

SWAT모형을 이용한 HRU 분할에 따른 유출량 분석

Runoff Analysis Based on the Number of Hydrologic Response Unit Using SWAT Model

김대영*, 이창원, 박남희, 김철

Dae-young Kim*, Chang-won Lee, Nam-hee Park, Chul Kim

호남대학교 토목공학과

{zmsrlf2*, tingw7, namee1004, kuchul}@dreamwiz.com

요약

ArcView와 연동하는 SWAT(Soil and Water Assessment Tool)은 수문평가 도구로써 사용되는 모형이다. 이러한 SWAT모형은 유역의 서로 다른 표면 특성을 반영할 수 있도록 대상유역을 몇 개의 소유역으로 나누고 소유역 내에서 유사한 특성을 나타내는 HRU으로 세분화한다. 모형에서는 유역부분과 수체부분으로 나누어 모의가 이루어지며 각 소유역에서 물수지식에 따라 강우량, 지하수로의 침투량, 증발산량, 그리고 표면 유출량을 산정한다. SWAT 모형은 많은 입력 자료가 있으며 그 중에서도 소유역 개수와 HRU개수가 SWAT 모형의 결과에 많은 영향을 미칠 것으로 생각되어 본 논문에서는 이에 대한 영향을 분석하였다.

연구 대상지역은 함평천 유역으로 전라남도 함평군과 무안군 사이에 위치하고 있으며 유역의 면적은 196.4km²이고 유역의 대부분이 산지와 농업지역으로 이루어져 있다. SWAT 모형을 모의하기 위한 지형자료는 1:25,000 수치지도, 농업과학기술원의 1:25,000 정밀도양도, 환경부의 토지피복도를 사용하였고 기상자료와 강우자료는 목포기상관측소의 자료를 사용하였다. 매개변수를 추정하기 위해 환경부의 오염총량관리 세유역을 사용하였으며 모의 결과를 실측치와 비교함으로써 매개변수를 추정하였다. 추정된 매개변수를 이용하고 연구대상지역의 소유역 개수와 HRU개수를 여러 가지로 변화시켜 모의하였으며 그 결과를 실측치와 비교하여 최적 소유역 개수와 HRU 개수를 추정하였다.

본 연구의 결과는 SWAT모형 수행시 소유역의 면적에 대한 객관적인 기준을 제시할 수 있을 것이다.

1. 서론

SWAT(Soil and Water Assessment Tool)은 수문 평가 모형으로써 사용된다. 일반적으로 분포형 모형들은 유역반응을 예측하기 위하여 공간적 특성을 지닌 입력 매개변수를 사용하며, 소유역 단위로 입력 자료를 취합하여 소유역 특성 및 전체 유역 특성을 기술한다. 따라서, 입력 매개변수와 그에 따른 모형 결과치는 이러한 매개변수 값을 결정하기 위한 공간적 범위에

에 따라 영향을 받을 수 있다.

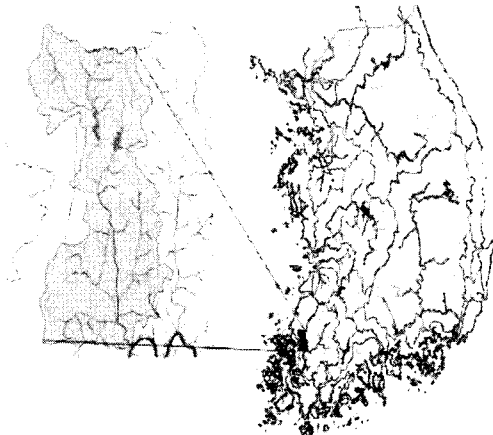
분포형 수문 모형들의 매개변수는 유역을 소유역으로 분할하고, 각 소유역에 대해 모형의 이론식을 적용한다. SWAT 모형에서는 소유역과 HRU를 통하여 모형 입력 매개변수를 생성하고, 모의를 수행한다.

따라서, 본 연구에서는 SWAT 모형의 HRU 수에 따른 유역유출량의 변화를 검토하여 대상유역에 대해 적절한 수준의 소유역과 HRU 분할기준을 제시하고자 하였다.

