

GIS 기반의 HEC-HMS를 이용한 정자천 유역의 연속 강우·유출 분석

Continuous Rainfall-Runoff Simulation Analysis of Jeongjacheon watershed using GIS-based HEC-HMS Model

김용국*, 노재경**
Yongkuk Kim, Jaekyoung Noh

요지

GIS 기반의 HEC-HMS를 이용하여 유량자료가 있는 소하천인 정자천 유역을 대상으로 장기 강우·유출 분석을 하였다. 일반적으로 홍수량 산정은 단기해석으로 분석하나 평·갈수기와 홍수기 때의 하천 유황이 다르기 때문에 매개변수가 불일치할 것이라 생각되고, 이에 대한 보정이 필요한지 판단이 필요하다. 이를 위해 장기 연속모의를 통하여 매개변수의 보정 필요성을 검토하였다.

연구는 수치지도를 조합하여 ARC-VIEW로부터 Map파일 및 Basin파일을 생성하였고, 토지이용도와 토양도를 ARC-VIEW를 이용하여 CN value를 추출하였다. 계산조건중 손실량 산정방법은 SCS Curve Number법으로 하였고, 단위도 방법은 Clark UH법, 하도추적방법은 Muskingum방법, 기저유량산정방법은 Constant monthly로 설정하였다. 유역면적, 도달시간자료, 저류상수 값 등의 추출은 GIS기법을 이용하여 추출하였다.

HEC-HMS의 장기 연속모의(Continuous Simulation)로 얻어진 Element Graph를 보면 대략적인 형태가 일치하나 2006년도에 대한 모의에서는 홍수기의 결과만 일치하는 것으로 보이고, 2007년도에 대한 모의에서는 평·갈수기와 홍수기의 그래프 형태가 유사하게 나타났다. 실측 유량보다 유량 값이 약간 크게 산출되어 홍수량 산정에서 볼 때 안정성에 무리가 없다고 판단되지만, 평·갈수기 기간에서 볼 때 연마다 하천의 매개변수가 일치하지 않는다고 생각되며, 홍수 후 유역의 변화로 매개변수가 변화한 것이라 생각된다. 향후 정자천유역의 보다 많은 강우사상과 실측유량을 통해 HEC-HMS의 유출량을 비교·분석하면 보다 더 정확한 해석이 가능할 것이며, 홍수가 빈번한 지역의 경우 유수지의 검토와 저수지의 시간당 방류량을 알 수 있다면 오차의 범위를 줄일 수 있다고 생각된다. 더 나아가 우리나라에 적합한 매개변수와 GIS 프로그램이 개발된다면 보다 쉽고 정확한 해석이 가능할 것이라고 생각된다.

핵심용어 : HEC-HMS, ARC-View, 정자천, 수문해석, 강우-유출

1. 서론

우리나라의 연강수량은 대략 1000~1800mm이고, 연강수량의 절반이상이 여름철에 내린다. 여름철 집중호우로 인하여 홍수가 빈번하며, 그 피해도 크다. 우리나라의 경우 홍수기의 대부분이 강우지속시간이 짧은 돌발홍수로 발생하며 수위의 급상승 및 급격한 유속의 증가로 인해 댐 붕괴 및 도로, 교량이 유실된다. 이 경우 강우-유출관계가 비선형적이고, 민감한 지형적인 변동으로 기존의 선형적인 해석이 곤란하다.

* 정회원 · 충남대학교 농공학과 석사과정 · E-mail : yongkuks@naver.com

** 정회원 · 충남대학교 지역환경토목학과 교수 · E-mail : jknoh@cnu.ac.kr

또한 개략적인 모형보다는 GIS를 이용한 공간적인 호우 및 홍수 해석이 필요하다. 하지만, 현재 추정되고 있는 관련 프로그램의 경우 대부분 외국에서 개발된 프로그램이며, 우리나라에 적용성을 논하기 힘들어 보완점이 많다고 생각된다. 더 나아가 수치지도와 토지이용도가 최신화 되어 있지 않으며, 홍수기의 많은 비로인하여 하상의 변화와 대상지역의 토지피복도, 이용도가 변화 하였을 것이다. 본 연구는 이러한 내용을 바탕으로 장기적인 강우-유출 해석을 통해 홍수기와 평·갈수기의 유출량을 실측자료와 비교하여 매개변수의 일치여부를 파악하며, 기존 홍수유출해석에 이용하던 HEC-HMS를 연속유출해석에 적용하여, 가능성 여부를 판단하는데 목적이 있다.

