

HyGIS와 SWAT2000 모형의 연계 시스템(HyGIS-SWAT) 개발

Development of HyGIS-SWAT

최윤석*, 김경탁**

Yun Seok Choi, Kyung Tak Kim

요 지

SWAT을 구동하기 위해서는 유역의 지형자료와 시계열 자료뿐만 아니라 토지경작과 오염물질의 거동에 관계하는 많은 비공간 데이터가 필요하다. 이와 같이 방대한 자료를 이용하여 효과적으로 SWAT을 구동하기 위하여 GIS 시스템과 SWAT을 연계 운영할 수 있는 프로그램을 개발하고, 이를 실무에 이용하고 있다. 본 연구에서는 HyGIS(과학기술부, 2004)와 SWAT2000 모형의 연계 시스템인 HyGIS-SWAT의 개발을 위하여 HyGIS-SWAT 데이터 모델을 기반으로 하는 시스템의 운영프로세스를 정립하였으며, 이에 따른 데이터 베이스를 설계 및 구축 하였다. 또한 SWAT2000 모형의 구동에 필요한 HRU를 계산하기 위한 알고리즘을 개발하였으며, 입력매개변수의 자동계산 모듈을 개발하였다. 연구결과 HyGIS-SWAT의 시범 시스템을 개발할 수 있었으며, HyGIS-SWAT 데이터 모델과 HyGIS-Model 통합시스템의 운영표준은 HyGIS를 이용한 응용프로그램 개발에 효과적으로 이용될 수 있는 것으로 나타났다. 또한 HyGIS-SWAT의 개발과정에서 축적된 기술은 HyGIS와 다양한 수자원 모형의 연계 시스템 개발 시에 기반기술로 이용될 수 있을 것이다.

핵심용어 : HyGIS-SWAT, HyGIS, SWAT, HyGIS-Model, 데이터 모델, 데이터베이스

1. 서 론

SWAT(Soil and Water Assessment Tool)은 미국 농무성 농업연구소 (USDA Agricultural Research Service, ARS)의 Jeff Arnold에 의해 1990년대 초에 개발된 유역모델로서 현재 SWAT2000이 널리 이용되고 있다(S.L. Neitsch 등, 2001a). SWAT은 대규모의 복잡한 유역에서 장기간에 걸친 다양한 종류의 토양과 토지이용 및 토지관리 상태에 따른 물과 유사 및 농업화학 물질의 거동이 토지관리방법에 미치는 영향을 예측하기 위해 개발되었으며, 이를 위하여 유역의 지형자료와 시계열 자료뿐만 아니라 토지경작과 오염물질의 거동에 관계하는 많은 비공간 데이터를 이용하고 있다.

이와 같이 복잡한 입력자료의 구성을 위하여 GIS와 연계 운영될 수 있는 시스템이 개발되었으며, 현재 ArcView와 연계된 시스템이 주로 이용되고 있다(M.Di Luzio 등, 2001). 본 연구에서는 SWAT을 한국의 실정에 적합하게 이용하기 위하여 HyGIS와 SWAT2000의 연계 시스템을 개발하였으며, 이를 HyGIS-SWAT이라고 한다. 김경탁과 최윤석(2006)은 본 연구의 선행연구로서 HyGIS와 수자원 모형의 연계 시스템 개발을 위한 데이터 모델링에 대하여 기술하고 있으며, HyGIS-SWAT 데이터 모델과 시스템 구성을 위한 개념이 제시되어 있다. 본 연구에서는 실제 HyGIS-SWAT의 개발 과정에서 수행된 일련의 과정과 그 특징을 기술하고, HyGIS 데이터 모델

