

디지털 시대의 새로운 수문조사 현황과 전망



조 효 섭 ▶▶
건설교통부
한강홍수통제소 하천정보센터 시설연구관
chohs@moct.go.kr

1. 서 론

문화와 기술은 서로 다른영역처럼 보이지만, 문화변동의 근저에 흐르는 기본적인 동인은 기술변동이다. 우리가 일반적으로 인식하고 있는 기술은 물질영역이고 문화는 정신영역에 가깝다. 얼핏보면 기술과 문화는 물질과 정신의 관계처럼 상이하거나 대조적으로 보이지만 사실은 문화와 기술은 동전의 양면과도 같다.

새로운 기술은 새로운 문화를 만든다. 인터넷 기술은 사이버 문화를 만들었고, 휴대폰과 모바일 기술은 엄지족 문화를 만들었다. 이와 같이 오늘날은 기술과 문화가 융합 되는 시대로서 '컨버전스의 시대' 라고도 말한다. 이러한 '컨버전스의 시대' 는 기존의 산업사회가 추구해온 분업화, 전문화 기술의 개별적 요소에서 기술과 기술이 융합하여 새로운 기술을 만들고, 서로 다른 학문간의 협동연구를 해야하는 시대적 상황으로 변화하고 있는 것이다.

1916년부터 수행하고 있는 수문조사 업무는 농업 및 산업화 시대를 거쳐 21세기 정보화 시대를 맞이하고 있다. IT(Information Technology, 정보통신), BT(Bio-Technology, 생명공학), NT(Nano-Technology, 나노기술) 등 첨단기술영역의 융합기술의 무한한 발전에 비하여 우리 수문조사는 어떠한가?

다른 과학기술의 무한한 발전과 질주속에서 우리

수문조사의 기술은 왜 그 발전이 더딜 수 밖에 없을까? 그간 수문조사에 대한 투자와 관심의 부족이 낳은 결과라고 이야기할 수도 있겠지만, 첨단 과학기술과 수문조사의 기술적 융합이라는 관점에 보면 아직까지도 타 분야의 기술적 융·복합 기술에 비하여 어려운 환경에 처해 있다고 볼 수 있다. 그 환경이라는 것은 수문조사에 관한 기술개발의 시장이 타 분야에 비하여 작고 크지 않다는 것이 더 큰 문제라고도 볼 수 있다.

따라서, 이러한 환경을 극복하기 위한 한 가지 방편으로서 볼 때 정부가 지속적인 인력과 예산을 투입하여 주요한 지점에서의 수문자료의 양적 및 질적인 확보와 또 다른 한 방편으로서 효율적인 수문조사를 수행할 수 있는 과학적 기술의 연구개발을 꾸준히 병행하여야 한다는 것이다.

따라서, 본 고에서는 수문조사의 현황을 살펴보는 동시에 국가차원에서 이를 개선하기 위해 진행중인 수문조사 기술과 IT 기술이 접목된 연구 사업들에 대하여 간략하게 소개하고 끝으로 향후 수문조사의 전망을 언급하고자 한다.

2. 수문조사의 현황

수문조사란 “전국 주요지점에 대한 우량, 하천수위·유량 등을 관측하여 물 순환과정을 정량적으로 규명하는 기초자료 수집업무”로 정의할 수 있다. 즉, 물의 순환에 관한 모든 정보를 관측·분석하여 인간에게 필요한 물을 공급하고, 홍수로 인한 피해를 경감시키며, 깨끗한 수질을 유지하는 역할을 수행하기 위한 기본이라 하겠다.

우리나라에서 수문관측을 시작한 것은 조선시대

세종대왕때로 이 때부터 측우기와 수위표를 이용하여 수문관측을 하였으나, 근대적 개념의 수문관측이 실시된 것은 일제시대인 1904년에 전국에 걸쳐 본격적으로 실시되었다. 1916년에 조선총독부 내무국이 한강, 대동강, 낙동강 유역조사를 위해 15개소의 우량계와 53개소의 수위표를 설치한 것이 현대적 개념의 수문관측의 시작이라 할 수 있다.

현재 국내에는 건설교통부에서 운영하는 437개소의 우량관측소와 331개소의 수위관측소 외에도 한국수자원공사, 한국농촌공사, 기상청 및 지자체 등의 여러 기관에서도 관리하는 수문관측시설을 통해 수문관측을 하고 있으며 건설교통부는 매년 이들 자료를 정리하여 한국수문조사연보를 발간하여 제공하고 있다.