2. 연구자료 및 방법

2.1 연구 자료

본 연구의 유역대상은 진안군 부귀면 두남리 지역의 정자천으로 지형자료는 1:25,000의 수치지도를 이용하며, 수문자료는 한국수자원공사(2006, 2007)의 용담댐 일원 수자원·환경 기초 조사의 시간 강우량, 유출량 자료를 이용한다(Fig. 1, Fig. 2).

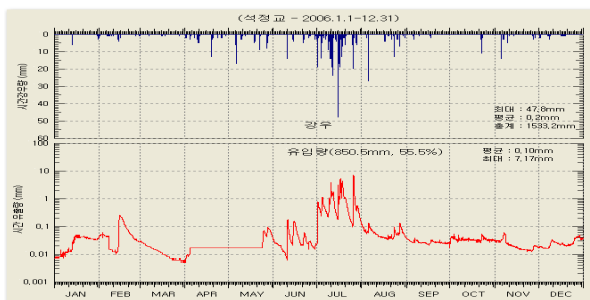


Fig. 1. 2006년 석정교 지점 시간 강우량, 유출량

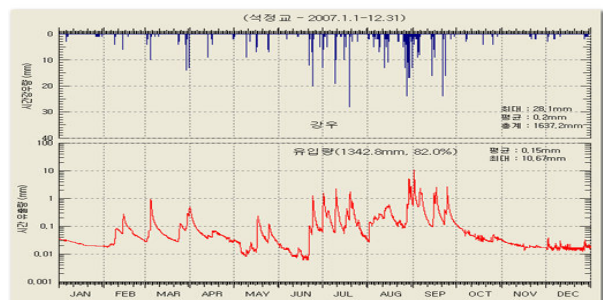


Fig. 2. 2007년 석정교 지점 시간 강우량, 유출량

2.2 연구 방법

2.2.1 유역도 및 CN Value 산정

(1) 하천 유역도 작성

작성방법은 CAD를 이용하여 등고선 layer와 수준점, 삼각점 layer를 DXF 파일로 저장하고, ARC-VIEW를 이용하여 TIN 및 DEM자료를 구축하여 DEM자료를 이용하여 흐름도(Flow Direction)작성 및 누적흐름도(Flow accumulation)를 작성한 후 Basin Delineate를 이용한 유역도를 작성한다.

(2) HEC-HMS의 Map 및 Basin 파일 생성

HEC-HMS의 Map 및 Basin 파일 생성 순서는 구해진 유역도의 DEM 자료를 통해 Fill Sinks 후 CRWR-Prepro를 이용하여 Flow Direction, Flow Accumulation 을 작성하고 Stream Definition으로 하천망을 추출하고, Sub-Watershed Delineation을 수행한다. Vectorize the stream and Watershed Grids를 수행한 후 필요 없는 소유역들을 Merge-Sub Watersheds로 merge시켜 유역도가 완성되면 Dem Based Parameters를 수행한다.

(3) 유출곡선지수(CN) 산정을 위한 토양 및 토지피복 분류

유효강우량 산정을 위한 CN값은 1:250,000의 토양도를 SCS에서 제시한 A, B, C, D의 4개의 토양군으로 분류하여 토양도를 생성하고, 토지피복분류는 위성영상을 이용한 토지피복분류 및 TM위성영상을 이용하여 피복 상태를 농지, 임지, 주거지 및 수계로 분류한다. 토지이용도 및 토양도는 유역별로 분할하고, Table창에서 토양도의 수문학적 특성별 범례를 수정하여 토지 이용도 및 토양도를 중첩한다.

2.2.2 HMS를 이용한 유출량 산정

HEC-HMS내의 모든 계산은 SI 단위로 이루어지나, 입력 자료에 SI 단위와 영국단위를 모두 사용할 수 있다. 계산 조건 중 손실량 산정방법은 SCS Curve Number법으로 하고, 하도추적방법은 Muskingum 방법, 단위도 방법은 Clark UH법, 기저유량산정방법은 Constant monthly로 설정한다. 도달시간 산정은 Rizha와 Kraven 방법을 채택하였고, 저류상수 산정 공식은 Sabol 공식을 채택하여 추출한다.

