

용담댐 시험유역 특성자료분석 연구

Analysis of hydrological characteristics of Yongdam Dam experimental basin

황의호*, 채효석**, 이근상***, 고덕구****

Eui-Ho Hwang, Hyo-Sok Chae, Geun-Sang Lee, Deuk-Koo Koh

Abstract

Korea is about 70% of all country to mountain, and basin is consisted of various terrain, soil, vegetation, land use etc. because use land as intensive. Also, need basin hydrologic model that can analysis base outflow as well as outflow directly for calculation of discharge to establish irrigation plan. Inconvenient in use method and user interface offer side is causing by way that existing USGS WEASEL runs in PC Arc/Info, and ArcGIS with development of present GIS technology is applied in many fields offering convenience in analysis that use GIS.

In this research, wished to develop suitable outflow parameter extraction system, For this, develop pre-processor and post-processor that effectively draw of hydrologic model input data from water resources DB through van example benchimarking, and developed input/output component of GIS base applicable to various hydrologic and water quality model.

Key words : GIS, PRMS, WEASEL, UML, Object Orient, Componet

요 지

우리나라는 전 국토의 70%가 산지로 되어 있고, 토지를 집약적으로 이용하므로 유역이 다양한 지형, 토양, 식생, 토지이용 등으로 구성되어 있다. 또한 이수 계획을 수립하기 위한 유출량의 계산을 위해서는 직접 유출 뿐만 아니라 기저유출까지 재현할 수 있는 유역수문모형이 필요하다. 이에 따라 유역내 수문인자의 정량적·정성적 분석을 위해서는 유역출구에서 뿐만 아니라 유역전체에 대한 수문인자를 평가할 수 있는 분포형 모형이 요구되고 있으며, 효율적인 수자원관리 및 개발 계획수립을 위한 물리기반 수문모형의 개발 및 적용 요구가 증대되고 있다. 우리 공사도 유역조사에서 PRMS 모형에 의한 물수지 분석을 수행하고 있는 등 이수분야에 물리기반 모형의 적용이 증가하고 있는 실정이다.

기존 USGS WEASEL은 PC Arc/Info 기반에서 구동하는 방식으로 사용방법 및 사용자 인터페이스 제공 측면에 있어 불편함이 초래하고 있으며, 현재 GIS 기술의 발달과 함께 ESRI ArcGIS9.1이 개발되어 GIS를 이용한 분석에 있어 편리성을 제공하여 많은 분야에 적용되고 있다. 이에 따라, 본 연구에서는 편리한 모델링 환경 제공을 신기술 적용 및 국내 자연환경에 적합한 유출매개변수 도출 시스템 개발을 위하여 선진 사례 벤치마킹을 통한 수자원 DB로부터 물리기반 수문모형 입력 자료를 효과적으로 추출하는 전·후처리를 개발하고, 다양한 수문·수질모형에 적용할 수 있는 GIS 기반의 입출력 컴포넌트를 개발하였다.

핵심용어 : GIS, PRMS, WEASEL, UML, 객체지향, 컴포넌트

* 정회원 · 한국수자원공사 수자원연구원 연구원 · E-mail : ehhwang@kowaco.or.kr
** 정회원 · 한국수자원공사 수자원연구원 책임연구원 · E-mail : chaehs@kowaco.or.kr
*** 정회원 · 한국수자원공사 수자원연구원 선임연구원 · E-mail : ilovegod@kowaco.or.kr
**** 정회원 · 한국수자원공사 수자원연구원 수석연구원 · E-mail : dkkoh@kowaco.or.kr

