2003년 섬강 시험 유역의 운영

Operation of Sum River Experimental Watershed in 2003

김성훈* · 최흥식** · 김상호*** · 이필진****

Sung Hoon Kim, Hung Sik Choi, Sang Ho Kim, Pil Jin Lee

요 지

수자원 계획 및 관리에서 가장 중요한 요소는 우량, 하천 수위, 유량 등과 같은 기초 수문자료이다. 이들 자료는 신뢰성을 바탕으로 지속적인 관측에 의한 장기적인 수문자료로 축척되어야 한다. 본 연구에서는 강원도 횡성군의 남한강 제1지류인 섬강의 상류에 위치한 계천 유역과 같은 산지지형에 대한 시험유역의 운영을 통하여 신뢰성 있는 고품질의 산간유역 수문자료를 지속적으로 확보하고자 한다. 이를 위해 우량자료는 지점별로 10분 및 1시간 간격으로, 수위자료는 10분 간격으로 관측을 실시하고 있다. 또한 수위관측소에 대한 정기적인 유량측정을 실시하였으며, 이에 대한 불확실도 분석을 실시하여 자료에 대한 신뢰도를 검증하였다. 이를 토대로 각 지점별 수위-유량관계곡선을 개발하였으며, 이때 홍수로 인한 하상변화를 고려하여 자료에 대한 기간분리와 저수위 및 고수위에 대한 구간분리를 실시하였다. 이와 같이 축적된 수문자료들은 산간유역의 물 순환 해석을 위한 기초자료로 활용될 것으로 기대한다.

핵심용어 : 섬강, 시험유역, 횡성댐, 수문자료

1. 서 론

시험유역은 일반적으로 특정 목적의 수문변화를 조사하기 위해 설치되며, 삼림의 이수기능 시험, 홍수 및 갈수 예측을 위한 유출모형 개발, 우량계의 배치기준 설정, 도시화에 의한 유출변화 분석 등에 이용된다. 이 과정에서 유출의 물리적 특성과 연계되어 시험유역의 운영목적에 부합하는 각종 내용이 분석된다.

유역의 수문자료는 신뢰성을 가지고 있어야 한다는 것은 자명한 사실이다. 하지만 우리나라에서 운영 중에 있는 대다수의 유역들은 수문자료에 대한 공개면에서 많은 문제점들을 가지고 있으나, 최근 들어 수문자료를 공개하는 노력의 움직임도 보이고 있다. 시험유역에 대한 제한된 인력과 예산으로 효율적으로 운영하기 위해서는 소유역을 대상으로 유역의 전반적인 특성변화와 수문·기상 등 기초자료에 대한 관측이 지속적으로 이루어져야만 한다. 따라서, 본 연구에서는 산간유역에 대한 고품질의 수문자료를 확보하기 위해 운영된 섬강 시험유역에 대한 2003년 운영결과를 소개하고자 한다.

* 상지대학교 건설시스템공학과 석사과정
** 상지대학교 건설시스템공학과 부교수
*** 상지대학교 건설시스템공학과 조교수
**** 한국수자원공사 횡성권건설단 운영과장

2. 시험유역 개요

2.1 개황

본 시험유역은 남한강의 제1지류인 섬강의 횡성댐 상류에 위치하고 있는 지방2급 하천인 계천 유역으로 그림 1과 같이 계천과 유동천이 합류하는 부채꼴 형상의 유역으로 구성되어 있으며, 본 유역에 대한 유역면적은 유역의 출구인 매일 수위국을 기준으로 164.5㎢이고 유로 연장은 22.8㎞로 대상유역의 지형은 대체로 만장년기 지형으로 주로 산지로 형성되어 있다.

