
하천수질관리를 위한 시험유역의 운영

Operation of an Experimental Watershed for River Water Quality Management

김 상 호* / 최 흥 식**

Sang Ho Kim / Hung Sik Choi

:: Abstract ::

We construct the hydrology-water quality monitoring system which can watch the variations of river flow and water quality in real time. We also construct the river management system through the hydrology-water quality monitoring system that can observe water quality and its variations for preparing for the accident of river pollution. The Gyecheon basin which is located at the upstream of Heongseong dam is selected as an experimental watershed for the system construction. The real time monitoring system for getting more correct hydrological and water quality data consists of 3-rainfall gauge station, 3-water level gauge station, and 1-water quality gauge station. We intend that the data such as rainfall, water level, velocity, flow, and water quality will be collected and we try that the data may be used for practical and other purposes.

Keywords: Experimental watershed, River, Water quality, Hoengseong dam, Monitoring system

:: 요 지 ::

본 연구에서는 하천에서의 흐름과 수질변화를 실시간으로 감시할 수 있는 수문·수질관측시스템을 구축하고자 한다. 이를 통해 하천에서의 오염사고에 대비한 수질감시와 수질변화를 모의할 수 있는 하천관리시스템을 구축하고자 한다. 횡성댐 상류 계천 유역에 시험유역을 선정하였으며, 보다 정확한 수문 및 수질자료를 얻기 위해 우량관측소 3개소, 수위관측소 3개소 및 수질관측소 1개소를 설치하여 실시간 수문·수질관측시스템을 운영하고 있다. 이와 같이 구축된 관측시스템을 통해 강우량, 수위, 유속, 유량 및 수질 등과 같은 자료들을 축적하고, 다양한 분야의 활용을 위해 자유롭게 공개함으로써 관측자료에 대한 활용도를 높이고자 한다.

핵심용어: 시험유역, 하천, 수질, 횡성댐, 관측시스템

* 상지대학교 건설시스템공학과 조교수·e-mail: kimsh@mail.sangji.ac.kr

** 상지대학교 건설시스템공학과 부교수·e-mail: hsikchoi@sangji.ac.kr

1. 서론

최근 산업기술의 고도화와 사회문화의 발달로 인해 맑은 물에 대한 인간의 바람이 더욱 높아져가는 가운데 1991년 낙동강 폐놀 유출 사고와 1994년 낙동강 수질오염사고 등을 계기로 하천에 대한 수질의 상시감시체제와 조기경보체제의 구축에 대한 필요성이 대두하게 되었다. 이를 통해 전국 주요 상수원과 오염사고 취약지역 등에 대해 수질을 상시 관리할 수 있는 수질자동측정망을 단계적으로 설치하여 불시에 발생할 수 있는 수질오염사고에 신속히 대응하고자 하였다. 현재 우리나라에서는 홍수 예·경보, 이·치수 계획수립 등을 위해 많은 수위, 유량관측소를 각 기관별로 운영하고 있으며, 하천에서의 수질감시기능을 위해 4대강 유역에 수질자동측정망을 설치하여 운영하고 있다.

수위, 유량 등의 기초적인 수문자료는 하천 운영, 용수공급, 이·치수 관련계획의 수립은 물론 국토개발, 토지이용계획 수립 등 국가의 각종 계획을 수립하는데 없어서는 안 될 중요한 자료이다. 더구나 물부족이 예상되고 있고 댐과 같은 추가적인 수자원 개발이 곤란한 상황에서 기존 수자원의 효율적인 관리와 배분을 통해 수자원 사용의 효율성을 극대화하는 것이 매우 필요한 상황이며, 이상홍수로 인한 피해를 최소화하기 위해서도 수문자료의 정확도 제고는 매우 중요한 일이다. 또한 수질 관리 및 하천환경의 회복을 위해서도 수위 및 유량 자료의 효율적인 활용은 필수불가결한 사항이다. 하지만 하천에서의 수위와 유량에 대한 수문관측과 수질측정에 대한 종합적인 관측체제의 구축은 미흡한 실정이며, 하천에서의 보다 정확한 수질변화의 예측을 위해서는 수질관측지점

에 대한 지속적인 수문관측을 병행함으로써 하천흐름에 대한 물리적인 특성의 이해가 수반되어야 할 것이다.

