

# HyGIS와 SWAT2005 모형의 연계시스템 개발

## Development of Interface System Coupling SWAT2005 Model with HyGIS

최윤석\*, 김경탁\*\*

Yun Seok Choi, Kyung Tak Kim

### 요 지

SWAT(Soil and Water Assessment Tool)은 대규모의 복잡한 유역에서 장기간에 걸친 다양한 종류의 토양과 토지이용 및 토지관리 상태에 따른 물과 유사 및 농업화학물질의 거동이 토지관리방법에 미치는 영향을 예측하기 위해 미국 농무성 농업연구소(USDA Agricultural Research Service, ARS)의 Jeff Arnold에 의해 1990년대 초에 개발된 유역모델이며, 최근에는 SWAT2005 모형이 개발되었다. SWAT 모형은 SWAT2000 모형을 구동하기 위한 ArcView 3.2a 기반의 인터페이스 시스템이 널리 이용되어 왔으나, 최근에는 SWAT2005 모형과 ArcGIS를 연계 운영하기 위한 ArcSWAT(Winchell et al, 2008)이 개발된 바 있다. 국내에서는 GIS와 데이터베이스를 기반으로 SWAT2000 모형의 구동 및 입출력 자료의 관리 등을 효과적으로 수행할 수 있는 SWAT2000 모형과 HyGIS(Hydro Geographic Information System)를 연계시스템인 HyGIS-SWAT(김경탁과 최윤석, 2006)이 개발된 바 있다. 본 연구에서는 최근 들어 SWAT2005 모형의 활용성이 높아짐에 따라 HyGIS와 SWAT2005 모형의 연계시스템을 개발하고자 하며, 이를 통해서 SWAT2005 모형 구동의 효율성과 편의성을 증대시킬 뿐만 아니라, 개선된 SWAT2005 모형으로 기존의 HyGIS-SWAT을 개선하고자 한다.

**핵심용어** : HyGIS, SWAT2005 모형, 연계시스템, GIS, 데이터베이스

### 1. 서 론

SWAT 모형은 토양, 토지이용, 토지의 관리 상태에 따라서 물과 유사 및 농업화학 물질의 거동을 해석하는 모형이다. SWAT 모형을 구동하기 위해서는 유역의 지형 공간정보와 강우 및 기상에 관련된 시계열 자료뿐만 아니라, 많은 양의 비공간 정보를 필요로 한다. 이에 따라서 SWAT 모형은 지형분석과 데이터베이스 관리를 함께 수행할 수 있는 GIS(Geographic Information System) 시스템과 연계 운영되어 왔다. SWAT 모형과 GIS의 연계 시스템으로는 ArcView와 SWAT의 인터페이스 시스템인 AVSWAT(Di Luzio, et al, 2001)이 널리 이용되고 있으며, 국내에서는 GIS와 데이터베이스 기반의 수자원 지리정보시스템인 HyGIS와 SWAT의 인터페이스 시스템인 HyGIS-SWAT(최윤석과 김경탁, 2006)이 개발된 바 있다.

미국의 Texas A&M Univ.와 EPA(Environmental Protection Agency), NRCS(Natural Resources Conservation Service) 등에서는 SWAT 모형에 대한 연구를 지속하고 있으며, 최근에는 SWAT2005 모형의 개발과 함께 SWAT2005 모형과 ArcGIS의 연계 시스템인

\*정회원 · 한국건설기술연구원 수자원연구실 연구원 · E-mail : yschoi51@kict.re.kr

\*\*정회원 · 한국건설기술연구원 수자원연구실 책임연구원 · E-mail : ktkim1@kict.re.k

ArcSWAT(Winchell et al. 2008)을 개발한바 있다. 이와 같이 SWAT2000 모형을 개선한 SWAT2005 모형의 활용성이 높아짐에 따라 본 연구에서는 HyGIS와 SWAT2005 모형의 연계 시스템을 개발하였으며, 시스템의 개발 과정과 특징 및 기존의 HyGIS-SWAT과의 차이점 등을 기술하고자 한다.