1. 서론

우리나라는 전 국토의 70%가 산지로 되어 있고, 토지를 집약적으로 이용하므로 유역이 다양한 지형, 토양, 식생, 토지이용 등으로 구성되어 있다. 또한 이수 계획을 수립하기 위한 유출량의 계산을 위해서는 직접유출 뿐만 아니라 기저유출까지 재현할 수 있는 유역수문모형이 필요하다. 이에 따라 유역내 수문인자의 정량적·정성적 분석을 위해서는 유역출구에서 뿐만 아니라 유역전체에 대한 수문인자를 평가할 수 있는 분포형 모형이 요구되고 있으며, 효율적인 수자원관리 및 개발 계획수립을 위한 물리기반 수문모형의 개발 및 적용 요구가 증대되고 있다. 수문모형의 개발 추이는 과거 Stand-alone 모델로부터 Dynamic linkage 형태의 모델로 모델 개발 및 적용 패러다임이 급속히 변하고 있으며, 향후 분산형 객체 모델로 발전할 것으로 예측되고 있다. 또한, 현재 수자원공사에서 추진하고 있는 유역조사 사업의 결과에 따라 Dynamic linkage 모델의 효용성과 적용 가능성이 크게 대두되고 있으며, 효율적인 수자원 관리 및 개발 등을 위해서는 향후 MMS(Modular Modeling System)와 물리기반의 수문 모델과 수질모델이 통합된 물질순환 모델의 개발이 필요하다. 나아가, 물리기반 유출모형을 성공적으로 적용하기 위해서는 많은 유역특성 자료를 자동으로 추출할 수 있는 전처리기 뿐만 아니라 유출 관련 매개변수를 도출할 수 있는 GIS 기반의 시스템 개발이 필수적으로 요구되고 있다.

기존 USGS WEASEL은 PC Arc/Info 기반에서 구동하는 방식으로 사용방법 및 사용자 인터페이스 제공 측면에 있어 불편함이 초래하고 있으며, 현재 GIS 기술의 발달과 함께 ESRI ArcGIS9.1이 개발되어 GIS를 이용한 분석에 있어 편리성을 제공하여 많은 분야에 적용되고 있다. 이에 따라, 본 연구에서는 편리한 모델링 환경 제공을 위한 신기술 적용 및 국내 자연환경에 적합한 유출매개변수 도출 시스템 개발을 위하여 선진 사례 벤치마킹을 통한 수자원 DB로부터 물리기반 수문모형 입력 자료를 효과적으로 추출하는 전·후처리기를 개발하고, 다양한 수문수질모형에 적용할 수 있는 GIS 기반의 입출력 컴포넌트를 개발하고자 하였다.

2. 연구대상지역

용담호 유역은 동경 127°18'00" ~ 127°46'00", 북위 35°34'00" ~ 36°02'00"에 위치하고 있으며, 무주군, 진안군, 장수군을 포함한 충청남도, 전라북도, 경상남도의 경계에 걸쳐있다. 용담호 유역은 주로 산림과 농경지 구성되어 있어 점오염 및 비점오염원의 분포가 많지 않아 시각적으로 보이는 하천의 수질은 대체적으로 맑은 편이며, 주요 하천으로는 금강분류 1, 금강분류 2, 금강분류 3, 주자천, 정자천, 구량천, 진안천, 장계천 소유역으로 구성되어 있다.



그림 1. 연구대상지

3. 공간자료 구축

유역의 유역특성자료 분석을 위해서는 각종의 GIS DB 구축이 요구되며, 시스템에 입력되는 기초 자료로는 DEM, 토지피복도, 정밀토양도, 임상도 등이 있다. 본 연구에서는 시험 연구 대상지인 용담호 유역의 GIS DB를 구축하여 유역특성자료 분석을 위하여 모형의 입력 자료로 활용하였다.

표 1. GIS DB 항목

구 분	자료 세부 내용	출 처
DEM	- 1:5,000 수치지형도(370도엽)	국토지리정보원
토지피복도	- SPOT 영상	환경부
정밀토양도	- 1:25,000 정밀토양분류	농촌진흥청
임상도	- 1:25,000 식생유형	산림청

