용하기로 하고, 단계별 관측목표와 예산의 여건에 따라 추가적 우량국을 설치하는 것으로 계획한다. 그에 따른 Thiessen 망과 계수에 따른 우량국별 지배면적은 그림 2와 같다.

다. 수위국

수위의 관측은 Rating곡선을 개발하여 관측수위에 따른 유량으로의 환산으로 강우-유출구조를 이해하는데 매우 중요하다. 청미천 시험유역 내에는 청미천 하류와 한강과의 합류부에 건설교통부에서 운영하

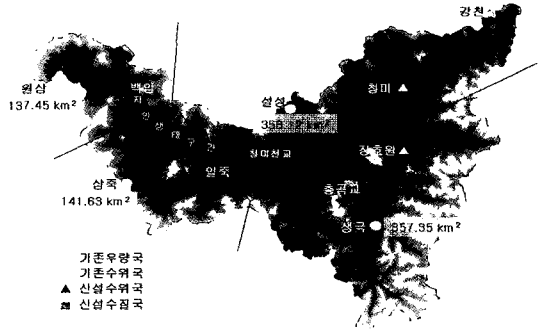


그림 2. 청미천 시험유역의 계측망과 Thiessen망

는 장호원, 청미와 강천수위표가 각각 있다. 수위국은 합류부를 중심으로 수위국을 설치함을 원칙으로 선정하였다. 상류구간의 죽산천 합류부를 중심으로 청미천 상류인 백암교, 죽산천의 일죽 그리고 합류후인 청미천교에 수위국을 신설하기로 한다. 하류에는 응천과의 합류부로 본류 상류의 앞서 언급한 청미천교 수위국, 응천의 총곡교, 합류후의 장호원과 청미수위표로 새로이 총곡교에 수위국을 신설하기로 한다. 따라서 남한강 합류부의 강촌 수위표를 제외한 기존의 2개 수위국과 새로이 신설하는 4개의 수위국으로 2개의 합류부에서 수문순환을 이해하고 한강과의 합류부에서의 수문순환 특성을 이해하고자한다(표 9, 그림 2).

자료의 결측방지과 보안을 위해서 앞서 언급한 수위계 중 2가지를 병행하여 설치한다. 최근 새로이 개발된 영상수위계의 사용을 적극 검토한다.

라. 수질국과 자연생태모니터링

수질의 관측은 수온, DO, pH, NO₂-N, NO₃-N, NH₄-N 등과 같은 수질항목을 10분단위의 실시간으

표 8 청미천 시험유역의 우량관측망

관측소	관측종별	자료보유기간	결측 년도	관할기관	비 고
삼죽	T/M	1990~현재	-	건설교통부	유역내
설성	T/M	1990~현재	-		유역내
생극	T/M	1975~현재	-		유역내
원삼	T/M	1981~1995, 1998~현재	1996~1997		유역외

표 9. 청미천 시험유역의 수위국

수위국	위치	신설/기준	비고
백암	본류 백암교	신설	수질국 병행
일죽	죽산천 일죽	신설	
청미천	본류 청미천교	신설	
총곡	응천 총곡교	신설	
청미	본류 청미교	기준	
장호원	본류	기준	
강천	남한강 합류부	기준	시험유역 외(제외)

로 측정할 수 있는 시스템의 구축으로 생태모니터링과 동시에 수행함이 바람직할 것으로 판단된다. 생태모니터링 구간을 백암교에서 죽산천 합류점 구간의 일정구간의 1-2 지점 또는 유입하는 지류로 선정함을 원칙으로 하였다. 따라서 수질국은 백암수위국에 동시에 설치하는 것으로 계획하였다(그림 2).

3.4.2 도시/방재 시험유역 : 대동천

가. 도시/방재 시험유역의 운영목적

- 도시유역 내 신뢰성 있는 고품질의 수문/수리자료 구축
- 도시유역의 강우-유출해석
- 홍수 예경보시스템 구축을 위한 기초자료 제공
- 도시화에 따른 유출특성의 분석
- 배수계통(하수관거, 빗물펌프장, 하수처리장, 우수토실 등)에 따른 강우-유출구조

상기의 운영목적을 달성하기 위해서는 다양한 계측시설의 도입을 필요로 하나, 시험유역의 운영기간, 예산 등에 따라 1차적으로 우량국, 수위국, 수질국으로 국한한다.

나. 우량국

대동천 시험유역내에 우량관측소는 없고, 대전기상대가 인근에 위치하고 있어, 유역내 2개소(양지초등학교, 대전전자기계고등학교)에 새로이 신설하는 것으로 계획하였다.(그림 3, 표 10).