## 2. 시스템 개발 환경

HyGIS-Model(과학기술부, 2007)에서는 수문학적 지형정보를 생성 및 분석할 수 있는 HyGIS와 수문, 수리, 수질 모형을 GIS와 데이터베이스를 기반으로 연계 운영하기 위한 시스템의 개념을 제공하고 있다. 본 연구에서는 이와 같은 HyGIS-Model의 개발 환경에 따라서 HyGIS와 SWAT2005 모형을 연계 운영하기 위한 GIS와 데이터베이스 기반의 인터페이스 시스템을 개발하고자 한다.

본 시스템에서는 HyGIS에서 채택하고 있는 GEOMania GIS를 적용하였으며, 이에 따라서 공간 데이터베이스는 GSS(GEOMania Storage System)를 이용하였다. 또한 비공간 데이터베이스와 시계열 데이터베이스는 Microsoft Access 프로그램을 이용하여 편리하게 조회 및 편집할 수 있는 mdb를 이용하고 있다. 시스템의 개발은 GDK(GEOMania Development Kit)와 Visual Basic .NET을 이용하였으며, 범용 GIS 툴인 GMMap 환경에 dll 형태로 add-on되어 운영할 수 있다.

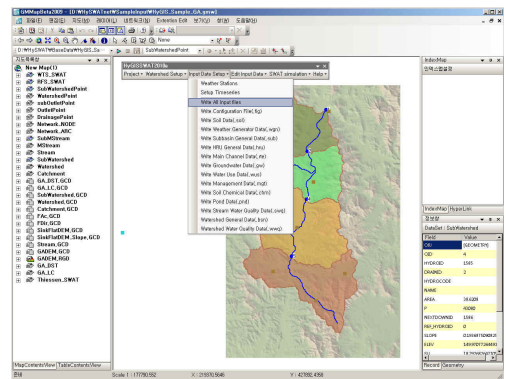


그림 1. GMMap에 add-on된 HyGIS와 SWAT2005 모형의 인터페이스 시스템

## 3. 시스템 개발 방법

기존의 HyGIS-SWAT은 HyGIS와 SWAT2000 모형을 연계 운영하기 위한 인터페이스 시스템이다. 따라서 SWAT2000 모형과 SWAT2005 모형의 차이점을 분석하고, 이를 반영하여 HyGIS-SWAT의 시스템 환경 및 전후처리 과정을 개선함으로써 HyGIS와 SWAT2005 모형의 연계 시스템을 개발하고자 한다.

### 3.1 SWAT2005 모형의 분석

SWAT2005 모형은 SWAT2000 모형이 수정 및 보완된 모형으로, 이론적 배경, 적용 가능한 자료의 종류, 입출력 파일의 종류 및 입출력 포맷 중 일부 항목을 주요 대상으로 하고 있다(Neitsch, 2005). HyGIS와 SWAT2005 모형의 연계 시스템에서는 SWAT 모형 내부의 이론적 배경과 수문성분의 해석 프로세스 보다는 HyGIS와 SWAT2005 모형을 연계 운영하기 위한 입출력 파일의 생성 및 처리 프로세스에 주안점을 두고 있으며, 따라서 SWAT2005 모형의 입출력 파일의 변경을 중점적으로 검토하였다. Neitsch(2005)에 따르면 SWAT2005 모형은 16개 종류의 입출력 파일에서 신규 매개변수의 추가와 기존 매개변수의 삭제, 매개변수의 이동 및 명칭 변경과 같은 매개변수 변경과, 신규 입력파일의 추가를 명시하고 있으며, Neitsch et al(2005a; 2005b)은 1시간 미만의 강우자료의 적용, 입력 파일의 이름 및 포맷의 변경 등과 같은 입력파일의 변경을 명시하고 있다.