따라서 본 연구에서는 하천에서의 흐름변화와 수질변화를 동시에 실시간으로 감시할 수 있는 수문·수질관측시스템을 구축하였다. 이를 위해 강원도 횡성군의 남한강 제1지류인 섬강의 횡성댐 상류에 위치한 계천에 시험유역을 구축하여 신뢰성 있는 수문자료와 수질자료를 확보하고자 하였으며, 이를 통해 강우량, 수위, 유속, 유량 및 수질 등과 같은 다양한 자료들은 축적하고 여러 분야에서의 활용을 위해 자유롭게 공개함으로써 관측자료에 대한 활용도를 높이고 기술력 향상을 꾀하고자 한다.

현재 국내에서 수문관측을 위해 운영되고 있는 시험유역은 국제수문개발계획(IHP) 사업의 일환으로 평창강, 보청천, 위천 등에서 1982년부터 시험유역이 운영되고 있으며, 프론티어 사업의 일환으로 설마천, 이동, 용담댐, 섬강, 발안 등에서 유량, 수위 및 유량측정을 통한 수문자료의 구축사업이 2001년부터 현재까지 진행되고 있다(한국건설기술연구원, 2002). 하지만 이들 시험유역은 하천에서의 수문관측을 주된 목적으로 운영되고 있으며, 하천의 수질 감시를 위해 한강유역에서는 양평, 가평, 경안천, 구리, 원주, 여주, 평창강, 달천의 8개 지점에서 자동수질측정소가 운영되고 있지만, 이들 지점 역시 수문관측이 동시에 이루어지고 있지 않아 인접한 수위관측소의 자료를 활용하여야 하는 실정이다(안상진과 연인성, 2004).

2. 시험유역 개요

본 시험유역은 남한강의 제1지류인 섬강의 횡성댐 상류에 위치하고 있는 지방 2급 하천인

계천유역으로서 그림 1과 같이 계천과 유동천이 합류하는 부채꼴 형상의 유역으로 구성되어 있다. 유역내에는 농거리교, 소군교, 매일지점에서 실시간 수위관측과 우량측정이 이루어지고 있으며, 이 가운데 매일지점에서는 하천의 수질측정도 함께 이루어지고 있다. 이들 지점에 대한 지형특성은 표 1과 같으며, 그림 2는 표 1의 각 지점에 대한 전경을 나타내고 있다. 본 유역에 대한 유역면적은 유역의 출구인 매일 수위국을 기준으로 164.72km²이고 유로연장은 22.41km로 구성되어 있다. 본 시험유역은 2000년 횡성댐이 건설되면서 매일수위국을 기점으로 하여 수문관측을 시작하였으며, 2002년 3월부터는 매일수위국 상류에 위치한 농거리교 및 소군교지점에 수위계를 설치함으로써 세분화된 수문관측을 실시하고 있다.

측소가 1999년 6월에 횡성댐 홍수예경보 설비의 일환으로 설치되었으며, 2002년 3월에는 매일수위국에 우량관측기기를 추가로 설치하여 유역내 강우분포에 따른 보다 정확한 우량측정을 시행하고 있다. 각 우량관측소의 측정기기에 대한 현황은 표 2와 같은데, 춘당 및 봉덕지점은 1시간 간격으로 우량측정이 이루어지고 있지만 매일지점은 10분 간격의 관측 및 PCS 무선통신을 이용한 자료의 전송으로 인해 유역의 강우양상을 실시간으로 파악할 수 있다.

3. 수문 및 수질관측시스템의 구축

3.1 우량관측소

시험유역에서의 강우량 측정을 위해 횡성댐 상류에 위치한 춘당 및 봉덕 2개소에 우량관

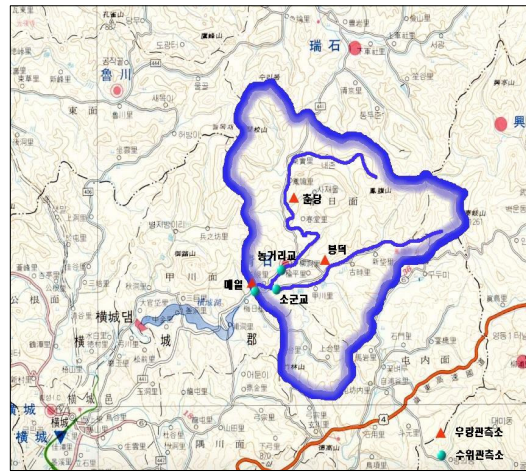


그림 1. 시험유역의 유역도

표 1. 유역내 주요 지점별 지형 특성

지점명	유역면적 A=km ²	유로연장 L=km	유역평균폭 A/L=km	형상계수 A/L ²	유역평균경사 %	유로경사 %
매 일	164.72	22.41	7.35	0.33	5.97	1.10
농거리교	76.06	18.81	4.03	0.21	6.87	1.80
소군교	80.26	14.39	5.58	0.39	6.79	3.47



