

농업소유역의 홍수량 추정을 위한 HEC-HMS, HEC-GeoHMS 적용
Application of HEC-HMS and HEC-GeoHMS
to Estimate the Flood Runoff in Agricultural Small Watershed

○ 김상민¹⁾ · 박승우²⁾ · 성충현³⁾

I. 서론

최근 수치지도의 제작이 활발히 이루어지면서 유역 수문 모형을 지리정보시스템(GIS)과 연계하여 구동하는 모듈개발이 증가하고 있다. 수문모형의 구동을 위해 GIS를 이용할 경우 입력자료를 구축하기 위한 시간과 노력을 절감할 수 있으며, 기존의 방법에 비해 보다 정밀한 결과를 얻을 수 있다. 또한, GIS 이 외에 위성영상자료를 활용할 경우 유역의 지상인자를 추출할 경우 토지이용의 변화나 유역의 지형적 변화를 보다 쉽게 고려하여 수문현상을 분석할 수 있다. 이러한 장점으로 인해 다양한 수문해석 분야에 위성영상과 GIS를 응용한 연구가 이루어지고 있다.

최근 개발되고 있는 수문모형은 기존에 개발되었던 수문모형에 GIS 연계모듈을 개발하여 수문모형의 전후처리 작업을 GIS를 이용할 수 있도록 하여 사용자가 보다 쉽게 수문모형을 구동할 수 있도록 하고 있다. 미공병단에서는 유역에서의 홍수량 추정을 위해 기존에 개발되어 이용되던 HEC-1 모형을 사용자 편의 시스템과 다양한 기능을 추가하여 HEC-HMS(Hydrologic Modeling System)를 개발하였고, GIS를 이용한 모형의 지형자료 구축을 지원하기 위해 HEC-GeoHMS를 개발하였다.

본 연구에서는 농업소유역의 홍수량 추정을 위해 GIS를 이용하여 지형자료를 구축하고, HEC-HMS 모형을 이용하여 홍수량을 추정하고 시험유역의 수문모니터링 자료를 이용하여 모형의 적용성을 평가하며, 기존에 개발된 수문모형과 본 연구에서 이용된 HEC-HMS 모형의 결과를 비교하여 고찰한다.

II. 연구방법

1. HEC-GeoHMS, HEC-HMS

HEC-GeoHMS는 미공병단(US Army Corps of Engineers)에 의해 2000년 개발되었으며, 제한된 GIS 경험을 가진 수문기술자를 위해 개발된 지형공간자료 처리 모듈로 HEC-HMS와 연동하여 유역 홍수추정에 이용되도록 설계되었다. HEC-GeoHMS는 ArcView의 확장모듈로 HEC-HMS의 입력자료를 구축하는 데 이용되며, 자료관리(Data management), 지형자료 처리(Terrain processing), 유역자료처리(Basin processing), HMS 모형지원(HMS model support) 등의 모듈로 구성되어 있다.

HEC-HMS(Hydrologic Modeling System)는 미공병단에 의해 개발되었으며, HEC-1 모형을 계승 발전시킨 모형으로 유역에서의 강우-유출관계와 홍수추적 과정을 모의한다. HEC-HMS 모형은 각각의 유출성분을 모의하기 위해 유출량, 직접유출량, 기저유출량을 모의하며 하도구간에서의 흐름을 모의하기 위해 하천홍수추적 모듈을 제공한다.

2. 대상유역

본 연구에서 HEC-GeoHMS, HEC-HMS를 적용하여 농업소유역에서의 홍수량을 추정하기 위해 선정된 시

¹⁾서울대학교 대학원 농공학과 박사수료

²⁾서울대학교 농공학과 교수

³⁾서울대학교 대학원 농공학과 석사과정

험유역은 경기도 화성시 발안면과 팔탄면에 위치한 발안 시험유역으로 1996년부터 서울대학교 농공학과에서 수문관측을 실시하고 있다(Fig. 1). 홍수유출량 추정을 위해 선정된 소유역은 유역면적 384.6ha의 HP#6 소유역으로 발안저수지 상류에 위치하고 있으며, 유역의 지형특성은 Table 1과 같다. Fig. 2와 3은 HP#6의 수문관측지점과 우량관측점을 보여주고 있다.