### 3.2 HyGIS-SWAT의 업그레이드를 통한 신규 시스템의 개발

Microsoft Visual Basic 6을 이용해서 개발된 기존의 HyGIS-SWAT을 Visual Basic .NET으로 전환하고, SWAT 모형과의 인터페이스를 수정함으로써 HyGIS와 SWAT2005 모형의 연계 시스템을 개발하고자 한다. 이를 위해서 Microsoft Visual Studio 2008과 .NET framework 3.5를 이용하였으며, MS COM(Component Object Model) component로 생성된 form control 및 ADO(ActiveX Data Object) 등을 .NET framework로 전환하였다. Visual Studio 2008에서 제공하고 있는 자동 코드 업그레이드 기능을 이용하여 1차적으로 Visual Basic 6 코드를 Visual Basic .NET으로 업그레이드하고, 참조 컴포넌트의 교체 및 오류 수정 등의 과정을 거쳐서 오류 없이 빌드 되도록 업그레이드 과정을 수행하였다.

이와 같이 .NET으로 업그레이드 된 HyGIS-SWAT 소스코드를 최대한 활용하여 SWAT2005 모형에서 필요로 하는 입출력 인터페이스를 추가 개발하였으며, 새롭게 개발된 시스템에서 생성된 입력파일을 이용하여 SWAT2005 모형을 구동함으로써 HyGIS와 SWAT2005 모형의 연계 시스템의 프로토타입을 개발하였다.

## 4. 시범 시스템의 개발

### 4.1 GUI 구성

본 연구에서 개발한 프로그램의 GUI는 기존의 HyGIS-SWAT의 GUI를 가능한 유지함으로써 기존에 HyGIS-SWAT을 접해본 사용자들이 쉽게 새로운 프로그램을 이용할 수 있도록 하였다. 또한 기본 언어를 영어로 채택함으로써, 국내뿐만 아니라 외국의 잠재적 수요에 대응하기 위한 기반을 마련하였다.

SWAT2005 모형과 SWAT2000 모형의 입출력에서의 주요한 차이점 중 하나는 SWAT2000 모형에서 사용되던 .cod 파일이 없어지고, .cod 파일에 포함되었던 매개변수들이 file.cio와 basins.bsn 파일로 이동됨으로써 각 파일의 매개변수 및 매개변수의 설정 과정이 변경된 것이다. 따라서 기존의 HyGIS-SWAT에서는 모형설정 GUI에 통합되어 있던 basins.bsn과 basins.wwq 파일의 생성 및 수정 과정이 독립적인 메뉴 및 GUI로 추가되었으며, 모형설정 GUI가 변경되었다. 그림 2과 그림 3은 basins.bsn과 basins.wwq 파일의 생성과 편집을 위한 GUI를 나타낸 것이다.

