

농업용 저수지 운영을 고려한 SWAT 모형의 수문학적 거동 분석

이용준¹ · 박민지² · 박기욱³ · 김성준^{4*}

Analysis of Hydrologic Behavior Including Agricultural Reservoir Operation using SWAT Model

Yong-Jun LEE¹ · Min-Ji PARK² · Ki-Wook PARK³ · Seong-Joon KIM^{4*}

요 약

본 연구에서는 SWAT 모형을 이용하여 유역내 농업용 저수지의 운영이 유역 출구인 하천 지점에서의 유출에 미치는 영향을 분석하고자 하였다. 안성천 유역 공도수위관측소의 상류 유역을 대상으로, 유역내 고삼과 금광 농업용 저수지의 방류량 고려시와 미고려시에 대한 공도지점에서의 각각의 하천유출 거동을 분석하였다. SWAT 모형에서 저수지 물수지 분석모듈을 수정하여, 저수지의 일별 관측 저수위로부터 계산된 저수량과 수표면적을 이용하여 저수지의 일 방류량 자료를 생성하였다. 이를 이용하여 공도수위관측소의 5개년(1997~2001) 동안의 일별 하천 유출량 자료를 대상으로 모형의 보정(1997, 1998, 1999년)과 검증(2000, 2001년)을 실시하였다. 검증기간에 대한 Nash-Sutcliffe 모델효율은 0.55, RMSE는 2.33 mm/day로 나타났다. 한편, 두 저수지의 방류량을 고려하지 않은 상태에서의 모의결과는 한 결과, Nash-Sutcliffe 모델효율은 0.37로, RMSE는 2.91 mm/day로 나타나 저수지 고려시의 결과와 비교하면 각각 0.18의 모델효율 저하, 0.58%의 오차증가를 보였다. 따라서 농업용 저수지가 있는 유역에서는 SWAT 모형의 활용시, 저수지 유역에서의 저수지에 의한 저류효과 및 방류 영향을 고려하여야 하는 것으로 나타났다.

주요어 : SWAT, 농업용 저수지, 내용적곡선, 지리정보시스템, 원격탐사

ABSTRACT

This study is to analyse the hydrological behavior of agricultural reservoir using SWAT model. For the upstream watershed of Gongdo water level gauge station in Anseongcheon watershed, the streamflows at 2 reservoir (Gosam and Geumgwang) locations and Gongdo station were simulated with reservoir inclusion and exclusion. The daily water surface area

2007년 10월 25일 접수 Received on October 25, 2007 / 2008년 1월 21일 심사완료 Accepted on January 21, 2008

1 건국대학교 일반대학원 사회환경시스템공학과 석사과정 Dept. of Civil & Env. System Engrg., Konkuk University

2 건국대학교 일반대학원 지역건설환경공학과 박사과정 Dept. of Civil & Env. System Engrg., Konkuk University

3 한국농촌공사 농어촌연구원 Rural Research Institute-701, Korea

4 건국대학교 생명환경과학대학 사회환경시스템공학과 교수 Dept. of Civil & Env. System Engrg., Konkuk University

* 연락처자 E-mail : kimsj@konkuk.ac.kr

and storage have been calculated considering the stage-storage curve function of the reservoir. Afterwards, the reservoir operation module in SWAT was modified from original module in SWAT for daily reservoir discharge simulated by water balance equation. Model validation results were Nash-Sutcliffe model efficiency coefficients value of 0.55, root mean square error value of 2.33 mm/day. On the other hand, the simulation results of two reservoir exclusion were Nash-Sutcliffe model efficiency coefficients value of 0.37, root mean square error value of 2.91 mm/day. The difference of Nash-Sutcliffe model efficiency coefficients between the simulation results of two reservoir inclusion and exclusion at Gongdo station was 0.18. This is caused by the storage and release operation of agricultural reservoirs for the runoff occurred at 2 reservoir watersheds.

KEYWORDS : SWAT, Agricultural Reservoir, Stage-Storage Curve, GIS, RS

서론

국내에는 약 18,000개의 농업용 저수지가 있으며, 농업용수의 약 60%의 물을 공급하고 있다(박기욱 등, 2005). 농업용 저수지는 농업용수의 이수, 가뭄 및 홍수에 대한 치수 기능을 하는 등 주요 농업기반시설로써 그 역할을 담당하고 있다. 근래에는 물부족 심화현상과 농촌지역의 용수수요 다변화로 인하여 지속적인 수자원 개발의 필요성이 증대되어 농업용 저수지의 과학적이고 효율적인 운영이 절실히 필요한 실정이다.

