

지리정보시스템을 이용한 수문자료의 관리

○ 연구방*, 조효섭*, 이종형**, 김만식***

1. 서론

지형에 관련된 공간적인 위치정보와 이와 연계된 속성정보를 요구목적에 따라 분석하여 표현할 수 있는 기능을 가지고 있는 지리정보시스템(GIS: Geographic Information System)으로 하천 유역 및 저수지 등의 수자원 정보를 전산화하여 시각적으로 신속하게 검색할 수 있는 데이터베이스(database)를 구축함으로써 유역개발사업, 하천정비기본계획사업 등 각종 수자원 업무에 이를 효과적으로 활용할 수 있다.

유역개발사업은 한 유역의 부존 수자원을 신규로 개발하여 수자원 이용도를 증대시키는 사업으로 조사계획, 수공구조물설계 및 시공 단계로 이루어진다. 유역조사시에는 지형지세도, 토지이용도, 토양도, 수계도, 하천망도 등의 지형공간자료와 통계년보, 인구조사, 농업조사 등 인문사회자료가 이용된다. 또한 하천정비기본계획사업은 하천의 효율적인 이용과 일관된 개발계획을 수립하기 위하여 하천법 및 동법 시행령에 의하여 명시된 하천에 대한 하천의 개발, 이용 및 보존에 관련된 사항을 종합적으로 조사 분석하여 해당하천에 대한 수자원의 종합적인 개발 및 일관된 하천관리를 도모할 수 있는 기본자료로 활용하고자 하는 것으로 이 사업을 수행하기 위하여 방대한 도형자료와 이와 관련된 속성자료를 조사하고 분석해야한다.

이러한 방대한 자료를 수집, 정리하는데는 일반적으로 엄청난 시간과 노력이 소요되는데, 도형 및 텍스트(text) 자료를 동시에 유기적으로 연계시켜 관리할 수 있는 GIS로 전산화하여 사용하여 많은 시간과 노력을 절감할 수 있다. 또한 이러한 자료들이 체계적으로 잘 정리되어 있다면 사후 유역관리시 구축된 자료들을 효과적으로 이용할 수 있다.

그러므로 본 연구에서는 지리정보시스템의 운용을 위한 D/B설계 및 layer설계를 구축하고 이를 이용하여 수문지형정보를 산출 및 관리하는 방법을 제시하고자한다. 이 GIS에 의한 수문자료 관리 기법은 유역 유출량 산정 등 수자원 운영 및 관리시 필요한 다양한 수문공간 자료들을 신속하고 정확하게 산출·관리할 수 있을 것이다.

2. GIS의 활용현황

* 충청대학 토목공학과 교수(Tel: 0431-230-2313, gbyeon@chch.ac.kr)

** 천안공업대학 토목공학과 교수

*** 신성대학 토목공학과 교수

GIS는 컴퓨터 기술을 이용하여 표준적인 좌표체계를 통한 지리적, 공간적인 자료뿐만 아니라 각종 지형정보를 입력, 보관, 처리, 출력하는 정보시스템으로서 공간자료의 획득, 저장, 검색, 분석 및 표시에 대한 컴퓨터 지원시스템이다. 지형정보는 지구상의 위치에 관련된 여러 가지 정보라고 간단히 정의할 수 있다. 지형정보는 지구의 자원분포, 하천의 형태, 수리구조물, 토지의 이용형태 등 다양한 정보와 관련이 되어있다. GIS는 이와 같은 자료와 지형정보들을 체계적으로 분석하고 이용하기 위하여 연구 개발된 시스템이다.

현대에 들어와 실제적인 GIS의 응용은 1960년대에 캐나다 토지조사국에 의하여 개발된 CGIS(Canadian Geographic Information System)이다. CGIS는 캐나다 전 국토에 대하여 쉽게 인식할 수 있는 형식으로 수치화된 지도 데이터 및 토지에 바탕을 둔 속성데이터를 저장하는 것이었다.

GIS를 수자원 분야에 활용하기 시작한 것은 1970년대부터 미육군 공병단 HEC 연구소의 HEC-1, HEC-2 이다. 초기의 수자원 분야에서의 GIS 응용은 유역의 토지 이용도 추출에 원격탐사의 영상을 활용하여, 유효강우량 산정시 필요한 Curve No.를 구하고, 계산된 Curve No.와 GIS를 이용하여 직접 유출량을 추정했다. 미국에서는 범람원의 관리와 홍수에 의한 피해방지를 위해 국가홍수대비 프로그램 (National Flood Insurance Program)이 제정되어 FIA(Federal Insurance Administration)에 의해 GIS를 이용한 프로그램이 추진되고 있다.

근래 들어 GIS를 활용하여 유역과 분수계를 결정하고 하천 형태학적인 특성인자를 추출하는 기술개발이 진행되고있다. Pucker(1978) 등은 TIN의 연구에서 하천과 능선을 표시하는 방법을 제안하였고, Jenson(1988) 등은 GIS분석을 위하여 DEM으로부터 지형의 구조를 추출하는 연구를 수행하였다. David(1994)는 배수구역에서 수로경사의 지형학적 특성을 정량화할 수 있는 유역특성 시스템을 연구하였다.

국내에서도 GIS 이용하는 연구가 활발하게 진행되고 있으며, 수자원에 관련된 연구로서는 한국수자원공사(1995)에서 수행한 것으로 GIS를 이용하여 상수도계획에 필요한 기술·경제적인 의사결정의 주요사항에 대하여 신속하고, 합리적인 정보를 제공하기 위한 의사결정 지원시스템을 구축하였다. 실제로 사용된 국·내외 사례로는 영국의 수자원관리 정보시스템, 일본의 하천정보시스템, 일산 상수도 도형 정보시스템, 유역현황 정보시스템(WASIS), 등이 있으며, 이들의 특징을 정리하면 다음과 같은 사항을 도출할 수 있다.