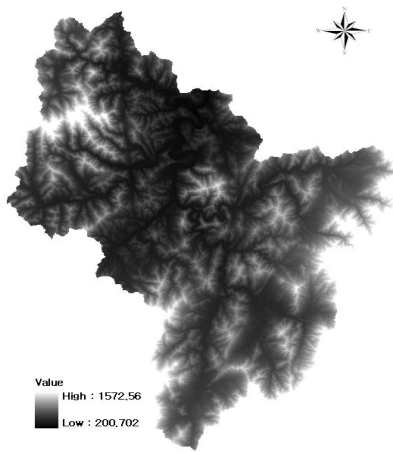


그림 2. DEM

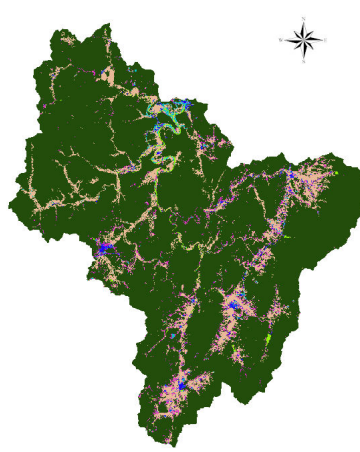


그림 3. 토지피복도

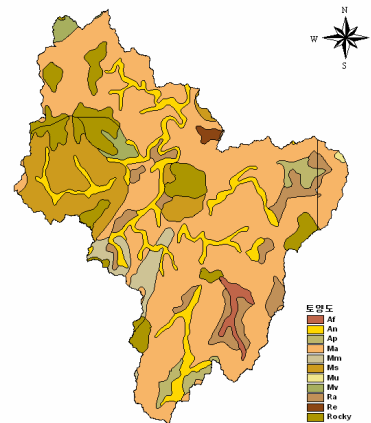


그림 4. 토양도

4. PRMS 전처리기 개발

4.1 USGS WEASEL 분석을 통한 개발항목 도출

본 연구에서는 국내에 적합한 유역특성자료 분석 시스템 개발을 위하여 USGS WEASEL을 상세분석을 수행함으로써 개발항목을 도출하여 각 중 모형에 적용할 수 있는 GIS를 이용한 컴포넌트 기반의 시스템을 개발하고자 하였다. 이를 위해 단계별 추진전략을 수립하여 일차년도에는 공사에서 적용하고 있는 PRMS 모델의 Parameter를 추출할 수 있는 전처리 과정 시스템을 개발을 수행하고자 하였다. 따라서 WEASEL의 구성 모듈 중 Delineation, Characterization, Modification에 포함되는 기능을 정리하여 개발을 수행하였다.

DELINEATION	CHARACTERIZATION	MODIFICATION
<ul style="list-style-type: none"> - 입출력 지정 @ Input DEM 지정 @ 출력 디렉토리 지정 - Data Processing @ Filling DEM @ Flow Direction @ AOI Delineation @ Slope/Aspect @ 유역도 추출 	<ul style="list-style-type: none"> - Histogram - Hypsometry - Cell Query - Logic Query - Query Builder로 MRU 생성 	<ul style="list-style-type: none"> - Main Method @ Contributing Area MRUs @ PRMS type MRUs @ TopModel Type MRUs - Interaction Method @ Group MRUs @ Drop MRUs - Extraction Method @ Manual @ Logical - Clean Up @ Pack MRU IDs @ Dissolve MRUs - Reassign MRU Ids - Map Version

그림 5. 시스템 구축항목

4.2 시스템 설계 및 구축

유역특성자료 분석의 구성요소는 단계별 전처리, 후처리 과정으로 구분되며, 전처리 과정에는 DEM을 이용 보간처리하여 유역특성자료 분석을 위한 기초 작업으로 구성되며, 후처리 단계에서는 각종 유출모델에 활용할 수 있는 유역특성자료를 생성하고 GIS를 이용하여 결과 분석에 효율성을 제공하기 위한 도식하는 모듈로 구성된다. 이러한 구성요소를 기반으로 유역특성자료에 편리성을 제공하기 위하여 객체지향 시스템 설계기법인 UML을 이용하여 시스템을 설계하였다.