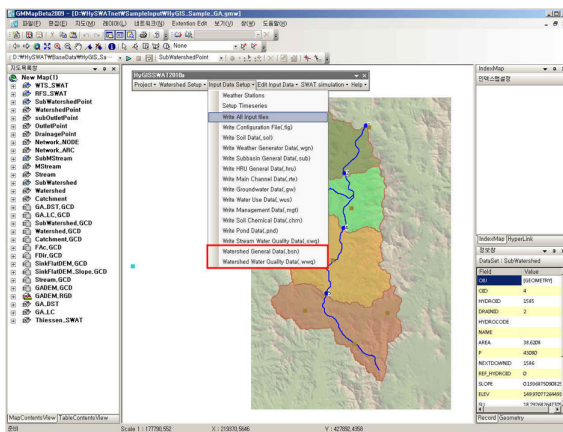


그림 2. .bsn과 .wwq 파일 생성 메뉴

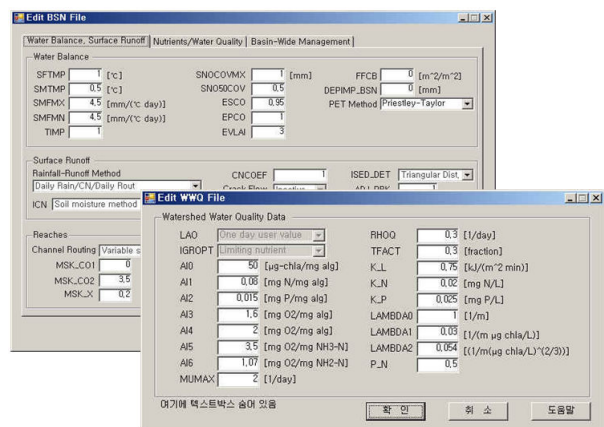


그림 3. .bsn과 .wwq 파일 편집 GUI



## 5. 결론

본 연구에서는 수자원 지리정보시스템인 HyGIS와 SWAT2005 모형을 연계 운영하기 위한 인터페이스 시스템을 개발하였다. SWAT2000 모형과 SWAT2005 모형의 입출력 인터페이스의 차이점을 분석하고, 이를 기반으로 하여 기존의 HyGIS-SWAT 시스템을 업그레이드함으로써 HyGIS와 SWAT2005 모형의 연계를 위한 시범 시스템을 개발하였다. 본 연구를 통해서 개발된 시스템은 기존의 HyGIS-SWAT과 같이 HyGIS-Model 환경에서 HyGIS의 시공간 데이터베이스를 직접 활용할 수 있으며, 입출력 자료 또한 데이터베이스를 기반으로 운영함으로써 모형 구동을 위한 자료의 생성 및 관리를 효과적으로 수행할 수 있다. 본 연구에서는 개발된 시범시스템을 이용하여 SWAT2005 모형의 구동을 위한 전후처리를 수행하였으며, SWAT2005 모형을 이용하여 효과적으로 모의를 수행할 수 있었다. 시스템의 개발은 GDK와 최신 개발 툴인 Visual Basic .NET을 이용하였으며, 이를 통해서 향후에도 지속적으로 시스템의 유지관리 및 기능의 개선을 용이하게 수행할 수 있는 여건을 마련할 수 있었다. 본 연구에서는 HyGIS를 기반으로 SWAT2005 모형을 구동할 수 있는 기술을 개발할 수 있었으며, 이를 통해서 국내 상황에 적합한 자료를 효과적으로 활용하여 SWAT2005 모형을 구동할 수 있는 환경을 마련할 수 있었다.

## 감사의 글

본 연구는 21세기 프론티어연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발 사업단의 연구비 지원(과제번호:1-2-3)에 의해 수행되었습니다.

## 참고문헌

1. 과학기술부(2007). HyGIS 개발, 21세기 프론티어연구개발사업 수자원의 지속적 확보기술개발사업.
2. 김경탁, 최윤석(2006). HyGIS와 SWAT의 연계 시스템 개발. 한국지리정보학회지. 제9권, 제3호. pp.136-145.
3. 김경탁, 최윤석(2009). HyGIS와 SWAT2005 모형의 연계 시스템 소개. 제3회 SWAT-KOREA 컨퍼런스. 한국건설기술연구원. pp.57-62.
4. Di Luzio, M., R. Srinivasan, and J.G. Arnold(2001). ArcView Interface for SWAT2000 User's Guide.
5. Neitsch, S.L.(2005). Differences between SWAT2000 and SWAT2005.
6. Neitsch, S.L., J.G.Arnold, J.R.Kiniry, and J.R.Williams(2005a). Soil and Water Assesment Tools Theoretical Documentation Version 2005.
7. Neitsch, S.L., J.G.Arnold, J.R.Kiniry, R. Srinivasan, and J.R.Williams(2005b). Soil and Water Assesment Tools User's Manual Version 2005.
8. Winchell, M., R. Srinivasan, M. Di Luzio, and J. Arnold(2008). ArcSWAT 2.1 Interface for SWAT2005 - User's Guide.