

도시유출 해석을 위한 동의대 시험유역의 운영

The Operation of Dongeui Univ. Experiment Catchment for Urban Runoff Analysis

서규우¹⁾ 김남길²⁾ 나현우³⁾ 이인록⁴⁾

Seo, Kyu Woo · Kim, Nam Gil · Na, Hyun Woo · Lee, In Rock

1. 서론

본 연구에서는 개발이 진행중이거나 계획중에 있으며 지속적인 모니터링이 가능한 유역에 대한 선행조사를 실시하고 수문관측 모니터링 시스템을 구축하여 각종 장비의 비교분석을 통해 장비의 적응성을 검토하였다. 따라서, 선행조사를 통하여 마련된 선정기준과 시험유역의 운영 목적에 부합하는 유역으로 운영하기 위해 시험유역의 지형 및 지질, 삼림, 개발현황, 배수관거 조사, 소유역구분을 위한 기초조사 등의 유역에 대한 기초 자료를 조사하고, 유역내에 각종 수문관측에 가장 적합하고, 유지관리에 용이한 장소를 선택하여 기상관측장비(DEMS) 3기와 자동수위관측장비(AWS-DEU) 2기를 설치·운영하고 있다. 2003년에 들어 프론티어사업의 연구와 관련하여 초소형 자동수량계 1기와 초음파 자동수위계 1기, 압력식 수위계 1기가 추가로 설치되어 함께 운영중에 있다.

2. 동의대 시험유역 현황

본 연구의 대상유역은 부산광역시 부산진구 가야동 소재 동의대학교 가야캠퍼스 일원의 도시유출 시험유역이다. 동의대학교 도시유출 시험유역은 1999년부터 준비하여 2001년에 개발되어 우리나라 대표적인 도시유출시험유역으로서 운영되고 있으며 여러 기초자료 및 수문자료를 수집·분석중에 있다.

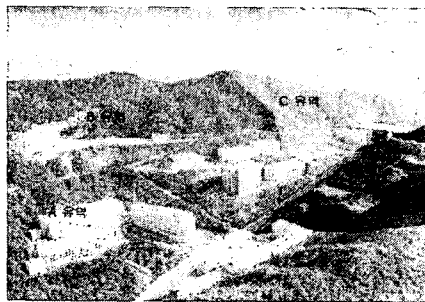


그림 2-1 동의대 도시유출 시험유역

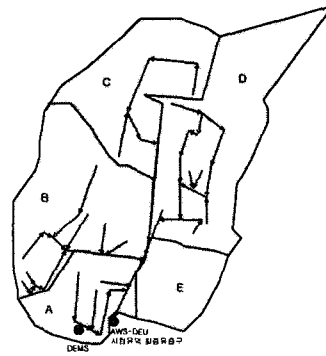


그림 2-2 시험유역배수체계도

- 1) 동의대학교 토목도시공학부 토목공학전공 조교수 051-890-1638 (kwseo@dongeui.ac.kr)
- 2) 동의대학교 토목도시공학부 토목공학과 박사과정 051-890-1968 (kils0008@hanmail.net)
- 3) 동의대학교 토목도시공학부 토목공학과 석사과정 051-890-1926 (killerna96@yahoo.com)
- 4) 동의대학교 토목도시공학부 토목공학과 석사과정 051-890-1926 (boy2152@hotmail.com)

동의대 가야캠퍼스 전경은 그림 1-1과 같고, 유역의 총면적은 54.42ha, 최종유출부의 유출에 기여하는 면적은 49.45ha이다. 유로연장은 880m이며, 표고차는 50m, 투수면적 38.86ha, 불투수면적 10.62ha (21.5%)의 특징을 지니고 있다. 유역의 지형적인 형상은 주위 산지의 능선으로 둘러싸인 골짜기내에 위치하고 있고, 배수체계(그림 2-2)가 도심부에 비하여 상대적으로 간단하게 구성되어 있다.

