

완전분포형 지표수-지하수 연계모형을 이용한 유출 해석에 관한 연구

A Study on the Analysis of the Long Term Runoff by applying the Fully-distributed Hydrologic Model

이동준*, 이도훈**, 이주현***

Dong June Lee, Do Hun Lee, Ju Heon Lee

요 지

본 논문에서는 완전분포형 지표수-지하수 연계모형인 MIKE SHE 모형을 SWAT모형을 이용하여 산출된 소유역 유출량 자료 및 함양량 자료와 연계하여 국내 IHP 대표유역의 하나인 보청천 유역에 적용하였다. 실측유출량자료와 모의된 유출량자료를 비교하여 통계적 변량을 산출하여 모형을 평가하였으며, 그 결과 EI와 RMAE, R^2 값은 각각 0.64와 0.74, 0.82를 나타내는 것으로 보아 모형이 실체를 만족스러울 정도로 잘 반영하고 있지는 못한다고 판단되었다. 이는 적용된 모형의 문제점이라기 보다 국내 실정에서 모형의 입력자료를 뒷받침할 만한 세분화된 자료의 부족에서 기인된 결과로 판단된다. 이에 따라 국내에서 완전분포형 모형의 입력자료를 뒷받침할 수 있는 시추 자료, 수리상수 자료 등이 확보되고 모형의 보정과 검증과정을 거친다면 더욱 만족스러운 결과를 얻어낼 수 있을 것으로 판단되며, 이러한 문제점이 해결, 보완된다면 본 모형의 국내 적용에는 큰 문제점은 없을 것으로 판단된다.

핵심용어 : 완전분포형 모형, MIKE SHE, SWAT, 장기유출, 지표수-지하수 연계모형

1. 서론

현재 사용되고 있는 일반적인 수문모형은 지표수와 지하수 해석모형이 각각 별도로 구축되어 수문성분을 해석하여왔으나 실제 자연 상태에서는 지표수와 지하수의 수문 성분은 서로 연계되어 흐름이 발생하므로 지표수와 지하수 모형의 적절한 연계를 통한 유출의 해석이 필요하다. 또한 유역의 세밀한 모델링을 통한 지표수 및 지하수의 해석을 위해 개발된 완전분포형 모형을 국내에 적용함으로써 그 적용성과 적용과정의 문제점을 파악해 보고자 하였다. 이에 본 연구에서는 국내 IHP 대표유역의 하나인 보청천 유역을 대상으로 현재 가장 신뢰성 있는 완전분포형 지표수-지하수 연계모형으로 평가(Camp Dresser and Mckee보고서,2001)되고 있는 DHI사의 MIKE SHE 모형을 이용하여 유출해석을 실시하여 완전분포형 모형의 국내 적용성 및 문제점 등을 파악하였으며 선행연구로서 보청천 유역에 대하여 SWAT모형을 이용하여 소유역별 유출량 및 함양량을 산출했으며 이를 초기 입력 자료로 사용하였다.

2. 유역개황

본 연구에서는 완전분포형 모형의 입력자료 구축에 충분한 자료를 보유하고 있다고 판단되는 IHP 시험유역인 보청천 유역을 대상으로 하였다. 보청천은 금강의 제 1 지류이며, 보청천 유역은 배수면적 559.38km^2 이며, 유로연장은 67.0km, 연평균 강우량은 1164.6mm이다.