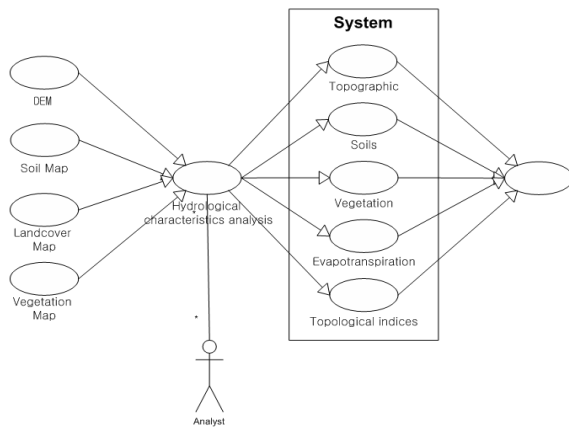


그림 6. Use Case 다이어그램

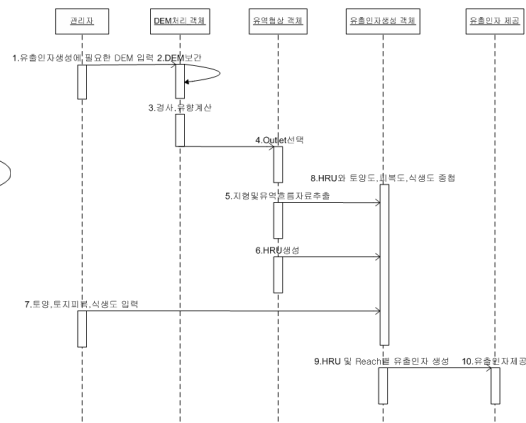


그림 7. Sequence 다이어그램

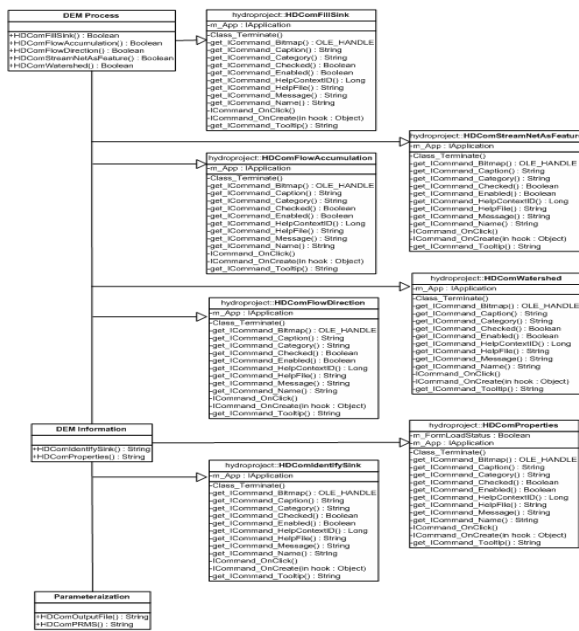


그림 8. Class 다이어그램

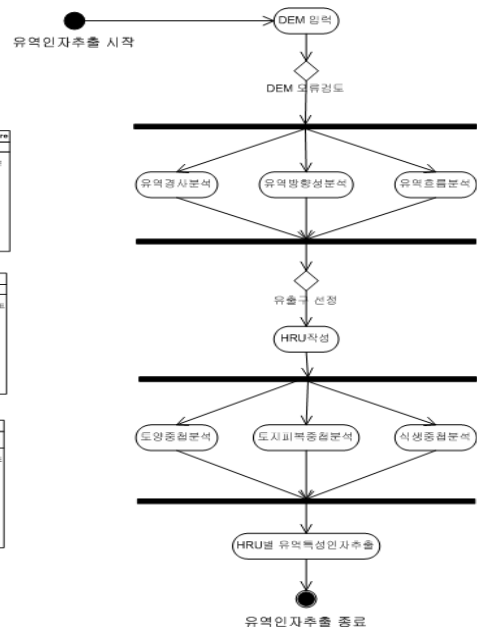


그림 9. Activity 다이어그램

수자원공사 유출분석에 PRMS 모형이 사용되고 있으며, 모형에 입력되는 유역특성자료는 지형 자료를 이용하여 수문응답 단위별 자료를 추출하여 제공하는 기반 시스템을 이용하게 된다. 즉 공사의 유출분석 업무 지원을 위해서는 PRMS 모형에 적용할 수 있는 전처리기를 개발하여 보다 편리한 사용자 분석환경을 제공할 수 있도록 하였다.