2. 연구 방법

2.1 대상지역의 선정

대상지역은 함평천 유역으로 선정하였다. 함평천 유역은 전라남도 함평군과 무안군 사이에 위치하고 있으면 유역의 면적은 196.4km²이다. 대부분은 농경지와 산지로 이루어져 있다. <그림 1>은 대상지역의 위치를 나타낸 그림이다.



<그림 1> 함평천 유역 위치도

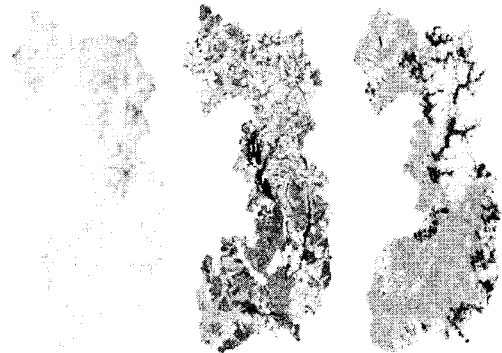
2.2 자료 구축

SWAT 모형은 지형자료와 기상자료, 강우자료를 이용한다. <표 1>에서 보는바와 같이 지형자료는 1:25,000의 수치지도와 농업과학기술원에서 제공하는 1:25,000의 정밀 토양도, 환경부의 토지이용도를 이용하였다. 기상자료는 1996년부터 2006년까지의 목포 기상관측소 자료를 이용하였다. <그림 2>에는 함평천 유역의 수치지도 및 정밀토양도, 토지이용도를 나타내었다.

<표 1> SWAT 입력자료

구분	자료명	단위	내용
지형자료	수치지도	1/25,000	DEM (30m×30m)
	정밀토양도	1/25,000	
	토지이용도	1/50,000	
수문자료	수위	학교수위관측소	2003년, 2004년

	강우자료	목포기상청	1996년~2006년
기상자료	기온, 풍속, 일사량, 습도	목포기상청	1996년~2006년



(a)수치지도 (b)정밀 토양도 (c)토지 이용도

<그림 2> 함평천 유역 지형자료

3. 모형 적용

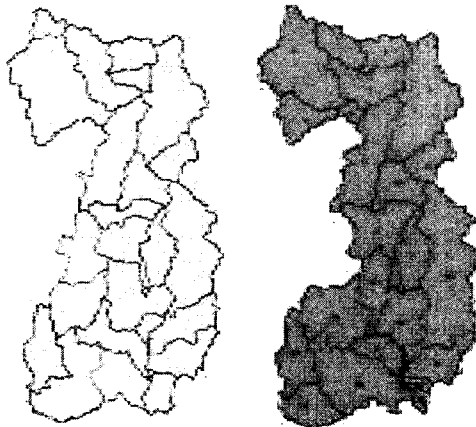
3.1 매개변수 추정과 검증

환경부에서 제공하는 오염총량세유역도를 기준으로 하여 유역을 분할하였다. 오염총량세유역도에서 유역의 수는 25개로 나누어진다. 본 과업에서는 매개변수를 추정하기 위해 오염총량세유역도를 기준으로 유역분할을 실시하였고, 배수면적을 350ha로 지정하여 분할하였다. 오염총량세유역도와 자동분할 유역도를 <그림 3>에 나타내었다.

유출과 관계있는 매개변수는 CH_k2, GWQMN, GW_REVAP, ALPAha_BF REVAP MN 등이며 2003년 강우자료를 사용하여 모의한 결과를 학교 수위관측자료와 비교하여 매개변수를 추정하였다.

<표 2>에 유출량 보정을 위해 조정된 매개변수의 결과 값을 나타내었으며 <그림 4>에 2003년 모의치와 관측치를 나타내었다. <그림 5>에 2003년 관측치와 모의치에 대한 산포도를 나타내었다.

매개변수 검정을 위해 2004년 강우자료를 이용하여 유출량을 모의하였으며 그 결과를 <그림 6>에 나타내었다. 그림에는 관측치도 함께 나타내었다.