* 정회원·한국건설기술연구원 수자원연구부 연구원·Email : yschoi51@kict.re.kr

** 정회원·한국건설기술연구원 수자원연구부 선임연구원·Email : ktkim1@kict.re.kr

3. HRU

SWAT에서는 수문응답 단위로 HRU(Hydrological Response Unit)를 이용하고 있다. HRU는 유역의 범위 내에 있는 토지이용속성과 토양속성을 기준으로 분할된 최소 모의 단위이며, 소유역 내에서의 위치는 고려하지 않는 특징이 있다. HyGIS-SWAT에서는 HRU의 계산을 위해서 대상 유역의 전체 HRU에서 각각의 폴리곤에 대한 면적, 경사, 속성에 대한 정보를 DB화하고 있으며, 이를 이용하여 다양한 조건에 대한 HRU 및 그 속성을 계산한다. 그림 4는 HRU 계산을 위한 DB의 관계도를 나타낸 것이다.

HyGIS-SWAT에서는 소유역내에서 가장 큰 면적비를 가지는 토지피복속성과 토양속성을 이용하여 하나의 소유역에서 하나의 HRU를 설정하는 방법과 특정 지배 면적비를 기준으로 하여 기준 값 이상의 면적비를 차지하고 있는 HRU를 모의하는 방법을 지원하고 있다. 전자의 경우 HRU의 면적과 경사로 소유역의 면적과 평균경사를 이용하고 있다. 후자의 경우에는 AVSWAT2000에서는 기준 면적비에 의한 HRU별 면적은 재분배하여 계산하고 있으나, HRU의 경사로 소유역의 평균경사를 이용하고 있다(M.Di Luzio 등, 2001). HyGIS-SWAT에서는 HRU의 평균경사로 토지 피복속성의 지배 면적 재분배에 따른 영향을 반영하고 있으며, 이를 위하여 다음의 식(1)을 이용하고 있다.

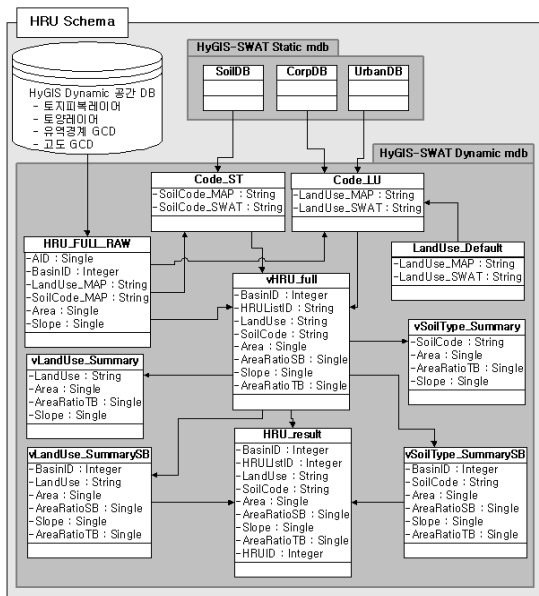


그림 4. HRU 계산을 위한 DB 관계도

$$S_I = \frac{\sum_{J=1}^N (A_{IJ} \times S_J) + A_{Iori} \times S_{Iori}}{\sum_{J=1}^N A_{IJ} + A_{Iori}}$$

(1)

- S_I : I 속성을 가지는 영역의 평균경사
- S_J : HRU 계산에서 제외되는 영역 중 J 속성을 가지는 영역의 평균경사
- A_{IJ} : I 속성에 배분되는 J 속성의 면적
- A_{Iori} : I 속성을 가지는 영역의 기존 면적
- S_{Iori} : I 속성을 가지는 영역의 기존 평균경사 값
- N : HRU 계산에서 제외되는 속성의 개수

3. HyGIS-SWAT의 운영

HyGIS-SWAT은 GEOMania 3.0 Pro/3D 환경에 add-on된 형태로 운영된다. HyGIS에서 구축된 공간 DB를 이용하여 SWAT 모형의 입력 지형인자를 계산하고 있으며, 수문시계열 자료는 HyGIS의 시계열 DB를 이용하고 있다. SWAT에서는 공간자료와 시계열 자료 외에도 다양한 비공간 자료를 이용하고 있다. 이러한 비공간 정보를 DB기반 시스템에 맞추어 효과적으로 관리 및 사용하기 위하여 HyGIS-SWAT에서는 Static DB를 이용하고 있으며, Static DB에서 모형의 입력 데이터로 직접 이용되는 자료와 모형의 수행결과는 Dynamic DB를 이용하고 있다. 이러한 시스템

의 구성은 HyGIS-Model 통합환경의 운영표준과 그림5의 통합환경에서의 입출력표준을 준수하고 있으며, 그림 6은 HyGIS-SWAT의 운영에 대한 개념도를 나타낸 것이다.

