

VfloTM 모형을 이용한 매개변수의 민감도 분석

Analysis of Parameter Sensitivity using VfloTM Model

주 홍 준* · 이 명 진** · 김 중 성*** · 김 형 수****

Joo, Hong-Jun · Lee, Myung-Jin · Kim, Jong-Sung · Hong, Hung-Soo

요 약

유출해석을 하기 위한 수문 모형은 크게 분포형 모형과 집중형 모형으로 구분할 수 있다. VfloTM와 같은 분포형 모형은 격자 기반의 유역 특성 및 강우자료로부터 초기 매개변수 값을 추정하기 때문에 모형 보정시 민감하게 반응할 수 있다. 따라서 모형 내 구성된 매개변수들의 특성과 민감도를 파악하여 유출해석을 하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 물리적 기반의 완전분포 모형인 VfloTM모형을 이용하여 감천 유역의 유출해석을 실시하였다. 그 후, 지표면 유출과 하도 추적에서 주요 매개변수가 미치는 영향을 분석하여 매개변수별 민감도를 평가하였다. 이 결과, 수리전도도는 유역전체 유출고에 관여하였고, 불투수율은 침투유량에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 본 연구결과를 통해 유출고 및 유출량에 영향을 미치는 매개변수와 이에 따른 민감도를 확인할 수 있었다.

keywords : VfloTM모형, 매개변수, 민감도 분석, 유출

1. 서 론

최근 인간의 활동에 의해 야기된 기후변화는 극단적인 기후 현상의 빈도와 강도에 영향을 미칠 뿐만 아니라, 기온상승, 강수량 변화, 강수패턴 변화, 해수면 상승 등을 야기할 것으로 알려져 있다. 최근 수문모형은 이러한 기후변화에 대응하고 대비하기 위해 집중형 모형에서 분포형 모형으로 발전하고 있는 추세이다. 여러 분포형 모형 중 VfloTM모형은 지점 우량 외에도 격자형 레이더 자료를 입력 할 수 있어 활용범위가 확대되고 있다. 한편, VfloTM모형과 같은 물리적 기반의 분포형 모형은 격자별로 구성된 지형특성 및 강우 자료로부터 초기 매개변수 값을 추정하여 유출을 모의하기 때문에 매개변수의 최적화가 필수적이다. 이에 본 연구는 각각의 주요 매개변수가 결과에 얼마나 영향을 미치고 민감한지를 알기 위해 감천 유역을 대상으로 선정하고 분석을 실시하였다.

* 정희원 · 인하대학교 토목공학과 박사과정 engineer1026@nate.com

** 인하대학교 토목공학과 석사과정 lmj3544@naver.com

*** 인하대학교 토목공학과 석사과정 kjjs0308@naver.com

**** 정희원 · 인하대학교 사회인프라공학과 교수 sookim@inha.ac.kr

2. 본론

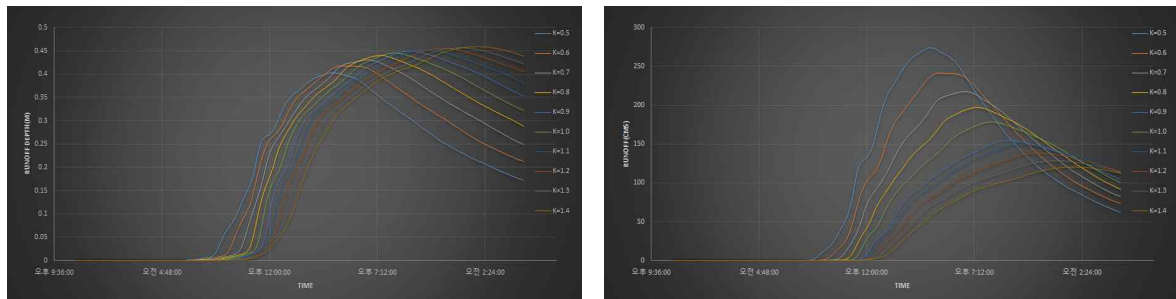
VfloTM모형은 지표면 유출(Overland Flow)과 하도(Channel)에서 각 매개변수들을 입력받아 유출과 홍수 추적을 실시한다. 주요 매개변수로는 수리전도도, 조도계수, 불투수율을 말할 수 있다. 본 연구에서는 주요 매개변수가 결과값에 미치는 영향을 분석하여 매개변수별 민감도를 정량화하여 나타내었다. 여기서, 매개변수의 조정은 보정비율을 이용하였으며, 1.0은 초기 입력값을 그대로 사용한 것이며, 1.0보다 크거나 작은 비율은 선택한 격자의 매개변수 값에 비율만큼 곱함으로써 입력되었음을 의미한다.

본 연구에서는 감천 유역을 대상유역으로 하여 지표면 유출 및 하도 추적에서 각각의 주요 매개변수가 결과에 어느 정도의 영향을 미치고 민감한지를 파악하기 위해 보정계수에 따른 수문곡선의 변화, 유출량과 침투시간 등을 비교하여 민감도 분석을 실시하였다.

3. 결론

2.1. 조도계수(roughness) 민감도 분석

조도계수에 대한 보정계수를 변경하였을 때, 유출고 및 유출량의 변화결과를 그림 1과 같이 나타내었다.



(a) 조도계수 변화에 따른 유출고 곡선

(b) 조도계수 변화에 따른 유출 수문곡선

그림 1 조도계수의 민감도 분석

보정계수를 증가함에 따라 유출고의 경우 유출고가 상승하였으며, 침투 시간이 증가하였고, 유출량은 보정계수가 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타내었고, 침투시간은 증가하는 경향성을 나타내었다.

2.2. 매개변수 민감도의 정량화

민감도 분석 결과에 따른 모형 보정 전과 후의 결과를 보다 정량적으로 비교하기 위해 각 모형의 모의 결과에 대하여 MRE(Mean Relative Error)와 FSE(Fractional Standard Error)를 산정하였다. 오차에 사용된 계산식은 다음 식 (1)과 (2)와 같다.

$$MRE = \frac{\frac{1}{N_t} \sum_{i=1}^{N_t} (S_i - O_i)}{\frac{1}{N_t} \sum_{i=1}^{N_t} O_i} \quad (1)$$

$$FSE = \frac{\frac{1}{N_t} \left[\sum_{i=1}^{N_t} (S_i - O_i)^2 \right]}{\frac{1}{N_t} \sum_{i=1}^{N_t} O_i} \quad (2)$$

MRE(Mean Relative Error)와 FSE(Fractional Standard Error)에 대한 결과는 표 1과 같다. 표 1의 결과를 통해 수리전도도가 결과에 가장 영향을 미치는 인자를 알 수 있었고, 그 뒤로 조도계수와 불투수율이 비슷한 결과값을 나타내었다.

표 1 초기 균열과 각도

매개변수	RME	FSE
Roughness	0.55	0.23
Hyd.Conductivity	0.58	0.27
Impervious	0.55	0.24

참고문헌

- 김병식 (2009) 중랑천 유역에서의 $Vflo^{TM}$ 모형이 매개변수 민감도 분석, 대한토목학회 논문집, pp.503~512.
- 김남원. (2006) SWAT-MODFLOW 모형의 수리지질 매개변수 민감도 분석, 한국수자원학회 학술발표회 논문집, pp.824~828.