

실시간 계측기기를 이용한 농업소유역의 수문모니터링

Real-time Hydrologic Monitoring at Agricultural Small Watershed

*성충현 · 박승우 · 김상민 · 최자윤(서울대)

*Seong, Choung-Hyun · Park, Seung-Woo · Kim, Sang-Min · Choi, Ja-Yoon

Abstract

A hydrologic gauging network include a real-time measuring equipment was established within the Balhan watershed. Rainfall, stream water level, flow velocities were monitored at the six gauging stations. For stream flow gauging stations, the stage-discharge relationships were developed. The flow rate of the Balan watershed was 83.60% in 2001 and 48.79% in 2002.

I. 서론

강우-유출 관계의 정량적 규명을 위하여 다양한 토지이용과 지형특성, 유역면적을 고려한 수문관측을 통해 유출과정의 정량적 분석이 필요하다. 이를 위해 신뢰성있는 고품질의 수문자료를 확보하기 위해 시험유역을 설치하여 운영하고, 변화하는 수문환경의 변화에 대처하기 위해 실시간 수문관측 자료전송 체계를 구축하여 안정적인 수문자료를 구축해야 한다.

영국, 일본, 미국 등의 선진국은 소규모 시험유역을 다수 운영하고 있으며, 일본의 경우, 시험유역의 면적이 크고 작은 것을 합하여 1985년 현재 115개이며, 유역면적 10km^2 이하의 시험유역도 수십 개소나 있는 것으로 알려져 있다. 미국의 경우 USGS에서 실시간 수문관측자료를 수집하여 인터넷을 통해 제공하고 있다. 우리나라의 경우 국제수문개발계획(IHP)의 일환으로 운영되고 있는 평창강, 보정천, 위천 시험유역 등이 있으며, 소규모 유역단위에서의 수문관측은 개별연구기관별로 이루어지고 있으며, 현재 소규모 유역에서의 수문관측은 많지 않은 실정이다. 현재 소규모 유역에서의 시험유역 운영은 한국건설기술연구원의 설마천 유역(1995년부터), 서울대학교 반월유역(1986년부터), 발안유역(1996년부터) 등이 운영되고 있으며, 최근 시험유역 운영은 증가하는 추세를 보이고 있다. 또한 고성능 수위, 유량측정장치가 개발되고 있으며 실시간 계측장비를 활용한 첨단 시험유역 운영기술이 발전할 것으로 예상된다.

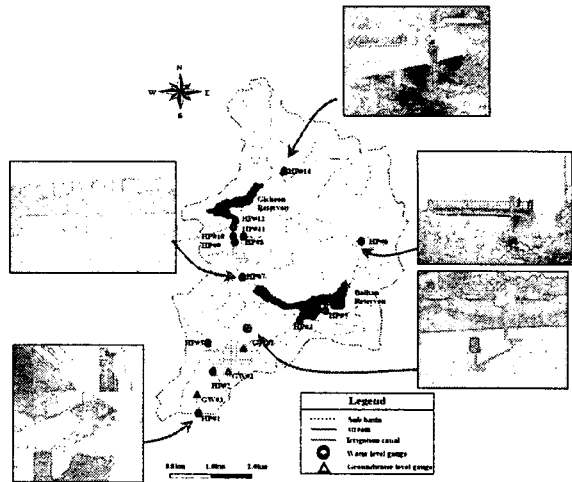
본 연구의 목적은 소유역에서의 실시간 수문 모니터링을 위하여, 발안 시험유역을 대상으로 수위, 수위 관측지점을 설치 운영하여 지속적, 안정적으로 수문관측을 실시하고, 실시간 수문관측 시스템을 구축하며, 수집된 수문자료를 이용하여 시험유역에서의 수문특성을 분석하는데 있다.

II. 연구방법

1. 유역 개요

발안 시험유역은 경기도 화성시 봉담읍과 팔탄면에 위치하고 있으며, 1996년부터 서울대학교 농공학과에서 수문/수질 모니터링을 실시하고 있다. 유역면적 29.79km^2 의 발안 시험유역은 산간지, 중산간지, 평탄지, 취락지 등 다양한 토지이용상태를 보이고 있으며, 경

지정리지구 및 개발보전지를 포함하고 있음은 물론, 도시화의 진행 등으로 수질 오염 수준이 다양한 특징을 보이고 있다. 1996년 수문/수질 계측망이 구성되었을 당시에는 HP#2, HP#5, HP#6, HP#7, HP#12, HP#14의 6개 소유역으로 구분되어 있었으나, 1998년부터 유역말단의 HP#1을 추가하여 총 7개의 소유역으로 구분되었다. 1998년 추가된 수문/수질 관측망으로는 저수지 관개량을 측정하기 위해 HP#4, HP#11, HP#13지점이 추가되었으며, 논에서의 관개회귀수 모니터링을 위하여 HP#3, HP#8, HP#9, HP#10, HP#11의 5개지점을 추가하여 설치하였다. 발안 시험유역의 소유역 구분과 소유역별 수문관측지점의 위치는 <그림 1>에서 보는 바와 같으며, 일부 계측지점의 전경을 보여주고 있다.



