

SWAT 모형을 이용한 지석천 유역의 수질 및 유량 모의

Water quality and runoff simulation in the Jiseok Stream Basin using SWAT Model

박성천*, 양동현**, 진영훈***, 김동렬****

Sung-Chun Park, Dong-Hyun Yang, Young-Hoon Jin, Dong-Ryul Kim

요 지

유출량과 수질자료는 하천을 관리하는데 있어 필수적인 수문자료이다. 미계측 유역의 경우 유출량은 면적비유량법 및 강우-유출모형을 통해서 유출량을 산정하고 있다. 강우-유출 모형에는 HEC-1, HEC-HMS, SWMM등의 여러 가지 모형이 쓰이고 있으며, 수질자료는 Qual2K, Qual2E 등의 모형을 이용하여 자료를 산출하고 있다. 기존의 모델들은 토지이용과 토양의 특성을 반영하기 어렵다.

토지이용과 토양의 특성을 반영하기 어려웠던 기존의 모형과는 달리 SWAT(Soil And Water Assessment Tool) 모형의 경우 GIS(Geographic Information system)를 이용함으로써 정확한 토지이용과 토양특성을 적용할 수 있다는 장점이 있으며, 시·공간적 변화를 고려할 수 있다. 또한, 유역을 소유역으로 세분화함으로써 수문학적 응답 단위(Hydrologic Response unit : HRU)로 계산이 가능하여 더욱 세밀한 모의가 가능하다.

본 연구에서는 SWAT모형을 전남 나주시와 화순군에 걸쳐 흐르는 지석천 유역에 적용하여 유출량과 수질을 모의함으로써 실제유역과 유사한 물리적 모의를 실행하였다. 그 결과 SWAT모형이 대상지역의 부하량과 유출량 모의에 높은 적용성을 나타냈다.

핵심용어 : 수문자료, 유출량, 수질 , SWAT(Soil And Water Assessment Tool)

1. 서 론

최근 이상기후에 따른 집중호우 및 태풍의 영향으로 피해가 급증하고 있다. 또한 가뭄에 의한 피해 또한 발생하면서 수자원의 관리에 대한 필요성이 증가하고 있다. 유출량 및 수질자료는 수자원 관리 및 개발에 가장 중요한 항목이다. 현재 우리나라는 수문관측이 이루어지고 있으나 수문자료가 매우 부족한 실정이다. 측정이 이루어지지 않고 있는 유역의 경우 면적비유량법 및 강우-유출모형을 통해서 유출량을 산정하고 있다. 면적비유량법의 경우는 대상 소유역의 특성을 전혀 반영할 수 없는 단점이 있으며, 강우-유출모형의 경우 HEC-1, HEC-HMS, SWMM 등 여러 가지 모형을 사용하고 있다. 수질자료는 Qual2K, Qual2E등의 모형을 이용하여 자료를 산출하고 있다.

* 정회원·동신대학교 토목공학과 교수·E-mail : psc@dsu.ac.kr

** 정회원·동신대학교 토목공학과 석사과정·E-mail : miziri@nate.com

*** 정회원·동신대학교 공업기술연구소 연구교수·E-mail : nmdrjin@gmail.com

**** 정회원·동신대학교 토목공학과 박사과정 ·E-mail : kdr86@mltm.go.kr

기존의 모델들은 토지이용과 토양의 특성을 반영하기 어렵다. 본 연구에서는 SWAT모형을 이용하여 토양도 및 토지이용상태 등의 공간적 정보를 구체적으로 적용함으로써 실제 유역과 유사한 물리적 모의를 실행하였고, 미세측 유역의 SWAT모형 적용성을 판단해 보았다.

2. 이론적 배경

SWAT모형은 미국 농무성 농업연구소에서 개발한 연속모형으로서 장기간 동안의 다양한 토양도와 토지이용 및 토지관리 상태에 따른 유출과 유사 및 오염물의 거동에 대한 토지관리 방법의 영향을 예측하기 위해 개발되었다.

SWAT모형에서 모의되는 수문순환은 다음 물수지 방정식에 기초하며 다음과 같다.

