

복합유역 물수지 해석을 위한 SWAT-K 모형의 적용성 분석

An Application of SWAT-K Model for Agricultural Watershed

박기욱*·김동주**·조진훈***

Ki-Wook Park·Dong-Ju Kim·Jin-Hoon Jo

요 지

본 연구에서는 SWAT 모형의 국내 적용을 위해 농촌용수지구의 수문관측자료를 이용하여 입력자료를 구축하고, 기존 유출량 산정모형과 산정결과를 비교하였다. 모형을 적용을 위한 대상지구는 경기 평택, 용인에 위치한 이동저수지를 포함하는 용남용수구역을 선정하였다. 본 대상지구는 2001년 이후 농업지역의 수문관측을 위해 계측망을 설치하고 운영하고 있는 지구로써 저수위, 하천수위, 강수량 등의 관측을 실시하고 있다.

모형의 입력자료는 기존의 GIS 자료와 대상지구에서 관측된 강수량 자료를 이용하여 구축하였고 증발산량 산정에 필요한 다른 기상자료는 인근 수원측후소의 자료를 수집하고 있다. 모형을 통해 산정된 유출량은 덕성교, 재인교, 목방교, 미산교의 네 지점에서 측정된 유출자료를 이용하여 비교하였다.

농업지역에서 저수지 운영 및 공급량 산정을 위해 많이 쓰이는 HOMWRS 모형과 비교한 결과 평균유출량이 덕성교 지점의 경우 1,651천m³, 목방교는 619천m³이며 HOMWRS의 경우 덕성교 3,155천m³, 목방교 885천m³로 각각 산정되었고, 이 지점의 실측 유출량은 덕성교 3,500천m³, 목방교 1,610천m³로 실측값의 47%, 38%로 각각 산정되어 총유출량은 큰 차이를 보이고 있다. SWAT 모형으로 일별 장기유출량을 추정된 결과 저수지가 설치되어 있지 않은 미산교, 목방교에서의 일별, 월별 장기유출량은 실측치와 매우 가까운 값을 보였다. 그러나 상류지점에 저수지가 설치되어 있어 저수지의 영향을 받고 있는 덕성교와 재인교에서의 장기유출량은 관측값과 유사한 경향을 보이고 있으나 실측값과는 차이를 보이고 있었다. 이는 저수지 및 관개수량의 환원수량 등을 고려하지 않은 채 유출량을 산정한 결과로 SWAT 모형의 관개지구에 적용을 위해서는 저수지의 영향, 환원수량 및 관개용수 공급에 대한 고려가 필요하다.

핵심용어 : SWAT-K, 용수구역, 농업용저수지

1. 서론

수자원 계획 및 관리에서 가장 중요한 요소는 우량, 하천수위, 유량 등의 기초수문자료이다. 자료는 신뢰성이 있어야 하며 동시에 지속적인 관측에 의해 장기간의 자료가 축적되어야 한다. 대부분의 시험유역은 소유역이기 때문에 유역의 수문순환과정이 상대적으로 단순하고 해석이 용이하다는 장점이 있다. 하지만 유역내에 저수지와 같은 저류시설이 있을 경우 저수지의 운영이 하류지역의 유출에 영향을 미치므로 이에 대한 고려가 필요하다.

본 연구의 목적은 수문관측자료를 지속적으로 축적하고, 농촌유역의 정확한 물순환 과정을 파악하는 데 있으며 수집된 자료를 이용하여 홍수 및 갈수 유출특성을 분석하고, 시험유역의 연구성과가 수자원개발 분야에 활용될 수 있도록 하는데 있다.

* 정회원 · 한국농촌공사 농어촌연구원 · E-mail : pku@ekr.or.kr
* 정회원 · 한국농촌공사 농어촌연구원 · E-mail : cop7042@ekr.or.kr
*** 정회원 · 한국농촌공사 농어촌연구원 · E-mail : jjho@ekr.or.kr