<그림 1> 발안시험유역 유역현황

2. 수문관측소 현황

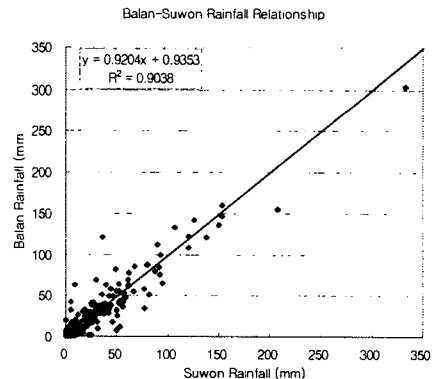
발안 시험유역에는 현재 우량관측소 1개소, 수위관측소 6개소, 관개용수관측지점 3개소, 지하수 관측지점 3개소, 저수위 관측지점 2개소, 포장관측점 2개소가 설치, 운영되고 있다. 자료의 수집과 기기점검을 위해 평시에는 2주 1회 현장출장(수위계 배터리/기록지/펜촉교환, 수위자료 다운로드)을 실시하고 있으며, 폭우시에서 수위-유량측정을 위해 수시 출장을 실시하여 관측소를 운영하고 있다.

III. 결과 및 고찰

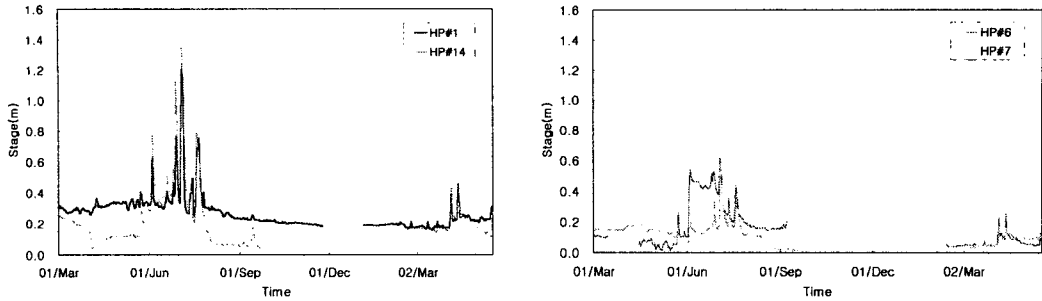
1. 발안 시험유역 강우량, 하천수위 모니터링

시험유역 인근 수원측후소와의 시험유역에 설치된 RP#1 지점과의 강우량 상관관계를 1996년부터 2002년 3월까지의 자료를 이용하여 분석한 결과 $P_{\text{발안}} = 0.9204 P_{\text{수원}}$ 의 관계를 보였으며 상관계수 (R)는 0.9507인 것으로 나타났다.

정기적인 현장 출장을 통해 수위자료를 수집하였으며, 2001년부터 2002년 6월까지 수집된 측정별 수위변화는 <그림 3>에서 보는 바와 같다.



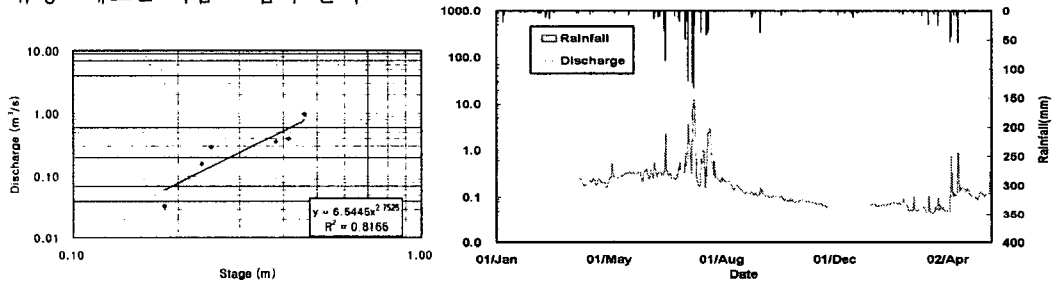
<그림 2> 강우량 상관관계



<그림 3> 측정별 수위변화(2001년 3월 ~2002년 6월)

