

GIS를 이용한 유출 모형의 매개변수 추정에 관한 연구

Study on the Parameter Estimation of Runoff Model by using GIS

○ 조용재* · 정인주** · 최명섭*** · 김상용****

1. 서론

자연현상인 강우와 유출관계를 규명하는 일은 매우 복잡하여 하천에서의 유출량 산정은 하천 공간 정보의 부족으로 많은 어려운 문제점을 야기시키고 있다. 따라서 수문학적인 문제의 해결을 위해서는 지금까지 사용하여 왔던 방법보다 더욱 명확하고 많은 수문정보를 획득할 수 있는 방법이 필요하며, GIS(Geographic Information System)는 이전의 많은 연구를 통해 그 효과가 입증된 바 있다.

Clark는 1945년 유출의 거동을 저류와 전이효과로 구분하여 유역출구에 가상의 단일 선형저수지가 존재한다고 가정하여 등시간도로 구성되는 도달시간-집수면적도의 저수지 추적을 실시하여 순간단위 유량도를 산정하였다. Clark 모형의 중요 요소는 도달시간-집수면적도와 저류상수이다. 특히 도달시간-집수면적도를 구성하는 등시간선(Isochrones)의 작성은 해석자마다 다른 결과를 얻을 수 있을 뿐만 아니라 그 작성에 많은 시간 및 노력이 들기 때문에 적용에 많은 어려움이 존재하고 있다.

본 연구의 초기 목적은 이러한 등시간선의 작성을 GIS를 응용하여 보다 쉽고 정확하게 작성하는데 그 목적을 두었으나, 작업 수행중 어려움이 따라 등시간선의 작성을 수작업으로써 여러 가지 방법을 적용하여 작성, 분석하였다. 그리고 CN(Curve Number)값 추정에 있어서는 GIS를 이용하여 그 결과를 수작업을 통한 홍수량 계산 결과와 기존의 홍수량 산정 모형의 계산 결과를 비교하고자 한다.

2. 연구대상유역

설마천은 임진강 하구에서 약 46km 상류인 경기도 파주시 적성면에 위치하고 있는 임진강의 제 1지류로서, 유역면적 18.5km², 유로연장 11.3km인 수지상 형태를 가지고 있는 하천이다. 이 중에서 본 연구대상유역인 시험유역은 설마천 유역의 중류부에 위치한 영국군 전적비교를 출구점으로 하는 상류 유역이다. 설마천 시험유역은 동경126° 55' 54" ~ 126° 54' 57", 북위 37° 54' 57" ~ 37° 56' 23"에 위치한 유역으로 유역면적 8.5km², 유로연장 5.8km인 전형적인 산지 하천이다. 이 유역의 대부분은 산악지형으로 이루어져 있으며, 유역의 동쪽엔 시험유역에서 가장 높은 감악산(EL. 675m)이 위치하고 있다.

하천의 형태는 수지상에서 직각상이 결합된 형태를 보이고 있으며, 도로를 따라 발달한 주 하천은 그림 1에서 보는 바와 같이 전형적인 곡류하천의 형태를 보이고 있다. 그림 2는 설마천 유역을 대상으로 지형의 고도를 시각적으로 표현할 수 있는 불규칙 삼각망인 TIN(Triangular Irregular Network)을 구축한 화면이다.

* 정회원 부경대학교 토목공학과 박사과정 공학석사 051-623-8812 (E-mail : chojy1975@hanmail.net)

** 정회원 부경대학교 토목공학과 박사수료 공학석사 051-623-8812 (E-mail : giseh@korea.com)

*** 정회원 부경대학교 토목공학과 박사수료 공학석사 051-623-8812(E-mail : mung476@hanmail.net)

**** 정회원 부경대학교 토목공학과 교수 · 공학박사 051-620-1443 (E-mail : kimsang@pknu.ac.kr)

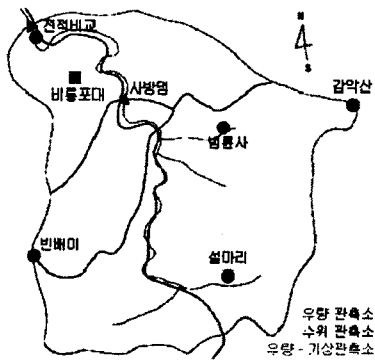


그림 1 설마천 시험 유역도

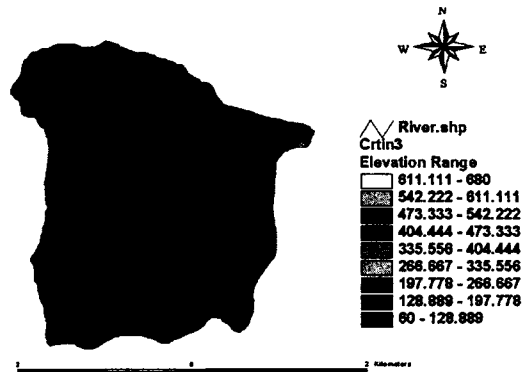


그림 2 설마천 시험 유역도(TIN)