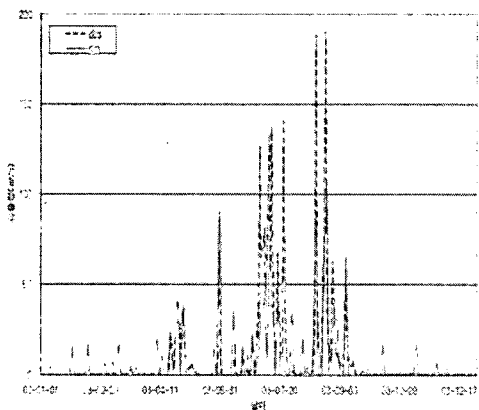


(a)오염총량 세유역도 (b)SWAT에서 유역분할

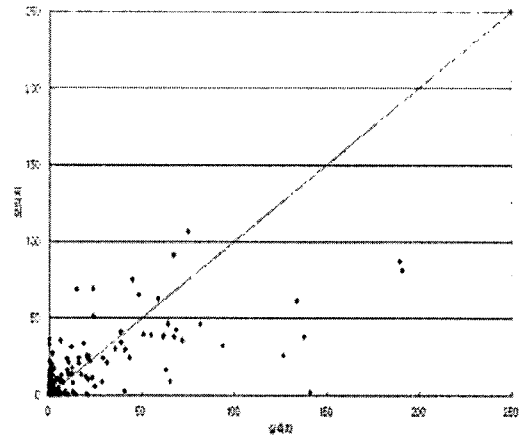
<그림 3> 오염총량 세유역도와 SWAT에서 유역분할 비교

<표 2> 유출량 보정을 위한 입력변수

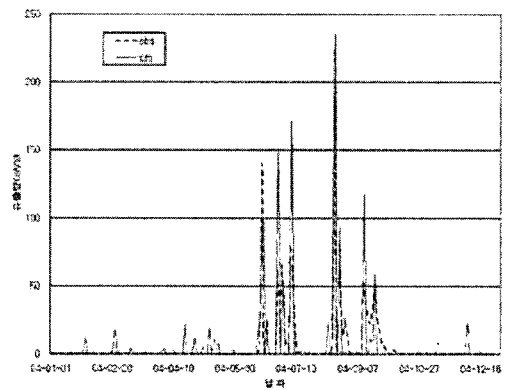
Variable Name	보정치	Manual Range	Input File
ALPHA _{BF}	0.2	0~1	*.gw
GE _{REVAP}	0.06	0.02~0.2	*.gw
GW _{QMN}	30	0~5000	*.gw
CH _{K2}	30	-0.01~150	*.rte
REV _{PMN}	30	0~5000	*.rte



<그림 4> 2003년 모의치와 관측치 비교



<그림 5> 2003년 관측치와 모의치 산포도



<그림 6> 2004년 관측치와 모의치 비교

3.2 SWAT에서 유역분할모의

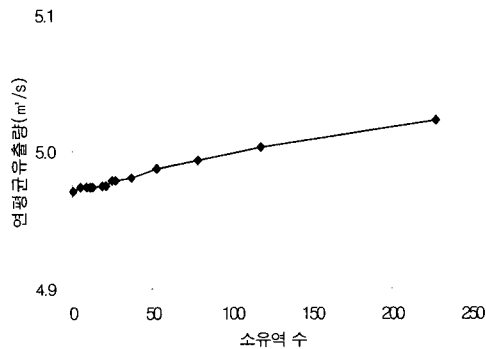
추정된 매개변수를 이용하여 소유역 개수에 따른 유출량 변화를 검토하였다. 하천 생성을 위한 최소배수면적을 50ha에서 1000ha까지 50ha간격으로 구간을 나누었으며 1000ha에서 3000ha까지는 500ha간격으로 구간을 나누어 그에 따른 연평균 유출량의 모의결과를 검토하였다. 이 때 토지이용과 토양특성 면적비율은 모두 0%로 설정하였다. 이로부터 적절한 소유역 개수를 결정한 후 토지이용비와 토양특성 면적비율을 0%에서 10%까지 변화시켜 연평균유출량의 모의결과를 비교 검토하였다.

