



물관리 선진국으로 도약하기 위한 수문자료의 관리 방향



조 효 섭
국토해양부 한강홍수통제소 하천정보센터 시설연구관
chohs@mltm.go.kr



김 정 엽
국토해양부 금강홍수통제소 조사관리과 시설연구사
jykim@mltm.go.kr



김 휘 린
국토해양부 한강홍수통제소 하천정보센터 시설연구사
kimhr@mltm.go.kr

1. 서론

수자원을 효율적으로 계획, 관리하기 위해 수문현상을 지속적으로 파악하고 정보화하는 일은 국가 차원에서 매우 중요하다. 우리나라는 국토해양부에서 이수, 치수, 하천환경 등 물관리 업무의 기본 자료 확보 및 축적을 위해 전국적으로 수문관측소를 설치, 운영하고 있다. 강우, 유출 등 시공간적으로 변동성이 심하고 무작위성이 큰 수문현상은 현실적으로 명확하게 관측, 규명하기가 매우 어려운 것이 사실이다.

특히 우리나라는 지형학적 특성상 삼면이 바다와 접해있고 국토의 70% 이상이 산악지형이고 크고 작은 많은 하천이 흐르고 있어서 복잡한 수문현상을 보

인다. 지구온난화와 기상 이변 등으로 인한 최근의 호우특성 등을 고려하면 수문현상의 변동성은 더욱 커지고 있다고 할 수 있다. 또, 치수 및 이수를 위한 수공구조물의 설계, 홍수예보, 물수지분석 등 전통적인 수문해석 및 모형 모의뿐만 아니라, 최신기술을 도입한 수문관측 장비 및 시스템 개발, 전 지구 단위의 모형 개발 등을 위해서도 기초 수문자료의 관측 및 처리, 제공이 더욱 중요하게 되었다. 즉, 국가 차원에서 홍수, 가뭄 등 수문현상을 파악, 대비하고 효율적인 용수수급을 보장하기 위해서는 고품질 수문자료의 지속적인 확보와 여러 수자원 분야에서 적절하게 활용할 수 있도록 지속적인 수문자료의 관리 및 배포(제공)가 절대적으로 필요하다.

국토해양부에서는 이러한 사회적 요구에 부응하기 위해 “수문조사 선진화 5개년 계획”을 2005년에 수립하여 추진하였다. 수문조사 선진화 5개년 계획에서는 21C 선진 물관리 시스템을 구축하고자 4가지 목표를 선정하였고 그 중에 “실시간 물관리 시스템 구축”분야의 하나로 수문정보 품질관리 및 등급화시스템 구축을 추진하였다.

따라서, 한강홍수통제소 하천정보센터는 수문정보 품질관리 및 등급화시스템 구축의 일환으로 2007년부터 “국가 수문자료 품질관리시스템 구축”개발 과업을 진행하고 있다. 1차년도인 2007년에는 한강홍수통제소를 대상으로 품질관리시스템을 구축하고 이를 적용할 수 있는 기반을 마련함으로써 적극적인 품질관리의 일상화를 지원하여 신뢰성 있는 수문자료를 축적할 수 있도록 하였고, 수자원자료의 기초통계자료인 한국수문조사연보를 자동발간할 수 있도록 전산화하여 수문자료의 효율적인 제공을 가능하게 하였다

(건설교통부 한강홍수통제소, 2007.11).

또한 2차년도인 2008년에는 낙동강수계를 대상으로 보다 체계적이고 일관성 있는 품질관리 및 자료 수정, 보완 기법의 고도화 등을 지원할 수 있도록 1차년도에 개발한 품질관리시스템을 보완하고 이를 낙동강수통제소에서 사용할 수 있도록 과업을 진행하였다(국토해양부 한강홍수통제소, 2008.12).

그리고, 3차년도인 2009년과 4차년도인 2010년에는 시스템 구축 대상을 금강홍수통제소와 영산강홍수통제소로 확장하여 수문자료 품질관리업무 수행 기반을 구축, 심화하고 연차별 품질관리시스템 확장 및 개선을 통해 지속적인 운영 및 평가를 수행함으로써, 국가 수자원 업무 지원 및 국가 수문자료의 신뢰도를 제고하고자 하였다.