농업용 저수지 본래의 기능인 농업용수 공급과 더불어 가뭄과 홍수에 대비하기 위해서는 저수지의 저수위와 그에 따른 저수량 자료의 확보가 필수적으로 선행되어야 한다. 정확하고 신뢰성 있는 저수위 계측자료로부터 저수량과 저수율을 산정하게 되며, 이는 효율적인 물관리를 위한 저수지 적정 운영의 판단자료로 활용되므로 농업용 저수지의 저수위 측정은 대단히 중요하다. 하지만 현재 전체 국내 농업용 저수지의 1% 정도만이 자동수위관측기를 가지고 있다. 이러한 원인은 농업용 저수지의 저수위관측을 위한 기존의 자동관측기들이 농촌에 산재되어 있는 저수위 계측환경을 적절하게 고려하지 못하고 있으며, 시설설치비가 비싸고, 설치 후에도 시설

의 수리, 점검 등 유지관리에 어려운 것에 기인한다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해서 김진택 등(2005)은 저수위 관측기의 가격을 저가로 하고 유지관리가 용이하며 관측 자료의 신뢰성이 있는 자동 수위관측기의 개발을 연구한 바 있으며, 한국건설기술연구원(2007)에서는 기존 SWAT모형의 저수지 모듈을 수정, 보완하여 다목적댐을 포함한 충주댐 유역에서의 유황변동 분석을 연구한 바 있다. 정인주 등(2005)는 다양한 지형자료들을 수문학에서 효율적으로 활용할 수 있는 적용방안을 제시하였다. 안승섭 등(2005)는 하천내의 임계값에 따른 지형매개변수의 특성에 대해 연구하였으며, 김경탁 등은(2006) HyGIS와 SWAT의 연계시스템에 대해 연구하였다. 물관리정보유통시스템(WINS: Water Management Information Networking System)에서는 자동 수위관측기를 운영하여 정보화 사업이 추진되고 있다. 이러한 자료를 바탕으로 보다 정확한 농업용 저수지에 따른 농촌유역에서의 물순환의 변동 및 농업수자원 부족량의 평가가 가능한 방향으로 추진되고 있다. 본 연구에서는 SWAT(Soil and Water Assessment Tool) 모형에서 농업용 저수지의 고려 유무에 따른 유역 물수지와 하천 유출량을 모의하여 농업용 저수지의 수문학적 영향을 분석하고자 한다.

SWAT 모형 개요

SWAT(Arnold et al, 2002) 모형은 장기-강우 유출 모형(continuous rainfall-runoff model)으로 장기간에 걸친 다양한 토양속성과 토지이용 그리고 관리상태의 변화에 따른 크고 복잡한 유역의 유출량 및 미계측유역의 비점원오염을 추정하기 위해 미국 농무성 농업연구소(USDA, ARS)에 의해 개발된 유역모델 이다(그림 1). SWAT 모형은 일 단위의 모의가 가능한 유역단위의 준 분포형 장기-강우유출모형으로서 4가지의 부모형으로 구성되어 있다. 즉, 수문 부모형, 토양유실 부모형, 영양물질 부모형, 하도추적 부모형으로 구분된다. 이 중에서 수문 부모형은 저류방정식에 의해 일 단위로 물수지를 산정하며, 차단, 지표면, 유출, 측방유출 또는 중간유출, 침투, 지하수 흐름, 수로손실, 증발산 등으로 구성된다. SWAT모형에서 일별 지표면 유출량은 SCS방법을 이용하여 산정하며, 침식과 유사량은 수정된 범용토양유실공식(MUSLE)에 의해 각 수문반응단위(HRU)에 따라 추정된다. SWAT에서 일별 유출량은 SCS 방법을 통하여 산정하며, 측

방 유입량은 Kinematic Storage Model을 이용하고 침투는 10개 이하의 층으로 나누어 선형저수량 추적기법을 이용하여 계산한다. 잠재 증발산의 산정에는 Hagreaves, Priestly-Taylor, Penman-Monteith을 이용한다.(Neitsch,S. L., et al., 2001) 최근 지형정보시스템의 공간분석 기능과의 결합을 통한 강우-유출 수문모형이 더욱 발전하는 추세이다. 따라서 본 연구에서는 AVSWAT2000 모형을 이용하여 분석하였다.

1. SWAT 모형의 저수지 유출량 산정

SWAT 모형에서는 저수지 모의를 위하여 아래와 같이 Emergency spillway와 Principal spillway의 수위와 수표면적을 바탕으로 저류량에 대한 수표 면적을 다음과 같이 계산하며,

$$SA = \beta_{sa} \cdot V^{expsa} \tag{1}$$

$$expsa = \frac{\log_{10}(SA_{em}) - \log_{10}(SA_{pr})}{\log_{10}(V_{em}) - \log_{10}(V_{pr})} \tag{2}$$

