

HEC-GeoHMS와 HEC-HMS를 연계한 유출해석

Analysis of Runoff using conjunctively HEC-GeoHMS and HEC-HMS

안상진* · 전계원** · ○곽현구*** · 최병만****

1. 서 론

인류의 역사는 물과 함께 발전해 왔으며 물은 인류의 생존과 번영을 위해 커다란 공헌을 하고 있다. 그러나 이러한 물은 또한 가공할 자연재해 중의 하나로 인류를 위협하고 있다. 자연재해 중 우리나라에서는 집중호우에 의한 홍수피해가 자주 발생하고 있다. 이러한 홍수피해를 줄이기 위해서는 그 지역의 강우-유출 과정을 정확히 해석해 홍수유출특성을 파악하는 것이 중요하다. 그러나 자연현상인 강우와 유출관계를 규명하는 일은 매우 복잡하여 하천에서의 유출량 추정은 하천공간 정보의 부족으로 많은 어려운 문제점을 야기 시키고 있다. 따라서 유출 해석을 위한 수문 모형을 사용하기 위해서는 하천공간 정보와 같은 수문자료들이 필요하게 되는데 GIS는 유역에서의 지형학적, 기후학적 특성을 시간과 인력을 절약하여 정량화할 수 있는 장점을 가지고 있어 최근 수자원 관련분야에서 관심이 고조되고 있다.

본 연구에서는 HEC-GeoHMS를 이용하여 유출분석시 필요한 지형특성 인자를 추출하고, 이를 HEC-HMS 모형의 입력 매개변수로 사용하여 보청천 유역의 유출특성을 분석하므로써, HEC-GeoHMS와 HEC-HMS를 연계한 모형의 적용성을 검토하는데 그 목적이 있다.

2. 모형의 개요

2.1 HEC-HMS

Hydrologic Modeling System은 강우-유출모의를 하는데 있어 여러 가지의 기능을 제공하고 있다. HEC-HMS모형은 한 유역을 수문학적·수리학적 구성요소로 이루어지는 복잡한 시스템으로 상호연관에 의해서 나타내어, 이를 통해서 그 유역에 강우로 인한 지표면 유출을 모의하는 단일 사상 유출모형이다.

HEC-1에서 발전한 프로그램인 HEC-HMS는 HEC-1과 유사한 단위도 방법과 하도 추적법을 바탕으로 레이더 자료 등의 격자망으로 구성된 강우량자료에 적용할 수 있는 선형 분포형 모형 및 장기유출모의에 사용할 수 있는 간단한 토양수분모형이 포함되어 있으며, 다양한 매개변수에 대한 최적화 기능 또한 포함되어 있다.

HEC-HMS의 장점은 다양한 계산방법을 통하여 강우-유출을 분석함으로써 어떤 유역에 적용하여도 그 적용성이 좋다는 것이다. 모형내의 계산방법에 대해서는 표 2.1에 나타내었으며, 유역에 맞는 계산방

* 충북대학교 공과대학 토목공학과 교수
** 충북대학교 대학원 토목공학과 박사과정
*** 충북대학교 건설기술연구소 연구원
**** 한국수자원공사 조사기획처 과장

법을 미리 정해주어야 한다. 그림 2.1은 HEC-HMS 모형을 모의하기 위한 소프트웨어상의 절차를 보여주는 모식도이다.

본 연구에서는 유효강우를 계산하기 위해 표 2.1의 HEC-HMS 계산 과정중 강우손실량계산에는 SCS curve number, 유출변환에는 Clark 단위도법, 기저유량은 constant monthly, 홍수추적을 위해 Muskingum-Cunge 방법, 강우분석은 specify gage weight 방법을 택하였다.

표 2.1 Hec-HMS의 계산방법

	Method
Losses	<ul style="list-style-type: none"> • Initial and constant • SCS curve No. • Deficit/constant • Gridded curve No. • Green & Ampt
Transform	<ul style="list-style-type: none"> • Clark unit hydrograph • Mod Clark • Snyder unit hydrograph • Kinematic wave • SCS dimensionless unit hydrograph • User specified unit hydrograph
Base flow	<ul style="list-style-type: none"> • Exponential recession • Constant monthly
Routing	<ul style="list-style-type: none"> • Lag • Modified Puls • Muskingum • Muskingum Cunge
Precipitation	<ul style="list-style-type: none"> • Grid-based precipitation • Import hyetograph • Specify gage weights • Frequency storm • Standard project storm • User-specified hyetograph • Inverse-distance gage weighing

2.2 HEC-GeoHMS

HEC-GeoHMS는 Avenue programming language 와 Spatial Analyst를 이용해 지역의 지형특성인자와 수문학적 인자를 추출하여 HEC-HMS모형의 입력변수로 제공하기 위해 개발된 모형으로서 data management 와 GUI(graphical user interface)를 포함하고 있다. 중요 처리 과정을 요약해 보면 표 2.2 와 같으며 GIS, HEC-GeoHMS, HEC-HMS와의 관계는 그림 2.2과 같다.