표 1은 우리나라의 우량 및 수위관측소를 나타낸 것으로 전반적으로 수계면적이 큰 한강과 낙동강 수계에 약 60%정도가 설치되어 운영중에 있는 것으로 조사되었다. 한편, 지방자치단체에서 운영하고 있는 우량 및 수위관측소는 자연재해상황관리를 위해 홍수기에 치중하여 자료를 취득하며 한국농촌공사는 농업용수 관리를 위해 농번기에만 관측소를 운영함에 따라 이들 기관에서 얻어진 수문자료는 자료의 연속성이 없어 전문적인 수문분석에 이용하기에는 미흡한 점이 있다.

표 1에서 보여지는 바와 같이 우량관측소는 WMO에서 권장하는 기준인 개소당 100~250km²를 상회하나, 수위관측소 관측밀도는 일본의 40% 수준에 머물고 있어 이에 대한 시급한 보완이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

표 1. 우리나라 수문관측소 현황(2006년 현재)

구분		우량	수위
관측소 수 (개소)	계	2,894	755
	건설교통부	437	331
	기상청	537	-
	지방자치단체	1,751	285
	한국수자원공사	160	122
	한국농촌공사	9	17
관측밀도		34km ² /개소	132km ² /개소

또한 수자원의 합리적 관리를 위해 유량관측은 매우 중요하며 이는 절대적이라 할 수 있다. 그간 유량측정은 주로 건설교통부 홍수통제소 및 한국수자원공사에서 실시해 오고 있으며 건설교통부 홍수통제소에서 유량관측을 실시한 최근의 지점수 현황은 그림 1과 같다.

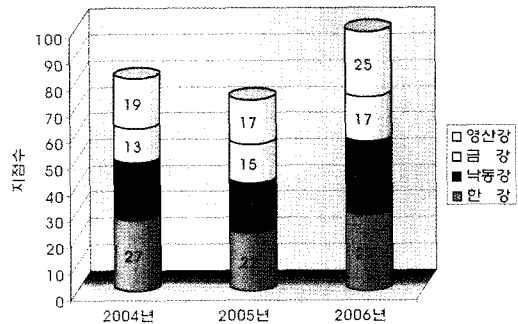


그림 1. 4대강 홍수통제소별 유량관측 현황

수문조사의 주무부서인 건설교통부의 수문조사 체계는 그림 2와 같이 운영되고 있다. 수문관측소의 설치 및 운영은 4개 홍수통제소가 담당하고, 유지관리는 관측원에 의해 이루어지고 있다. 유량측정은 대학, 업체, 연구기관 등에서 이루어지고 있으며 2006년부터는 유량조사사업단이 발족하여 4대강 주요지점에 대한 유량측정과 측정된 결과에 대한 검증업무를 담당하고 있다. 이렇게 생산된 수문자료는 각 홍수통제소의 홈페이지나 국가수자원관리종합정보시스템(WAMIS)을 통해서 거의 실시간으로 국민들에게 제공하고 있다.

2007년 개정 하천법에서는 수문조사의 실시(제17조)에 관한 내용이 신설되어 하천관리와 국가수자원개발 계획의 수립 등에 필요한 하천의 유역특성, 수위, 유량 및 유사량 등 대통령령이 정하는 사항을 관측, 측정, 조사하도록 명시되어 있으며, 수문조사의 책임은 건설교통부 장관이 가지고 있으며 지자체에서도 지방하천에 대한 수문조사를 실시할 수 있도록 규정하여 수문조사에 대한 중요성을 제도화하여 뒷받침할 수 있도록 기반을 조성하고 있다.