$$\beta = \left(\frac{SA_{em}}{V_{em}}\right)^{expsa} \tag{3}$$

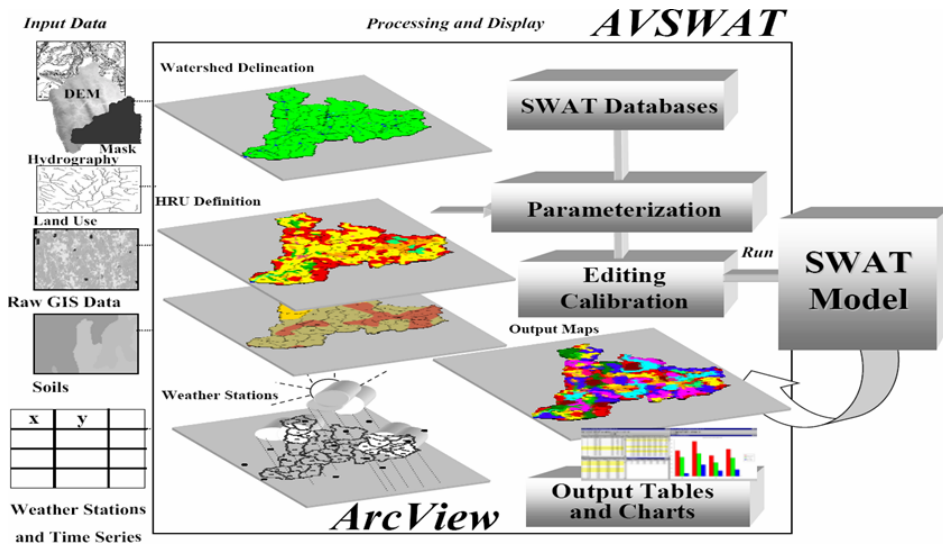


FIGURE 1. SWAT 모형

식(1)의 SA 는 수표면적(ha), V 는 저류된 물의 양(m^3), $expsa$ 는 먹지수이다. SWAT 모형에서는 주여수로와 비상여수로의 수표면적과 저수량 이렇게 알고 있는 두 개의 기지점을 사용하여 수표면적과 저수량을 산정한다(그림 2). 식(2)–(3)의 SA_{cm} 은 비상여수로까지 채워졌을 때 저수지 표면적, SA_{cm} 은 주여수로까지 채워졌을 때 저수지 표면적, V_{cm} 은 비상여수로까지 채워졌을 때 저수지에 채워진 물의 양, V_{cm} 은 주여수로까지 채워졌을 때 저수지에 채워진 물의 양이다.

SWAT에서 저수지 저류량을 산정하는 물수지는 다음과 같다.

$$V = V_{stored} + V_{flowin} - V_{flowout} + V_{pcp} - V_{evap} - V_{seep} \quad (4)$$

식(4)의 V_{stored} 는 초기 저류량, V_{flowin} 은 하루 동안 유입량, $V_{flowout}$ 은 하루 동안 유출량이며, V_{pcp} , V_{evap} , V_{seep} 는 각각 하루 동안 강수량, 증발량, 침투로 손실된 물의 양이다.

또한 SWAT에서는 저수지 모의시 방류량 자료가 필요한데 관측 자료에 따라 일방류량이나, 월방류량, 평균 연방류량 또는 목표방류량을 입력 자료로 사용한다.

대상 하천의 개요

본 연구 대상 지역은 안성천의 공도 수위 관측소를 유역출구로 하는 상류유역으로, 유역 면적은 약 371.1km², 유로연장은 26.8km, 유역 평균표고는 EL. 113.6m, 유역 평균경사는 10.6%이다. 행정구역상으로는 안성시, 천안시와 용인시가 각각 90.2%, 1.0%, 8.7%를 차지하고 지난 20여년간 공단, 택지, 골프장 조성 등의 도시지역과 산림지역, 농경지 등 유역내 토지이용이 꾸준히 변화된 지역이다. 유역내 고삼과 금광 농업용저수지를 포함하고 있다(그림 3).

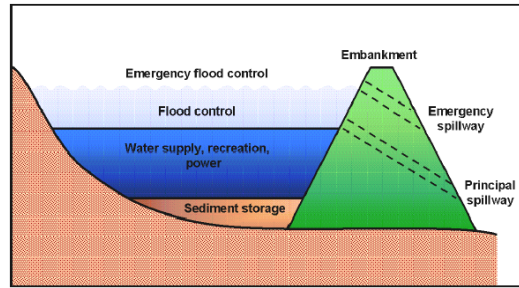


FIGURE 2. SWAT에서 저수지 구성요소

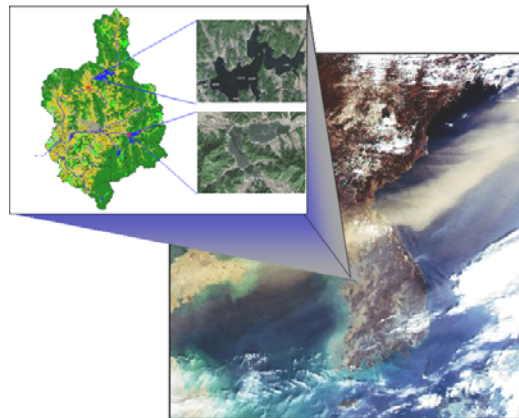


FIGURE 3. Study area

자료 및 방법

1. 수문·기상 자료

SWAT 모형에서는 유역과 근거리 기상관측소의 기상자료를 이용하여 Thiessen 가중법에 의해 각각의 HRU 소유역에 해당하는 기상자료로 변환되어 사용된다. 본 연구에서는 6개의 건교부 강우 관측 지점(안성, 원삼, 양성, 서운, 성환, 성거)을 대상으로 1997년에서 2002년까지 일자료를 구축하였으며, 기상자료로는 수위 기상관측소를 대상으로 상대습도, 최고온도, 최저온도, 일조시간, 풍속의 기상관측데이터를 구축하였다. 유량 자료는 유역 출구점에 위치하고 있는 공도 수위 관측소의 일별 유량 자료를 이용하였다.