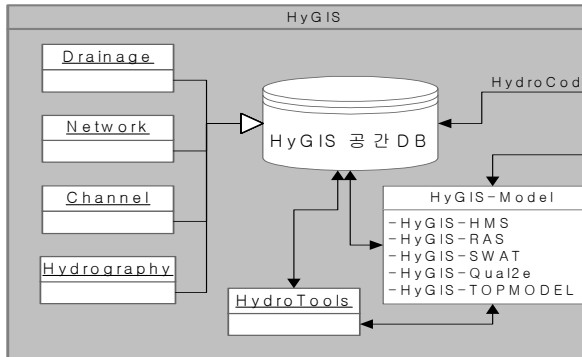


그림 5. HyGIS-Model에서의 입출력 개념도

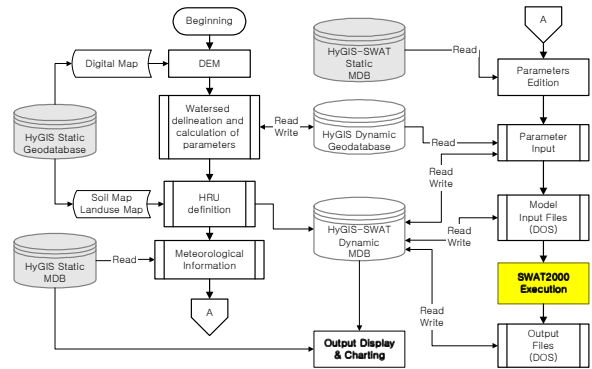


그림 6. HyGIS-SWAT의 운영 개념도

4. HyGIS-SWAT 시범 시스템

본 연구에서는 전술한 HyGIS-SWAT 데이터 모델과 HyGIS-SWAT의 운영개념을 기반으로 시범 시스템을 개발하였으며, HyGIS와 완전 연계되어 구동되고 있다. HyGIS-SWAT에서는 국내 실정에 적합한 형태로 공간정보를 자동 생성할 수 있으며, 한국의 지역적 특성이 반영된 비공간 DB를 이용하고 있다.

SWAT은 많은 양의 공간정보, 시계열 자료 및 비공간 정보를 필요로 하고 있다. 특히 다양한 비공간 정보의 경우 이를 모형에 적용하기 위해서는 비공간 정보에 대한 열람, 선택, 편집, 적용 시나리오의 설정, 입력 변수의 적절성 평가, 모형 구동결과의 검·보정 등 복잡한 절차가 필요하다. HyGIS-SWAT에서는 이를 위하여 MDB로 비공간 DB를 구성하였으며, 프로그램의 실행 중에 DB의 열람과 수정 및 입력자료의 편집을 위한 다양한 기능을 제공하고 있다. 모형의 수행결과 또한 MDB로 저장되고 있으며, 사용자는 표와 그래프 및 텍스트 파일로 그 내용을 분석할 수 있다. 그림 7은 HyGIS-SWAT의 주요 수행 화면을 나타낸 것이다.