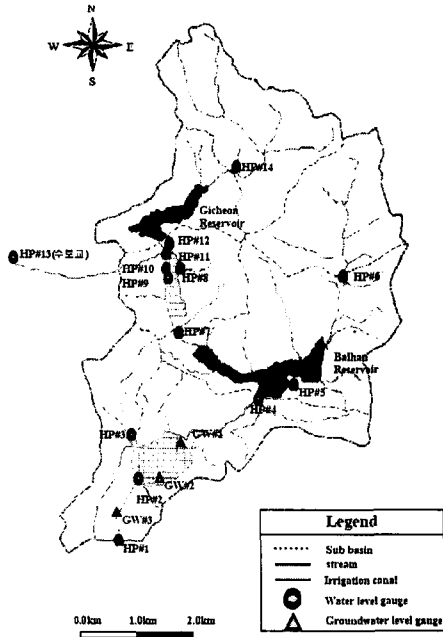


Fig. 3 Balhan study watershed

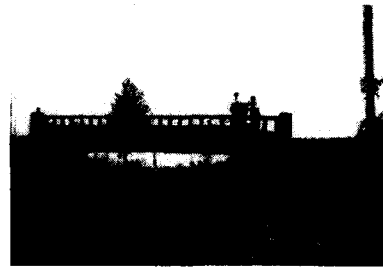


Fig. 2 HP#6 water level gauge station

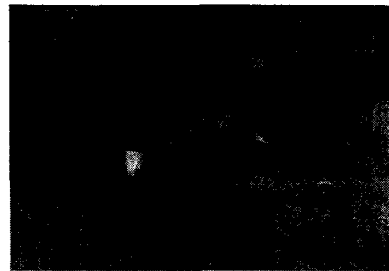


Fig. 3 Rainfall gauge station in Balhan watershed

Table 1 Geomorphological characteristics of study watershed

| Watershed | Area (ha) | Shape Coeff. | Flow Length (m) | Relief (m) | Relief Ratio | Slope (m/km) | Stream Frequency (ea/km ²) |
|-------------|-----------|--------------|-----------------|------------|--------------|--------------|--|
| Balhan HP#6 | 384.6 | 1.562 | 3,088 | 246 | 0.09 | 1.493 | 0.97 |

III. 연구결과

1. GIS 자료구축

시험유역의 GIS 기본도는 1/5,000 NGIS 수치지도를 이용하여 구축하였으며, HEC-GeoHMS의 지형자료 처리(Terrain processing), 유역자료처리(Basin processing), HMS 모형지원(HMS model support) 등의 모형을 이용하여 경사방향도, 흐름집적도, 하천도, 하천구분도, 소유역구분도 등을 추출하였으며, HP#6 수문관측 지점을 출구로 하는 유역경계를 추출하고 유역내 소유역을 통합하여 시험유역 지형자료를 구축하였으며, Fig. 4~Fig. 9는 추출된 GIS 자료를 보여주고 있다.



Fig. 4 Depressionless DEM

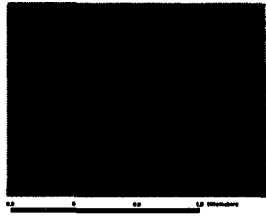


Fig. 5 Flow direction

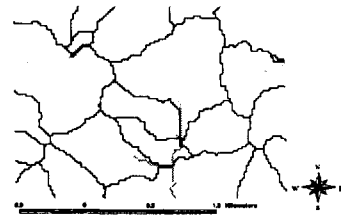


Fig. 6 Watershed polygon

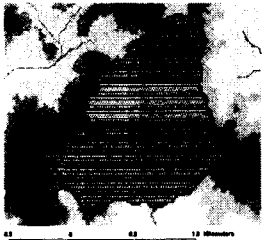


Fig. 7 Generated project area

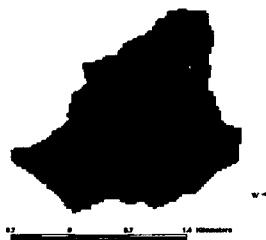


Fig. 8 Subwatershed boundary

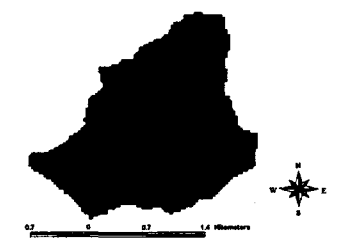


Fig. 9 Merged watershed

2. HEC-HMS 모형의 적용

HEC-HMS 모형의 구동을 위해 유역, 하천 자료, 강우자료, 수문해석 방법별 입력인자의 구축이 필요하며 입력화면을 통해 자료를 입력하게 되며, 모형의 구동결과는 요약결과, 시간별 결과 등이 제공된다.

1997년부터 2001년까지의 주요 폭우사상에 대해 HEC-HMS 모형을 적용하여 실측치와 비교하였으며, Table 2에서는 김 등(2001)이 동일한 유역을 대상으로 SCS, WFRpaddy 모형을 적용한 결과와 비교하여 정리하였다. Fig. 10은 1997년 7월 4일 강우에 대한 모형의 적용결과를 보여주고 있다.