표 2.2 HEC-GeoHMS의 중요 처리과정

Data Processing	<ul style="list-style-type: none"> • Data Collection • Data Assembly
Terrain Preprocessing	<ul style="list-style-type: none"> • Fill Sinks • Flow Direction • Flow Accumulation • Stream Definition • Watershed Delineation • Watershed Aggregation
Hydrogic Processing	<ul style="list-style-type: none"> • Basin Processing • Stream and Watershed Characteristics • HMS Model Files
Hydrologic Parameters and HEC-HMS	<ul style="list-style-type: none"> • Basin Processing • Basin Characteristics

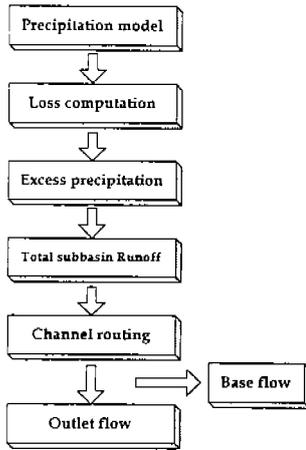


그림 2.1 HEC-HMS 모형의 연산과정

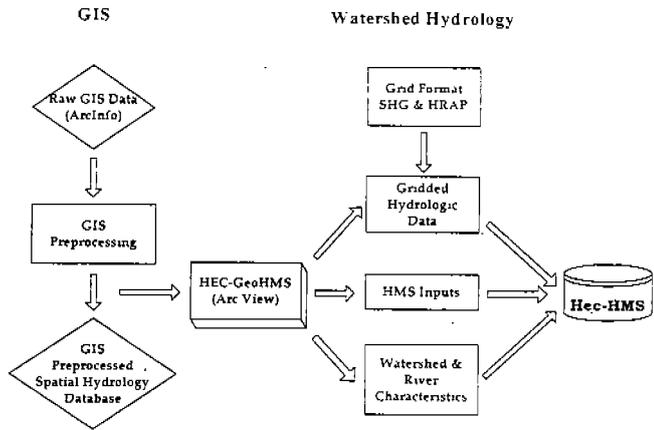


그림 2.2 Hec-GeoHMS 프로그램의 연산과정

3. Hec-GeoHMS를 이용한 유역특성인자 추출

아래 그림 3.1은 DEM을 이용하여 HEC-GeoHMS의 Terrain Preprocessing을 통하여 HEC-HMS의 Basin Model을 구성하는 과정을 나타내고 있다.