1) 학생회원 · 경희대학교 토목공학과 석사과정 · E-mail : dj972000@hotmail.com

** 정회원 · 경희대학교 토목공학과 교수 · E-mail : dohlee@khu.ac.kr

*** 정회원 · 충북대학교 토목공학과 교수 · E-mail : leejh@joongbu.ac.kr

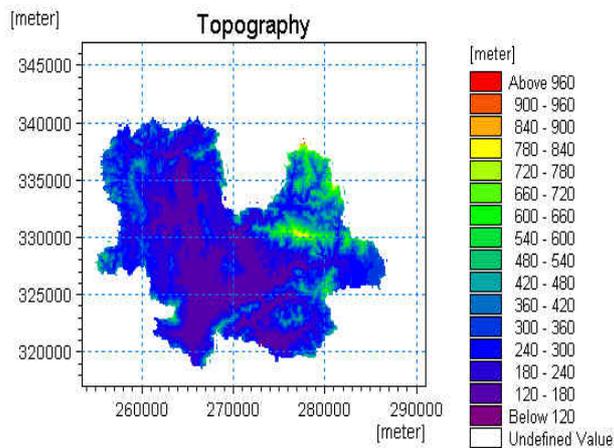


그림 1. 보청천 유역 형상

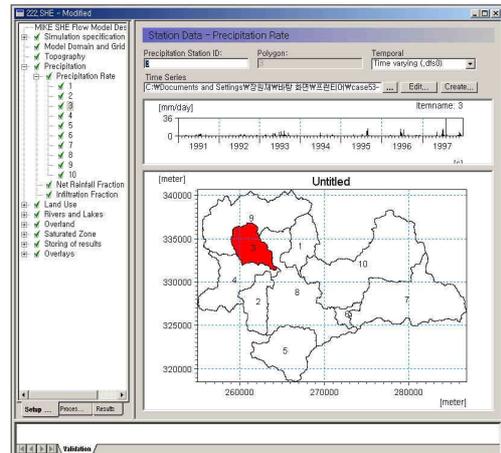


그림 2. 소유역 분할

3. MIKE SHE 모형의 입력자료 구축

3.1 수문자료 수집 및 분석

본 연구는 SWAT모형의 구축(지하수 순환을 고려한 장기유출모형의 개발,2003,이도훈)이 선행되었으며 위 모형으로부터 계산된 시간별 소유역 유출량 및 함양량을 입력 자료로 사용하였다. 모형의 입력 자료의 구축 및 보정, 검증에 위한 수문자료는 수문연보(90,91,92,93,94,95,96,97,98)와 기상청 전산자료를 이용하였으며, 유출량 자료의 수집을 위해 국제수문개발연구계획(IHP) 보고서(90,91,92,93,94,95,96,97,98)를 이용하여 수집하였다.

3.2 지형자료의 입력 및 모형의 구축

MIKE SHE 모형의 Topography입력의 기초가 되는 수치고도 자료의 구축을 위해 국립지리원에서 제작 판매되는 1:25000 수치지도를 이용하였다. 수치지도의 DEM을 Arc-View프로그램에서 MIKE SHE GIS CONVERTER를 이용하여 모형의 지형자료 입력 형태로 변환하여 입력하였다. 본 논문에 적용된 MIKE SHE 모형은 대표적인 완전분포형 모형으로써 지형자료 및 강우자료, 기타 여러 입력 자료를 Grid화 시켜 완전분포형 모형을 구축할 수 있다. 본 모형에서의 하도추적과정은 본 모형 안에서 구성되지 않고 하도추적모형인 MIKE 11 모형과의 연계를 통하여 구동됨에 따라 수리학적 하도추적 방법인 운동과 하도추적 방법을 이용하여 MIKE 11 모형을 구축하여 본 모형에 연계하였다.

4. 모의 결과

그림 3은 유출량의 실측치와 모의치의 차이를 절대오차를 통하여 나타내고 있다. 절대오차 이외에 통계적인 변량을 나타낸 결과는 표 1로써 확인할 수 있다. 표 1의 EI는 모형의 효율을 평가하기 위한 효율지수로써 추정치와 실측치가 일치하면 그 값이 1.0을 나타내며, 그 값이 0과 1사이에 있으면 추정치를 사용하는 것이 실측치의 평균을 이용하는 것보다 좋은 결과를 얻을 수 있으며, 계산된 EI가 0보다 작으면 모형의 추정결과가 나쁘거나 실측자료가 일관성이 없는 것을 의미한다.(Nash et al.1970; Singh et al., 1995). 또한 RMAE는 오차의 크기를 더욱 효율적으로 나타내는 전형적인 지표로 알려져 있다.(Maidment,1983).