2. 발안 시험유역 수위-유량 관계 및 하천유량 모니터링

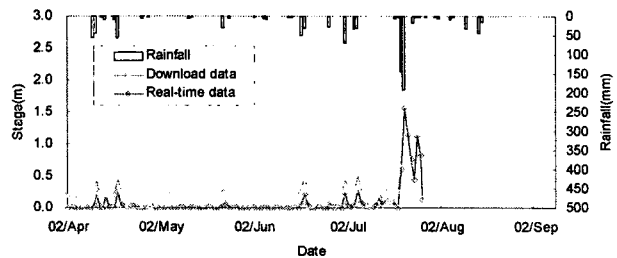
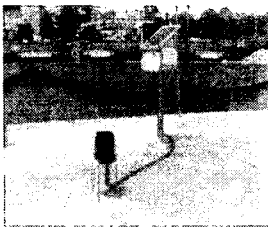
2001년부터 2002년 6월까지 HP#1 지점에서 측정된 수위-유량 관계와 이를 적용하여 구한 유량그래프는 다음 그림과 같다.



<그림 4> HP#1 지점의 수위-유량관계 <그림 5> HP#1 지점의 강우-유량 모니터링 결과

3. 실시간 수문모니터링

보다 효율적이고 정도높은 수문자료의 관측을 위해 실시간 수문관측기기를 강우측점 1개소, 수위측점 1개소에 설치하여 운영하고 있으며, <그림 6>은 시험유역에 설치된 실시간 강우관측장비를, <그림 7>은 HP#1지점에 설치된 실시간 수위관측기로부터 전송되는 자료와 기존에 설치된 자료를 비교하여 보여주고 있으며, 실시간 장비에 부착된 압력식 수위계의 압력-수위관계를 조정하여 수위를 보정할 필요가 있음을 보여주고 있다.



<그림 6> 실시간 강우관측기기 <그림 7> HP#1 지점의 실시간자료와 기존자료 비교

4. 발안 시험유역 수문특성 분석

2001년과 2002년 5월까지의 발안유역 호우사상 현황은 (표 1)에서 보는 바와 같다.

(표 1) 발안유역 호우사상 현황 (2001년 ~ 2002년 5월)

연도	강수량(mm)	~0.5	0.5~5	5~10	10~30	30~50	50~100	100~	계
2001년	사상수	26	37	9	13	6	0	4	95
	백분율(%)	27.4	38.9	9.5	13.7	6.3	0.0	4.2	100.0
	누가백분율(%)	27.4	66.3	75.8	89.5	95.8	95.8	100.0	-
2002년	사상수	9	12	5	5	1	1	0	33
	백분율(%)	27.3	36.4	15.2	15.2	3.0	3.0	0.0	100.0
	누가백분율(%)	27.3	63.6	78.8	93.9	97.0	100.0	100.0	-

(표 2)는 발안 유역 말단에 위치한 HP#1 측정에서의 유출고와 유출율을 나타내고 있다.

(표 2) HP#1 유역의 직접유출 현황

소유역	연도	자료기간(일)	강수량(mm)	유출고(mm)	유출율(%)
HP#1	2001	334	979.60	426.59	83.60
	2002	182	394.40	89.81	48.79

IV. 결론

본 연구에서는 발안시험유역을 대상으로 강우관측 1개소, 수위관측 4개소 선정, 실시간 계측기기(강우 1개소, 수위 1개소) 설치하여 운영하여 수문모니터링과 수문특성을 분석하였다.

1. 정기적인 현장출장을 통해 강우, 수위자료를 수집하고 수위측점 4개소의 유속측정을 통해 상관계수 0.9 이상인 수위-유량 관계를 유도하였다.

2. 수집된 강우, 수위자료를 10분, 1시간, 1일 단위로 정리하고 수위-유량관계를 이용해 측정별 유량을 산정하였다.

3. 강우자료를 분석하여 호우사상에 대해 분석하였으며, 수문곡선의 분리를 통해 각 측정별 직접유출량 계산을 통해 유출율을 산정한 결과 발안 유역 말단에 위치한 HP#1 지점은 2001년도와 2002년도에 각각 83.60%, 48.79%가 나왔다. 직접유출량을 산정으로써 수문자료를 이용한 수문특성을 분석하였다.

4. 본 연구에서 얻어진 수문자료는 유역에서의 홍수량 추정, 저수지 유입량 추정, 저수지 물수지 분석, 유역 수질 오염부하 추정 등의 수문/수질 모형의 적용을 위한 모형의 보정과 검정을 위한 자료로 이용될 수 있으며, 실시간 자료전송장치를 이용하여 향후 보다 편리한 수문계측시스템을 구축할 수 있다.

※ 참고문헌

1. 박승우, 윤광식, 임상준, 강문성, 1996. "농업유역의 생태환경 모니터링 기법 연구", 한국농촌계획학회지, Vol. 2, No. 2, pp. 91-102.
2. 한국건설기술연구원, 1996. 시험유역의 운영 및 수문특성조사, 연구 - 1996년 설마천시험유역