이에 본 고에서는 우리나라가 물관리 선진국으로 도약하기 위해서 국토해양부에서 수자원의 여러 분야에서 매우 필요로 하는 기초 수문자료의 질적 향상을 목표로 구축하고 있는 국가 수문자료 품질관리시스템에 대해 자세히 알아보고, 또한 수문자료 품질관리와 더불어 수문조사의 선진화를 위해 추진하고 있는 바를 기술해 보고자 한다.

2. 수문자료 관리 현황

2.1 수문자료 취득 및 제공

현재 국토해양부에서 수문자료를 취득하는 절차는 자료 취득기관인 각 홍수통제소에서 거의 동일한 방

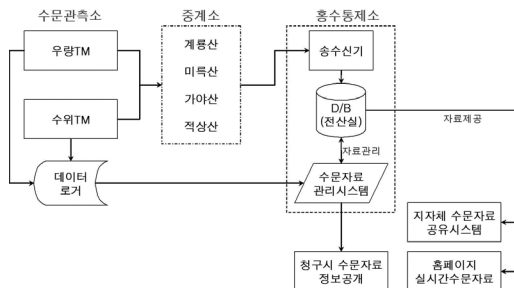


그림 1. 수문자료 취득 및 관리 체계

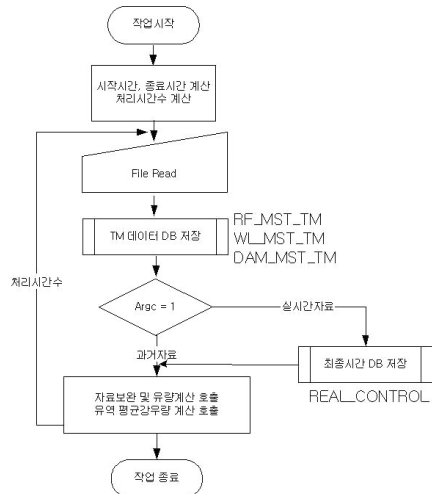
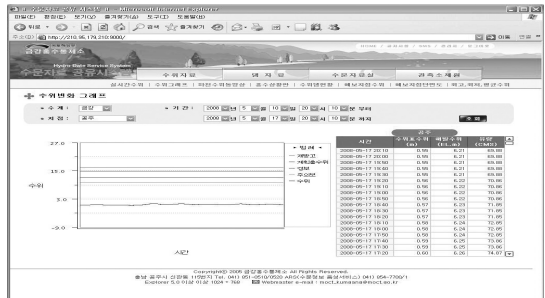


그림 2. 자료관리시스템내 자료재배치 흐름도

법으로 수행하고 있다. 사례로 금강홍수통제소의 수문자료 수집 및 관리체계는 그림 1과 같다. 정시 10분마다 전체 관측소를 호출하여 각 관측소 관측자료는 그룹화된 관할중계소(4개소)를 통해 홍수통제소로 전송되어 약 6분 후 DB에 저장된다. 그리고, 그림 2와 같이 수신된 TM 파일자료를 일정 순서에 의하여 재배치하여 DB에 입력 작업을 수행한다.



(a) 홈페이지 실시간수문자료



(b) 수문자료 공유시스템

그림 3. 수문자료 제공을 위한 웹 페이지

이렇게 저장된 수문자료는 그림 3과 같이 홍수통제소 웹 서비스를 통해 수요자에게 제공된다.

2.2 수문자료 품질관리 업무 현황

홍수통제소의 전반적인 수문자료 품질관리 및 제공업무 현황을 조사, 분석하였으며 간단히 정리하여 표 1에 제시하였다.

현장 품질관리 업무는 상시로 수문관측소의 관측 장비와 목자관을 관리, 점검, 복구하고 정기점검 및 공사, 그리고 로거 자료 수집 등의 일반적인 기록 및 이력 관리를 수행하고 있다.

현장에서 관측된 수문자료의 관리를 위해 자기기록지는 1년간 수집된 자료를 관측소에 따라 월별 정리, 보관하며 당해 연도에 대한 기록지의 결측 및 불량 자료에 대한 기록도 보관하고 있다. 월보 대장은 1년간 수집된 관측월보·점검일지를 월단위로 정리, 보관하고 당해 연도 월보 접수유무에 대한 기록도 보관한다. 자기기록지와 월보 등은 실시간 수문자료 검토 업무에 활용하고 있다.