3. 결과 및 고찰

3.1 결과

3.1.1 2006년 HMS를 이용한 유출량 산정 결과 (Fig. 3, Fig. 4)

2006년도의 실측 유량의 첨두유량은 7월 26일 14시에 $170.42m^3/s$, 모의 첨두유량은 7월 26일 16시에 172.31 으로 $1.89m^3/s$ 차이가 나며, 총 유량은 $1258.81mm$ 이고 총 잔차는 $305.2mm$ 로 나타났고, 잔차의 절대값의 평균은 $1.91m^3/s$ 로 나타났다. 9월과 11월에서 오차가 발생하였고, 이로 인해 총 잔차의 오차가 크게 나타났다.

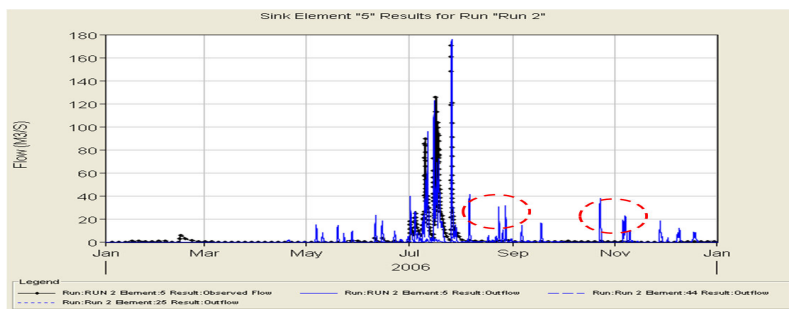


Fig. 3. Element Graph

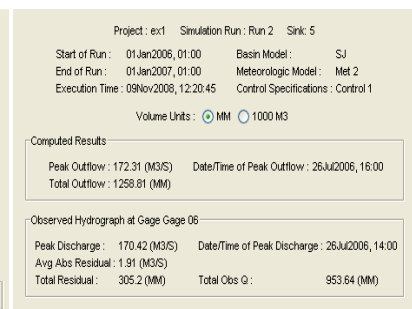


Fig. 4. Summary Results

3.1.2 2007년 HMS를 이용한 유출량 산정 결과 (Fig. 5, Fig. 6)

2007년도의 실측 유량의 첨두유량은 9월 01일 22시에 $253.68m^3/s$, 모의 첨두유량은 9월 01일 21시에 $256.56m^3/s$ 으로 $2.88m^3/s$ 차이가 나며, 총 유출량은 $1461.11mm$ 이고 총 잔차는 $16.8mm$ 로 나타났고, 잔차의 절대값 평균은 $2.54m^3/s$ 로 나타났다.

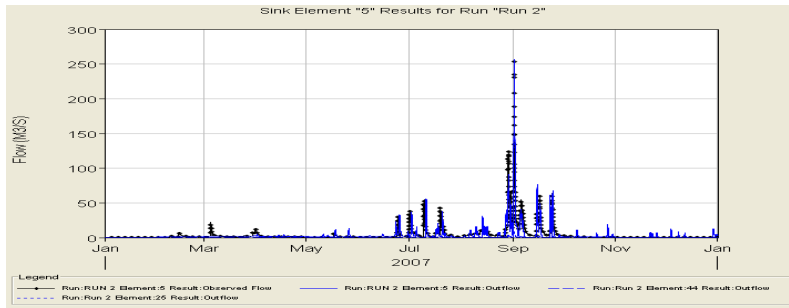


Fig. 5. Element Graph

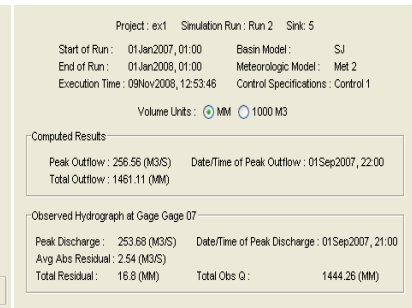


Fig. 6. Summary Results

3.2 고찰

처음 전체 유역을 9개의 소유역으로 나누어 실행하였지만 정확성이 떨어져 21개의 소유역으로 나누어 해석하였으며, 유역 내에 소규모의 저수지가 있지만, 규모가 매우 작으며 시간당 방류량을 알 수 없어 무시하였다. CRWR-Prepro Extention에서 도달시간 산정을 일부 지원하지만, 유로의 평균경사 값의 정확성이 떨어져 등거리 분할도를 이용하여 자료를 구축하였다.