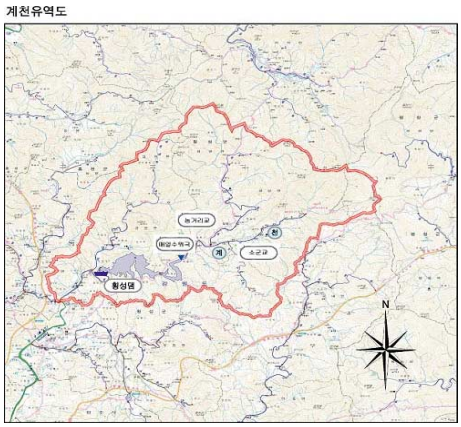


그림 1. 섬강 시험유역 유역도

2.2 수문관측기기 현황

시험유역내 우량관측소는 춘당, 봉덕 그리고 매일 관측소와 같은 3개소가 운영되고 있으며 표 1은 3개 우량관측소의 관측기기 현황을 나타내고 있다. 수위관측소는 그림 2와 같이 매일수위국, 농거리교, 소군교와 같은 3개 수위국이 운영되고 있으며, 이에 대한 관측기기 현황은 표 2와 같다.

표 1. 시험유역내 우량관측소 현황

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

표 2. 시험유역내 수위관측소 현황

지점명	관측기기	전 원	관측간격	최소측정	전 송
매일 수위국	부자식	상용전원	1시간	1cm	T/M
	압력식	태양전지	10분	1mm	PCS실시간
농거리교	압력식	태양전지	10분	1mm	PCS실시간
	부자식	배터리	10분	1mm	로거
소군교	압력식	태양전지	10분	1mm	PCS실시간
	기포식	배터리	10분	1mm	로거

<매일 수위국>

<농거리교>

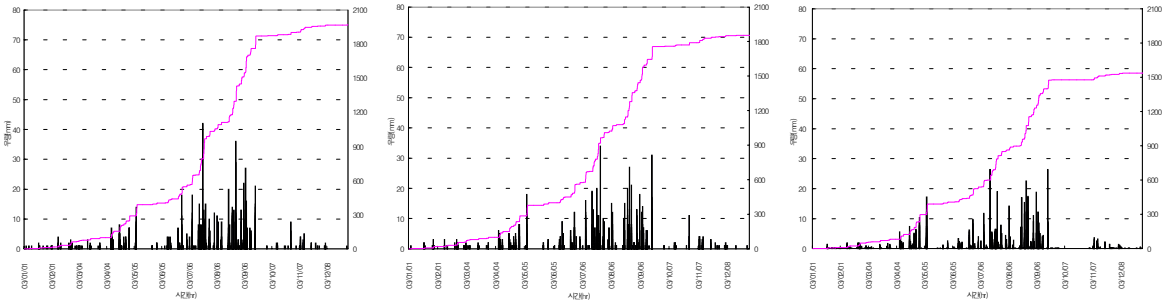
<소군교>

그림 2. 섬강 시험유역 수위관측소

3. 수문관측 자료 현황

3.1 강우 및 수위관측

본 시험유역에 대한 수문자료는 2002년 3월부터 현재까지 지속적인 자료수집이 진행되고 있으며, 이 가운데 2003년도에 관측된 강우 및 수위자료는 그림 3과 4와 같다. 2003년에는 춘당 우량관측소는 대략 1970mm, 봉덕 우량관측소는 1854mm, 매일 우량관측소는 1536.8mm로 2002년보다 높은 강우량을 보이고 있으며, 전체적으로 우리나라 평균 강우량보다 많은 경향을 나타내고 있다.