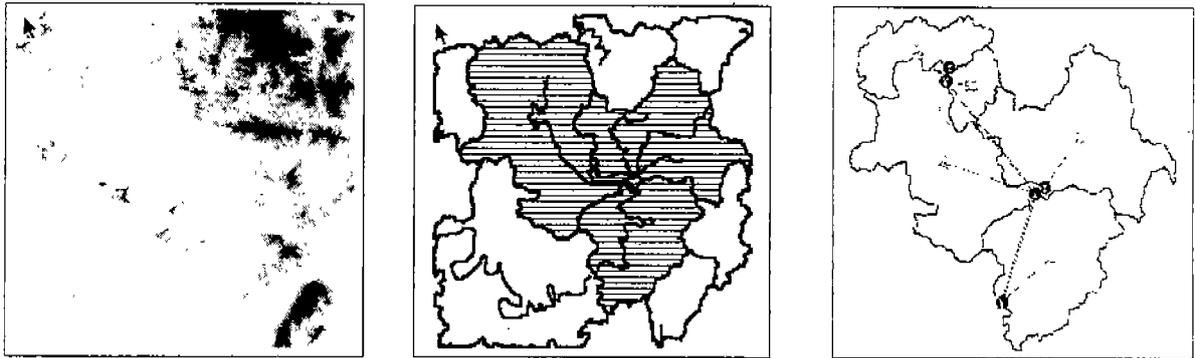


그림 3.1 Hec-GeoHMS모형의 구성 과정

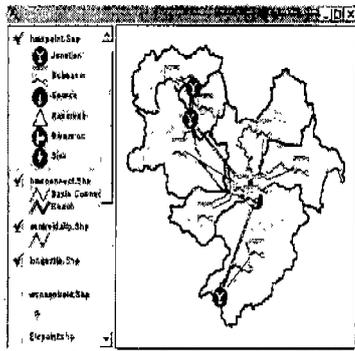


그림 3.2 HEC-GeoHMS를 이용한 기본 Map 완성

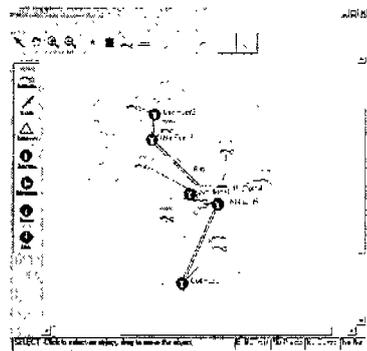


그림 3.3 Basin model을 이용한 Map 파일 import

그림 3.2는 Hydrologic Processing 통해 하천연장, 하천경사, 중심하천의 길이 등을 계산한 다음

HEC-HMS의 기본 Map을 만드는 과정을 나타내고 있다. HEC-GeoHMS로 만들어진 Map은 HEC-HMS 모형의 Basin model 모형에서 그림 3.3과 같이 불러 올수 있다.

GIS를 이용하면 객관적이고 신뢰할수 있는 특성인자들을 추출할수 있다. 본 대상유역에 대하여 추출한 지형특성인자들을 표 3.1에 나타내었다.

표 3.1 유역의 지형 특성인자

Factiors Stations	Area (km^2)	Length of main stream L (km)	L_c^*	Slope of main stream S
1. Sangye	482.411	53.9	6.05	0.00320
2. Gidai	362.912	34.4	13.67	0.00319
3. Tanbu	145.631	22.0	16.19	0.00780
4. Yipyung	75.431	19.3	19.19	0.00469
5. Sansung	49.205	13.5	23.62	0.00555

* Steam length from the outlet to the center of gravity of the watershed.

4. 모형의 적용

4.1 대상유역 및 강우-유출 자료

HMS 모형을 이용하여 홍수기의 유출해석을 위해 IHP대표유역인 보청천 유역의 산성(No.5), 이평(No.4), 탄부(No.3), 기대(No.2), 산계(No.1) 수위표 지점의 1999년과 2000년 호우사상을 적용하여 실측치와 HEC-HMS의 계산치를 비교하였다. 표 4.1은 수위표 지점의 호우사상을 나타내고 있다.

표 4.1 수위표 지점의 주요호우 사상

지 점	beginning date	rainfall duration (hr)	maximum rainfall (mm/hr)	maximum discharge (cms)
산 계	1999. 9. 22	25	11.61	443.23
	2000. 6. 26	24	17.97	306.30
기 대	1999. 9. 22	25	13.72	426.75
	2000. 6. 26	24	15.94	282.66
탄 부	1999. 9. 22	17	12.69	95.31
	2000. 6. 26	24	23.89	33.22
이 평	1999. 9. 22	16	15.21	53.98
	2000. 6. 26	23	18.62	69.64
산 성	1999. 9. 22	16	19.84	34.63
	2000. 6. 26	21	24.58	40.74

4.2 유출수문곡선의 모의

HEC-HMS 모형을 이용해 표 4.1에서 주어진 주요호우사상의 유출수문곡선을 모의한 결과를 그림 4.1~4.4에 나타내었다. 그림에서 알 수 있듯이 HEC-HMS 모형에 의한 수문곡선은 비교적 실측치의 경향을 잘 모의하고 있다.

