

OC2 유역의 지형특성을 이용한 홍수유출해석

허창환^{1*}, 장인수², 김지학¹

충주대학교 ¹토목공학과, ²환경공학과

1. 서 론

하천유역의 강우-유출현상을 모형화하여 예측한다는 것은 매우 어렵고 힘든 과정이며, 이를 위해서는 유역의 지리정보자료와 수문기상학적 자료가 사용되어야 하는데 이들 자료의 정확도에 따라 해석결과의 정확도에도 많은 영향을 미친다. 과거 수자원분야에서의 지리정보자료의 처리는 수작업으로 필요한 정보를 획득하거나 부분적인 컴퓨터 활용을 통하여 자료관리 및 분석을 수행하고 그 결과를 출력하던 방법으로 이루어져 왔다. 그러나 이런 지리정보 처리과정은 80년대 이후 지리정보시스템(Geographic Information System : GIS)의 발전과 함께 자료수집 이후의 전 과정을 컴퓨터 내에서 지형 공간적 위상관계를 토대로 지형과 속성정보를 종합적으로 처리하고자 하는 방향으로 발전해 나가고 있다. 그러나 강우-유출과정에 영향을 미치는 수문학적 특성인자들은 시간적, 공간적으로 다변성을 가지고 있고 매우 복잡한 자연현상으로 정확한 규명이 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 강우-유출과정을 규명하기 위한 많은 노력으로 더욱 정확한 모의가 가능하도록 모형들이 개선되고 있지만, 이러한 모형들은 많은 매개변수와 다양한 정보들을 필요로 하게 되어 이들의 추정 및 검증과정에서 어려움을 겪게 되는 문제가 발생하게 된다.

컴퓨터 H/W 및 S/W 기술의 발전은 지형정보의 효율적인 획득을 위한 GIS의 활용을 가능하게 하고 있으며, 원격탐사(Remote Sensing : RS)기술의 발전은 넓은 지역으로부터의 수문정보를 보다 손쉽게 획득할 수 있는 방안을 제시해 주고 있다. 수문지형정보를 획득하는 기존의 방법과 달리 GIS를 이용할 경우 시간과 인력을 절약하여 유출현상에 영향을 미치는 토양, 토지이용, 하천유역의 형태, 하천망 및 유역경사 등 많은 형태의 수문지형정보를 빠르고 정확하게 획득하고 정량화 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 GIS를 이용한 유역분할 및 수계구성, 지형특성분석과 유효강우량을 산정하기 위하여 유역의 토양도 및 토지이용도를 이용하여 수문학적 토양군(A, B, C, D)으로 구분이 가능하며, HEC-1과 같은 강우-유출 모듈을 결합하고 있는 WMS(Watershed Modeling System)을 이용하여 모형의 적용성을 검토하고자 한다.

2. WMS 모형의 개요

WMS 모형은 미육군공병단과 Brigham Young 대학에서 개발한 수문모델링과 GIS가 결합된 것으로 포괄적인 그래픽환경을 제공해준다. 수치고도자료(DEM)를 이용하여 유역분할 및 수계구성 등을 자동으로 해주고 HEC-1, TR-20, TR-55, NFF, 합리식, HSPF를 GIS와 결합된 상태에서 유출해석이 가능하도록 설계되어 있으며, Arcview, ArcInfo

와 같은 GIS 소프트웨어의 자료를 처리할 수 있는 기능이 있다. WMS 모형에는 6가지 모듈로 구성되어 있는데 TIN Modul, DEM Modul, Map Modul은 GIS 자료를 운용하게 하는 기능을 수행하며, Tree Modul은 HEC-1 등과 같은 프로그램과의 인터페이스를 제공하며, 2D Grid Modul은 CASC2D 강우-유출 모형과의 인터페이스 제공, 2D Scatter Point Modul은 불규칙한 형태의 자료를 격자형 자료로 전환하는 기능을 제공하고 있다.