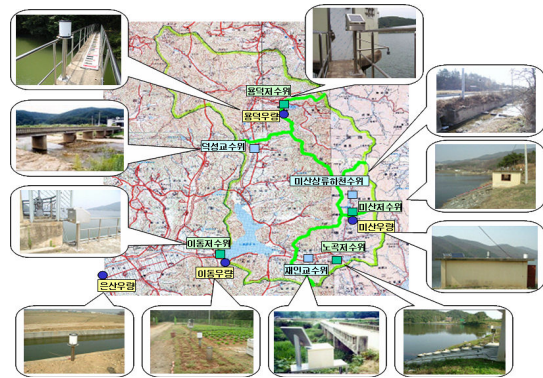
2. 연구방법

1) 대상지구

본 연구의 대상지구는 농촌유역에서의 수문관측기의 수문자료를 구축을 위해 한국농촌공사 농어촌연구원에서 운영하고 있는 이동시험유역을 선정 하였다. 위치는 경기도 용인시 이동면에 위치한 이동저수지 유역이다. 유역면적 9,300ha이며 유역내 3개의 강우관측지점과 2개의 하천수위 관측지점의 관측자료를 활용하여 강우와 유출특성에 대해 분석하였다. 분석에 사용되는 수문관측자료는 2002년부터 2005년까지의 관측자료를 활용하였다.

<표 1> 시험지구 유역의 특성

구분	유역면적 (ha)	토지이용 (ha)				수문관측
		임야	논	밭	기타	
용 덕	1,250	1,135 (90.8%)	49 (3.9%)	27 (2.2%)	39 (3.1%)	저수위
미 산	422	400 (90.5%)	-	10 (2.3%)	32 (7.2%)	저수위
이 동	9,300	6,801 (73.1%)	1,460 (15.7%)	347 (3.7%)	692 (7.4%)	저수위
덕성교	4,244	3,440 (81.0%)	505 (12.0%)	135 (3.0%)	164 (4.0%)	하천수위
재인교	1,600	1,220 (76.0%)	238 (15.0%)	63 (4.0%)	79 (5.0%)	하천수위

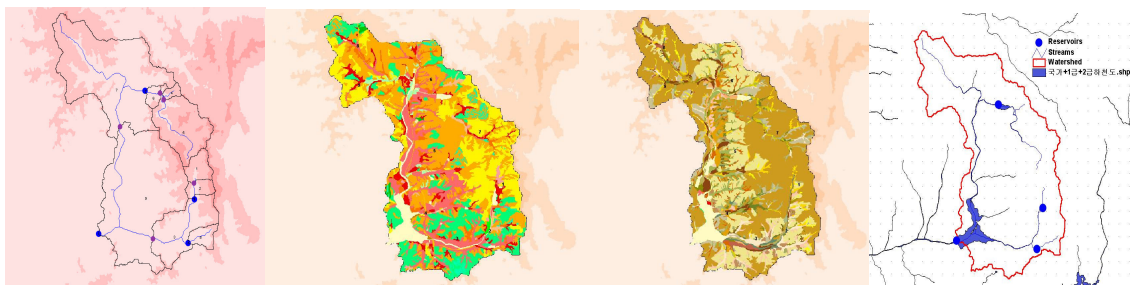


<그림 1> 시험지구 위치도 및 관측기 전경

2) SWAT 모형의 적용

SWAT 모형의 적용을 위하여 GIS 입력자료를 환경부와 농업과학기술원에서 DEM, 토지피복도와, 정밀토양도를 제공받아 GIS 기본자료와 토양속성에 대한 DATABASE를 구축하였다.

가. GIS 입력자료



(a) DEM 자료

(b) 토지피복도

(c) 정밀토양도

(d) 하천도

<그림 2> SWAT 모형의 입력자료 구축

나. 기상자료

이동저수지 상부지점의 일별강수량자료인 용덕, 미산, 이동 지점의 2001년 1월부터 2006년 12월 까지의 자료를 입력자료로 하였으며 기상자료로서 기상청의 수원관측소의 기온(최대, 최소), 일사량, 풍속, 상대습도를 입력자료로 사용하였다. 입력자료로 구축된 강수량 및 기후 자료는 다음 <표 2> 및 <표 3>과 같다.

<표 2> 이동저수지 유역의 강수량 자료

번호	지점명	자료명
1	용덕	yduckop.dbf
2	미산	misanop.dbf
3	이동	idongop.dbf
4	은산	eunsan.dbf

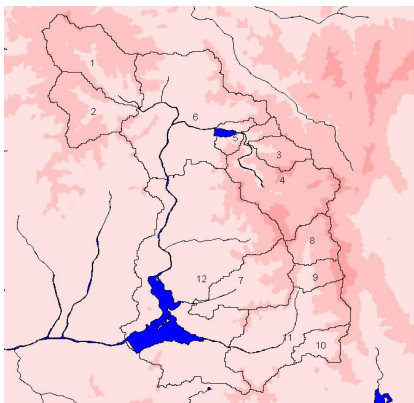
<표 3> 이동저수지유역의 기후 자료

구분	지점명	자료명
기온(최대,최소)	수원관측소(기상청)	idongtp.dbf
상대습도	"	idongrh.dbf
일사량	"	idongsd.dbf
풍속	"	idongwd.dbf