다. 수위국

대동천 내 기존의 수위관측소는 없고 갑천의 회덕수위표가 있다. 따라서 대동천내에 본류를 상류로부터 판암2교, 무명교, 철갑교에 각각 3개의 수위국을 신설한다(표 11과 그림 3). 자료의 결측방지와 보완을 위해서 앞서 언급한 수위계 중 2가지를 병행하여 설치한다. 최근 새로이 개발된 영상수위계의 사용을 적극 검토한다.

라. 수질국

대동천과 대전천의 합류부에 현암수위국이 위치하고 있다. 시험유역 내에는 철갑교 수위국에 수질국을 동시에 설치하는 것으로 계획하였다(그림 3). 수질의 관측은 수온, DO, pH, NO₂-N, NO₃-N, NH₄-N 등

표 10. 대동천 시험유역의 우량관측망

관측소	관측종별	관할기관	기준/신설	비고
대전	T/M	기상청	기준	유역외
양지초등학교	PCS실시간	건설교통부	신설	유역내
대전전자기계고등학교	PCS실시간	건설교통부	신설	유역내

표 11. 대동천 시험유역의 수위국

수위국	위치	신설/기준	비고
판암2교	신설	-	
무명교	본류 무명교	신설	-
철갑교	본류 철갑교	신설	수질국 병행

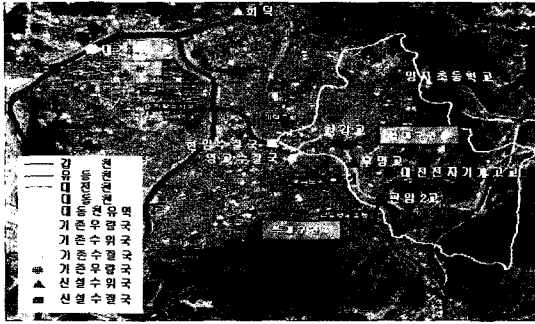


그림 3. 대동천 시험유역의 계측망

과 같은 수질항목을 10분단위의 실시간으로 측정과, 필요시 시료채취에 의해 조사항목을 운영목적에 맞게 조사한다.

3.4.3 년차별 투자 및 운영계획

시험유역의 운영목적에 부합되는 관측장비의 투입은 무엇보다도 중요하다. 그러나 운영목적, 예산, 운영기간, 운영주체의 여건에 따라 시험유역의 운영 목표나 방향은 달라질 수 있음을 감안하여야 한다. 단계별 계측장비의 투자는 1차 년도에는 강우-유출 구조의 이해를 위한 10분단위의 강우, 수위, 유량의 관측과 실시간 수집이 가능한 수질기본항목의 관측과 생태모니터링을 실시한다. 2차 년도에는 5분단위의 강우, 수위, 유량의 관측, AWS기상관측, 관거유량 그리고 유사량과 조도계수의 관측이다. 3차년도에는 지하수관측, 추가적인 수질항목의 관측과 유역 내 증발산을 관측한다. 4차 년도에는 수리특성의 조

사를 위한 ADCP관측과 토양수분의 측정을 실시한다(표 12).

시험유역의 운영은 UNESCO-IHP의 단계별 사업 기간인 6년을 원칙으로 하고 그에 따른 투지와 운영 계획이 필요하다. 시험유역의 운영은 일과성의 연구가 아니라 장기적으로 운영하여 자료를 축적하여야 하는 것으로 기상, 강수량, 유출량, 지하수위, 토양수분, 수질 등 기본적인 자료는 지속적인 관측이 필요하며, 측정 연구목적에 따라 그에 부합하는 자료의 수집이 요구된다.

시험유역에서 지속적이고 정확한 자료의 수집을 위해서는 하천단면의 변화를 조사하고 산림 및 토지 이용에 관한 계속적인 조사뿐만 아니라, 관측기기의 추가 설치와 보완 및 지속적인 점검 등이 필요하다. 이는 수문·기상 관측업무를 수행하고 있는 건설교통 부와의 관측업무와 방법 등을 파악하고 협조를 구하여 할 수 있도록 하여야 할 것이다.

청미천과 대동천 시험유역의 향후 운영계획은 각각 표 13과 표 14에서와 같다.