3. 수문관측장비의 유지관리

3.1 DEMS

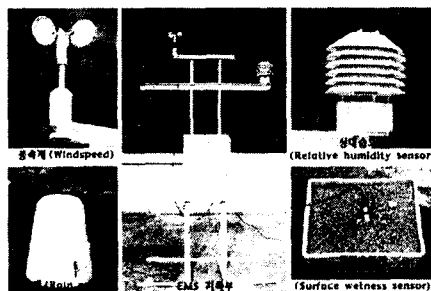


그림 3-1 DEMS 구성

DEMS는 그림 3-1에서와 같이 크게 센서부와 기록부로 구성되어 있으며, 풍속계, 상대습도계, 강우계, 표면습도계의 4개 센서와 데이터기록과 통신을 위한 로거부가 로거함인 기록부의 모습을 볼 수 있다. 세부장비로 강우계는 티핑버킷(Tipping bucket)형이 사용되고 있으며, 버킷의 전환시간은 약 0.2초로 0.2mm단위로 기록되고, 장비의 정밀도는 1%로서 25mm/hr당 10%내외의 오차를 발생하는 것으로 알려져 있다.

본 시험유역에서의 DEMS 장비의 강우자료는 5분간격의 자료를 생성하고 있다.

3.2 DATAPCS-EMS (실시간 강우 모니터링 시스템)

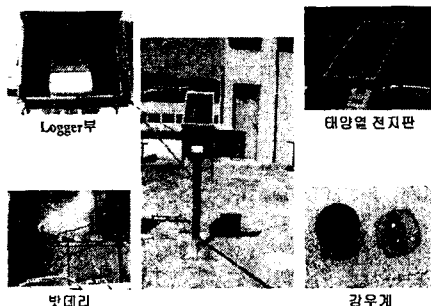


그림 3-2. DATAPCS-EMS
세부현황

본 장치는 그림 3-2와 같이 풍향, 풍속, 기온, 대기압, 습도, 강우 등이 측정가능하나 현재는 강우의 기록만을 하고 있는 상태이다. DATAPCS-EMS의 작동 및 처리는 태양열 전지로 전원을 공급하고, 강우일수의 증가로 인한 전원의 차단을 막기 위해 충전 가능한 배터리를 설치하였으며, 강우계로 강우를 측정하고 로거부(Logger)로 보낸 자료는 Logger의 memory에 데이터를 저장, 지정된 시간 간격으로 PCS-Modem을 이용하여 Internet으로 자료전송, 설정된 IP로 전송된 데이터를 수신, 저장하게 된다. 본 시험유역에서의 DATAPCS-EMS 장비의 강우자료는 5분간격의 자료를 사용하고 있다.

3.3 AWS-DEU

AWS-DEU(Automatic Waterlevel Station - DongEui Univ.)는 자동수위 관측 장비로서 시험유역의 최종유출구 직하부에 위치하고 있으며, AWS-DEU의 설치·운용의 전경은 그림 3-3과 같다. AWS-DEU는 PCS를 이용하여 실시간 데이터 발·수신기능을 가지고 있고, Internet을 통한 TCP/IP기능이 추가된 자동수신 수위계이다. 본 유역의 수위자료는 1분간격 자료를 사용하고 있다.

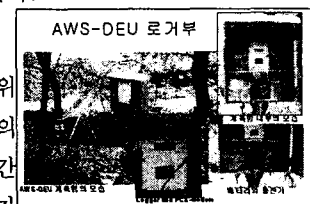
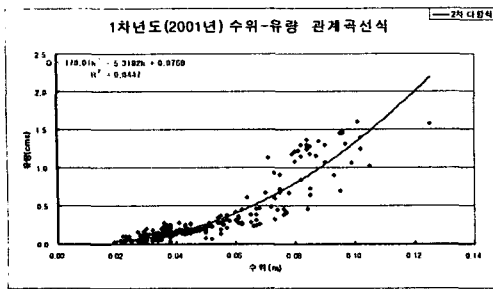