2. 공간자료 구축

2.1 DEM 및 토지피복도

기존의 강우-유출해석을 위한 자료 구축은 해당구역의 지형도나 기타 도면들과 현장에서 관측한 자료들을 토대로 수작업 및 간단한 연산을 통해 이루어졌다. 그러나 이러한 방법들은 많은 시간과 노력이 필요하며, 그 효율성과 결과에 대한 신뢰도 역시 낮다는 문제점을 가지고 있다. 이에 GIS(Geographic Information System)의 응용범위가 확대되면서 수자원분야에 있어서도 GIS를 이용하여 효율적으로 수자원 관리하기 위한 다양한 기술 및 수문모형들이 개발되고 있다. 하드웨어의 그래픽 성능이 모델의 입력과 출력을 쉽게 가시화 할 수 있게 되면서 더욱 더 널리 이용되고 있다. RS(Remote Sensing)는 최근 들어 위성영상의 공간적, 분광적 해상도의 다양화와 더불어 영상처리기술의 획기적인 발전에 의해 현지측량이나 항공측량, 그 밖의 방법 등에 의한 것보다 넓은 지역을 빠른 시간에 효율적으로 처리하여 수문모형의 필수 입력 자료인 토지이용도를 작성할 수 있게 되었고, 주기적인 데이터 획득에 의한 정보갱신과 수치화, 시계열분석에

용이하다는 장점을 이용함으로써 과거 수십년간의 인공위성 영상자료를 이용한 토지이용의 경년변화 추정이 가능하게 되었다. 본 연구에서는 안성천지역의 NGIS(National Geographic Information System) 1:5,000 축척의 수치지도로부터 지형관련 레이어인 7111(주곡선), 7114(계곡선), 7217(표고점), 7311(삼각점)을 추출하고 ARC/INFO를 이용하여 Coverage, TIN(Triangulated Irregular Network), Lattice 변환 과정을 거쳐 공간해상도 30m×30m의 DEM과 하천망을 구축하였으며(그림 4), 토지이용도는 2000년 4월 29일 Landsat ETM+ 영상을 이용하여 최대우도 감독분류(maximum likelihood supervised classification)를 실시하여 총 8개(1.수역, 2.시가화, 3.나지, 4.초지, 5.산림, 6.논, 7.밭)의 항목으로 구축하였다(그림 5). 각 항목별 토지이용면적을 살펴보면, 수역은 4.4km²(1.2%), 시가화 20.4km²(5.5%), 나지 12.5km²(3.4%), 초지 57.6km²(15.5%), 산림 147.0km²(39.6%), 논 87.2km²(23.5%), 밭 41.0km²(11.1%)으로 구성되었다. 토양도는 농촌진흥청에서 제공하는 1:25,000 정밀토양도를 기준으로 총 37개의 토양통에 대한 수문학적 토양그룹(A, B, C, D)의 분류와 토양층의 개수 및 토양층별 깊이를 농업과학

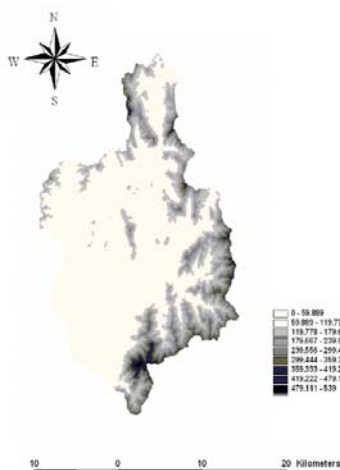


FIGURE 4. DEM

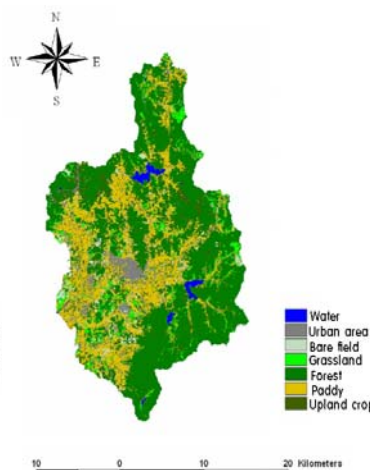


FIGURE 5. 토지이용도 (2000)

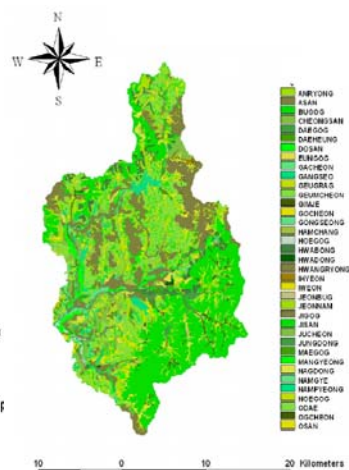


FIGURE 6. 토양도

기술원의 자료를 사용하여 산정하였다. 토양층의 유효수분량, 포화수리전도도 등의 값들은 Saxton 등(1986)의 결과를 토대로 SWAT에서 요구하는 형식의 토양 속성값(usersoil.dbf)을 부여하였다(그림 6). HRU 생성을 위한 토지이용과 토양의 면적비율을 8% : 8%로 설정하여 총 196개의 HRU로 구분하였다.

3. 저수지 자료

SWAT 모형에서는 방류량은 관측일유량, 관측월유량, 연 평균 방류율, 목표 방류량의 4가지 방법 중 하나를 이용하여 계산된다. 하지만 국내에서는 약 18,000개의 농업용저수지가 있지만 현재 전체 국내 농업용 저수지의 1% 정도만이 자동수위관측기를 가지고 있기 때문에 관측 일유량 데이터를 구축하기가 어려운 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 저수지 내용적 곡선을 이용하여 저수위 자료(그림 8a, 8b)

와 저수량 자료(그림 8c, 8d), 저수면적을 구하였다. 또한 일별 저수면적 및 저수량 자료를 이용하여 식 (1)-(3)을 풀이함으로써 저수지에 대한 강수량, 증발량, 침투로 손실된 물을 분석한 후 식(3)과 같은 물수지 분석을 통하여 저수지의 일방류량 자료를 추정하였다. 아래의 그림은 SWAT 내의 관측 일류량 방법과 SWAT 모형내 모듈을 수정하여 추정된 일방류량으로 분석하는 흐름도이다(그림 7).