4. 결론

새로운 IHP 시험유역의 설계를 위하여 UNESCO-IHP 7단계의 사업의 추진전략과 방향 그리고 목표를 분석하였다. 그 결과 7단계 사업은 수자원통합관리, 환경/ 생태, 도서지역의 수자원, 도시화/방재, 하구하

표 12. 년 차별 계측장비 설비계획

구분	1단계(2007)	2단계(2008)	3단계(2009)	4단계(2010)	비고
강우-유출	10분단위 우량-수위관측	5분 단위 우량-수위관측	-	-	유역특성에 따른 개소 수
수리특성	-	유사량/조도계수 (운영)	지하수	수리특성조사 (ADCP)	1개소
수질분석	기본항목	-	특정항목(운영)	-	유역특성에 따른 개소 수
기상, 유역	-	기상(AWS)	증발산	토양수분측정	-
하수유량	-	관거유량	-	-	-

표 13. 청미천 시험유역 운영계획

구분	운영 목표	관측/분석항목	관측기기 설치	개략설치비(천원)
1차년 (2007년)	<ul style="list-style-type: none"> • 측정위치 선정 • 수문관측 장비의 선정과 기기설치 • 유역특성 조사 • 수문관측 및 분석 	-강수,수위,유량 -기상 -수질(기본항목) -생태모니터링 -수위국 중횡단	-수위관측소: 4개소 -수질국: 1개소	160,000 50,000
2차년 (2008년)	<ul style="list-style-type: none"> • 관측시설 추가설치 • 유역 특성조사 • 수문관측 및 분석 	-상기항목 외 -5분단위 관측 -유사량, 조도	-AWS기상관측:1개소 -수질국: 1개소	50,000 50,000
3차년 (2009년)	<ul style="list-style-type: none"> • 관측시설 추가설치 • 유역 특성 조사 • 수문관측 및 분석 	-상기항목 외 -지하수, 증발산 -수질(특정항목)	-지하수관측: 2개소 -증발산: 2개소	40,000 40,000
4차년 (2010년)	<ul style="list-style-type: none"> • 관측시설 추가설치 • 유역 특성 조사 • 수문관측 및 분석 	-상기항목 외 -수리특성 -토양수분	-ADCP측정망: 1개소	100,000
계				490,000

표 14. 대동천 시험유역 운영계획

구분	운영 목표	관측/분석항목	관측기기 설치	개략설치비(천원)
1차년 (2007년)	<ul style="list-style-type: none"> • 측정위치 선정 • 수문관측 장비의 선정과 기기설치 • 유역특성 조사 • 수문관측 및 분석 	- 강수,수위,유량 - 기상 - 수질(기본항목) - 수위국 중횡단	- 강우국: 2개소 - 수위관측소: 3개소 - 수질국: 1개소	20,000 120,000 50,000
2차년 (2008년)	<ul style="list-style-type: none"> • 관측시설 추가설치 • 유역 특성조사 • 수문관측 및 분석 	- 상기항목 외 - 5분단위 관측 - 유사량, 조도 - 관거유량	- AWS기상관측:1개소 - 수질국: 1개소 - 관거유량: 3개소	50,000 50,000 60,000
3차년 (2009년)	<ul style="list-style-type: none"> • 관측시설 추가설치 • 유역 특성 조사 • 수문관측 및 분석 	- 상기항목 외 - 지하수, 증발산 - 수질(특정항목)	- 지하수관측: 1개소 - 증발산: 1개소	20,000 20,000
4차년 (2010년)	<ul style="list-style-type: none"> • 관측시설 추가설치 • 유역 특성 조사 • 수문관측 및 분석 	- 상기항목 외 - 토양수분		
계				390,000

천의 유형으로 분리되었다. 따라서 새로운 IHP시험 유역은 수자원통합관리측면의 수문순환과 환경성을 강조한 수문순환/자연생태유역과 도시화/방재유역을 목표로 하였다. 새로운 시험유역의 설계에 대한 필요성을 얻기 위해서 기존 시험유역의 특성과 시험유역 운영을 통한 최근의 연구결과를 분석하였다. 아울러

적절한 시험유역의 선정을 위해서는 국내외의 시험유역의 특성을 분석하여 새로운 시험유역의 운영목적과 선정기준을 수립하였다. 2차례 이상의 전문가의 자문과 조언을 통하여 새로운 시험유역의 선정을 위한 원칙을 수립하고, 새로운 시험유역의 운영목적에 따른 관측항목을 정리하였다.

새로운 시험유역은 수문순환/자연생태와 도시화/방재 시험유역으로 하고, 그에 따른 운영목적과 선정 기준을 수립하였다. 예비시험유역의 선정에서는 수계별, IHP목표별로 수문순환/자연생태시험유역으로는 복하천, 청미천, 감천, 미호천, 계천의 5개 하천을 선정하고, 도시화/방재 시험유역으로는 율하천, 달서천, 가정천, 유성천, 대동천의 5개 하천을 선정하였다. 적합한 시험유역의 선정을 위한 평가기준을 운영 목적의 적합성, 토지이용도, 접근성, 기존 관측망, 하천의 수질, 유역의 크기, 유로/배수체계, 향후 관측의 용이성, 유역관리의 제약성, 과거자료의 가용성 등으로 구성하였다. 평가기준에 의한 예비시험유역의 평가결과는 수문순환/자연생태에는 청미천, 도시화/방재에는 대동천이 선정되었다.