자료 품질관리 측면에서는 수문자료 종별로 이상치 및 결측치 분석 및 보완을 수행하며 장기적으로 발생한 이상치 및 결측치는 최대한 보완하여 홍수위 연표와 도표 작성, 시우량 연표 등을 작성하고 있다. 원활한 수문자료 품질관리 수행을 위해 수문조사담당자를 지정하여 운영하고 있다. 수문조사담당자는 이

상치 및 결측치를 수정, 보완하고 TM자료와 로거자료를 비교하여 보정한다. 또한 소유역별 시우량, 누가우량을 계산하고 수문자료를 DB에 저장한다. 분기별로는 관측소 레코더 자료(기록지 또는 데이터 로거)를 이용하여 자료를 수정하고 있다.

3. 수문자료 품질관리의 개선

3.1 국가 수문자료 품질관리시스템 구축 및 개선

국토해양부의 4개 홍수통제소는 기존에도 수문자료 관리를 위하여 각기 자료관리시스템을 구축하여 운영하여 왔다. 그러나, 기존 시스템을 운영하면서 나타난 문제점은 단순하게 자료를 취득하고 직관적인 방법에 의해 자료를 품질관리할 수 밖에 없도록 구축되어 있다는 점이다. 그리고, 2006년도부터 자료의 취득시간이 10분단위로 짧아지면서 이상치와 결측치를 보완하는 방법은 단순하게 표 2와 같이 처리하고 있다.

표 2. 이상 및 결측치 수정, 보완 방법

우량	수위
① logger data를 기준으로 수정	① 기록지 및 logger data를 기준으로 수정
② 인근관측소 관측치로부터 수정 - RDS 가중평균방법	② 해당 관측소 시계열 자료를 이용하여 수정 - 선형보간법으로 수정
③ 담당자가 판단, 적절히 수정	③ 담당자가 판단, 적절히 수정

표 1. 홍수통제소 수문자료 품질관리 및 자료제공 업무 현황

구분	업무 내용	주기	업무 방법	활용 시스템
현장 품질관리	수문관측소 현장 점검	상시, 매분기	고장 수리 및 점검, 장애복구 정기 점검, 이력 관리, 현장 로거 수집	관측소이력관리 프로그램(시험운영)
자료 품질관리	수위·우량 월보 수집, 관리	매월	관측원 일 관측자료 수집, 관리 이상치 검토에 활용	-
	자동수집된 TM 수문자료 관리	상시	결측, 불량자료 기록, 관리, 실시간 수문자료 검토에 활용 이상치, 결측치 분석 및 보완, TM, 로거 간 비교 보정	자료관리시스템
자료 제공	자료공유시스템 홈페이지, 정보공개(민원)	상시	자동수집 자료 검토, 보완 웹을 통한 자료 제공, 수문통계자료 작성·검토	자료관리시스템 수문자료 관리시스템
	연보 작성	매년	하천정보센터에서 취합 배포	

따라서, 2007년부터 구축하기 시작한 국가 수문자료 품질관리시스템에서는 기존의 품질관리업무에 대한 현황분석을 통해 이상치 선정 기준을 작성하여 이로부터 품질관리가 시작될 수 있도록 품질관리 방안을 수립하여 절차화하였다. 그리고, 수문자료의 품질 고도화를 위하여 상위 기본계획 및 수문자료 품질관리 연구와 연계한 수문자료 품질관리 업무의 제도화 방안을 수립하도록 제시하고 결측 및 이상치 발생의 최소화 방안을 검토하였다. 또한, 각 홍수통제소별로 다르게 구축되어 있던 수문 DB를 표준수문 DB구조로 변환, 구축하고 관련 시스템을 수정·보완하였다.

국가 수문자료 품질관리시스템을 추진하고 있는 절차는 그림 4와 같다.