3. 연구방법 및 결과

연구방법은 크게 등시간선 작성에 따른 유출량 비교와 GIS를 이용한 CN값 추정에 관한 두 개의 주제로 나누었으며, CN값 산정 시 GIS를 이용할 경우 cell size의 영향에 대해서도 연구하였다.

3.1 등시간선도 작성

등시간선은 유역의 유출구까지 동일한 유하시간을 갖는 지점을 연결한 선으로써 그 작성은 방법이 매우 까다롭고 난해하여 작업자마다 상이한 결과를 가져올 수 있다. 그러나 이런 차이가 유출모형의 실행에 있어서 어떠한 영향을 미치는가에 대한 연구는 미진한 상태이다. 따라서 본 연구에서는 등시간선을 3가지 방법으로 작성하여 각각에 대해서 홍수량을 산정하여 비교·분석하였으며, 이들 방법에 대한 홍수량의 변화 및 도달시간 등에 대해서 어떠한 영향을 미치는지 알아보려고 하였다.



그림 3 이론적인 방법에 의한 등시간선

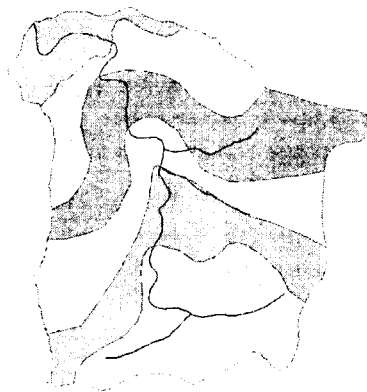


그림 4 임의의 방법으로 작성한 등시간선



그림 5 등거리간격으로 작성한 등시간선

3.1.1 이론적인 방법에 의한 등시간선

기본적인 등시간선 작성법에 의한 등시간선도는 그림 3과 같이 나타내었으며, 이러한 인자들을 적용하여 Clark 유출모형을 실행한 결과 첨두유량이 22.9m³/s로 나타났다.

3.1.2 임의의 방법으로 작성한 등시간선

설계자가 임의의 방법으로 작성한 등시간선도는 그림 4와 같이 나타내었으며, 이러한 인자들을 적용하여 Clark 유출모형을 실행한 결과 첨두유량이 22.5m³/s로 나타났다.

3.1.3 등거리간격으로 작성한 등시간선

하천의 연장을 등간격으로 분할하여 하천에 직각으로 등시간선도를 작성하여 그림 5와 같이 나타내었으며, 이 방법의 적용 시 첨두유량은 22.7m³/s로 나타났다.

3.1.4 각 방법별 결과 비교

위의 세가지 방법에 따른 유출모형 실행 결과는 그림 6에서 보는 바와 같이 각 방법별 첨두유량과 그 발생시간의 차이가 아주 미소함을 알 수 있다.