3.3 결과

배수면적에 따라 소유역 개수는 자동 분할되고 소유역 개수에 따른 연평균유출량을 계산하였다. 소유역수에 따른 연평균 유출량을 <표 3>과 <그림 7>에 나타내었다. 표와 그림에서 보면 소유역수가 증가할수록 연평균유출량도 증가함을 알 수 있었으며 소유역 분할 개수가 25개 이하이면 유출량이 거의 일정하였다.

<표 3> 소유역수에 따른 연평균유출량 비교

배수면적(ha)	소유역수	연평균유출량(m ³ /s)
50	228	5.023
100	118	5.003
150	79	4.994
200	53	4.988
250	37	4.981
300	27	4.979
350	25	4.975
500	21	4.975
600	19	4.975
650	13	4.974
700	11	4.974
2000	9	4.974
2500	5	4.974
3000	1	4.971



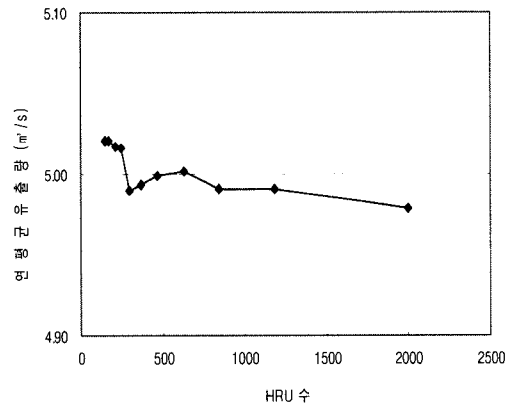
<그림 7> 소유역수에 따른 연평균유출량

소유역 분할기준을 통해서 배수면적을 350ha으로 고정한 후 토지이용비와 토양 특성면적비를 동일하게 변화를 주어서 적절한 HRU 개수를 검토하였다. <표 4>, <그림 8>에 HRU 개수에 따른 연평균유출량을 나타내었다. 그림과 표에서 보면

HRU 개수가 843개부터 연평균유출량이 안정화됨을 알 수 있다.

<표 4> HRU 개수에 따른 연평균유출량 비교

토지이용비 및 토양특성면적비(%)	HRU수	연평균유출량 (m ³ /s)
0	1994	4.979
1	1182	4.991
2	843	4.991
3	627	5.002
4	470	4.999
5	369	4.994
6	297	4.990
7	249	5.016
8	215	5.017
9	167	5.021
10	152	5.021



<그림 8> HRU 개수에 따른 연평균유출량

4. 결론

본 연구에서는 SWAT 모형에서 유역별로 소유역 분할 개수에 대한 기준을 제시할 목적으로 함평천 유역을 선정하여 소유역 개수 및 HRU 개수에 따른 연평균 유출량을 검토한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. SWAT 모형에서 소유역 분할에 대한 기준은 배수면적은 350ha이하, 소유역 개수는 25개 이상으로 설정하는 것이 타당함을 알 수 있었다.

2. 소유역 분할기준을 바탕으로 토지이용비와 토양특성비의 값을 변화시켜 이에

따른 연평균유출량을 비교한 결과 토지이용비와 토양특성비를 2%이하로 설정하여야 유출의 안정적인 모의가 가능한 것으로 판단되었다.

5. 참고문헌

- 1) 김남원, 2005, SWAT 모형에서의 소유역 및 HRU 수에 따른 유사량의 변화, 수자원 학회
- 2) 김남원, 2003 SWAT 모형의 매개변수 민감도 분석, 토목학회
- 3) 김종성, 2006, AVSWAT을 이용한 비점오염물질원단위 및 유달률 산정에 관한 연구 충남대 대학원 석사논문
- 4) 권순국, 1998, 지리정보시스템을 이용한 SWAT모형의 적용, 지리정보학회
- 5) 손영란, 2004, 우리나라 대표적인 토양통의 수문학적 분류, 공주대학교 대학원 석사논문
- 6) 심상보, 2005, SWAT모형을 이용한 대청호 유역의 비점오염물질 유출특성 연구, 청주대 대학원 석사논문
- 7) 장대원, 2004, GIS기반의 SWAT모형을 이용한 하천 유출량 모의, 인하대 대학원 석사논문
- 8) 정재운, 2005, SWAT모형에 의한 주암호 외남천 유역의 비점오염부하추정, 전남대 대학원 석사 논문