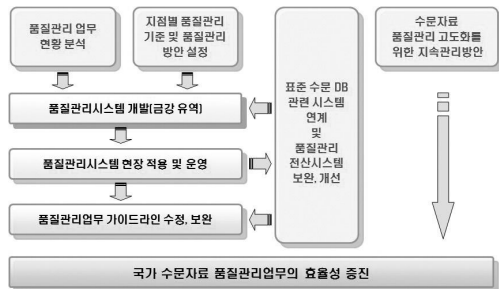


그림 4. 국가 수문자료 품질관리시스템 구축 추진 절차

3.2 기존 시스템과의 비교 분석을 통한 개선

홍수통제소에서 실시간 자료 관리 및 수정 업무에 사용 중인 자료관리시스템의 기능 및 현황을 분석하였으며 이를 요약하여 표 3에 제시하였다.

품질관리 업무 현황 분석 결과, 홍수통제소에서 사용하고 있는 자료관리시스템에서는 기본적인 조회, 수정업무를 수행하고 있는 것으로 확인되었다. 특히, 품질관리시스템에서 수행하고 있는 자동품질관리, 수동품질관리, 품질등급 관리 등의 단계적 절차에 따른 품질관리 기능이 구현되어 있지 않으며 자료 수정방법도 직접 수정만을 수행할 수 있는 것으로 파악되었다. 따라서 본 과업에서는 홍수통제소를 대상으로 품질관리시스템을 구축하고 현재 사용 중인 자료관리시스템과의 기능 통합과정을 거쳐 수문자료의 관리를 위해 국가 수문자료 품질관리시스템을 운영하는 것과 자료관리 업무를 표준화하는 것을 목표로 하였다.

국토해양부 4대강 홍수통제소 실무자회의를 통하여 각 홍수통제소별 품질관리업무 현황을 파악한 결과, 한강홍수통제소를 제외한 낙동강, 금강, 영산강 홍수통제소에서는 자체적으로 각각 구축한 자료관리

표 3. 자료관리시스템과 품질관리시스템 기능 비교

업무 구분	기능	자료관리시스템(금강)		품질관리시스템	
		표시형태	특징	표시형태	특징
조회 업무	실측자료 모니터링	표, 목록	수계 선택 후 관측소별 우량, 수위, 댐자료 및 유역별 우량자료 조회	그래프, 표, 목록	수계별, 관측소별, 담당기관별 기간 설정 후 우량자료 조회, 누가우량은 그래프로만 표시
	시간별 우량, 누가우량 현황		수계 설정 후 일정기간의 관측소별 시우량, 누가우량 자료 조회		
	시간별 수위 유량 현황		수계 설정 후 일정기간의 관측소별 수위, 유량 자료 조회		
	시간별 댐자료 현황		수계, 댐 설정 후 일정기간의 댐자료 조회		
	관측소별 강우 분포	그림	수계 설정 후 일정기간의 단위우량, 누가우량 조회	그림	해당관측소의 4사분면 인근관측소 시간 설정 후 단위우량 조회, 누가우량은 그래프로만 표시
	관측소별 수위 현황		수계 설정 후 임의시간의 수위현황 조회		
	관측소 우량변화 곡선	그래프	관측소 설정 후 일정 기간의 우량 시계열 그래프 조회	그래프	관측소 설정 후 일정 기간의 우량 시계열 그래프 조회
	관측소 수위변화 곡선		관측소 설정 후 일정 기간의 수위 시계열 그래프 조회		관측소 설정 후 일정 기간의 수위 시계열 그래프 조회
	관측소 유량변화 곡선		관측소 설정 후 일정 기간의 유량 시계열 그래프 조회		

표 3. 자료관리시스템과 품질관리시스템 기능 비교 (계속)

업무 구분	기능	자료관리시스템(금강)		품질관리시스템	
		표시형태	특징	표시형태	특징
실측 자료 수정 업무	우량자료 수정	표, 목록	직접수정 및 보정값 기준으로 누가우량 재계산 가능	표, 목록	직접수정(직접입력, TM값 보정 등), 산술평균법, RDS, CCWM
	수위자료 수정		직접수정 및 보정값 기준으로 유량 재계산 가능		직접수정(직접입력, TM값 보정 등), 선형보간법, 운행자법, 인근관측소와의 관계식 이용
	댐자료 수정		직접수정 가능		
	그래프 수정	그래프	우량, 수위, 댐자료를 그래프 상에서 클릭 및 드래그 하여 수정 가능		
기타			기본적인 조회, 수정업무 수행		자동품질관리, 수동품질관리, 품질등급 관리