3. 지형자료의 구축

본 연구의 대상유역은 국제수문개발계획(IHP)에 의하여 선정되어 운영되고 있는 위천 대표유역을 선정하였다. 위천유역은 전체면적이 약 472 km²이며, 경상북도 군위군을 중심으로 하여 의성군, 구미시, 칠곡군, 대구광역시, 영천군 및 청송군으로 둘러싸여 있다. 이 유역에는 건설교통부에서 직접 관리·운영하는 11개의 우량관측소(군위남부, 효령, 대울, 고매, 우보, 산성, 신령서부, 의흥, 화수, 화산, 석산)와 6개의 수위관측소(동곡, 고노, 미성, 병천, 효령, 무성)가 있으며 이를 유역출구점으로 하여 유역의 경계를 구축하였다.

3.1 DEM 자료

공간상에 나타나는 연속적인 기복의 변화를 수치적으로 표현하는 방법을 수치고도자료(DEM)이라하며 수치지형자료(DTM)는 고도 뿐만 아니라 지표의 다른 속성도 포함하기 때문에 포괄적인 의미로 사용되며, 고도에 관한 경우에는 DEM이라는 용어가 주로 사용되고 있다. 현재 국내에서 가장 쉽게 입수할 수 있는 DEM 자료는 환경부에서 제공하는 자료가 있는데 본 연구에서 미국지질조사국(USGS)에서 제작한 30m 해상도의 환경부자료를 이용하였다.

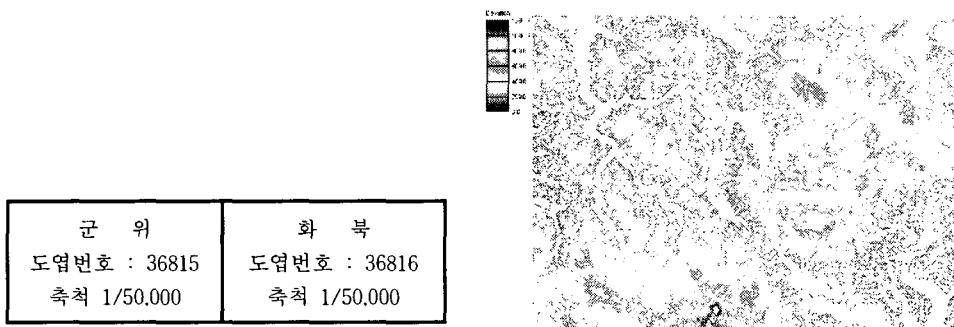


그림 1. DEM 자료(위천유역)

3.2 하천망 및 유역경계 구축

DEM 자료로부터 하천망을 추출하는 순서는 하나의 격자에서 고도값을 비교하여 가장 낮은 고도값을 갖는 격자의 방향으로 흐름의 방향을 정한다. 유로의 방향을 8개로 정하는데 각 방향을 결정한다. 각 격자에 대한 흐름방향을 결정하고 있으며 유로를 결정하기 위한 최소흐름적수를 부여하여 유로를 결정한다. 본 연구에서는 1차 하천의 최소면적

이 0.20 km가 되도록(최소흐름누적수를 약 220개)로 하여 하도망 추출 및 유역경계를 분할하였으며 그림 2와 같다.

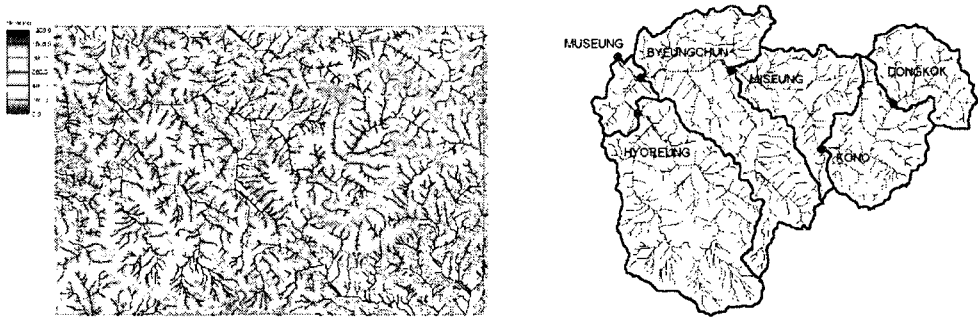


그림 2. 하천망 추출 및 유역경계분할(최소흐름누적수220)