3.1 저수면적과 저수량 산정

본 연구에서는 그림 4의 저수지 내용적 곡선을 이용하여, 고삼과 금광저수지를 대상으로 9개년(1998-2006) 동안의 저수위에 따른 저수면적과 저수량 산정 회귀식의 매개변수들을 표 1과 같이 결정하여 저수위 자료(그림 8a, 8b)와 저수량 자료(그림 8c, 8d), 저수면적을 구하였다.

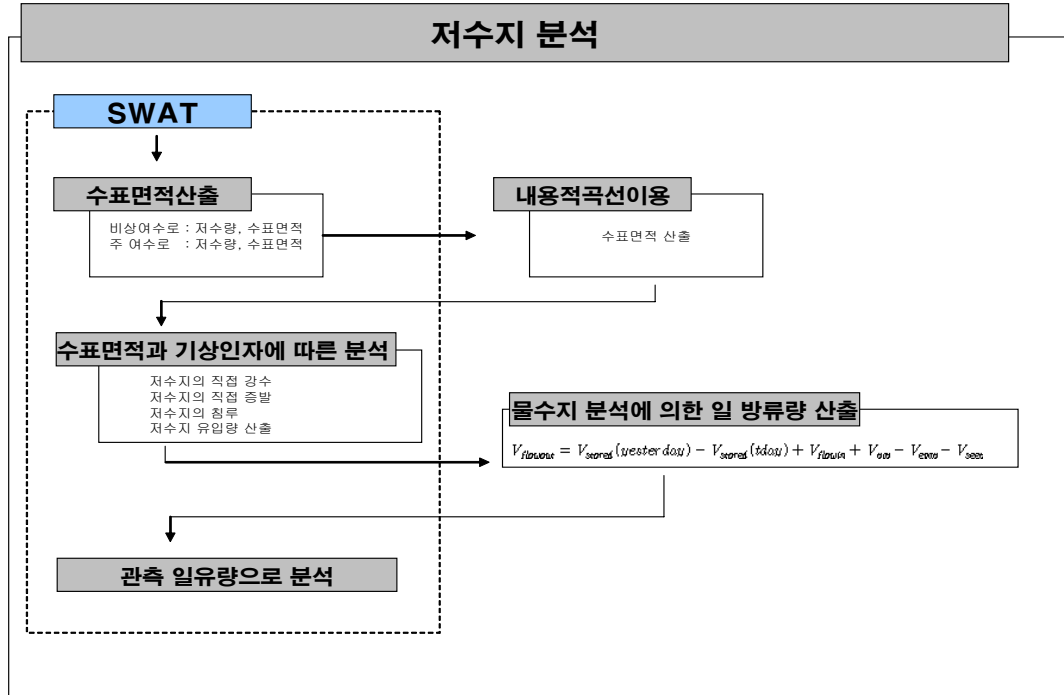
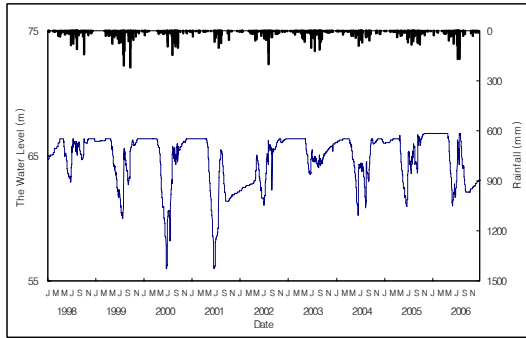


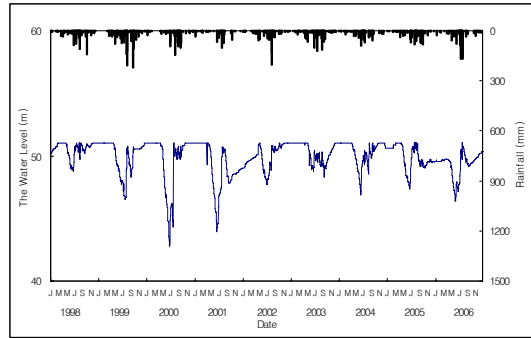
FIGURE 7. 저수지 분석 흐름도

$$\begin{aligned}
 Area &= a (Level - b)^c \\
 \ln Area &= \ln a + c \ln (Level - b) \quad (5) \\
 Y &= cX + \ln a
 \end{aligned}$$

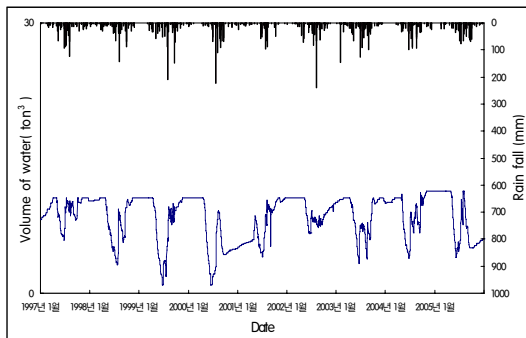
여기서, Area는 저수면적(km²), Level은 저수위(m), Y는 저수량(m³×10⁶), a, b, c는 매개변수이다.