다. SWAT 모형의 실행

1) 유역결정 및 소유역 분할

관개지구의 물수지 분석을 위하여 산지유역을 배제할 수 있도록 소유역을 분할하였고 산지, 저수지 및 농경지가 복잡하게 상호작용하는 농촌유역의 유출량을 정확하게 분석하고자 한다. 이동유역에 대한 전체유역에 대해서 저수지 및 하천수위 관측소가 설치되어 있는 곳을 유역의 출구점으로 하여 전체유역을 다음 <그림 3>과 같이 12개의 소유역으로 분할하였다.



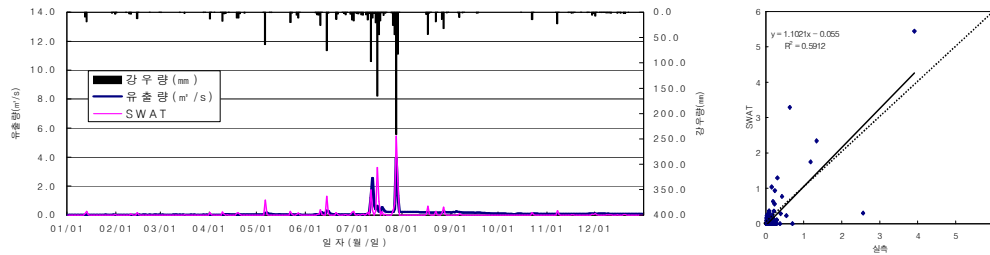
<그림 3> 소유역 분할도(이동시험지구)

<표 4> SWAT으로 분할된 소유역의 유역특성

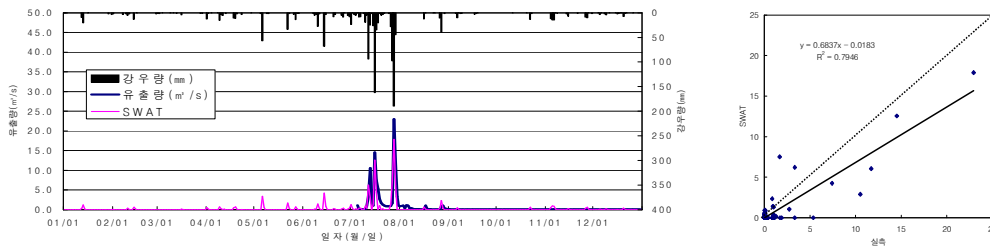
번호	명칭	유역면적 (ha)	유로연장 (km)	유역경사 (%)	하도경사 (%)
1	-	723	5.618	24.5	0.051
2	-	522	4.077	23.2	0.063
3	한덕교	197	2.616	34.2	0.076
4	목방교	1,118	6.676	34.0	0.052
5	용덕저수지	1,246	8.622	29.5	0.063
6	덕성교	4,156	15.870	26.8	0.049
7	묘봉교	612	5.023	22.8	0.080
8	미산교	263	2.481	35.0	0.107
9	미산저수지	444	4.958	32.7	0.125
10	노곡저수지	191	2.979	18.8	0.068
11	재인교	1,597	10.737	26.7	0.0885
12	이동저수지	9,428	29.492	28.0	0.0395