3.3 토양도 및 토지이용도

본 연구에서 사용되는 강우-유출모형의 SCS 유출곡선지수(Curve Number : CN)의 산정을 위해서는 토양의 성질, 배수등급, 토심, 유거, 침입률, 투수성 및 토양팽창력에 따라서 A, B, C, D 네 개의 수문토양 등급을 요구하고 있다. 국립방재연구소에서 구축한 정밀토양도(1:25,000:그림3)를 사용하였다. 토지이용도는 토양도와 함께 SCS의 CN값에 의한 유효강우량 산정에 필요한 자료로 이용된다. 국립방재연구소에서 Landsat TM과 JERS OPS 위성영상자료를 이용하여 구축한 토지이용도(그림4)를 사용하였다.

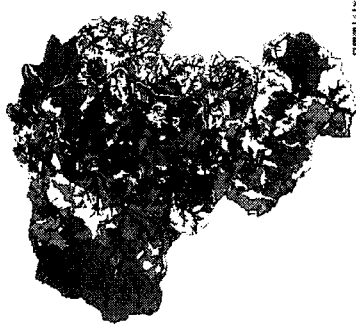


그림 3. 정밀토양도

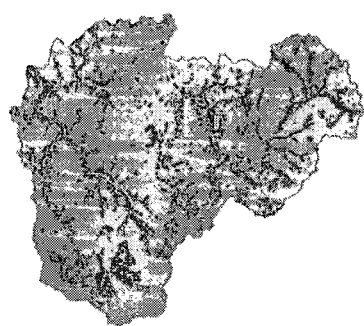
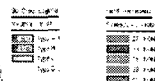


그림 4. 토지이용도

한편, 유효강우량을 산정하기 위한 CN 값은 WMS 모형에 의해 유역경계도, 정밀토양도, 토지이용도를 중첩시켜 각 소유역별로 계산하였으며 표 1과 같다.

표 1 소유역별 CN값

소유역	동곡	고로	미성	병천	효령	무성
CN값	81.80	81.48	81.96	81.20	78.70	80.38

4. 적용 및 분석

본 연구에서는 위천유역의 강우-유출해석에 WMS 모형을 적용하기 위하여 DEM 자료를 이용하여 지형특성분석을 실시하였다. 또한 정밀토양도 및 토지이용도를 이용하여 SCS 유출곡선지수(CN)를 산정하였으며, HEC-1의 Clark 모형을 유출해석에 이용하였다. 실측호우 사상을 대상으로 하여 유출량의 실측치와 모형에 의한 유출량을 비교한 결과 그림 5와 같이 검토되었는데 침투시간과 침투유량이 관측자료와 매우 유사한 결과를 나타내고 있음을 알 수 있었다.