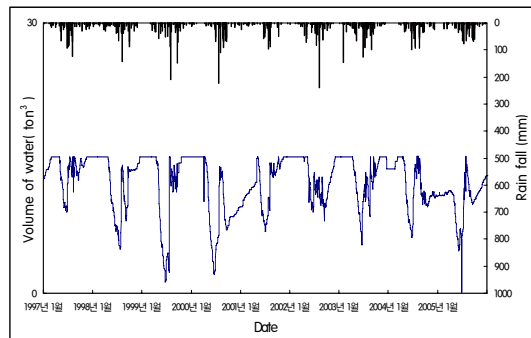
(a) 금광 저수지



(b) 고삼 저수지

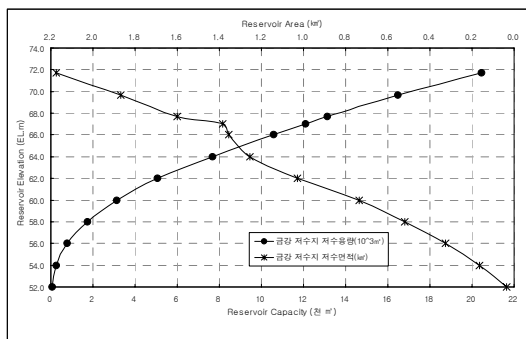


(c) 금광 저수지

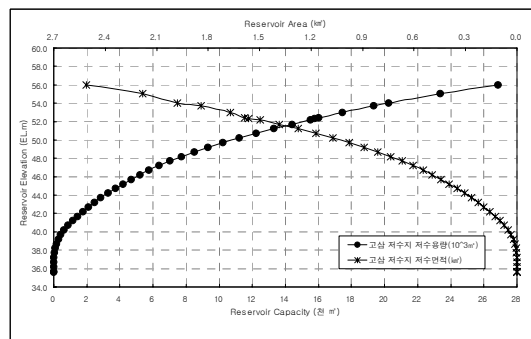


(d) 고삼 저수지

FIGURE 8. 저수지 수위와 저수량 (고삼, 금광)



(a) 금광 저수지



(b) 고삼 저수지

FIGURE 9. 저수지 내용적 곡선

본 연구에서는 위에서 분석한 일별 저수량 자료와 저수면적을 이용하여 아래와 같은 물수지 분석을 통하여 저수지의 일 방류량을 분석하였다(그림 10~11).

$$V_{flowout} = V_{stored}(yesterday) - V_{stored}(today) + V_{flowin} + V_{pcp} - V_{evap} - V_{seep} \quad (6)$$

식(6)의 V_{stored} 는 초기 저류량, V_{flowin} 은 하루 동안 유입량, $V_{flowout}$ 은 하루 동안 유출량이며, V_{pcp} , V_{evap} , V_{seep} 는 각각 하루 동안 저수지에 대한 강수량, 증발량, 침투로 손실된 물의 양이다.

3.2 저수지 유입량과 방류량

고삼저수지의 일 유입량 V_{flowin} 을 추정하기 위해서 고삼저수지를 포함한 상류 유역을 SWAT 모형에 적용하여 이를 실제 측정자료(2002년 고삼저수지 유입량, 그림 13)와 검정하였다(농업기반공사, 2001). 또한 $V_{flowout}$ 을 추정하기 위하여 해당 일마다 수표 면적에 대한 증발산량, 강우, 침투량을 산정하여 식(6)에 적용하여 일방류량을 추정하였다(그림 12).

일반적으로 농업용 저수지의 방류량은 크게 2가지 종류로 나누어진다. 첫 번째로는 농업용 저수지의 본래 목적인 농경지에 관개를 해주는 관개 방류량과 저수지의 관리와 환경 유지용수 등을 포함한 직접 유출량으로 나누어진다. 본 연구에서 분석한 $V_{flowout}$ 는 저수량의