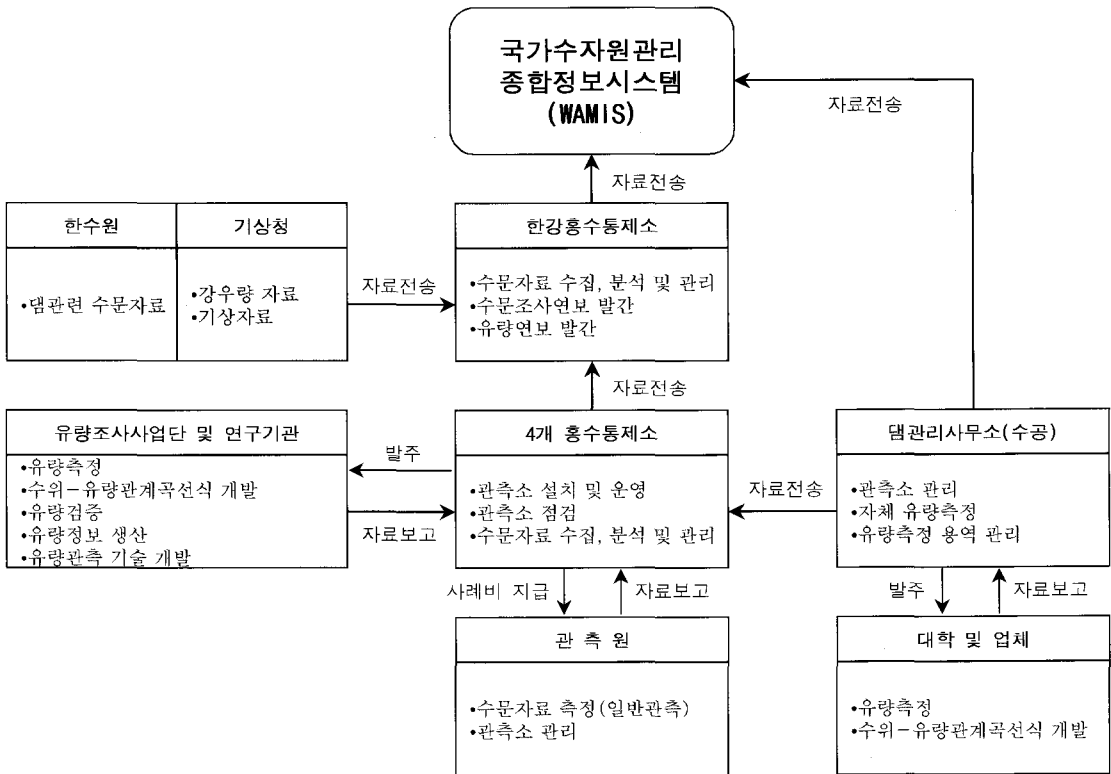


그림 2. 우리나라의 수문관측 체계

현재 수문관측과 관련하여 기준을 제시하고 있는 규정은 ‘수문관측업무규정’, ‘하천설계기준’, 한국수자원공사에 자체적으로 수문조사에 관한 지침으로 작성한 ‘수자원기초조사 시행지침’과 ‘수자원 기초조사 편람’의 4가지가 있다.

수문관측업무규정에는 종합적인 하천계획의 입안, 하천공사의 실시, 하천의 효율적인 유지관리, 수자원 개발계획 및 국토개발계획에 필요한 수문자료를 제공하기 위하여 관측소의 설치 및 배치, 관측종목, 관측계기 및 시설, 관측방법과 관측자료의 보고 등에 관해 기본적인 내용을 규정하고 있다.

하천설계기준에서는 조사편에 강수량, 수위 및 유량에 대해 각각 나누어 수문관측에 관련된 사항을 수록하고 있으며, 이 외에도 지하수조사, 유사조사, 하천환경 조사 등의 항목에 대해서도 내용을 수록하고 있다.

3. 수문조사와 IT기술의 융합

과학기술부와 건설교통부는 21세기 프론티어 연구개발사업을 통하여 수문조사기술의 선진화 기술개발을 추진하고 있다. 특히, “지표수 조사 기술 실용화” 기술개발은 과거 어느 때 보다도 괄목할 만큼 성장하고 실용화에 역점을 두고 있다는 점에서 매우 고무적인 일이 아닐 수 없다. 여기서는 지표수 조사 기술 실용화 중에 수위계 및 유량측정기술의 대하여 NT, IT 기술이 접목된 기술들을 간략하게 소개하고자 한다.

3.1 수위계의 NT, IT기술의 접목

영상수위계, 방오수위표, LED를 이용한 수위계 등은 나노기술, 영상합성 및 분석기술, 전자기술을 기존수위계에 접목시키는 기술들이다.

첫 번째로 영상수위계는 카메라를 이용하여 기존 수위계, 또는 방오수위표, LED형 수위계를 이용하여 수면이 위치한 영역을 촬영하여 수치화 할 수 있도록 만든 것이다.