그림 3-3 AWS-DEU

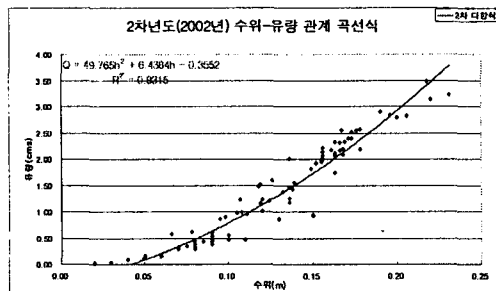
4. 자료 처리 및 자료 현황

4.1 수위-유량관계 곡선식

위의 수문계측장비로부터 수집한 2000년-2001년(1차년도)와 2002년(2차년도) 수위자료와 실측 유속자료를 바탕으로 시험유역의 최종유출부에서의 유출량을 산정, 강우사상과 강우양상에 따른



4.1.1 1차년도 수위-유량 관계곡선식(Rating Curve)



4.1.2 2차년도 수위-유량 관계곡선식(Rating Curve)

다양한 수위 및 유속·유량자료가 확보하여 회귀분석 후 수위-유량 관계곡선식으로 선정한다.

본 시험유역에서 선정된 수위-유량관계곡선식의 형태는 그림 4.1.1와 같다.

$$Q = 178.01 h^2 - 5.3182h + 0.0768 \dots\dots\dots(4.1)$$

Q : 유량(cms), h : 수위(m)

그림 4.1.2은 2차년도에 선정된 수위-유량관계곡선식을 나타낸 것이다.

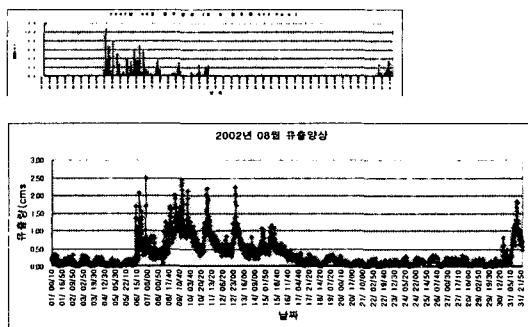
$$Q = 49.765 h^2 + 6.4384h - 0.3552 \dots\dots\dots(4.2)$$

Q : 유량(cms), h : 수위(m)

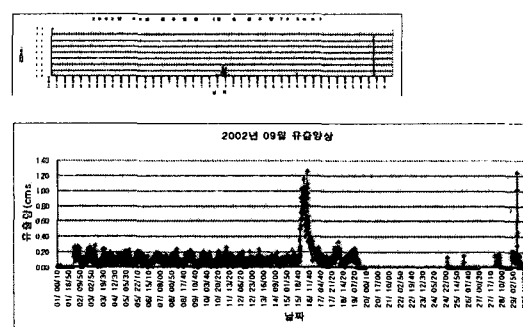
2차년도 수위-유량관계곡선식 역시 2002년에 수집한 수문자료를 바탕으로 검토하여 산출된 회귀식 중 시험유역의 유출구 형상에 적합하고 형태적으로 바람직한 2차 다항식형태를 채택하였고, 1차년도와는 달리 2차년도 수위-유량관계식에서는 기저유출량을 배제하고 나타내었다. 그 이유는 보통 본 시험유역에서 5cm이상의 수위자료를 2차년도 수위-유량관계곡선식에 적용해본 값과 실측값을 비교해 보았을 때 차이 거의 없었지만 무강우시 기저수위가 4cm가량으로 2차년도 수위-유량관계곡선식에서 적용해본 결과 음(-)의 값을 나타내므로 4cm이하의 값은 실측값을 기준으로 산출하였다.

4.2 시험유역의 강우자료 수집

본 연구에서는 2002년에 수집된 자료들 중에서 주요 호우사상의 유출를 분석 등을 보고서에 수록하였고, 강우-유출를 구하였다. 다음 아래의 그림 4.2.1~4.2.2는 8, 9월별 강우양상과 유출양상을 그래프로 나타낸 것이다.