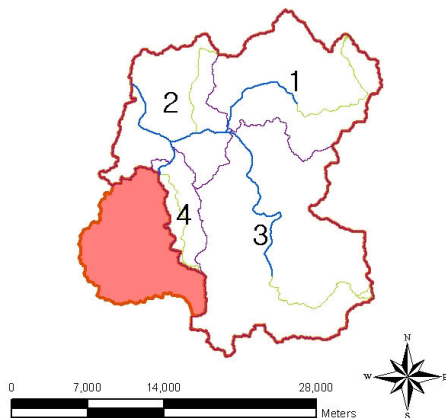
$$SW_t = SW_0 + \sum_{i=1}^t (R_i - Q_{surf} - ET_i - W_{seep} - Q_{gw})$$

여기서, SW_t : 최종일의 토양수분량(mmH_2O), SW_0 : i일의 초기토양수분량(mmH_2O), t : 시간(일), R_{day} : i일의 강수량(mmH_2O), Q_{surf} : i일의 지표유출량(mmH_2O), E_a : i일의 증발산량(mmH_2O), w_{seep} : i일의 토양면에서 투수층으로 투수되는 총량(mmH_2O) 이다.

3. 대상유역 현황

지석천은 영산강 권역의 영산강 수계에 속하며, 영산강의 제 1지류이다. 국가하천과 지방 2급 하천으로 나뉘어져있다. 지방 2급 하천은 화순군 이양면에서 발원하여 이양면, 청풍면, 춘양면 경계 지점을 지나면서 국가하천으로 바뀌며, 나주시 금천면에서 영산강과 합류한다. 유로연장과 하천연장 및 유역면적은 표 1.과 같다

본 연구에서는 모형의 정확성을 판단하기 위하여 최종유출구를 영산강과 합류지점인 금천지점으로 하지 않고 유량측정 결과 및 수질측정망이 있는 남평지점을 최종유출구로 사용하였다.



	유로연장(km)	하천연장(km)	유역면적(km ²)
국가하천	53	34	662.35
지방2급 하천	19	15	141.36

그림 1. SWAT로 구분한 유역도

표 1. 지석천 유역의 현황

4. 입력자료

4.1 지형자료

하천망 생성 및 소유역분할, 하천길이, 유역경사등 지형학적 자료로 사용되는 DEM을 1:25000수치 지도를 이용하여 등고선과 표고점을 추출하여 30m × 30m의 DEM(Digital Elevation Map)자료를 생성하여 사용하였다. 토지이용도는 환경부에서 제공한 1:25,000의 자료를 사용하였으며, 주거지, 논, 상업지역 등등 SWAT모형에서 요구하는 23가지로 분류 입력자료로 구성하였다. 또한 SWAT 모형에서 토양의 물리적, 화학적 특징을 결정하는 중요한 자료인 토양도는 한국토양정보시스템에서 제공하는 정밀토양도를 사용하였다.

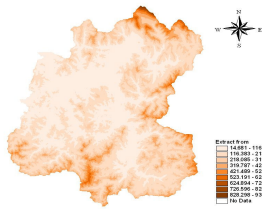


그림 2. DEM

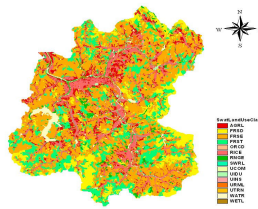


그림 3. 토지이용도

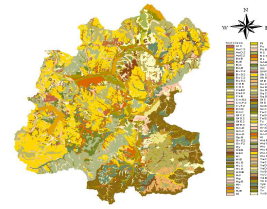


그림 4. 토양도

4.2 기상자료

SWAT모형에서는 강우, 일사량, 최고-최저기온, 태양복사량, 상대습도 등을 사용하여 수문현상을 모의한다. 본 연구에서는 강우의 경우 광주기상청 자료와 나주댐, 능주, 동면, 봉황, 청풍 강우 관측소의 자료를 사용하였으며 강우를 제외한 기상자료는 광주기상청의 자료를 사용하였다. 기상자료의 적용기간은 2002년자료부터 2005년자료를 사용하였다.

5. 결과

5.1 유출량 모의결과

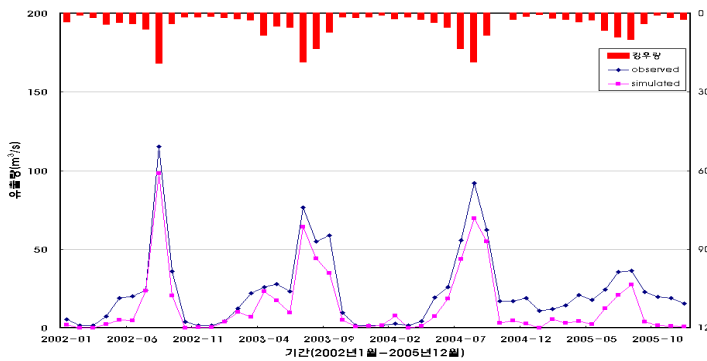


그림 5. SWAT모형과 실측값 비교 (유출량)