(a) 춘당 (b) 봉덕 (c) 매일

그림 3. 지점별 우량관측 현황

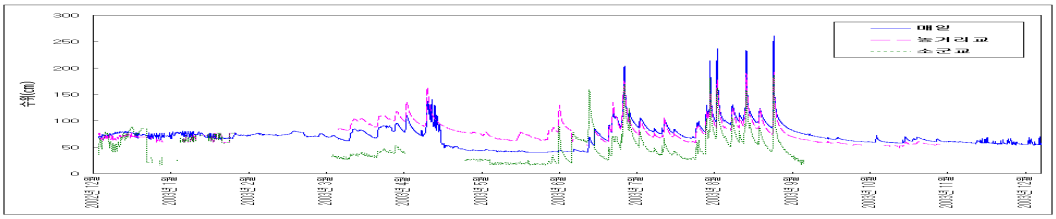


그림 4. 수위관측소의 수위현황

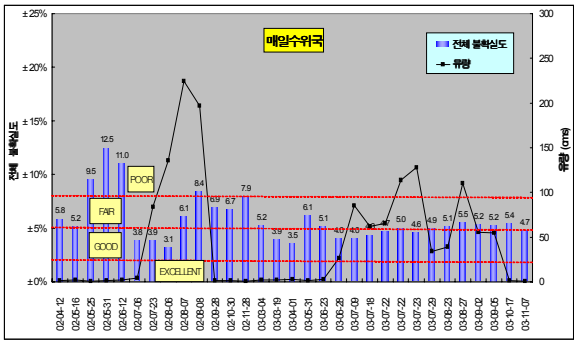
3.2 유량측정

보다 정확도 높은 수위-유량관계곡선식을 개발하기 위해서는 무엇보다 현장에서 관측하는 유량측정자료의 정확성이 높아야 할 것이다. 본 시험유역에서는 2003년 3월부터 2003년 12월까지 매일수위국에서 20회, 농거리교 19회 그리고 소군교에서 20회 등 총 60회의 유량측정을 실시하였다. 유량측정은 평수기와 갈수기 및 홍수기로 나누어 실시하였으며, 대부분 프로펠러 유속계를 이용하여 유속을 측정하였으나 하천에서의 유속이 매우 빠르거나 수위가 높아 도섭을 통한 유량측정이 불가능할 경우 전자파 표면유속계 또는 봉부자를 이용하여 유속을 측정하였다.

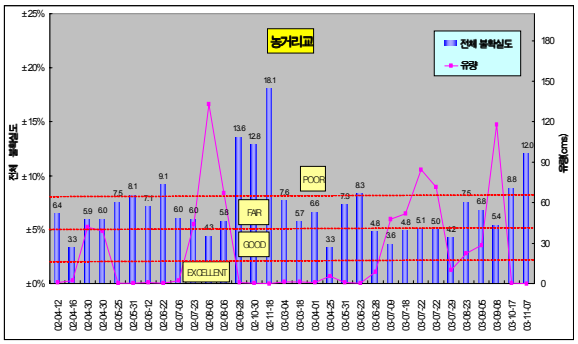
또한 본 연구에서는 유량측정 결과에 대한 정확도 분석을 위해 ISO748에서 제시된 방법을 기준으로 개별 유량측정성과의 불확실도를 그림 5와 같이 산정하였는데, 그림에서는 2002년도부터 관측된 유량측정 결과에 대한 불확실도를 나타내고 있다. 세 지점 모두 2002년도보다 2003년도에 불확실도가 많이 줄어든 것을 확인할 수 있는데, 2002년도 전체불확실도의 평균과 2003년도 전체불확실도의 평균을 비교할 경우 매일수위국에서는 약 30%가 개선된 것으로 나타났으며, 농거리교에서는 21%, 소군교에서는 30%가 개선된 것으로 나타나 전체적으로 유량측정 결과에 대한 신뢰성은 향상된 것으로 나타났다.

4. 수위-유량관계 곡선식

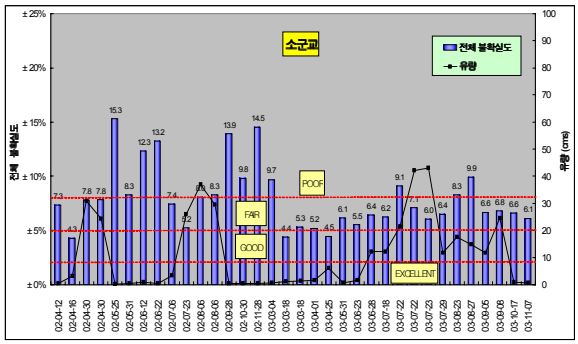
2002년도의 홍수기 이후부터 2003년까지 각 수위관측소에서 실시한 유량측정 자료를 이용하여 수위-유량관계곡선식을 개발하기 위해 본 연구에서는 수위관측지점에서 과거 홍수발생으로 인한 하상의 변동이 클 것으로 판단되는 기점을 중심으로 수위-유량관계곡선을 분리하여 개발하고자 하였다. 이를 위해 그림 4에서 보는 바와 같이 2003년에 발생한 수위변화를 바탕으로 하상단면의 변화와 유량측정 자료로 고수위와 저수위로 구간분리를 실시하 곡선식을 산정하였다. 그림 6은 각 지점별 기간분리를 통해 고수위 및 저수위별로 개발된 수위-유량관계곡선을 나타내고 있으며, 이를 표 3에서 자세히 나타내었다.