시스템을 사용하여 품질관리를 수행 중이며 기능 및 내용은 대동소이하였다. 실무 담당자와의 적극적인 협의를 통해서 품질관리업무 현황 분석 및 품질관리 시스템 사용자 요구분석을 수행하였으며, 이를 바탕으로 전산시스템에 포함시킬 내용과 GUI 등을 결정하고 지속적으로 단계별로 과업을 진행하였다.

3.3 수문자료 품질관리 지침 작성

수문자료 품질관리 업무는 궁극적으로 수문자료의 품질을 개선하고 수문관측업무를 보다 현실성 있게 수행하기 위해 관련 업무를 모두 포함해야 한다. 따라서, 수문자료 품질관리를 위해서는 지침이 작성·수립되어야 하며, 이 지침은 수문자료의 신뢰성에 영향을 미칠 수 있는 현장 관측, 관측소 점검 및 유지관리, 관측자료의 확인, 처리, 수정 등 일련의 업무에 대하여 일관되고 효율적인 업무 수행 방법을 제시하며 궁극적으로 수문자료의 품질 향상에 기여하고 이와 관련하여 수문관측 관련 업무를 보다 현실성 있게 수행하고 실질적인 개선이 이루어질 수 있도록 지원하기 위해 반드시 필요하다.

4. 수문조사의 선진화를 위한 노력

국가 수문자료 품질관리시스템을 구축하는 것은 수문자료의 품질을 높여 기초자료의 신뢰성을 확보하고자 함이며, 품질관리 업무를 수행하기 위한 절차를

시스템화하여 수문자료의 품질관리가 지속적이고 일상화되도록 하기 위함이다. 따라서, 구축되는 시스템을 통한 소프트웨어적 개선을 도출할 수 있지만, 그 밖에 국가적으로 수문조사의 선진화를 위해 장기적인 측면의 수문조사 기본계획을 수립하고 이와 동시에 국가수문관측망을 정비하는 것도 병행되어야 한다. 수문조사의 근간이 되는 수문조사 기본계획과 국가수문관측망 구축에 대해서 살펴보면 아래와 같다.

4.1 수문조사기본계획 수립

국토해양부에서는 수문조사를 지속적으로 개선하기 위해 「하천법」 제 17조에 의거 국가차원의 수문조사 발전을 위한 비전, 목표 및 기본방향을 수립하고 향후 10년간 이를 추진하기 위한 중점추진 계획을 제시하는 수문조사 기본계획을 수립하였다. 이 기본계획은 2007년에 개정된 하천법에 근거하여 실시한 최초의 수문조사관련 법적 계획 수립으로, 우리나라의 근대 수문조사가 1911년 시작한 이래로 약 100년간의 근대 수문조사 성과를 바탕으로 새로운 100년을 준비하기 위한 10년 단위의 중기종합계획이다.

본 수문조사 기본계획에서는 수문조사의 기술적인 측면에서의 저조한 부분과 수문자료 관리 측면에서의 관련 기관별 일괄적이고 효율적인 수문자료의 품질관리 등이 부족한 문제점을 해결하기 위한 개선방안으로 수문조사 미래 도약 기반 강화, 물 정보 신뢰도 향상, 물 정보의 유비쿼터스화, 수문조사 제도 선진화의 4대 추진전략을 제시하였다. 그리고, 4개의 추진

전략과 관련하여 세부적으로 추진해야 할 과제들을 제시하였으며 그 세부과제들을 달성하기 위한 2010년부터 2019년까지의 10년 동안의 연차별 추진계획을 수립하였다.