(a) 매일 수위국



(b) 농거리교



(c) 소군교

그림 2. 시험유역내 수위관측소 전경

표 2. 시험유역내 우량관측소 현황

지점명	측정방식	기록방식	전 원	관측간격	최소측정	전 송	비 고
춘 당	전도형	디지털우량계	상용전원	1시간	0.5mm	T/M	
봉 덕	전도형	디지털우량계	상용전원	1시간	0.5mm	T/M	
매 일	전도형	디지털우량계	상용전원	10분	0.2mm	PCS실시간	2002년 신설

3.2 수위관측소

본 시험유역의 하류에 위치한 황성댐 건설이 2000년에 완공됨에 따라 홍수에경보 설비의 일환으로 본댐과 갑천면 매일리에 수위국을 설치하여 1999년부터 수위관측이 이루어지고 있다. 2002년 3월에 매일수위국, 상류 계천유역의 농거리교 및 유동천 상류의 소군교 수위국 등 3개소를 신설하였고, 2004년 1월에는 농거리교와 소군교에 부자식과 기포식 수위계를 추가 설치하여 측정함으로써 수위자료에 대한 결측을 방지하고 자료의 정확도를 높이고자 하였다. 표 3은 시험유역내에 설치되어 있는 수위관측소의 현황을 나타내고 있다.

3.3 수질관측소

황성댐 상류에 위치하고 있는 시험유역 내에는 거주인구로 인한 점오염원을 비롯한 비

점오염원이 지속적으로 발생하고 있으며, 둔사 및 우사와 같은 가축의 사육으로 인해 심각한 수질오염이 우려되고 있다. 특히 가축을 집단으로 사육하는 농가의 경우 개별 처리시설을 가지고 있으나, 집중호우로 인한 강우시 오염물이 불가피하게 하천으로 유입될 경우 상수원수로 활용되고 있는 황성호의 수질에는 매우 심각한 영향을 미치게 된다. 따라서 황성호로 유입되는 오염원에 대한 지속적인 감시가 절실한 실정이며, 이를 위해 2004년 3월부터 매일수위국에 실시간으로 수질을 측정할 수 있는 체계를 구축하였다. 수질관측은 수온, DO, pH, NO₂-N, NO₃-N, NH₄-N와 같은 6개 수질항목을 실시간으로 측정할 수 있으며, 이에 대한 측정기기의 사양을 표 4에 나타내었으며, 그림 3은 수질관측을 위해 설치된 분석장비를 나타내고 있다.

표 3. 시험유역내 수위관측소 현황

지점명	관측기기	전 원	관측간격	최소측정	전 송	비 고
매 일	부자식	상용전원	1시간	1cm	T/M	
	압력식	태양전지	10분	1mm	PCS실시간	2002년 신설
농거리교	압력식	태양전지	10분	1mm	PCS실시간	2002년 신설
	부자식	배터리	10분	1mm	로거	2004년 신설
소군교	압력식	태양전지	10분	1mm	PCS실시간	2002년 신설
	기포식	배터리	10분	1mm	로거	2004년 신설

표 4. 수질관측시스템의 관측기기 현황

측정항목	측정방법	측정범위	정밀도	최저측정	관측간격
수온	RTD 센서측정	0~100℃	±0.1F.S	0.1℃	10분
DO	갈바닉 셀측정	0~20mg/l	±0.2mg/l	0.1mg/l	10분
pH	유리전극법	0~14pH	±0.01pH	0.01pH	10분
NH ₄ -N	Gas Sensor	0.02~1400mg/l	±0.1F.S	0.02mg/l	10분
NO ₂ -N	Gas Sensor	0.014~1400mg/l	±0.1F.S	0.014mg/l	10분
NO ₃ -N	Gas Sensor	0.14~1400mg/l	±0.1F.S	0.14mg/l	10분



그림 3. 매일수위국의 실시간 수질관측을 위한 분석장비

3.4 수문 및 수질관측 시스템

섬강 시험유역의 실시간 우량-수위 관측시스템은 PCS 이동통신을 근간으로 하는 무선 인터넷을, 그리고 수질관측시스템은 통신모뎀을 이용한 유선 인터넷을 이용하여 실시간 모니터링 시스템을 구축하였다. 여기서 우량-수위 관측시스템은 우량 및 수위 센서의 자료를 TCP-RT 계열의 데이터로거에 저장하고, 저장된 데이터는 무선 인터넷을 이용하여 서버컴퓨터에 TCP/IP 프로토콜을 사용하여 전송하게 된다. 또한 필요한 경우 관리자가 현