두 번째로 방오수위표는 기존 수위표의 조류성장에 의한 수위계의 부식 및 수위표 독치의 오류를 최소화 할 수 있도록 한 것이다. 이 기술은 나노기술로 개발된 음이온 세라믹에서 음이온 방출에 의한 조류 부착방지, 휘토류 금속에 의한 인, 질소, 제거로 조류 및 어패류 성장을 억제로 한 것이다.

세 번째로 LED 수위표 개발은 수위표의 야간 시인성 강화를 위한 것으로 전자기술이 기존 수위표에 접목된 기술이다. LED의 발광소자를 이용하여 수위계를 개선한 것이다.

3.2 유량측정 기술의 변화

기존 유속위주의 유량측정기술에서 자동화, 무인화, 지속성 등을 목표로 기술개발이 많이 이뤄졌다고 볼 수 있는 기술이다.

첫 번째는 “전자부자”라고 일컫어지는 것인데, GPS기술을 기존 부부자에 부착하여 유속을 측정하는 기술이다.

두 번째는 “초음파유량계”로서 그간 많이 사용되어 온 초음파 기기를 이용하는 것인데, 이를 조금 더 개선한 것이다. 이러한 유사한 기술은 ADVM기술, UVM 기술 등이며, 이러한 기술은 교량이나, 설치구조물에 부착하여 사용되는 것지만, 최근에 R2V2라 기기를 개발하여 보트에 센터를 부착하여 원격조정을 통하여 측정하는 기술도 실용화 되었다.

세 번째는 LSPIV기술인데, 이는 캠코더를 이용하여 하천 표면의 유속을 영상이미지 처리하여 유속을 측정할 수 있도록 한 것이다. 이는 영상기술과 전자 기술이 융합된 기술이라고 할 수 있다.

이외에도 많은 하드웨어적인 원천기술 개발을 추진하고 있다.

4. 수문조사기술의 투자와 전망

건설교통부에서는 2005년도에 ‘수문조사 선진화 5개년 계획(2005.6.1 하천관리과-1147)’을 수립하면서 수문조사의 문제점 등을 지속적으로 개선하고자 다음과 같은 기본방향을 설정하여 추진 중에 있다.

- ◆ 물정보 관리를 위한 조직의 확대 및 전문화
- ◆ 물정보 생산을 위한 집중적인 투자
- ◆ 수문조사 기술 첨단화를 위한 지속적인 연구개발 활성화

그림 3. 수문조사 선진화의 기본방향

4.1 물정보 관리를 위한 조직의 확대 및 전문화

그 동안 우리나라에서는 수문조사를 홍수통제소에서 담당하여 왔으나, 이 업무중에서 유량측정 대부분은 대학 및 업체에서 용역으로 수행하여 왔다. 그러므로, 현장의 유량측정은 비전공자, 비숙련자 중심이 될 수 밖에 없으며 유량측정에 대한 필요한 최소한의 교육뿐 아니라 측정의 중요성에 대한 인식의 결여로 양질의 자료를 수집하기 어려운 체제였다.

2006년에 유량조사사업단이 발족함에 따라 기존의 유량측정에서 발생되던 문제점을 해소하고자 노력하고 있으며 지속적으로 인원을 확충하고 장비를 보충하여 유량측정의 정확성을 담보하고자 노력중에 있다.

4.2 물정보 생산을 위한 집중적인 투자

이수, 치수, 수질 등의 목적을 위해 전국적으로 최소 293개 지점의 유량측정이 필요하며, 유량측정, 홍수예보, 수량관리 등을 위해 전국적으로 수위관측소는 약 975개소가 필요하다. 건설교통부는 연차적으로 이를 확대할 계획으로 이에 대한 계획은 표 2 및 표 3 와 같다.

표 2. 유량측정 지점 확대 계획

구 분	현황(당해년도값)				계획(누계값)		
	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10
측정지점	81	73	99	108	109	174	205
사업비(억원)	27	43	59	59	63.5	108	132

표 3. 수위관측소 증설 계획

구 분		'04까지	'05계획	'06	'07	'08
관측소 수 (건교부, 수공)	계	390	20	81	30	25
	누계	390	410	491	521	546
사업비(억원)			35	146	37	30

표 4. 유사량 측정 계획

구 분	현황(당해년도값)			계획(누계값)	
	'06	'07	'08	'09	'10
측정지점	6	6	6	70	97
사업비(억원)	3	3	3	49	68

표 5. 토양수분량 및 증발산량 측정 계획

구 분	현황(당해년도값)			계획(누계값)	
	'06	'07	'08	'09	'10
측정지점	0	1	2	20	25
사업비(억원)	2	2	2	8	10