4.2 국가수문관측망 구축

수문관측은 국가적으로 매우 중요하고 의미 있는 사업이나 수문현상의 복잡성과 무작위성, 그리고 현재 기술수준의 한계 등으로 수문관측 및 자료관리 업무에 있어서 자동, 수동의 품질관리 과정이 필수적이다. 국토해양부에서는 수위관측에 대해 국민과 각 관련기관 및 국가의 이수, 치수, 환경 분야의 수자원 기초자료 활용과 수문조사의 효율적 운영 및 관리를 위하여 국가수위관측망을 구축하고 있다. 국가수문관측망 구축은 「하천법」 제17조 규정에 의거 하천유역의 물 순환구조를 파악, 하천시설의 설치, 각종 수공구조물의 설계, 하천주변 지역의 이용 및 관리 등을 위하여 주요한 수자원 기초자료의 획득을 위해 매우 중요한 부분이다.

2009년부터 시작한 국가수문관측망 구축 연구는 국가수문관측망으로서 자료생산과 제공이 가능한 수위관측소 중 수리·수문학적, 사회·경제적 중요성 그리고 중복과 이중화 여부를 판단하여 국가수위관측망을 작성하고 있다. 주요 내용은 전국 하천유역의 수문관측망을 도상조사와 현장조사를 통해 수위관측망을 제시하는 것으로 국내 기관별 수문관측소 현황을 파악하고 국제기준이나 선진외국의 사례와 국내외 수문관측망 구축 선행연구결과 등을 종합하여 국가수

문관측망 구축을 위한 기법을 마련하고 적용하였다.

이 연구를 통하여 국가수문관측망이 정비되면 전국토를 대상으로 이수 및 치수를 아우르는 수문조사의 토대가 구축되면서 효율적이고 계획적인 수문조사 시설에 대한 투자가 이뤄질 것이다.

5. 결론

지난 수십년간 계속적으로 제기되었던 수문조사와 수문자료의 품질관리에 대한 문제점을 해소하고 적극 대응하기 위해 국토해양부에서는 2005년부터 “수문조사 선진화 5개년 계획”을 수립하였고 또한, 제도적인 뒷받침을 위해 하천법을 개정함과 동시에 수문조사기본계획을 수립하고 국가수문관측망을 구축하고 있다. 그리고, 2007년부터 국가 수문자료 품질관리 시스템을 단계적으로 구축하면서 수문자료의 품질관리 절차를 한 단계 업그레이드하고 자료의 품질을 향상시키고 있다.

이러한 일련의 과정을 통해 국토해양부에서는 수문조사와 수문자료의 선진화를 위해 부단히 노력하고 있으며, 현재 진행되는 4대강 사업 등과 시대적 요구에 맞춰 수문자료의 질적 향상과 홍수 및 갈수업무의 전문성 등을 위해 지속적으로 전문적 지식을 갖춘 인력을 현장에 배치하여 국가 수문조사 정책 수립 등을 지원할 수 있는 체계를 정비하고 있는 동시에 수문조사와 IT, NT, BT 기술을 융합한 기술시대를 준비하기 위해 지속적으로 노력할 것이다. 🌀

참고문헌

1. 건설교통부(2005). 수문조사 선진화 5개년 계획
2. 건설교통부 한강홍수통제소(2007.12). 국가 수문자료 품질관리시스템 구축 용역(1차) 보고서
3. 국토해양부 한강홍수통제소(2008.12). 국가 수문자료 품질관리시스템 구축 용역(2차) 보고서
4. 국토해양부 한강홍수통제소(2009.12). 국가 수문자료 품질관리시스템 구축 용역(3차) 보고서

5. 국토해양부(2008.12). 2010~2019 수문조사기본계획 수립 보고서
6. 국토해양부(2009.12). 국가수문관측망 구축 1차년도 연구 보고서
7. 김형섭, 김충수(2007). 수문자료 품질관리시스템 고도화 및 실용화 방안, 제2회 수문관측 심포지움, pp.281-294
8. 김형섭, 김충수(2008). 수문자료 품질관리 가이드라인, 수자원의 지속적 확보기술개발 사업단, SWRRC TR2008-07
9. 조효섭(2007.12). 디지털 시대의 수문조사 현황과 전망, 한국수자원학회지, VOL.40, NO.12, pp.38-43
10. 최혁준, 김정엽(2009.2). 금강홍수통제소 수문자료 품질관리 및 개선, 한국수자원학회지, VOL.42, NO. 2, pp.49-54