장 시스템에 접속하여 제어할 수 있도록 양방향 통신이 가능하게 설정되어 있다. 서버컴퓨터로 전송된 자료는 D/B 구축과 인터넷 서비스는 물론, 개인 휴대폰으로 자료 확인이 가능하도록 단문서비스와 무선인터넷서비스도 제공하게 되며, 이에 대한 개념도는 그림 4와 같다. 그림 5는 수질관측시스템으로부터 실시간으로 전송되는 수질자료를 받기 위한 수신 프로그램의 주화면을 나타내고 있으며, 그림 6은 웹에서 구축된 실시간 수질관측시스템의 초기화면으로서 언제 어디서나 인터넷을 통해 하천 수질상태를 확인할 수 있다.

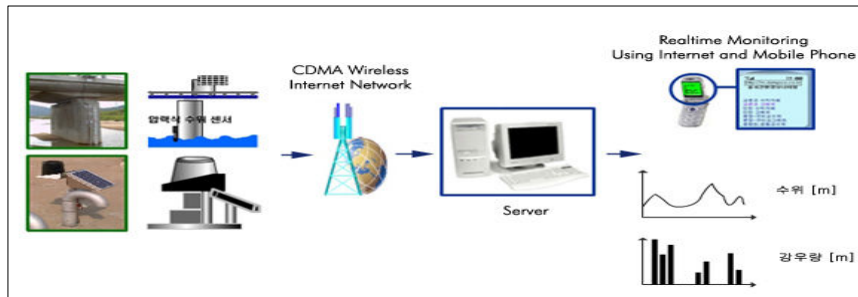


그림 4. 실시간 우량-수위 관측시스템의 개념도



그림 5. 수질관측시스템의 수질자료 수신화면



그림 6. 수질관측시스템에 대한 웹 구축 화면

4. 수문관측

4.1 우량 및 수위관측

섬강 시험유역 내에 설치된 3개의 우량관측소 가운데 기존에 설치되어 운영 중인 춘당, 봉덕 우량관측소에서는 1시간 단위로 수문자료를 생성하며, 2002년 3월에 신설된 매일 우량관측소는 10분 단위로 측정하여 수문자료를 생성하고 있다. 그림 7의 (a)~(c)는 2004년도에 관측된 우량자료를 1시간 단위로 정리하여 시간별 강우량 및 누가강우량을 나타내고 있으며, (d)는 2002년부터 2004년까지의 년 강우량을 지점별로 나타내고 있다. 2004년도의 년 강우량을 살펴보면 춘당지점에서는 약 1,648mm, 봉

덕지점은 1,638mm, 매일지점에서는 1,327mm로 나타났으며, 이러한 결과는 우리나라 년평균 강우량보다 높은 경향을 나타내고 있었다.

그림 8은 대상유역내 수위관측소인 매일수위국, 농거리교 그리고 소군교에서 측정된 수위자료와 현장에서 목자판을 통해 직접 관측한 목측을 함께 도시하였다. 그림에서 보는 바와 같이 매일수위국과 농거리교 지점에서는 자료의 결측이 거의 발생하지 않았지만 소군교 지점에서는 관측기기의 이상으로 인해 자료의 결측이 비교적 많이 나타나고 있었다. 하지만 수위계를 통해 측정된 수위자료를 목측자료와 비교할 경우 수위측정이 비교적 정확하게 이루어졌음을 확인할 수 있었다.