(a) 매일 수위국



(b) 농거리교 수위국



(c) 소군교 수위국

그림 5. 유량측정성과의 전체 불확실도

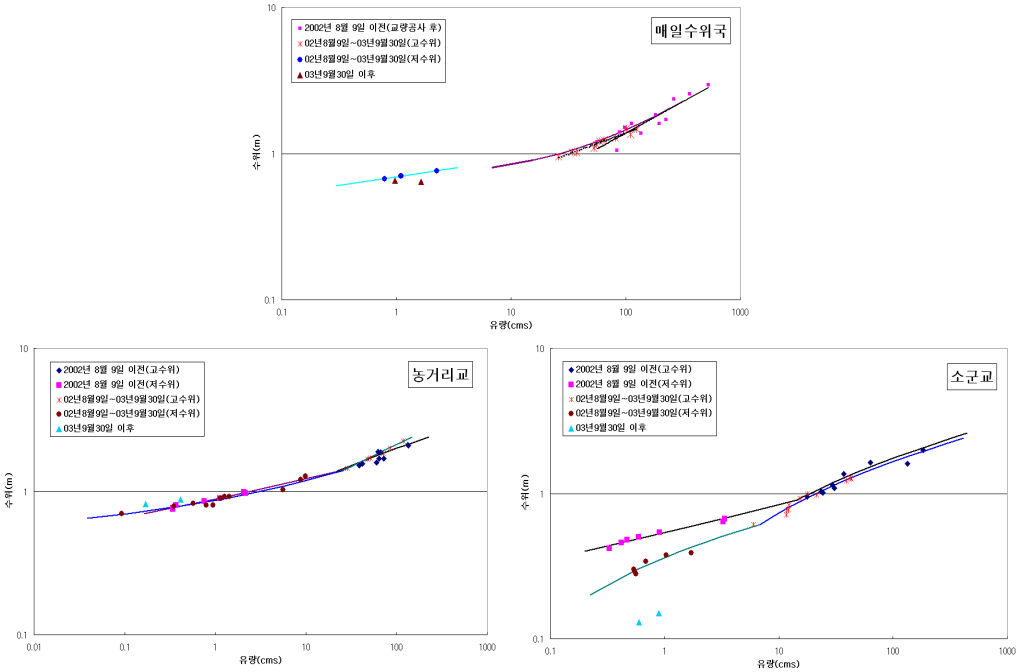


그림 6. 수위관측소의 수위-유량관계곡선

표 3. 수위관측소의 수위-유량관계곡선식

지점	수위식	적용범위	비 고
매일수위국	$Q=45.244(H-0.1)^{7.2416}$	$0.67 \le H < 0.8$	저수위
	$Q=143.83(H-0.65)^{1.606}$	$0.8 \le H \le 2.95$	고수위
농거리교	$Q=37.453(H-0.5)^{3.6261}$	$0.7 \le H < 1.4$	저수위
	$Q=3.3885(H+0.3)^{3.8066}$	$1.4 \le H \le 2.2$	고수위
소군교	$Q=0.2219(H+0.8)^{9.9870}$	$0.28 \le H < 0.61$	저수위
	$Q=0.0287(H+1.6)^{6.9077}$	$0.61 \le H \le 1.28$	고수위

5. 유출특성 분석

시험유역에서 발생한 강우에 대한 유역별 유출 특성을 살펴보기 위해 주요 호우사상에 대한 유출률을 비교하여 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 호우사상에 대한 유출률 산정에서 직접유출량을 이용하는 이유는 장기간에 대한 분석과는 달리 단기간의 호우로 인한 강우-유출관계는 선행강우사상의 유무에 따라 유출에 영향이 나타나기 때문에 기저유량을 분리한 직접유출량을 이용하여 유출률을 산정하게 된다.

표 4와 그림 7에서는 주요 호우사상에 대한 농거리교, 소군교 그리고 매일수위국에 대한 유출률 산정 결과를 나타내고 있다. 표에서 보는 바와 같이 주로 사질토로 구성된 소군교 수위국의 유출률이 가장 낮게 나타났으며, 다음으로 농거리교, 매일수위국의 순으로 유출률이 높게 나타나고 있었다.