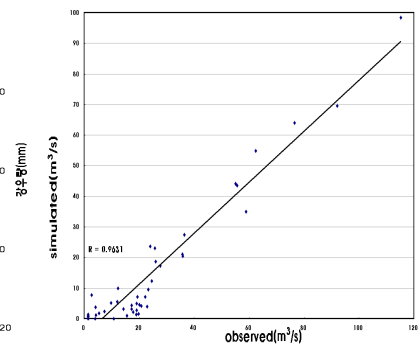


그림 6. 유출량 상관관계

5.2 BOD부하량 모의결과

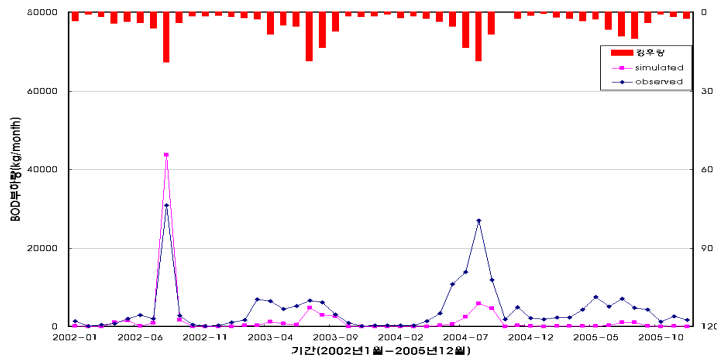


그림 7. SWAT모형과 실측값 비교 (BOD부하량)

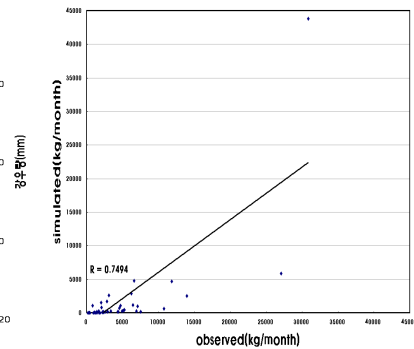


그림 8. BOD부하량 상관관계

그림. 5에서 보는 것과 같이 강우발생 후 유출량은 실측유출량보다 다소 낮게 산정된 부분이 보이기는 하나 대체로 비슷한 경향을 나타냄을 알 수 있다. 또한 상관계수 역시 0.96의 값을 보여 줌으로서 모의 값이 실측값의 경향과 비슷함을 알 수 있다.

BOD부하량은 그림 7에서 보는 바와 같이 실측값보다 다소 작게 산정되었으나 경향은 비슷하게 나타났다 상관계수도 0.74로 양호한 값을 나타내었다.

6. 결론

- (1) 유출량은 강우발생시 실측값 보다 다소 작은 양의 유출이 일어나는 것으로 산정되었다. 그러나 실측값과 모의값사이의 상관계수는 0.96로 산정되어 SWAT 모형이 유출현상을 잘 나타내고 있는 것으로 나타났다.
- (2) BOD부하량은 실측값보다 다소 작게 산정되었으나, 경향이 비슷하고 상관계수도 0.74로 양호한 값을 나타내었다.
- (3) 이상의 결과로부터 지식천유역에 2002년 1월부터 2004년 12월까지 유출량 및 부하량을 산정해 본 결과 SWAT 모형이 대상지역의 BOD부하량과 유출량 모의에 높은 적용성을 나타내었다.

참 고 문 헌

1. 장대원(2004), GIS기반의 SWAT모형을 이용한 하천 유출량 모의, 석사학위논문, 인하대학교
2. 유은혜(2007), SWAT모형을 이용한 대청호 유역의 오염물질 유달을 산정, 석사학위논문, 충북대학교
3. 이창원(2007), 함평천 유역에서 SWAT 모형을 이용한 비점오염 예측, 석사학위논문, 호남대학교
4. 강영미(2005), GIS를 이용한 유역 및 하상의 퇴적물 모니터링, 박사학위논문, 충남대학교
5. 정재원(2005), SWAT모형에 의한 주합호 외남천 유역의 비점오염 부하추정, 석사학위논문, 전남대학교
6. 최준기(2007), 중·소규모 하천유역에서의 일 유출 모형을 이용한 유황분석, 석사학위논문, 전남대학교