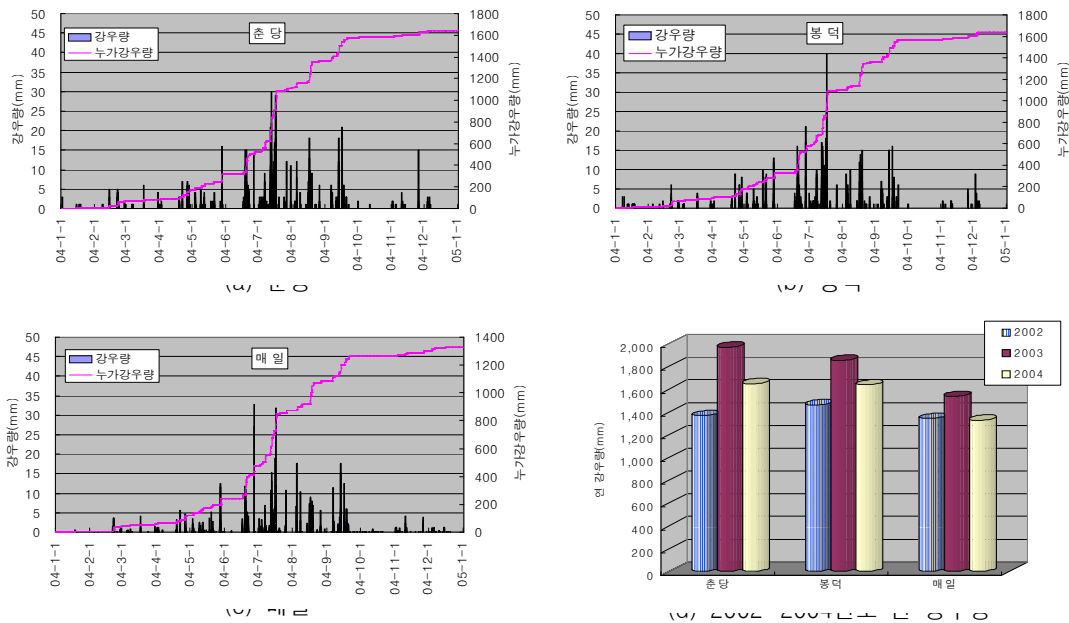


그림 7. 우량관측 현황

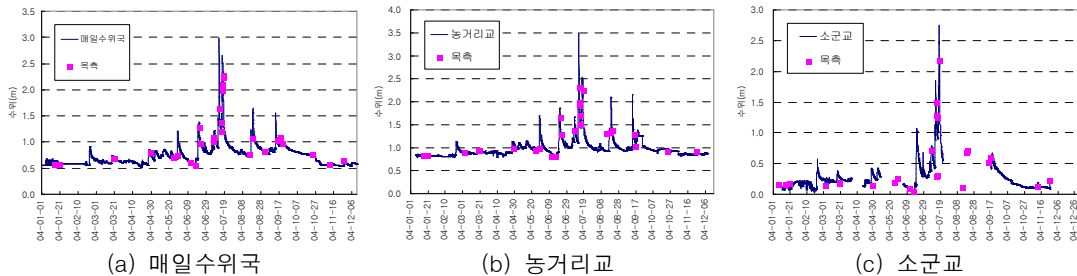


그림 8. 2004년 수위관측 현황

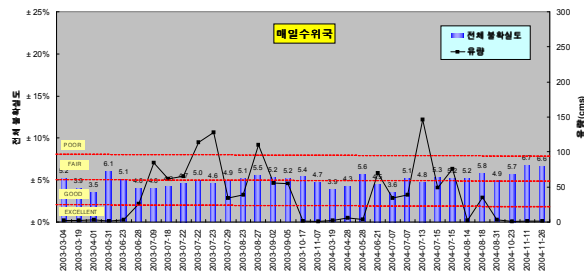
4.2 유량측정

하천에서의 유량측정은 수위관측자료와 함께 수위-유량관계곡선을 개발하는데 사용되며, 이는 평상시 수위관측을 통해 하천의 유량을 추정하는데 활용된다. 따라서 하천의 수위변화에 따른 유량측정은 정기적으로 각 수위관측소별로 평수기와 갈수기 및 홍수기로 나누어 실시하였다. 갈수기 때에는 프로펠러 유속계와 마그네틱 유속계를 사용하였으나, 하천에서의 유속이 매우 빠르거나 수위가 높아 도섭을 통한 유량측정이 불가능한 홍수기에는 봉부자를 사용하거나 전자파 표면유속계를 이용하여 유량측정을 수행하였다.

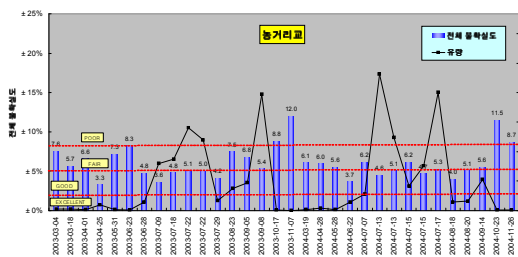
본 시험유역에서는 2003년도에 매일수위국에서 20회, 농거리교 19회 그리고 소군교에서 20회 등 총 59회의 유량측정을 실시하였으며, 2004년도에는 각각 29회, 18회, 19회 등 총 66회의 유량측정을 실시하였다. 이러한 유량측

정 결과에 대한 정확성을 살펴보기 위해 ISO 748에서 제시된 방법을 기준으로 개별 유량측정성과의 불확실도 분석을 실시하였다. 그림 9는 세 지점에 대한 불확실도 분석결과를 나타내고 있으며, 년도별 전체 불확실도의 평균을 살펴보면 2002년도를 기준으로 2003년도에는 매일수위국에서는 약 30%, 농거리교에서는 21%, 소군교에서는 30%가 개선된 것으로 나타났다으며, 2004년도에는 매일수위국과 농거리교에서 약 26%, 소군교에서 약 28% 정도로 나타나 전체적으로 유량측정 결과에 대한 신뢰성은 점차 향상된 것으로 나타났다.