3. 일별 장기유출량 추정

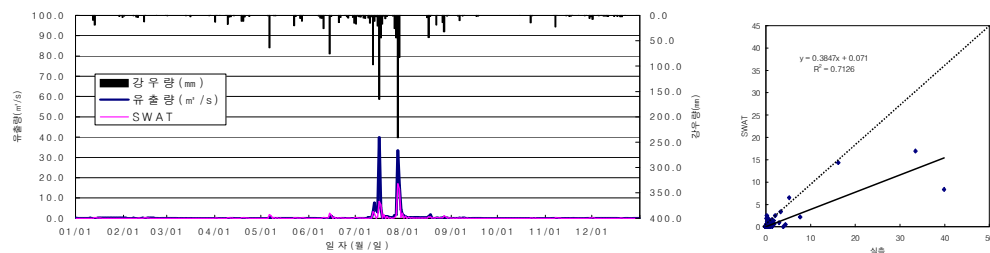
저수지의 영향이 없는 지점인 미산교와 목방교의 일별유출량과 저수지의 영향이 있는 지점인 재인교와 덕성교에 대한 일별유출량을 2006년에 관측된 실측유출량 자료를 가지고 SWAT 모형을 적용하여 추정하였다. 추정한 결과 미산교와 목방교에 대한 유출량 값은 아직까지는 매개변수 보정을 실시하지 않았는데도 대체로 실측치와 유사한 값을 보여주고 있었다. 그러나 저수지의 방류량 및 농경지 및 관개수량으로부터 환원되는 수량의 영향을 받고 있는 재인교 및 목방교에는 실측유출량이 SWAT 모형에 추정된 값보다도 크게 나오고 있는 것을 볼 수 있었다. 지금까지의 연구에서는 아직까지 SWAT 모형에서 저수지 모의운영에 필요한 각종 매개변수 및 자료를 입력하지 않은 상태에서 유출경향만을 파악하기 위한 모형의 보정을 위한 예비과정이므로 향후 저수지 및 환원수량의 영향에 대한 추가적인 연구와 장기간의 관측자료에 대한 보정 및 검정을 통하여 실측유출량을 잘 재현할 수 있는 모델링이 필요하며 4개의 지점(미산교, 목방교, 재인교, 덕성교)에 대한 일별유출량을 비교한 결과는 <그림 4> ~ <그림 7>과 같다.



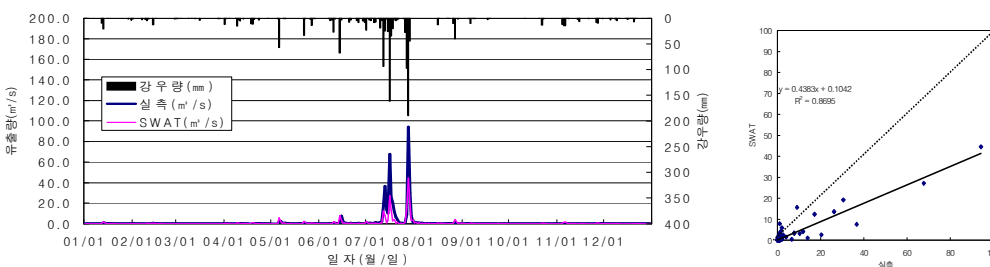
<그림 4> 미산교 지점 SWAT 모형과 실측값의 일별유출량 비교



<그림 5> 목방교 지점 SWAT 모형과 실측값의 일별 유출량 비교



<그림 6> 재인교 지점 SWAT 모형과 실측값의 일별유출량 비교



<그림 7> 덕성교 지점 SWAT 모형과 실측값의 일별유출량 비교

4. 결론

우리나라의 농촌용수지구인 이동저수지 상부유역인 농업소유역에 SWAT 모형을 적용하였다. 이 지구는 관개지구의 환원수량, 저수지의 여수로 방류량 및 용수 사용량등에 따라 저수지의 유입하천 및 하류하천의 장기유출량에 복잡한 형태로 영향을 미치고 있다. 그러므로 이동저수지 유역을 12개의 대표적인 소유역으로 분할하였으며 저수지의 영향이 있고 없느냐에 따라 4개의 소유역인 미산교, 목방교, 덕성교, 재인교의 소유역을 선정하였고 이 지점에서 관측된 장기유출량 자료를 이용하여 일별, 월별 장기유출량 추정을 실시하였다. SWAT 모형으로 추정한 결과 저수지가 설치되어 있지 않은 미산교, 목방교에서의 일별, 월별 장기유출량은 실측치와 매우 가까운 값을 보였다.

그러나 상류지점에 저수지가 설치되어 있어 저수지의 영향을 받고 있는 덕성교와 재인교에서의 장기유출량은 관측값과 유사한 경향을 보이고 있으나 실측값과는 차이를 보이고 있었다. 이는 저수지 및 관개수량의 환원수량등을 고려하지 않은채 유출량을 산정한 결과로 보여지므로 향후에 이루어질 연구는 저수지의 영향, 환원수량, 관개수량에 대한 고려를 하여 농업소유역에 대한 장기 유출량을 정확하게 추정하는 연구가 우선적으로 이루어져한다.

본 연구는 21세기 프론티어연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단(과제번호 2-2-3, 50%)과 한국농촌공사(50%)의 연구비지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. 한국건설기술연구원, 2000, 시험유역의 운영 및 수문특성 조사·연구.
2. 문종필 김태철, 2006, SWAT2000 모형을 이용한 갑천수계의 소유역별 유출량 추정, 한국농공학회논문집 제48권 제5호.