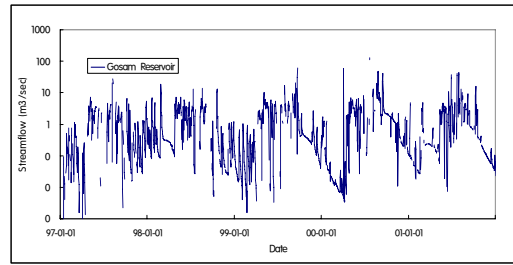


FIGURE 10. 추정된 고삼저수지 일방류량

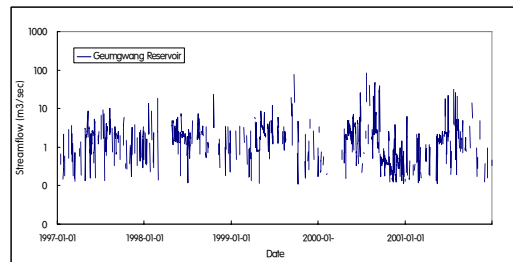


FIGURE 11. 추정된 금광저수지 일방류량

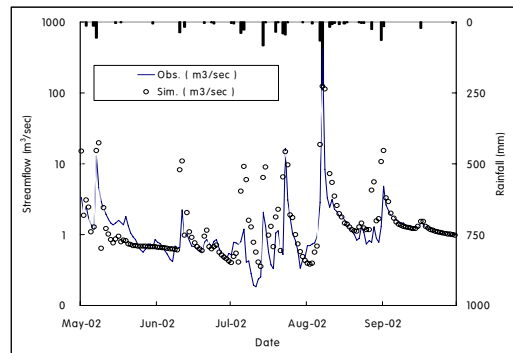


FIGURE 12. 고삼저수지 유입량 실측 자료와 비교

TABLE 1. 일별 수표면적, 저수량 산정을 위한 매개변수

Reservoir name	Classification	a	b	c	Water level (m)	
					Maximum	Minimum
Geumgwang	Area	0.0139	50	1.6626	66.4	56.0
	Volume	0.0104	50	2.4772		
Gosam	Area	0.0011	35	2.5124	51.0	42.8
	Volume	13.7508	35	2.4607		



FIGURE 13. 유입부 유량측정

차이와 강수량, 증발량, 침투로 손실된 물의 양을 가지고 분하므로 농업용저수지의 전체 방류량이 된다. 따라서 대상유역내의 고삼저수지와 금광저수지의 수혜면적의 수원을 저수지에서 주 하천으로 설정함으로써 직접 유출량은 주 하천을 따라 방류되고 관개 용수량은 농경지로 이동할 수 있도록 설정하였다.

결과 및 고찰

1. 농업용 저수지를 고려한 수문분석

본 연구에서는 농업용 저수지가 저수지 지점 및 하류 지점에서의 하천 유출량에 미치는

영향을 분석하기 위하여, 기존 농업용 저수지의 고려 및 미 고려시에 저수지 지점(금광 및 고삼)에서의 하천유출량과 하류지점(공도수위 관측소)에서의 하천유출량에 미치는 영향을 분석하고자 하였다. 그림 14은 1997~1999년에 적용 결과 이고 그림 15~16은 2000년, 2001년에 적용한 결과이며 이를 살펴보면 홍수기의 유출량을 저수지가 충분히 저류함으로써 공도 지점에서의 유출량이 저수지 고려시에 적게 모의된 것을 알 수 있다. 즉, 상류유역의 두 저수지가 강우시에는 저류, 비강우시에는 관개수 방류기능을 수행하면서, 저수지가 없는 경우 2개년(2000, 2001)에 대한 모의결과, Nash-Sutcliffe 모델효율은 0.37로, RMSE는 2.91 mm/day로 나타나 저수지 고려시의 결과와 비교하면 각각 0.18의 모델효율 저하, 0.58%의 오차증가를 보였다(표 2).

그림 15~16에서 보는 바와 같이, 저수지 고려유무에 따라 관개기가 시작되는 4월부터는 저수지에 의한 저류 및 방류 조절패턴을 살펴볼 수 있다. 4월부터 7, 8월 사이에 강우로 인하여 변동이 심한 자연유출량을 인위적으로 일정량 방류하는 것을 볼 수 있으며, 금광과 고삼 저수지 유출유역은 3월부터 6월까지의 저수량의 인위적인 방류로 인한 확연한 차이, 7월~8월 중순의 홍수기에는 확실한 저류기능

TABLE 2. 통계적 변량을 이용한 유출량 검 · 보정결과

Period	Year	Rainfall (mm)	Discharge (mm)			Runoff Ratio(%)			RMSE (mm/day)		ME	
			Obs.	Sim.		Obs.	Sim.		Ex.	In.	Ex.	In.
				Ex.	In.		Ex.	In.				
Calibration	1997	1385.7	762.12	867.42	625.85	0.55	0.62	0.45	2.94	2.59	0.57	0.67
	1998	1549.9	805.94	1048.69	817.43	0.52	0.67	0.52	3.21	2.86	0.49	0.60
	1999	1442.6	1024.24	1254.52	993.51	0.71	0.86	0.68	3.31	2.94	0.75	0.79
	overall	1459.4	864.10	1056.88	812.26	0.59	0.72	0.55	3.15	2.80	0.60	0.69
Verification	2000	1347.4	889.28	1332.22	1051.13	0.66	0.98	0.78	2.91	2.12	0.57	0.66
	2001	841.3	420.65	583.74	547.90	0.50	0.69	0.65	2.92	2.55	0.16	0.45
	overall	1094.3	654.965	957.98	799.515	0.58	0.83	0.71	2.91	2.33	0.37	0.55

* ex: reservoir exclusion, in: reservoir inclusion

을 그리고 8월말~9월초에는 다시 관개를 위하여 방류를 시도한 패턴을 볼 수 있다.

