

지형정보자료와 HEC-HMS를 이용한 계획홍수량산정

Calculation of Design Flood Discharge Using GIS Data and HEC-HMS

김 선 주 · 윤 찬 영* · 김 필 식(건국대)
Kim, Sun Joo · Yoon, Chan Young · Kim, Pill Sik

Abstract

The main objective of this study is to simulate design flood discharge of the Sungjoo basin. GIS and HEC-HMS were used in this study. GIS technique can extract various hydrological factors from D.E.M(Digital Elevation Model) and the parameters extracted from each watershed were applied to the HEC-HMS. As a result of this study, GIS technique is useful to the extraction of watershed characteristics factors and HEC-HMS is successful in the simulation of design flood discharge.

I. 서론

하천 유역의 효율적인 관리를 위해서는 유역의 지형학적 및 지질학적 특성뿐만 아니라 해당 하천 및 유역의 수문학적 특성들을 정확하게 파악해야만 한다. 지금까지 국내외 연구자들은 강우와 유출과의 관계를 모의하기 위해 많은 연구를 수행한바 있다. 이와 같은 연구는 유역에 대한 지형 그리고 지질학적 특성과 환경학적 특성 및 수문학적 특성들을 파악하고자 해당유역의 지형도나 기타 도면들과 현장에서 관측한 자료들을 토대로 수작업 및 간단한 연산을 통해 결과를 추출하였다. 그러나 이러한 방법들은 많은 시간과 노력을 필요로 하며, 그 효율성과 결과에 대한 신뢰도 역시 낮다는 문제점들을 가지고 있다. 본 연구에서는 해당유역의 지형 및 지질학적 특성과 수문학적 특성인자들을 추정하기 위하여 오늘날 널리 사용되고 있을 뿐만 아니라, 결과의 정확성과 신뢰성이 우수한 지형정보 시스템을 적용하여 유역의 특성을 파악하고 지형정보 시스템을 이용하여 계산된 결과를 수문모형에 적용하므로써 설계홍수량산정에 대한 개선된 방안을 제시하고자 한다. 지형정보 시스템은 인공위성 DEM(Digital Elevation Model)자료와 토지이용도, 개략도양도를 사용하여 추출된 자료를 수문모형의 입력인자로 사용하였다.

지형정보시스템을 사용하면 유역의 지형 및 지질학적 특성과 수문학적 특성을 정확하고 신속하게 추출할 수 있기 때문에 수문모형과 병행하여 사용할 경우, 매우 유용하고 현실성 있는 설계홍수량 추정을 할 수 있으리라 판단된다.

II. 모형의 선정 및 구성

1. 수문모형

본 연구에서 설계홍수량을 모의하기 위하여 이용한 모형은 HMS(Hydrologic Modeling System)이다. 본 모형은 1995년 미육군 공병단 수자원 연구진(Hydrologic Engineering Center)에서 개발한 모형으로 기존의 모형인 HEC-1모형을 발전시킨 모형이다. 이모형은 강우에 의한 유역의 지표면 유출을 모의하기 위해 강우-유출현상의 수리, 수문학적 과정을 상호 연결하여 유역의 응답을 나타내도록 설계된 모형으로 각 수리, 수문학적 과정은 일반적으로 소유역이라 불리는 유역 일부분에서의 강우·유출과정을 모형화하며, 각 과정은 지표면 유출이나 하도유출, 저수지 유출등을 모의하게 된다. HEC-HMS의 구성은 수문 요소들의 자료와 연결구조를 가진 Basin Model, 기상학적인 자료를 저장하고 처리하는 Precipitation Model과 최적화 기법을 이용하여 시간과 관련된 매개변수를 산정하는 Control Specification Model로 되어있다.

III. 대상유역 및 자료

1. 대상유역

성주유역은 경상북도 서쪽에 위치하며, 북쪽은 금릉군, 칠곡군, 동쪽은 달성군, 남쪽은 고령군, 서쪽은 경상남도 함천군과 인접하고 있다. 성주유역의 동쪽 끝은 동경 128° 24' 10", 서쪽 끝은 128° 2' 10" 그리고 남쪽 끝은 북위 35° 46' 10", 북쪽 끝은 북위 36° 3' 12" 에 위치하고 있다. 대상유역은 성주군 가천면 증산동 대가천에 위치하며 유역면적은 성주군의 금수면과 김천시 증산면, 지례면 일대의 152.2km²이다. 북쪽의 백마산계, 서쪽의 가야산계의 높은 산으로 둘러 싸여 원형의 분지를 형성하고 있고 서북부로부터 산악지대를 이루며 동남부는 하천과 평야지대를 이루고 있다.