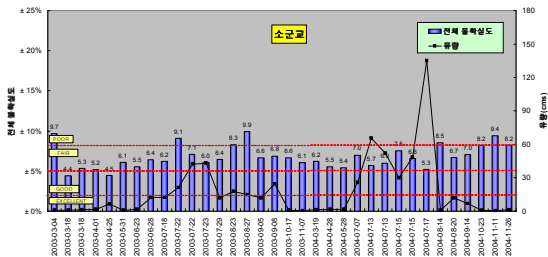
이와 같이 각 지점별로 관측된 유량측정 결과를 토대로 수위-유량관계곡선을 작성하였다. 이 때 각 관측지점에서 홍수발생에 따른 하상의 변화정도를 고려하여 관측자료에 대한 기간분리를 실시하였으며, 관측된 수위를 고수위와 저수위로 분리하는 구간분리를 통해 수위-유량관계곡선식을 그림 10과 같이 개발하였다.



(a) 매일수위국



(b) 농거리교



(c) 소군교

그림 9. 유량측정성과의 전체 불확실도

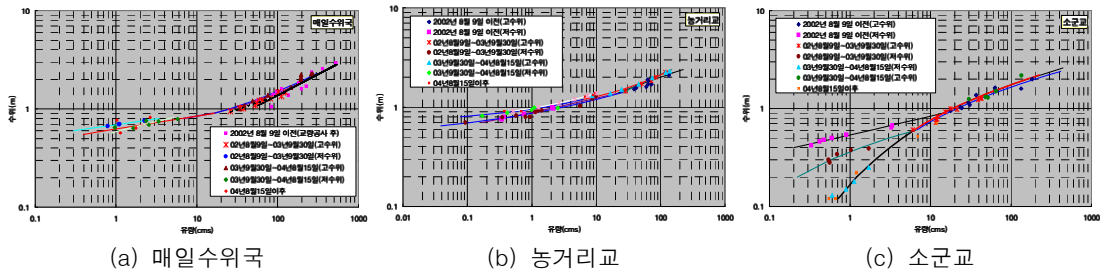


그림 10. 수위관측소의 수위-유량관계곡선

4.3 수질관측

시험유역에 대한 수질관측을 위해 2004년 3월부터 매일수위국에서 실시간 수질관측시스템이 가동되기 시작하였으며, 매 10분마다 수온, DO, PH, NO₂-N, NO₃-N, NH₄-N을 측정하여 유선통신망을 통해 현장에서 전송되는 자료를 축적하였다. 그림 11은 매일수위국에서 3월말부터 4월까지 관측된 10분 단위의 수질자료를 나타내고 있으며, 그림 12와 13은 각각 4월과 8월에 대한 수온과 DO의 시간별 평균값에 대한 변화양상을 나타내고 있다. 그림에서 보는 바와 같이 시간대별 수온

과 DO의 변화양상이 월별로 그리고 시간대별로 차이가 발생하고 있음을 알 수 있다.

5. 강우-유출 특성분석

시험유역에서 발생한 강우에 대한 유역별 유출 특성을 살펴보기 위해 2003년과 2004년에 대한 주요 호우사상의 유출률을 비교해 보았다. 호우사상에 대한 유출률의 산정은 각 소유역의 유출구에서 측정되는 총 유출량으로부터 직접유출량을 분리하여 총 강우량 대비 직접유출량의 비로 구할 수 있으며, 이로부터 강우-유출관계를 비교하였다. 이와 같이 주요