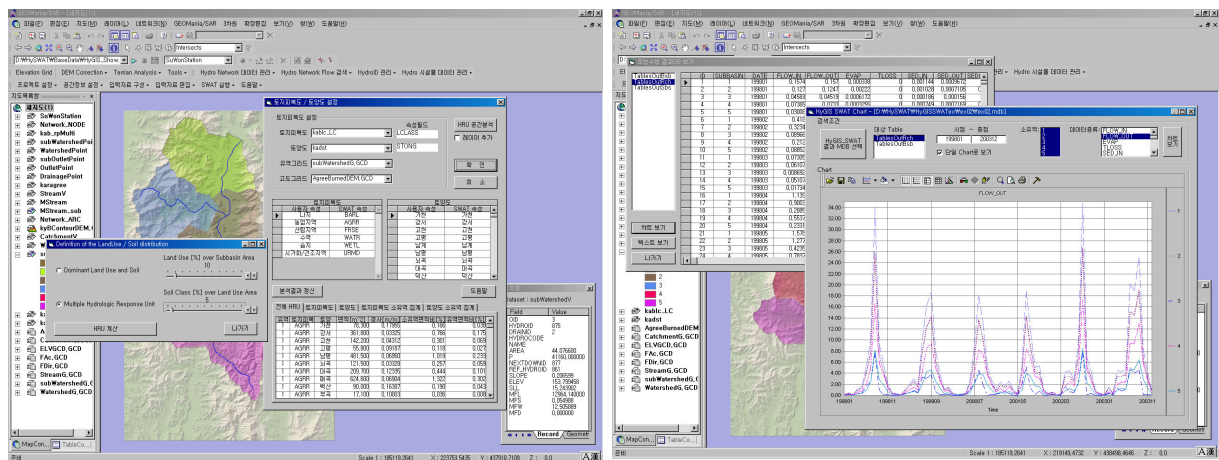


그림 7. HyGIS-SWAT의 수행 화면

5. 결 론

본 연구에서는 GIS 기반의 수자원 시스템인 HyGIS를 SWAT 모형과 연계 운영할 수 있는 HyGIS-SWAT을 개발하였다. 이 과정에서 HyGIS 데이터 모델과 HyGIS-Model 통합시스템의 운영표준은 HyGIS를 이용한 응용프로그램 개발에 효과적으로 이용될 수 있는 것으로 나타났다. HyGIS-SWAT은 기존에 사용되던 AVSWAT2000에 비하여 입출력 자료의 관리와 그래프 기능이 향상되었으며, 입력 데이터로 사용되는 다양한 비공간 DB와 입력 매개변수의 자동계산 과정을 국내 실정에 맞게 적용할 수 있다.

본 연구에서 개발된 HyGIS-SWAT은 시범 시스템으로 향후의 연구를 통하여 다양한 유역에 대한 적용과 모형 구동 결과의 검증이 필요하다. 또한 다양한 사용자 편의 기능의 추가 및 시스템의 안정성 향상을 통하여 실용적이고 편리한 시스템으로 개발하기 위한 많은 과정이 필요할 것이다. 그러나 본 연구에서는 GIS 시스템과 수자원 모형의 연계 시스템을 개발할 때 필요로 하는 일련의 절차를 거치고 있으며, 이러한 과정에서 축적된 기술은 HyGIS와 다양한 수자원 모형의 연계 시스템의 개발 시에 기반기술로 이용될 수 있을 것이다.

감사의 글

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

참고문헌

1. 과학기술부(2004). 시공간자료 활용기술 개발. 21세기 프론티어연구개발사업 수자원의 지속적 확보기술개발사업.
2. 김경탁, 최윤석(2006). HyGIS와 수문모형의 연계 시스템 개발을 위한 데이터 모델링에 관한 연구. 2006년 한국수자원학회 학술발표회 논문집.
3. M.Di Luzio, R.Srinivasan and J.Arnold(2001). ArcView Interface for SWAT2000 User's Guide.
4. S.L.Neitsch, J.G.Arnold, J.R.Kiniry and J.R.Williams(2001a). Soil and Water Assesment Tools Theoretical Documentation Version 2000.
5. S.L.Neitsch, J.G.Arnold, J.R.Kiniry and J.R.Williams(2001b). Soil and Water Assesment Tools User's Manual Version 2000.