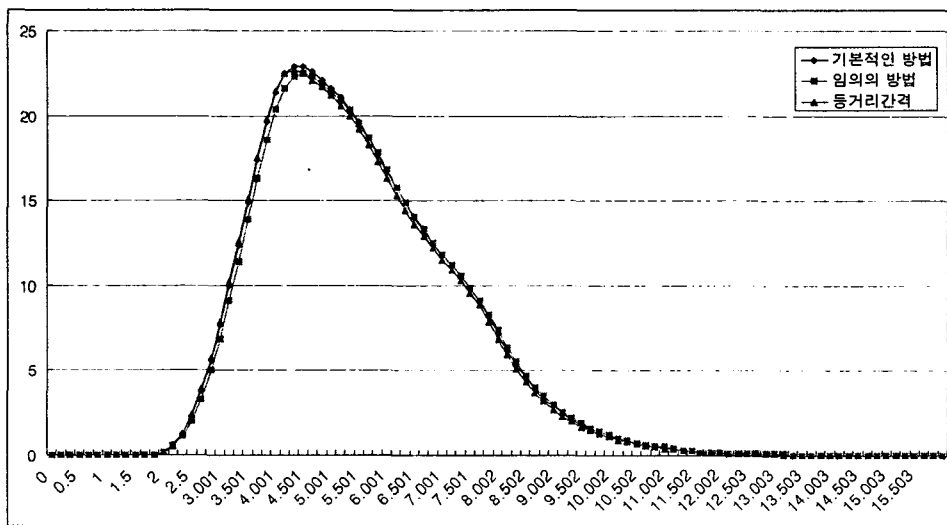


그림 6 각 등시간선도 작성법에 따른 수문곡선

3.2 CN(Curve Number) 추정

대상구역의 CN값을 추정하기 위하여 토양도와 토지이용도를 Grid 변환시킨 자료를 이용하였으며 그 과정은 다음과 같다.

대상구역의 토양도와 토지이용도를 Digitizing하여 파일을 생성한 후 ESRI사의 GIS 응용 프로그램인 Arc/Info와 Arc/View를 사용하여 Grid 변환과 중첩의 과정을 거쳐 각 cell 단위의 CN값을 추출해낼 수 있었다. 이러한 Grid를 이용한 매개변수의 분석에 있어서 Grid size의 영향을 알아보기 위하여 각 cell의 크기를 10×10, 20×20, 50×50 및 100×100의 경우에 따라서 그 작업을 수행하였으며 그 결과는 위의 표 1과 같다. 표에서 보는 바와 같이 본 연구대상구역과 같이 구역면적이 작은 구역에서는 cell size의 영향이 그리 크지 않음을 알 수 있었으며, 이러한 CN값은 AMCII 조건에서 나타내었다.

표 1 CN(Curve Number)

cell size	cell 개수	CN		
		AMC I	AMC II	AMC III
10×10	627,939	49.85	70.30	84.48
20×20	168,685	49.86	70.30	84.48
50×50	26,740	49.83	70.28	83.47
100×100	5,708	49.89	70.33	84.50



그림 7 대상유역 토양도의
grid 변환



그림 8 대상유역 토지이용도의
grid 변환



그림 9 대상유역의 토지이용도와
토양도의 overlay

4. 결론 및 향후과제

본 연구에서 시험유역인 설마천 유역을 대상으로 유출모형의 매개변수를 추정한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- (1) 등시간선도 작성의 방법에 유출량의 차이가 작게 나타났으므로 등시간선도의 작성은 유출량 변화에 큰 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있었다.
- (2) 등시간선도 작성의 세 가지 방법 중에서 하천을 등간격으로 나눈 방법이 좀 더 정확한 값에 근접함을 알 수 있으며 이는 등시간의 개념과 등간격의 개념이 소유역에서 비슷하게 적용됨으로써 나타나는 결과라고 생각된다.
- (3) GIS를 응용하여 CN값을 추정한 결과 시험유역의 운영 및 수문특성 조사 연구 보고서의 CN과 큰 차이를 보이지 않았으며, Grid size는 본 연구대상유역의 면적이 크지 않은 소유역이기 때문에 큰 영향을 주지 않은 것으로 판단된다.
- (4) 향후 유역면적이 큰 대규모유역에 각 방법별로 등시간선도를 작성하고 또한 본 연구에서는 Clark 유출모형만을 적용하였으나, nakayasu, nash, SCS 등 기타 여러 유출모형을 적용하여 등시간선도의 민감도를 분석함으로써 좀 더 정확한 결과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다. 또한 유역면적이 큰 경우 CN의 추정에 있어서도 유역면적 크기와 Grid size의 변화에 따른 상관성을 분석하여 보다 정확하고 손쉽게 CN을 추정할 수 있을 것으로 사료된다.

5. 참고문헌

- 1) 윤석영, 홍일표(1995). Clark 모형의 매개변수 산정방법 개선, 대한토목학회 논문집 제5권 제5호.
- 2) 백경록, 최종남, 유철상, 김중훈(2000). 강우유출 관계의 변동성에 관한 고찰, 대한토목학회 논문집 제20권 제3-B호.
- 3) 조효섭, 정관수, 윤석영, 김선민 (2002). GIS를 이용한 등시간도 작성, 한국수자원학회 학술발표회 논문집 (II).
- 4) 한국건설기술연구원(2000). 연구보고서 - 시험유역의 운영 및 수문특성 조사·연구.
- 5) Vijay P. Singh (1988). Hydrologic System Volume(I) - Rainfall-Runoff Modeling. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- 6) Vijay P. Singh (1988). Hydrologic System Volume(II) - Rainfall-Runoff Modeling. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.