표 6. 원격자동유량측정 등 수문조사 자동화(계획)

구 분	계	'05	'06	'07	'08	'09	'10이후
예산 계(억원)	1,401	19	131	171	288	269	523
원격자동유량 측정시설	지점수	30	1	2	3	8	8
	예산(억원)	187	8	16	19	16	64
하천화상감시 시스템	지점수	31	7	9	5	5	-
	예산(억원)	51	10	20	7	7	-
강우레이더	지점수(완성)	11	-	-	1	2	3
	예산(억원)	955	7	27	26	99	150
초음파유량계	지점수	68	-	1	8	14	25
	예산(억원)	205	-	3	24	42	60
기존보 활용	지점수	71	-	-	1	20	30
	예산(억원)	37	-	-	2	10	15

또한, 그 동안 예산부족 등으로 수행하지 못하던 물관리 기초 정보를 확대하기 위해 유사량(2007년도는 여주, 적성, 왜관, 낙동, 공주, 구례2), 토양수분량 및 증발산량 등 물 관리 정보를 취득할 계획을 표 4 및 표 5과 같이 수립하였다.

그리고, 미국, 일본 등 선진국에서 이미 기존의 유량관측 방법의 한계를 극복하기 위해 원격자동유량측정 기술개발 및 활용에 주력하고 있어 우리도 최신 기술을 이용한 수문조사 자동화가 필요한 상황이다. 이를 위해 ADCP(Acoustic Doppler Current

Profiler)를 활용한 원격자동 유량측정시설(Horizontal-ADCP, Vertical-ADCP, Rotater-ADCP) 및 CCTV를 활용한 하천화상감시시스템 운영과 돌발 홍수 등을 대비한 홍수예보를 위해 강우레이더 설치를 표 6과 같이 추진할 계획이다.

4.3 수문조사 기술의 첨단화를 위한 연구 촉진

그 동안 계속적으로 제기되던 수문관측 기술의 낙후성을 해소하고 수문관측 방법의 타당성, 적용성, 신규 관측방법의 정확성 등에 대한 현장 검증이 필요함에 따라 지표수 조사 기술 개발과 수문조사 자동화 기술 개발 등의 분야에 연구과제들을 선정하고 연구를 촉진하여 수문조사 기술을 한 단계 발전시킬 수 있는 근간을 이루도록 노력해야 한다.

5. 결론

지난 수십년 동안 계속적으로 제기되던 수문관측 기술의 낙후와 수문자료의 문제점을 해소하고 적극 대응하기 위해 수문조사의 개선은 더 이상 미룰 수 없는 시점에 와 있다. 따라서, 효율적인 물관리를 위한 수문조사 관련 조직의 획기적인 개선 및 선진형 수문정보 인프라 확충 등이 매우 필요한 시점이다.

그 동안 많이 미흡하던 제도적인 문제점들도 “수문조사 선진화 5개년 계획” 및 개정 고시예정인 하천법,

수문조사기본계획 등에서 이를 개선할 수 있도록 뒷받침하고 있으며, 2002년 꾸준히 수행되어 왔던 프론티어 연구 과제들을 통해서도 수문관측을 위한 여러 기술 개선이 점진적으로 시도되어 온 것도 사실이다. 또한, 건설교통부에서는 시대적 요구에 맞춰 수문자료의 질적 향상과 홍수업무의 전문성 등을 위해 신규 연구인력을 확충하여 국가 수문조사 정책 수립 등을 지원할 수 있는 체계를 정비하고 있으며, 앞으로 “수문조사와 IT, NT, BT 기술의 창조적 융합기술 시대”라는 대명제를 향해 질주할 것이다.

참고문헌

1. 건설교통부(2005). 수문조사 선진화 5개년 계획
2. 여운광(2005). “국내 수문조사의 현황과 발전방향”, 한국수자원학회지, 제38권 5호 통권148호, pp.44-48
3. 김원(2005). “우리나라 수문조사 개선방안”, 한국수자원학회지, 제38권 5호 통권 148호, pp.49-57
4. 김휘린, 조효섭(2006). “수문관측자료 운영 개선방안에 대한 연구”, 한국수자원학회 '06학술발표회 논문집, pp.706-709
5. 김휘린, 조효섭(2007). “수문관측자료 운영 개선방안에 대한 연구 II”, 한국수자원학회 '07학술발표회 논문집, pp.879-882