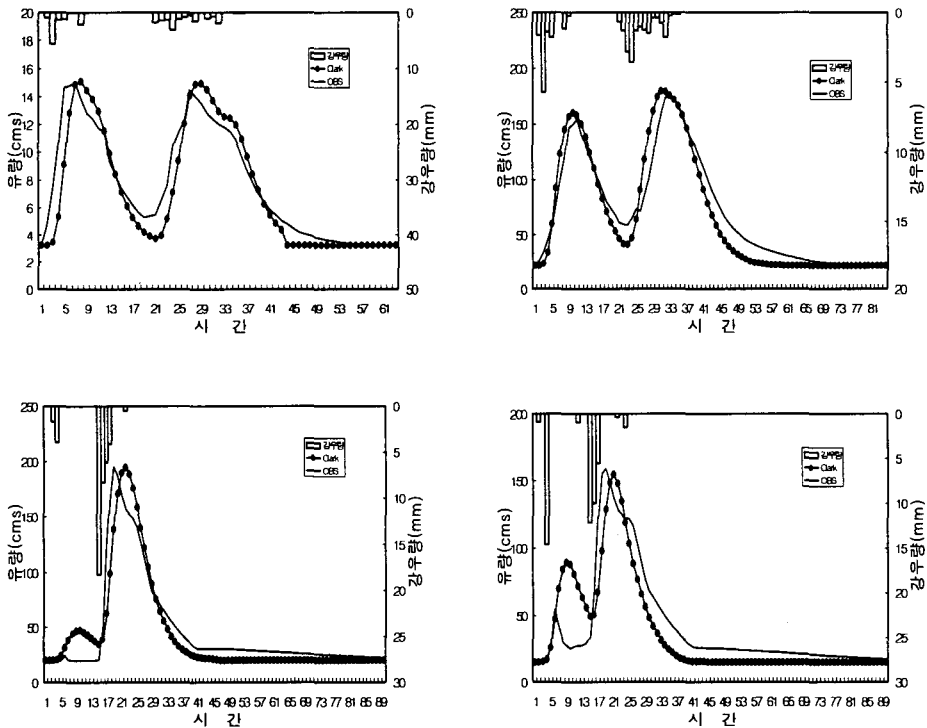


그림 5. 계산수문곡선과 실측수문곡선의 비교

5. 결 론

본 연구에서는 WMS 모형을 이용하여 유역의 지형특성을 분석하고 HEC-1 모형의 입력자료와 매개변수 추정에 사용하여 강우-유출해석을 실시하였다. 또한 토양도 및 토지이용도를 이용하여 SCS 유출곡선지수(CN)를 구하여 유효강우량 산정에 이용하였다.

연구대상유역은 위천유역을 대상으로 하여 주요호우시 강우-유출량 관측자료와 WMS

모형에서 분석할 수 있는 DEM자료에서 지형특성결과를 이용하여 모형 매개변수를 추출하였다. 전체적으로 수문곡선의 상승부 및 침투부와 하강부가 일치하여 매우 우수한 결과를 보이고 있으므로 적용성이 매우 우수한 것으로 판단되었다. 계절별로 상이한 토양의 상태에 대한 위성영상 자료가 많이 확보된다면 미계측유역에 대한 유출해석에 유효할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- 김경탁(1998). "GIS 적용에 따른 유출응답에 관한 연구", 박사학위논문, 인하대학교
- 김대식(1995) 지표배수량 산정을 위한 지리정보체계의 응용모형개발, 서울대학교, pp. 2~6.
- 김상현·한건연(1996). "지리정보시스템을 이용한 유역에서의 지형지수 산정", 한국수자원학회논문집, 한국수자원학회, 제29권 제4호, pp. 199~208.
- 김주훈·김경탁(2002) HEC-GeoHMS 및 HEC-HMS를 이용한 유출분석, 한국수자원학회 학술발표회논문집, pp. 867~872.
- 안승섭, 조명희(1999) 지리정보시스템을 이용한 하천유역의 지상학적 특성분석. 한국지리정보학회지, 2(3). pp.23~34.
- 이범희(1998). "지리정보체계 및 전문가시스템을 이용한 도시유출 및 수질모형의 개발", 박사학위논문, 서울대학교.
- 정하우, 김성준, 최진용, 김대식.(1995). 소유역 지표유출의 시간적·공간적 재현을 위한 GIS 응용모형. 한국 GIS학회지, 3(2). pp.136~146.
- 진현호(2000) 지리정보시스템을 이용한 하천유역의 강우-유출해석에 관한 연구. 경일대학교 대학원 석사학위논문.
- 최철웅(1999) 지형공간정보체계를 이용한 수문지형인자 결정에 관한 연구, 부산대학교 대학원 박사학위논문.
- 함창학(1996). "지리정보시스템을 이용한 수문지형정보 추출에 관한 기초적 연구", 박사학위논문, 충북대학교.
- 한국수자원학회(2002) 제 10회 수공학 워크샵교재