선정된 청미천과 대동천 시험유역의 유역특성을 정리하였고, 그에 따른 개략적인 수문특성을 분석하였다. 아울러 기상, 우량, 수위, 수질, 생태모니터링을 위한 각종 계측장비의 특성을 정리하였다. 시험유역의 설계는 운영목적, 기간, 예산 등에 제한을 받으므로 년 차적인 시설의 투자와 운영방안을 제시하였다.

1차년도의 운영목표로는 수문순환/자연생태의 청미천 시험유역에는 강우관측, 수위관측, 수질관측 그리고 생태모니터링으로 결정하였다. 강우는 기존의 4개 우량국을 활용하고, 수위의 관측은 기존 2개의 수위국과 신설되는 4개 수위국의 6개 수위국을 운영하고, 생태구간의 모니터링과 더불어 1개의 수질국을 운영하는 것으로 하였다. 도시화/방재의 대동천 시험유역에는 강우관측, 수위관측, 수질관측으로 결정하였다. 강우는 대전기상대 활용과 2개의 우량국을 신설하고, 3개 수위국을 신설하고, 1개의 수질국을 운영하는 것으로 하였다.

시험유역의 운영에 따른 년 차적인 보완과 추가는 지속적으로 필요하고, 시험유역의 운영목표에 따라서 달라지나, 원칙적으로는 청미천과 대동천 시험유역에는 2차 년도에는 5분단위의 강우와 수위국의 추가, AWS기상관측과 더불어, 유사량과 조도계수측정을

실시하고, 3차 년도에는 지하수관측, 증발산, 추가적 수질측정항목의 관측을 실시하고, 4차 년도에는 수리특성의 조사를 위한 ADCP유속의 관측과 토양수분의 측정을 단계별로 실시한다. 아울러 대동천 시험유역에는 하수관로에서의 유량조사를 추가로 실시한다. 시험유역의 운영기간은 단계별 IHP사업기간인 6년을 원칙으로 한다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부, 한국수자원학회의 2006년도 IHP연구사업의 지원으로 이루어진 것이다.

참고문헌

1. 건설교통부, 국제수문개발계획(IHP) 연구사업 '05년 성과 및 '06년 계획, 2006. 2.
2. 경기대학교, 도시홍수 재해해석 기술(총괄연구과제명: 도시홍수재해관리기술), '03연구성과보고서 제1세부과제, 2004. 10.
3. 과학기술부, 동의대학교, 수자원의 지속적 확보기술개발사업-지표수조사기술 개발(동의대 시험유역), 과제번호(2-1-1), 2004. 4.
4. 과학기술부, 한국수자원공사, 수자원의 지속적 확보기술사업-시험유역운영(용담댐 상류 시험유역), 2004.
5. 서울대학교, 수자원의 지속적 확보기술개발사업-지표수조사기술 개발-시험유역운영(발안 서울대 유역), 과제번호(2-1-1), 2004. 4.
6. 서울대학교, 안양천 유역의 물순환 건전화 기술적용 공청회 자료집, 2004. 5.
7. 수자원의 지속적확보기술사업단, 농업기반공사, 지표수조사기술 개발-시험유역운영(농업기반공사 이동유역), 과제번호(2-1-1), 2004.
8. 수자원의 지속적확보기술사업단, 한국건설기술연

- 구원, 수자원의 지속적 확보기술개발사업-지표수 조사기술 개발, 과제번호(2-1-1), 2003. 5.
9. 한국건설기술연구원, 유출시험유역의 설계, 건기연 90-WR-111-1, 1990.
10. 한국건설기술연구원, 시험유역의 운영 및 수문특성 조사.연구, 건기연 95-WR-1102-1, 1995.
11. 한국건설기술연구원, 시험유역의 운영 및 수문특성 조사.연구, 건기연 2002-056, 2002. 12.
12. 한국건설기술연구원, 건강한 물순환체계 구축을 위한 유역진단기법 개발연구, 건기연 2004-031, 2004. 12.
13. 한국건설기술연구원, 건강한 물순환체계 구축을 위한 유역진단기법 개발연구, 건기연 2005-071, 2005. 12.
14. UNESCO-iHP, Strategic Planning of the 7th Phase of IHP(IHP-VII, 2008-2013), IHP/IC-XVI/9, Paris, 12 July 2004. 