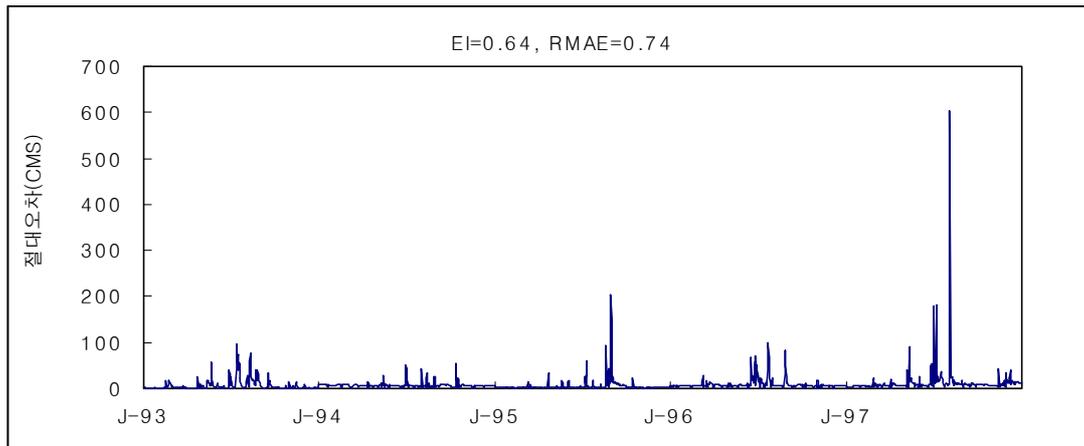


그림 3 관측 일 유출량과 SWAT-MIKE SHE 연계모형의 절대오차

표 1 SWAT-MIKE SHE 연계모형의 목적함수

EI	RMAE(CMS)	R ²
0.64	0.74	0.82

표 2 SWAT-MIKE SHE 연계모형의 연평균 일 유출량(CMS)

년도	SWAT-MIKE SHE 연계모형	실측 일 유출량
1993	6.52	10.04
1994	4.19	6.76
1995	6.07	7.55
1996	6.79	10.79
1997	11.11	17.14
전 기간	6.93	10.46

본 연구에서 산출된 EI와 RMAE, R²값은 표 1에서와 같이 각각 0.64와 0.74, 0.82를 나타내는 것으로 보아 모형이 실체를 만족할 만한 정확도로 반영하고 있다고 판단되지는 않았다. 이는 자료의 자료입력과정에서의 완전분포형 모형을 뒷받침 할 정도로의 세분화된 자료의 부재에서 기인한다고 판단된다. 이에 따라 세분화된 입력 자료의 구축 및 모형의 보정과 검증과정을 거친다면 더욱 만족스러운 결과를 얻어낼 수 있을 것으로 판단된다.

5. 결론

본 논문에서는 완전분포형 지표수-지하수 연계모형인 MIKE SHE모형을 SWAT모형과 연계하여 대상유역인 보청천의 장기 유출성분을 모의하고 그 결과를 통하여 완전분포형 모형의 국내 적용성을 검토하였으며, 그 결과를 정리하면 다음과 같다.

1) 모형에 의해 모의된 장기유출성분의 EI와 RMAE, R^2 값은 각각 0.64와 0.74, 0.82를 나타내는 것으로 보아 모형이 실제를 만족할 만한 정도의 정확도로 반영하고 있지는 않은 것으로 판단되었다.

2) 이와 같은 결과는 자료입력과정에서의 완전분포형 모형을 뒷받침 할 정도로의 세분화된 자료가 구축되어 있지 않기 때문이라고 판단된다.

3) 이에 따른 세분화된 입력 자료의 구축과 그에 따른 보정 및 검정 과정을 거친다면 위와 같은 SWAT-MIKE SHE 모형의 보정된 유역 모의 결과를 볼 때, 본 모형의 국내 적용에는 그 밖의 큰 문제점은 없을 것으로 판단되었다. 단 완전분포형 모형의 세분화된 입력 자료를 뒷받침할 수 있는 정확하고 세분화된 자료의 구축이 시급하다.

향후 과제로는 SWAT모형과 MIKE SHE 모형의 좀 더 적절한 연계와 동시에 완전분포형 모형에 좀 더 적합하도록 입력 자료를 구축하고, 모형의 보정과 검정과정을 거쳐 신뢰성을 높인다면 완전분포형 지표수-지하수 연계 장기 유출모델로써 장래의 가용 수자원량의 평가, 효율적인 물 관리 및 수자원계획에 공헌할 수 있을 것으로 기대된다.

사 사

본 연구는 21세기 프론티어연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원(과제번호:2-2-1)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 이도훈 (2002) “지하수 순환을 고려한 장기유출 특성해석”, 수자원의 지속적 확보 기술사업개발 사업보고서 pp.88~95
2. 장원재 (2004) “준분포형수문모형과 운동과하도추적모형을 연계한 장기유출해석에 관한 연구”, 경희대학교 석사학위논문.
3. 김현준 (2002) “장기 강우-유출모형 구조비교”, 수자원의 지속적 확보기술개발 사업보고서.
4. Neitsch, S. L and J. G. Arnold, J. R. Kiniry, J. R. Williams (2001) “Soil and Water Assessment tool, Theoretical Documentation Version 2000” USDA ARS, Temple, Texas
5. Eckhardt, K. and J. G. Arnold(2001) “Automatic calibration of a Distributed Catchment Model”, Journal of Hydrology 251, pp.103~109