2. 지형자료 및 유역별 인자

2.1 DEM자료

수치지도(1/50,000도)를 사용하여 수치지도에서 등고선 레이어 및 기준점 레이어를 뽑아내어 strip작업을 거쳐 표준 shape파일 형태로 만든 후 TIN을 생성한 후 이를 DEM으로 변환시켰다. 구축된 DEM자료를 이용하여 Arc-view S/W를 이용하여 하천도를 작성하였고 이를 이용하여 모형에서 필요한 소유역별 평균경사 및 하천경사를 구하였고 이를 HEC-GeoHMS라는 Arc-view extention S/W를 사용하여 HEC-HMS에 import하였다.

2.2 토양도 및 토지이용도

1/50,000도의 개략 토양도와 토지이용도를 사용하였으며, Idrisi S/W를 사용하여 토지이용도와 토양도 간의 점유면적비율을 파악함으로써 유역평균 CN값을 추출하였다.

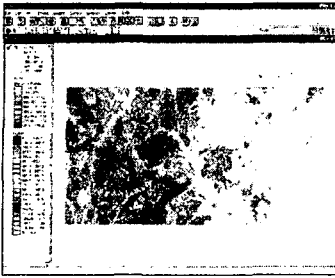


Fig.1. 성주지역 수치지도

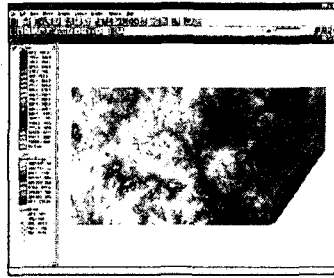


Fig.2. 성주지역 DEM

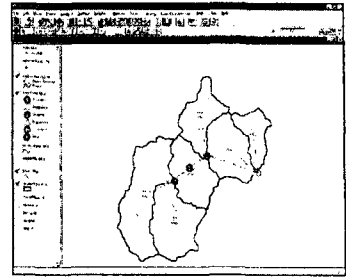


Fig.3. HEC-GeoHMS 기본맵

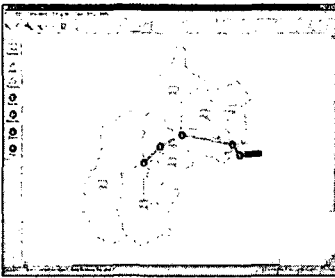


Fig.4. Basin model

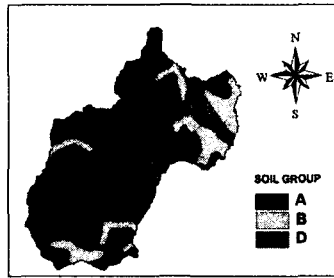


Fig.5. 개략토양도



Fig.6. 토지이용도

Table 1. 소유역별 지형자료

구분	1번유역	2번유역	3번유역	4번유역	5번유역	6번유역
유역면적(km ²)	12.95	25.15	19.67	24.08	40.14	30.21
최장수로(km)	7.84	11.16	9.79	7.59	12.00	9.93
하천길이(km)	3.69	7.32	7.33	4.81	8.89	6.47
하천경사(%)	2.7	1.37	1.36	4.17	5.40	10.07

IV. 모형의 적용

본연구에서는 강우 초기손실량 산정은 SCS곡선법을 이용하여 손실량을 평가하였고, 이것의 결과를 이용하여 유효강우량을 산정하였다. 그리고 Clark 단위도법을 이용하여 유효강우량으로 인한 직접유출량을 평가하였으며, 추적방법은 Muskingum법을 사용하였다. Clark단위도법은 도달시간(Tc)과 저류상수(R)등의 매개변수를 토대로 하고 있으며 산간부에서 평야부로 옮겨가는 5, 6번 유역은 Rizha방법을 사용하였고 나머지 유역은 Kraven방법을 사용하여 도달시간을 산정하였다. 저류상수는 Sabol(1994)의 식을 사용하여 적용하였다. 설계강우량을 모의하기 위하여 Gumbel방식을 사용하여 각 빈도의 강우량을 산정하였으며 지속기간 24시간의 100년빈도, 200년빈도, 500년빈도의 확률 강우량을 Mononobe 강우강도 공식을 이용하여 강우를 중앙집중형으로 분포시켜 강우량을 적용시켰다.