표 4. 지점별 유출률 분석

	일 시	농거리교	소군교	매일수위국
사상 1	03.07.16 19:00 - 07.21 18:00	51%	18%	39%
사상 2	03.07.21 18:00 - 07.28 18:00	71%	55%	76%
사상 3	03.07.28 18:00 - 08.01 23:00	51%	22%	41%
사상 4	03.08.06 12:00 - 08.09 20:00	63%	16%	53%
사상 5	03.08.23 06:00 - 08.27 13:00	86%	56%	94%
사상 6	03.08.27 11:00 - 08.30 16:00	62%	60%	85%
사상 7	03.09.02 04:00 - 09.05 10:00	65%	38%	59%
사상 8	03.09.07 01:00 - 09.11 12:00	71%	48%	77%
사상 9	03.09.12 02:00 - 09.16 10:00	62%	24%	46%
사상 10	03.09.18 04:00 - 09.22 23:00	86%	53%	97%

5. 결론

본 연구에서는 횡성댐 상류에 위치한 계천유역과 같은 산악지역에 대한 지속적인 고품질의 수문자료 수집하기 위한 시험유역을 운영하였으며, 이에 대한 운영결과를 제시하고자 하였다. 이를

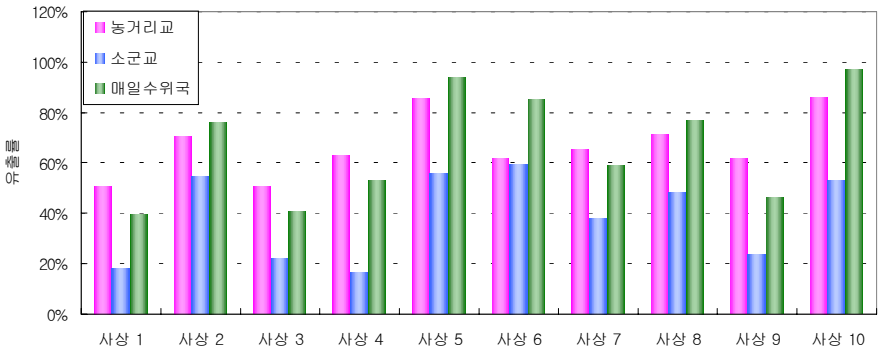


그림 7. 2003년도 지점별 유출률

위하여 2002년부터 지속적으로 우량 및 수위관측이 이루어졌으며, 정기적인 유량측정을 통해 수위-유량관계곡선을 개발하였다. 또한 관측된 유량자료에 대한 불확실도 분석을 실시하여 신뢰성을 제시하였다. 이를 통해 각 소유역에 대한 유출률을 산정하여 강우-유출특성을 분석하였다.

이와 같은 수문자료의 지속적인 수집을 통해 대상유역에 대한 강우-유출구조를 분석할 수 있으며, 이는 수문/수리모형의 개발을 위한 검정 및 검증자료로 활용될 것이다. 또한, 축적된 수문자료의 공개를 통해 국내 대학 및 연구기관에서 수문순환의 규명과 수문성분 해석에 활용될 것으로 기대된다.

감 사 의 글

본 연구는 21세기 프론티어연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원(과제번호 2-1-1)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 강원도 (2000). 계천하천정비기본계획.
2. 건교부 (1986). 섬강 하천 정비 기본계획.
3. 건교부 (1993). 하천시설 기준.
4. 한국수자원공사 (2002). 2002 횡성댐일원 하천유량측정등 수문기초조사보고서.
5. Tabios Ⅲ, G., Obeysekera, J. T., and Salas, J. D. (1986). Hydrology and Water Resources Program, Colorado State Univ., Fort Collins, Colorado.
6. Linsley, R.K. and Franzini, J.B. (1979). Water Resources Engineering, 3rd Ed., International Student Edition.
7. Tabios Ⅲ, G., Obeysekera, J. T., and Salas, J. D. (1986). Hydrology and Water Resources Program, Colorado State Univ., Fort Collins, Colorado.