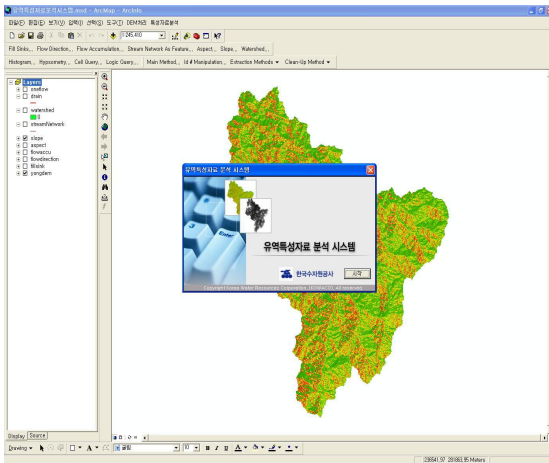


그림 10. 개발시스템 메인화면

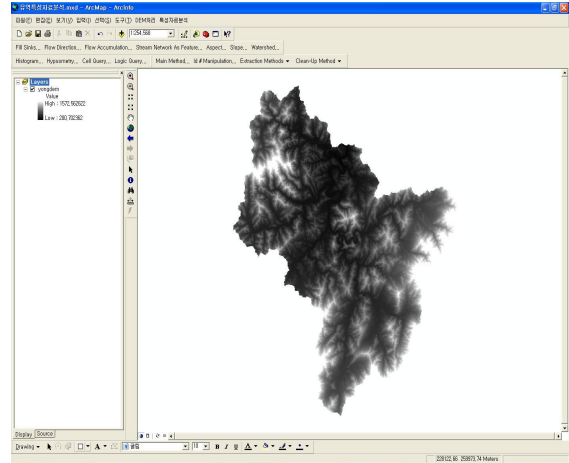


그림 11. DEM 처리

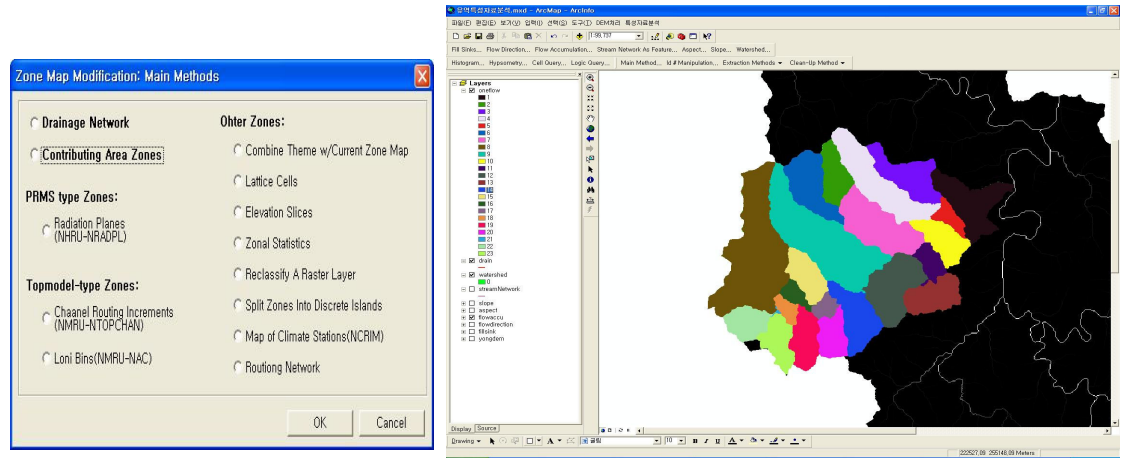


그림 12. Modification-Main Method

4. 결론

본 연구에서는 기존 유출분석의 입력자료 생성 시 발생하는 사용상의 불편함과 다양한 수질·수문 모형에 적용을 위한 유역특성자료 도출 기반의 미비로 인하여 보다 편리하고 체계적인 유역 특성자료 분석 시스템을 개발하고자 하였다. 이를 위해 공사에서 기존 PRMS를 이용하여 유출분석 시 입력자료 생성을 위해 사용되는 USGS WEASEL 벤치마킹을 통하여 시스템 개발항목을 도출하고, 체계적이고 효율적인 시스템 개발 및 유지관리를 위하여 UML을 이용한 객체지향 시스템 설계를 수행하였다. 또한, 편리한 사용자 인터페이스 제공 및 다양한 수질·수문 모형에 적용하기 위한 GIS 컴포넌트 기반인 ArcGIS ArcObject를 이용한 시스템 개발을 수행하였다. 또한, 시범 연구지역인 용담댐 유역을 대상으로 DEM, 토양도, 토지피복도, 임상도 등을 구축하여 유역특성자료 분석 시스템에 적용함으로써 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 수자원공사 유출분석 모형인 PRMS의 입력자료 생성에 사용되는 WEASEL을 상세 분석하여 국내 자연환경에 적합한 유역특성자료 분석시스템 개발을 위한 개발항목을 도출하였다. WEASEL은 Delineation, Characterization, Modification, Parameterization 4가지 요소로 구성되어