4.2.1 2002년 08월 강우-유출양상



4.2.2 2002년 09월 강우-유출양상

4.3. 시험유역의 강우-유출분석

표 2. event별 날짜-시간-강우량

event	날짜	지속 시간	총 강우량(mm)
event01	2002년08월06일	12:50~23:50	69.2
event02	2002년08월08일	11:20~13:15	12.4
event03	2002년08월08일	15:35~20:45	44.0
event04	2002년08월08일	11:20~20:45	56.4
event05	2002년08월09일	00:00~23:55	136.8
event06	2002년08월10,11일	23:40~09:50	70.8
event07	2002년08월12,13일	19:35~02:05	50.6
event08	2002년08월15일	05:50~16:00	29.0
event09	2002년08월30일	15:15~23:55	20.0
event10	2002년08월31일	03:40~21:20	100.0
event11	2002년09월15,16일	19:20~08:30	57.8
event12	2002년10월06일	06:40~17:05	21.6
event13	2002년10월18,19	19:00~15:30	37.2
event14	2002년12월16일	00:30~10:50	49.2

본 연구에 적용된 2002년의 수문자료들 바탕으로 연속 강우량이 10mm이상되는 자료로 event를 선정하여 각각의 event별 강우와 유출양상을 검토한다. 그러나 2002년에 시험유역의 개발에 따라 01월부터 07월까지의 수위자료의 결측으로 인하여 본연구에서는 제외되었다.

표 2에서와 같이 event를 선정하여 각각에 대한 유출량을 구하기 위해 event에 대한 시간대의 수위값을 2002년에 산정된 수위-유량관계곡선식에 적용 유출량을 구하게 된다. 여기서, 유출량은 기저량을 제외한 직접유출량을 의미하는 것이다.

표 3. event별 유출률

5. 결론

앞으로 운용되어질 각종 수문 관측장비로부터 얻어지는 자료를 통하여 도시유출 특성을 연구할 수 있으며 수문자료의 품질향상을 위한 기술의 발전이 기대된다. 또한 이후에 선정될 동일 혹은 유사한 목적의 시험유역의 선정 및 운영에 대한 표준을 제시하여 전반적인 수문학의 발전의 기초를 다지는 초석이 될 것으로 기대한다. 더불어 획득된 수문자료는 다양한 자료처리과정을 거쳐 수집·정리되어 인터넷을 통하여 일반에 공개되고 있으며, 시험유역의 기초자료 또한 공개되고 있다.

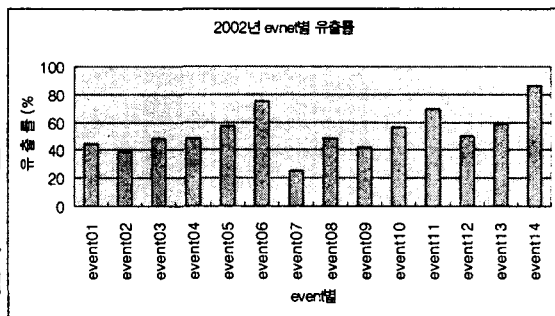


그림 4.3.1 event별 유출률 비교 도표

감사의 글

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

참고문헌

- 김남길(2000), "도시유출해석을 위한 시험유역의 개발과 수문시스템 구축", 동의대학교 대학원 석사 학위논문.
- 동의대 시험유역, 프론티어 지속적 확보기술개발사업 지표수 조사기술개발 사업(2-1-1), pp.135~159
- 서규우 (1997), "도시유출모형의 매개변수결정을 위한 민감도분석 연구", 연세대학교 대학원 박사학위논문.
- 서규우 (1998), 도시수문학, 도서출판 엔지니어즈.
- 서규우 (1999), 도시유출모형, 도서출판 엔지니어즈.
- 서규우 (2002), 하천과학, 원문출판사
- 서규우 (2002), 수리 및 수문실험, 도서출판 구미서관
- 서규우, 구본석, 김남길, 이종국 (2000), "도시유역의 수문관측 모니터링을 위한 시험유역의 구축", '2000년 한국 수자원학회 학술발표회 논문집, 한국 수자원학회, pp. 529~532.
- 서규우 (2002), "도시개발에 따른 유출증가량 평가를 위한 시험유역의 개발", 2002년 한국도시방재학회.