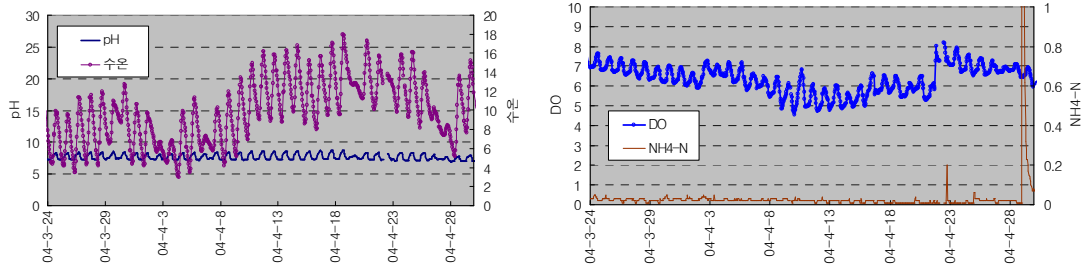


그림 11. 매일수위국의 수질관측 현황

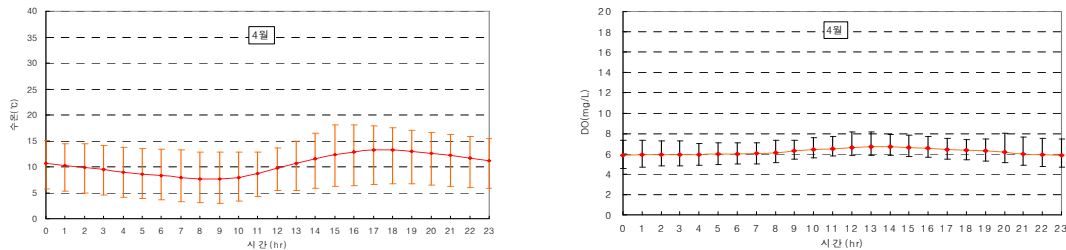


그림 12. 수온과 DO의 시간별 변화양상(4월)

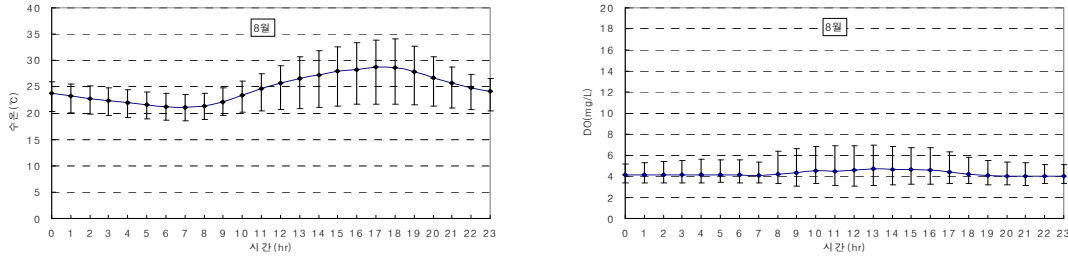


그림 13. 수온과 DO의 시간별 변화양상(8월)

호우사상에 대한 유출률 산정에서 장기간에 대한 분석과는 달리 단기간의 호우로 인한 강우-유출관계는 선행강우사상의 유무에 따라 유출에 영향이 나타나기 때문에 기저유량을 분리한 직접유출량을 이용하여 유출률을 산정하였다.

표 5는 2003년도와 2004년도에 발생한 주요 호우사상에 대한 매일수위국, 농거리교 그리고 소군교 지점에 대한 유출률 산정 결과를 나타내고 있다. 표에서 보는 바와 같이 하상이 주로 사질토로 구성된 소군교 수위국의 유출률이 가장 낮게 나타났으며, 다음으로 농거리교, 매일수위국의 순으로 유출률이 높게 나타나고 있었다. 이러한 유출률은 유역에 내린 총 강우량과 일정한 상관성은 나타나지 않

았다. 다만 유역별 토양성분에 따른 유출정도의 차이는 뚜렷하게 나타나고 있었으며 선행강우의 영향과 강우의 시·공간적인 분포 등 여러 가지 요인에 의한 유출반응이 다양하게 나타나고 있는 것을 확인할 수 있었다.

6. 결론

하천에서의 보다 정확한 수질관리와 예측을 위해 수질관측과 함께 지속적인 수문관측이 병행되어야 하천 흐름의 물리적인 특성에 대한 이해가 가능할 것이다. 이에 본 연구에서는 하천에서의 흐름변화와 수질변화를 동시에 실시간으로 감시할 수 있는 수문 및 수질관측시스템을 강원도 횡성군의 횡성댐 상류에 위치한

표 5. 주요 사상별 유출률 분석결과

2003년 유출률(%)				2004년 유출률(%)			
기 간	매일 수위국	농거리교	소군교	기 간	매일 수위국	농거리교	소군교
07.16 19:00 - 07.21 17:00	39	51	18	05.28 06:00 - 06.05 14:00	66	66	-
07.21 18:00 - 07.28 17:00	76	71	55	06.19 15:00 - 06.26 23:00	57	69	21
07.28 18:00 - 08.01 23:00	41	51	22	07.05 04:00 - 07.11 20:00	71	84	23
08.06 12:00 - 08.09 20:00	53	63	16	07.11 21:00 - 07.15 13:00	77	88	39
08.23 06:00 - 08.27 13:00	94	86	56	07.15 14:00 - 07.20 05:00	63	67	56
08.27 11:00 - 08.30 16:00	85	62	60	08.16 02:00 - 08.22 16:00	90	48	-
09.02 04:00 - 09.05 10:00	59	65	38	09.13 01:00 - 09.15 13:00	98	64	-
09.07 01:00 - 09.11 12:00	77	71	48				
09.12 02:00 - 09.16 10:00	46	62	24				
09.18 04:00 - 09.22 23:00	97	86	53				
평 균	66.7	66.8	39.0	평 균	74.6	69.4	34.8