4. 결론

본 연구에서는 수문 모형인 HEC-HMS를 정자천 유역을 대상으로 실측 유량과 유출량을 비교·분석하여 다음과 같은 결론을 구할 수 있었다.

1. 장기 연속모의(Continuous Simulation)로부터 얻어진 Element Graph를 보면 2006년 결과에서 9월, 11월의 결과에서 오차가 발생 하였으나, 홍수기의 유출량 그래프의 형태가 대략적으로 일치하는 것으로 나타났다. peck Outflow의 발생시간 차이는 Simulation의 유량 값이 실측유량 값보다 크기 때문에 발생한 것으로 보여 지며, 한 Event의 모의 매개변수와 장기 연속모의(Continuous Simulation)의 매개변수가 일치하지 않는 것으로 보여 매개변수의 수정이 필요하다고 판단된다.
2. 소규모의 저수지의 시간당 방류량을 고려하지 않아 갈수기의 유량 차이가 생기는 것으로 보이며, 더 나아가 유수지 및 논외 저류능력과 저수지의 시간당 방류량이 고려되어야 정확하고 실용적인 해석이 된다고 판단된다.

HEC-HMS의 경우 홍수기간내의 장기유출모의(Continuous Simulation)는 가능하나, 평·갈수기를 포함한 해석은 어려움이 있다고 판단된다. 향후 보다 많은 강우사상과 실측유량자료를 통해 HEC-HMS의 유출량을 비교·분석 한다면 더 정확한 해석이 가능 할 것이며, 홍수가 빈번한 지역의 경우 저류능력의 검토와 저수지의 시간당 방류량자료를 통해 오차의 범위를 줄일 수 있다고 생각 된다. 또한 우리나라에 적합한 매개변수산정 방법과 GIS 프로그램이 개발된다면 보다 쉽고 정확한 해석이 가능할 것이라고 생각된다.

참 고 문 헌

1. 안상진, 안창진, 조국희, 곽현구(2000). HEC-HMS 모형을 이용한 금강유역의 홍수수문곡선해석, 한국수자원학회논문집, v.33, no.S1, pp.89-94.
2. 우기정, 이한민, 박성천, 이관수(2002). GIS와 HEC-HMS결합에 의한 탐진강 유역의 홍수유출 해석, 한국수자원학회 2002년도 학술발표회 논문집(II), pp.1280-1285.
3. 강신규(2004). 산지소하천유역의 HEC-HMS 적용에 관한 연구, 단국대학교대학원, 석사학위 논문.
4. 김형수, 정종호, 김상단, 장수형, 백경록(2000). HEC-HMS를 이용한 설계홍수량 산정, 한국수자원학회 제8회 수공학 Workshop 교재, pp.201-320.
5. 김형수(2004). HEC-HMS의 이론과 실무 적용, 한국수자원학회 제13회 수공학 Workshop 교재, pp.1-204.
6. 김형수(2007). PMP 산정 방법론과 HEC-HMS를 이용한 PMF 산정, 한국수자원학회 제 18회 수공학 Workshop.
7. 박장혁(2008). HEC 모형개발과 HEC-HMS의 고급활용, 한국수자원학회제 19회 수공학 Workshop.
8. 김남신(2003). GIS 실습, 한울아카데미.
9. 정종호, 윤용남(2004). 수자원설계실무, 구미서관.
10. 이희연(2005) GIS 지리정보학, 법문사.
11. U.S. Army Corps of Engineers, HEC-HMS(2005). HEC-HMS Version3.0.0 Hydrologic Modeling System User's Manual.
12. Knebl, M.R., Z.-L. Yang, K. Hutchison, and D.R. Maidment(2005). Regional scale flood modeling using NEXRAD rainfall, GIS, and HEC-HMS/RAS: A case study for the San Antonio River Basin summer 2002 storm event, Journal of Environmental Management, 75, 325-336.
13. Andrés García& Angel Sainz& José A. Revilla& César Álvarez& José A. Juanes& Araceli Puente(2008) Surface water resources assessment in scarcely gauged basins in the north of Spain Journal of Hydrology, Pages 312-326.
14. 한국수자원공사(2006, 2007), 용담댐 일원 수자원·환경 기초 조사.