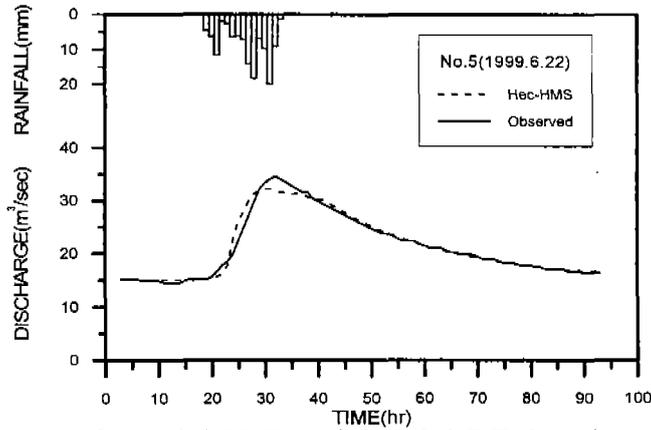


그림 4.1 산성(No.5) 지점의 유출수문곡선 모의

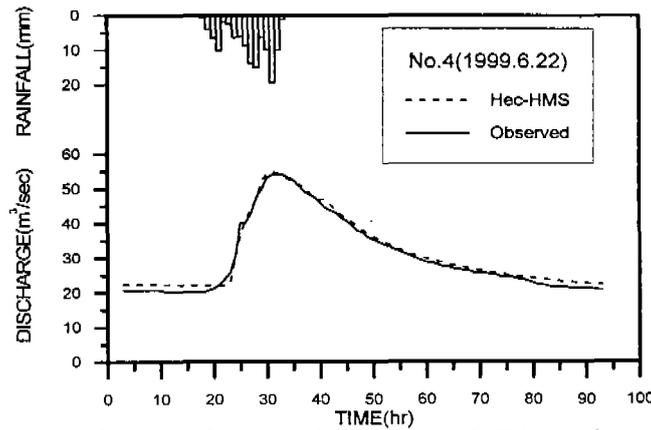


그림 4.2 이평(No.4) 지점의 유출수문곡선 모의

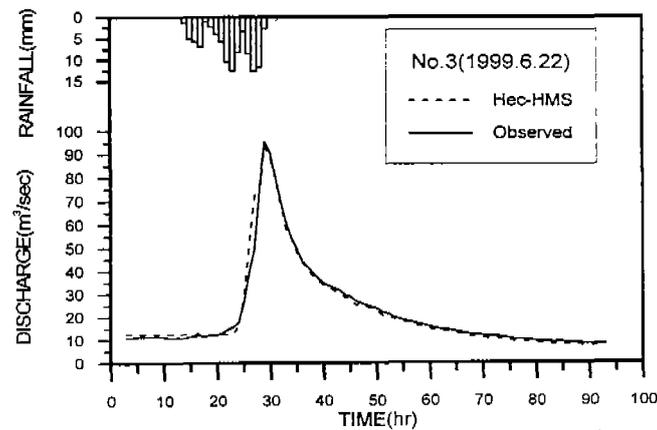


그림 4.3 탄부(No.3) 지점의 유출수문곡선 모의

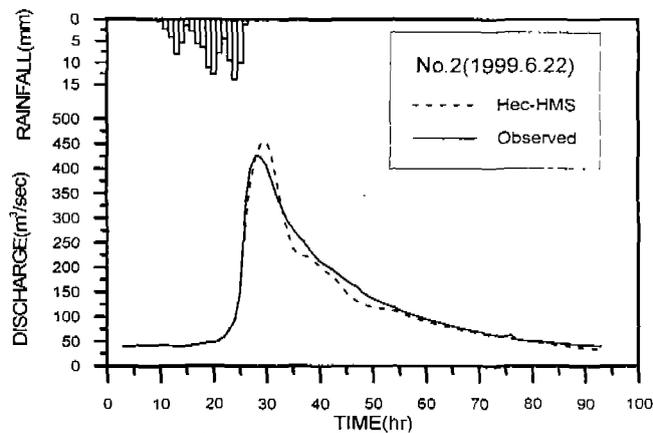


그림 4.4 기대(No.2) 지점의 유출수문곡선 모의

5. 결 론

본 연구에서는 Hec-GeoHMS를 적용하여 신뢰성있는 유역 특성인자를 추출할수 있었으며, Hec-HMS 모형의 Basin Mode을 구성하여 이를 바탕으로 홍수사상을 적용하였다. 본 연구에서는 30×30 DEM을 사용하였는데, 유역면적이 상대적으로 작고 산악지형이 많은 유역에서는 정밀하지 못한 계산결과를 가져올수 있으므로 좀더 세밀한 cell 단위의 DEM을 사용한다면 보다 정확한 유역의 특성인자들을 추출할수 있을것으로 판단된다. Hec-HMS모형의 6개의 목적함수를 사용하여 최적화 시켰을 경우 Peak-Weighted RMS Error Type의 경우가 가장 양호한 결과를 얻을 수 있었으나, 최적화된 매개변수의 값들이 개념적 현실성 여부가 고려되지 않은 사상만을 따라가는 형태를 취하였다. 차후 GIS에서 추출할수 있는 Hec-HMS의 계산방법에서 요구되는 CN 계수, Thissen 가중치 등을 추출하여 모형 입력치로 이용하고, 좀더 많은 사상에 적용하여 얻어진 매개변수를 유전자 알고리즘이나 Fuzzy 알고리즘을 통해 제어 한다면 보다 높은 예측이 가능할 것으로 사료된다.

5. 참고문헌

- 안상진, 안창진, 조국희, 박현구 “HEC-HMS 모형을 이용한 금강유역의 홍수수문곡선 해석”, 수자원학회, 2000년 학술발표회 논문집, pp.89~94
- 한국수자원학회, “제 9회 수공학 워크샵 교재”, pp.II-81~120
- 한국건설기술연구원, “수문모형 평가에 관한 연구(강우-유출모형을 중심으로)”, 1993. 12
- Geospatial Hydrologic Modeling Extension HEC-GeoHMS User's Manual, US Army Corps of Engineers, July 2000