Table 2. Gumbel방식에 의한 대구지방 빈도 강우량

<단위 : mm>

빈도	100년 빈도	200년 빈도	500년 빈도
강우량	270.730	300.029	338.689

V. 모의결과

모의결과는 Table 3에 나타내었다.

Table 3. 소유역별 첨두유량 모의결과

유역	100년 빈도		200년 빈도		500년빈도	
	첨두유량 발생시간	첨두유량 (cms)	첨두유량 발생시간	첨두유량 (cms)	첨두유량 발생시간	첨두유량 (cms)
1번유역	13:00	186.72	13:00	210.26	14:00	242.79
2번유역	13:00	363.55	13:00	409.37	14:00	472.71
3번유역	13:00	287.18	13:00	313.25	14:00	361.39
4번유역	13:00	347.19	13:00	390.96	14:00	451.45
5번유역	13:00	578.66	13:00	651.61	14:00	752.44
6번유역	13:00	433.30	13:00	487.93	14:00	563.41
OUTLET	15:00	861.70	15:00	965.95	16:00	1122.4

VI. 결론

본 연구에서는 GIS 및 RS 활용기술을 이용하여 지형정보자료를 추출하였으며 HEC-HMS를 사용하여 설계홍수량을 산정하여 보았다. 지형정보 시스템(GIS)을 이용하여 지형학적 특성뿐만 아니라 지질학적 특성이 제대로 반영된 대상유역의 매개변수를 수문모형에 입력하여 설계홍수량을 모의하여 보았으며 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 수치지도를 이용하여 DEM자료를 추출하였으며, DEM, 토양도 및 토지이용도 등을 이용하여 유역 경계, 유역의 하천 등을 효과적으로 추출할 수 있었고, 이렇게 추출한 유역경계와 하천에 대하여 Grid 연산을 수행하여 하천의 최장수로, 유역경사등과 같은 유역의 지형학적 인자들과 CN값을 추출함으로써 수문학적 지형자료추출의 정확성을 높였다.
2. 본 연구에서 사용한 HEC-HMS모형은 기존의 수문모형들에 비해 유역특성을 반영할 수 있을 뿐만 아니라 GIS와 연계하여 적용할 수 있어 모형의 적용성이 용이하고 계산결과를 신뢰할 수 있기 때문에 수자원 관리 및 유역관리에 유용한 모형으로 사료된다.
3. 설계홍수량을 모의해본 결과 100년 빈도일 경우 861.70m³/s, 200년 빈도일 경우 965.95m³/s, 500년 빈도 일 경우 1122.4m³/s로 첨두유량이 나타났으며 첨두발생시간은 15~16시 정도로 나타났다. 한편, 본연구에서는 유역에서의 실측홍수량자료가 없어 최적화를 통한 매개변수 보정은 못하였으나 실측홍수량자료가 있으면 더욱 신빙성있는 계산결과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 농업기반공사, “조사·설계 실무요령-제5·6·7편 수문, 공사비적산, 설계도서”, 2000. 7
2. 한국수자원학회, “제 9회 수공학 워크샵 교재”, 2001.2
3. 한국건설기술연구원, “미계측 유역의 홍수유출특성에 관한 비교연구” 1994. 12
4. 佐藤勝夫, 이도훈 외 2명 공역, “홍수유출계산법” 1999. 3
5. US Army Corps of Engineers, “HEC-HMS Hydrologic Modeling System User’s Manual”, 1993.3
6. Francisco Olivera, Seann Reed and David Maidment., “HEC-PrePro v. 2.0: An ArcView Pre-Processor for HEC’s Hydrologic Modeling System” 1998 ESRI User’s Conference pp.25-31, 1998.7