계천에 시험유역을 구축하여 신뢰성 있는 수문 자료와 수질자료를 확보하고자 하였으며, 이를 통해 강우량, 수위, 유속, 유량 및 수질 등과 같은 다양한 자료들은 확보하고자 하였다.

이를 위해 2002년부터 시험유역에 대한 지속적인 우량 및 수위관측이 이루어지고 있으며, 관측기기들의 유지관리 및 보강을 통해 보다 정확한 수문자료를 얻고자 하였다. 그리고 정기적인 유량측정을 통해 수위-유량관계곡선을 개발하였는데, 각 관측지점에 대한 하상변동성을 고려하여 관측자료에 대한 기간분리와 구간분리를 실시하여 수위-유량관계곡선을 개발하였다. 또한 황성담으로 유입되는 하천수의 수질을 실시간으로 관리하기 위해 2004년 초 수질관측시스템을 구축하여 지속적인 수질감시 기능의 역할을 수행하고 있으며, 추후 강우에 따른 하천 유량과 수질과의 상관성을 토대로 한 황성담 상류에 대한 수질예측시스템의 구축이 가능할 것으로 판단된다.

또한 시험유역에 대한 강우-유출해석을 위해 주요 호우사상을 결정하여 각 사상별 유출률을 산정하여 유역의 유출특성을 알아보았다. 이와 같은 수문 및 수질자료의 지속적인 수집을 통해 대상유역에 대한 강우-유출 및 수질해석 구조를 분석할 수 있으며, 이는 수문/수리/수질 모형의 개선을 위한 검증자료로 활용될 것이다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(과제번호 : R08-2003-000-10923-0) 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 강원도(2000). 계천하천정비기본계획.
- 건설부(1986). 섬강 하천정비기본계획.
- 건설부(1988). 방재종합대책 중장기 계획조사 보고서.
- 건설부, 한국건설기술연구원(1994). 1994년도 수자원관리기법 수위유량관계곡선 자료집(4판).
- 건설부, 한국수자원공사(1990). 황성다목적댐 건설사업 실시설계 보고서.
- 안상진, 연인성(2004). “실시간 자동측정망 자료를 이용한 수질 관리”, 대한토목학회 논문집, 제24권, 제3B호, pp. 221~228.
- 정성원, 문장원(2001). “국내 기존 합성단위도 방법의 비교”, 한국수자원학회논문집, 제34권, 제6호, pp.659~672.
- 정성원, 문장원(2001). “국내 수문특성에 적합한 합성단위도의 개발”, 한국수자원학회 논문집, 제34권, 제6호, pp.627~640.
- 한국건설기술연구원(2002). 시험유역 운영현황(지표수조사기술사업), 21세기 프론티어 연구개발 사업 수자원의 지속적 확보기술개발사업단.
- 한국수자원공사(1999). 댐 하류 하천의 수리학적 현상 조사 연구(황성담 유역).
- 한국수자원공사, 황성권건설단(2002). 황성담 일원 하천유량측정 등 수문기초조사보고서.
- 한국수자원공사, 황성권건설단(2003). 황성담 일원 하천유량측정 등 수문기초조사보고서.
- 한국수자원공사, 황성권건설단(2004). 황성담 일원 하천유량측정 등 수문기초조사보고서.
- Linsley, R.K. and Franzini, J.B.(1979). Water Resources Engineering, 3rd Ed., International Student Edition.
- Tabios III, G., Obeysekera, J. T., and Salas, J. D.(1986), Hydrology and Water Resources Program, Colorado

State Univ., Fort Collins, Colorado.
U.S. Army Corps of Engineers(1982). " HEC-2 Water Surface Profiles User s Manual(Revised Edition)" , The Hydro-logic Engineering Center, Davis, CA.

Viessman Jr.,W., Knapp, J.W., Lewis, G.L., and Harbaugh, T.E.(1977). Introduction to Hydrology, 2nd Ed., Haper and Row, Publishers, Inc.