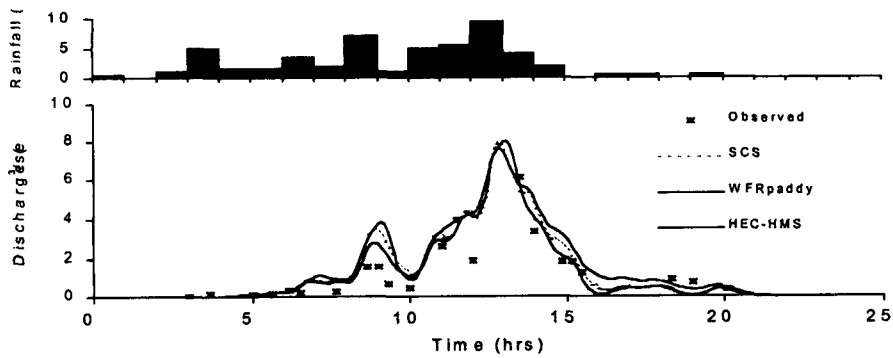


Fig. 10. Comparison between observed and simulated runoff for 1997/7/4 storm event

Table 2. Observed and simulated peak flow and time to peak (HP#6)

| Storm event | Rainfall (mm) | Peak flow(m ³ /s) | | | | Time to peak(hrs) | | | |
|-------------|---------------|------------------------------|--------|----------|---------|-------------------|------|----------|---------|
| | | Observed | SCS | WFRpaddy | HEC-HMS | Observed | SCS | WFRpaddy | HEC-HMS |
| 970512 | 102.0 | 5.977 | 9.466 | 7.063 | 10.057 | 7.3 | 6.8 | 6.8 | 19.1 |
| 970704 | 50.5 | 6.125 | 7.913 | 7.622 | 8.033 | 13.5 | 12.8 | 12.9 | 13.1 |
| 990802 | 191.0 | 30.217 | 16.085 | 18.523 | 25.144 | 5.4 | 17.9 | 17.5 | 5.6 |
| 000722 | 303.6 | 47.575 | 51.053 | 59.842 | 58.327 | 8.7 | 10.8 | 8.0 | 8.2 |
| 000820 | 89.0 | 9.233 | 13.667 | 11.815 | 8.656 | 9.0 | 8.5 | 8.5 | 8.6 |
| 000915 | 152.6 | 13.275 | 15.167 | 13.082 | 14.574 | 17.2 | 23.4 | 23.5 | 23.5 |
| 010729 | 120.2 | 60.754 | 32.087 | 23.455 | 37.803 | 1.8 | 8.1 | 8.1 | 8.0 |
| 010730 | 129.4 | 55.804 | 28.933 | 21.150 | 40.176 | 1.2 | 1.6 | 1.6 | 1.8 |

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 농업소유역에서의 홍수량을 추정하기 위해 미공병단에서 개발한 HEC-GeoHMS와 HEC-HMS를 이용하였으며, 시험유역을 대상으로 모형을 적용하고 실측자료와 비교하여 모형의 적용성을 평가하였다. 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

- ① 농업유역의 홍수량 추정을 위해 경기도 화성시 발안면과 팔탄면에 위치한 발안 시험유역을 대상으로 GIS 자료를 구축하고 HEC-GeoHMS를 이용하여 HEC-HMS를 구동하기 위한 지형자료를 구축하였다.
- ② HEC-HMS를 이용하여 시험유역을 대상으로 1997년부터 2001년까지의 주요한 폭우사상에 대하여 첨두 유량과 첨두시간 추정하고 이를 실측치와 비교하였으며, SCS, WFRpaddy 모형의 결과와 비교하였다.
- ③ 시험유역의 첨두유량을 모의한 결과 2000년 7월 22일 폭우의 경우 실측치는 47.6 m³/s 였으며, HEC-HMS의 추정치는 58.3 m³/s, SCS 방법은 51.1 m³/s, WFRpaddy 모형은 59.8 m³/s로 모의되었다.

감사의 글

본 연구는 농림기술관리센터의 현장애로과제 “배수개선 농경지의 침수피해 모의시스템 개발”의 농업특별세 지원으로 수행되었음.

참고문헌

- Kim, C. G., S. W. Park, and S. J. Im, 2001. Runoff hydrograph synthesis from small watersheds considering hydrological characteristics of irrigated rice paddies. Journal of the Korean Society of Agricultural Engineers 42(6) : 56-62. (in Korean)
- U.S. Army Corps of Engineering, 2000. HEC-GeoHMS(Version 1.0): Geospatial Hydrologic Modeling Extension, User's Manual, Hydrologic Engineering Center, Davis, CA.
- U.S. Army Corps of Engineering, 2000. HEC-HMS(Version 2.1): Hydrologic Modeling System, Technical Reference Manual, Hydrologic Engineering Center, Davis, CA.
- U.S. Army Corps of Engineering, 2001. HEC-HMS(Version 2.1): Hydrologic Modeling System, User's Manual, Hydrologic Engineering Center, Davis, CA.