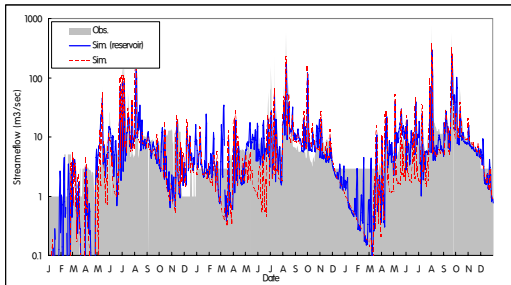


FIGURE 14. 저수지 고려 유무에 따른 유출량 변화 모의 (1997~1999)

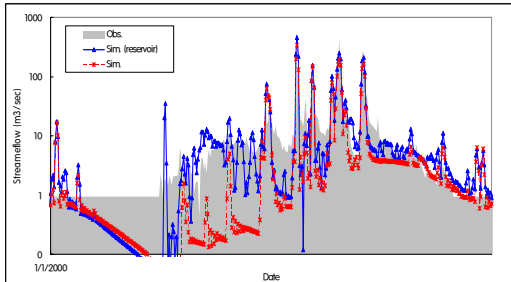


FIGURE 15. 저수지 고려 유무에 따른 유출량 변화 모의 (2000)

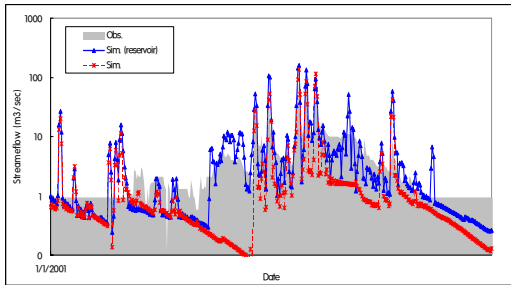


FIGURE 16. 저수지 고려 유무에 따른 유출량 변화 모의 (2001)

요약 및 결론

본 연구에서는 안성천 유역내 공도수위관 측소 지점의 상류유역을 대상으로 SWAT 모

형에서 농업용 저수지의 고려 유무에 따른 유역 물수지와 하천 유출량을 모의하여 농업용 저수지의 수문학적 영향을 분석하고자 하였다. 대상유역의 경우 고삼, 금광저수지등의 농업용저수지가 위치하고 있어 저수지 연계 해석이 이루어져야한다고 판단되어진다. 하지만 국내 약 18,000개의 농업용 저수지의 관측 현황은 이를 따라주지 못하는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 SWAT내 저수지 관련 모듈을 개선해 1998~2005년까지 실측된 내용적 곡선으로 수표면적을 산출하고 물수지 분석을 통하여 저수지 일유량을 산정하였다. 유역내 고삼 및 금광 농업용 저수지를 고려하여 저수지의 고려시 및 미고려시에 대한 각각의 하천유출 거동을 분석하였다. 그 결과 관개기가 시작되는 4월부터는 저수지에 의한 저류 및 방류 조절패턴을 살펴볼 수 있다. 4월부터 7, 8월 사이에 강우로 인하여 변동이 심한 자연유출량을 인위적으로 일정량 방류하는 것을 볼 수 있으며, 금광과 고삼 저수지 유출유역은 3월부터 6월말까지는 저수량의 인위적인 방류로 인한 확연한 차이, 7월~8월 중순의 홍수기에는 저류기능을 그리고 8월말~9월초에는 다시 관개를 위하여 방류를 시도한 패턴을 확인 할 수 있었다. 이는 중·소규모의 저수지가 많은 우리나라에서는 이를 규명하여야지 더욱더 정확한 모의가 가능할 것이라고 판단되며, 향후 GIS와 RS 데이터 뿐만 아니라 농업용 저수지에 관한 데이터 수집 및 측정과 국내 농업용 저수지 고려 방안에 대해서 좀 더 정교한 연구가 이루어져야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 21세기 프론티어 연구개발 사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비지원(과제번호 : 2-2-3)에 의해 수행되었습니다. **KAGIS**

참고 문헌

- 김경탁, 최윤석 (2006). “HyGIS와 SWAT의 연계 시스템개발” 한국지리정보학회지, Vol. 제9권, 제3호, pp. 136-145.
- 김진택, 박기욱, 주옥중 (2005). “자동수위관측기를 이용한 농업용 저수지 모니터링 시스템.” 한국관개배수학회논문집, 한국관개배수학회, Vol. 제12권, 제1호, pp. 60-68.
- 농업기반공사 (2001) 농업용수의 공익적 기능 평가 및 섬진강댐의 최적운영방안 수립 보고서. pp102-132.
- 안승섭, 이증석, 김종호, 임기석 (2005). “하천생성 임계면적의 변화에 따른 유역의 지형관련 매개변수들의 특성분석” 한국지리정보학회지, Vol. 제8권, 제2호, pp. 10-20
- 정인주, 문두열, 정범석 (2005). “GIS기반에서 댐저수량 산정의 정확도 향상” 한국지리정보학회지, Vol. 제8권, 제2호, pp. 136-144.
- 한국건설기술연구원. (2007). “지표수 수문성분 해석시스템 개발. pp. 160-210.
- Arnold, J.G., S.L. Neitsch, J.R. Kiniry, J.R. Williams and K.W. King. 2002. *Soil and Water Assessment Tool : Theoretical Documentation Version 2000*. Texas Water Resources Institute, College Station, Texas. pp.1-26.
- Neitsch, S.L., J.G. Arnold, J.R. Kiniry and J.R. Williams. 2001. Soil and Water Assessment Tool; the theoretical documentation, U.S Agricultural Research Service pp. 340-367.
- Saxton, K.E., W.J. Rawls, J.S. Romberger, and R.I. Papendick. 1986. Estimating generalized soil-water characteristics from texture. *Soil Science Society of America Journal* 50(4) : 1031-1036. **KAGIS**