유출인자를 추출하기 위한 단계별 과정을 수행한다. 본 연구에서는 기존 모형의 프로세스를 분석하여 유출인자 추출을 위한 과정을 재 정의하여 개발항목을 도출 시스템 개발에 반영하였다. 이에 따라, 기존 모형의 주요 기능을 수용하고 사용자 편리성을 고려한 GUI 설계 구현하여 기존 사용자 및 처음 사용자에게 있어서 보다 편리한 모델링 환경 제공이 가능할 것으로 판단된다.

2. 기존 시스템 설계 방식은 각 모듈설계에 대한 비구조적인 시스템설계 기법을 이용하여 자료의 흐름, 자료의 처리, 자료의 입·출력 등의 관점을 기준으로 수행해 왔으나, 이러한 시스템 설계 방법은 자료의 관점에 초점이 맞춰져 있어 실세계를 모델링하기에는 한계가 있었다. 이에 따라, 본 연구에서는 실세계를 모델링하기 위한 객체지향 설계기법인 UML을 이용하여 객체간의 관계, 객체간의 오퍼레이션, 객체의 특성, 객체 Class 등에 대한 상세설계를 수행하였다. 이러한 객체지향 시스템 설계 기법 도입을 통한 시스템 개발 및 향후 시스템의 유지관리에 있어 효율성 확보가 가능하였다.

3. 본 연구에서는 각종의 수질·수문 모형에 적용이 가능한 GIS 기반의 유역특성자료 시스템 개발을 목적으로 하고 있으며, 이를 위해서는 다양한 모형에 적용할 수 있는 다형성 및 재사용이 가능한 컴포넌트 기반의 시스템 개발이 무엇보다 필요하다. 본 연구에 도입된 GIS 소프트웨어인 ArcGIS ArcObject는 컴포넌트 기반의 개발을 지원함으로써 유역특성자료 분석시스템 개발 후 다양한 모형에 적용을 위해 GIS의 각종 Object를 상속받아 개발을 수행하였으며, 향후 수질·수문 분석에 있어 전처리 과정으로 본 연구에서 개발된 시스템을 사용하여 유역특성자료를 추출 시 활용할 경우 분석에 소요되는 비용 및 시간을 크게 절감시킬 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 김경탁, 최윤석, 장재혁, “HyGIS TOMMODEL의 연계에 관한 연구”, 한국지리정보학회지, 제7권 제4호, pp. 155-165, 2004.
2. 광현구, “HEC-GeoHMS와 HEC-HMS를 연계한 유출해석”, 석사학위논문, 충북대학교, 2002.
3. 박봉진, 차형선, 김주환, “유전자 알고리즘을 이용한 저류함수모형의 매개변수 추정에 관한 연구”, 한국사주연학회논문집, 30(4), pp. 347-355, 1997.
4. 이우용, “UML과 객체지향 시스템 분석설계”, 2002.
5. 이준열, 조영식, “GIS기반 강우유출모형(PRMS) 업무매뉴얼”, 한국수자원공사, 2002.
6. Chow, V.T., David R. Maidment, Larry W. Mays, “Applied Hydrology”, Mc-Graw Hill, pp. 15 ~ 80, 1988.
7. David F.Maune, “Digital Elevation Model Technologies and Applications: The DEM Users Manual”, The American Society for Potogrammetry and Remote Sensing, pp. 1 ~ 34, 2001.
8. ESRI, “Advanced ArcObjects Component Development”, ESRI Official Distributor, 2003.
9. Maidment D. R., “ArcGIS Hydro Data Model - Second Draft Data Model and Book Manuscript”, GIS in Water Resources Consortium, Held at the 21st Annual ESRI User Conference. San Diego, California, pp. 3(1)-6(21), 2001.
10. Maidment D. R., “ArcHydro GIS for Water Resources”, ESRI Press, 2002.
11. Vijay P. Sin and M. Fiorentino, “Geographical Information Systems in Hydrology”, Water Science and Technology Library, pp 195-236, 1996.