첫 번째로 GIS를 이용하여 기존문서 형식의 관리차원에서 벗어나, 도형정보와 일반문서 정보의 통합화한 형태의 정보를 제공할 수 있는 것이다. 두 번째로는 사용자의 편의 GIS시스템으로 전환되어 왔다는 것이다. 세 번째로는 방대한 도형정보와 속성정보의 결합으로 의사결정이 용이하여 졌다는 것이다.

그러나 시스템을 구축하고자 하는데 많은 시간과 인력과 장비투자가 되어야하는 사항은 단점이라 할 수 있다. 그러므로 GIS를 이용한 시설물관리, 자료관리 등은 많은 편이를 제공하는데 반하여 그 초기 투자비가 증대해야하는 어려운 점이 있다.

3. 데이터베이스의 설계

3.1 도형자료의 설계

(가) 기본도 설계

본 연구에서는 수자원 분야 자료 중 기초자료인 등고선도, 하천망도를 기본적 자료(기본도)로 활용하기 위하여 다음과 같이 설계하였다.

표 3.1 등고선 COVERAGE

Fild Name	Type	Width	비고
FNODE#	B	5	
TNODE#	B	5	
LPOLY#	B	5	
RPOLY#	B	5	
LENGTH#	F	18.5	
B-TOT#	B	5	
B-TOT-ID	B	5	

표 3.2 하천망도 COVERAGE

Fild Name	Type	Width	비고
FNODE#	B	5	
TNODE#	B	5	
LPOLY#	B	5	
RPOLY#	B	5	
LENGTH#	F	18.5	
B-STREAM#	B	5	
B-stream-ID	B	5	
DXF-ELEVATION	F	12.3	

(나) 주제도 설계

주제도는 기본도와 함께 활용되어야 자료로써 강우관측망도, 수위관측망도, 그리고 토양도, 토지이용도를 다음과 같이 설정하여 설계하였다.

표 3.3 수위 및 강우 관측망도 COVERAGE

Fild Name	Type	Width	비고
station	c	8	관측소명
st-code	c	8	관측소코드

표 3.4 토양도 COVERAGE

Fild Name	Type	Width	비고
area	F	8	polygon 면적
perimeter	F	8	polygon 둘레
sname	C	24	토양의 종류
sslope	C	7	경사도
sdrain	C	10	배수상태
sdepth	C	10	토양의 깊이
PH	N	3	수소이온 농도
jihyung	C	10	지형의 상태
mojae	C	30	지질의 종류

표 3.5 토지이용도 COVERAGE

Fild Name	Type	Width	비고
area	F	8	polygon 면적
perimeter	F	8	polygon 둘레
lname	C	12	토지이용상태

3.2 속성자료의 설계

속성자료의 관리는 기본적으로 수위관측자료와 강우관측 자료를 중심으로 구축하고 향후 자료의 확충을 고려하여야 함으로 다음과 같이 RDBMS의 형식을 취하도록 하였다. 즉, 도형자료와의 연결코드를 설계하여 이와 JOIN될 수 있도록 연결 Key 값은 다음과 같이 설정하였다.

표 3.6 수위관측소의 속성정보 설계

Fild Name	Type	Width	비고
yyyy	d	4	4관측년
mm	d	2	관측월
ddtt	d	4	관측일시
start-obs	c	8	관측개시일
zero-h	f	10.3	영점표고(수위)
waterdata	f	7.2	수위자료
st-code	c	8	수위관측소코드

표 3.7 강우관측소의 속성정보설계

Fild Name	Type	Width	비고
yyyy	d	4	관측년
mm	d	2	관측월
ddtt	d	4	관측일시
start-obs	c	8	관측개시일
raindata	f	7.2	강우자료
st-code	c	8	강우관측소코드

4. 운용 시스템의 개발

다음은 GIS를 이용한 수문자료를 관리하기 위하여 개발된 운용시스템으로서 지형도와 같은 도형자료와 속성정보를 연결하여 관리하는 것을 보여준다. 또한 도형의 편집이 발생하였을 때 수정 편집이 가능하다. 전체 시스템 구성도는 총 5개 시스템으로 구성할 수 있다.

- 레이어관리: 주제도, 기본도
- 수문자료관리: 검색, 입력, 편집
- 도형편집: 편집, 위상정립
- 화면관리: 화면확대, 화면축소, 영역선택
- 시스템종료

레이어관리는 도형정보를 관리하고 중첩하는 역할을 하는 것으로 이는 다시 주제도와 기본도로 구성하였다. 레이어 관리에서 기본도를 선택하면 다음과 같이 화면에서 기본도를 선택할 수 있는 메뉴화면이 나타난다.

여기서 해당 기본도를 선택하면 기본도가 활성화된다. 그림 1은 하천망도를 선택하여 음영기복도와 중첩한 경우이다. 체크박스에 선택한 것을 취소할 경우는 cancel을 선택하고 다시 선택하면 된다. 또한 선택한 레이어가 맞으면 ok를 선택하면 화면에 원하는 도형정보를 그려준다. help기능은 도움말기능을 삽입하여 최대한 사용자가 활용하기 쉽도록 구성하였다. 또한 아래그림은 하천망도와 유역경계도를 중첩하여 나타낸 그림이다. 이와 같이 원하는 주제도를 서로 중첩하여 볼 수 있도록 하였다.

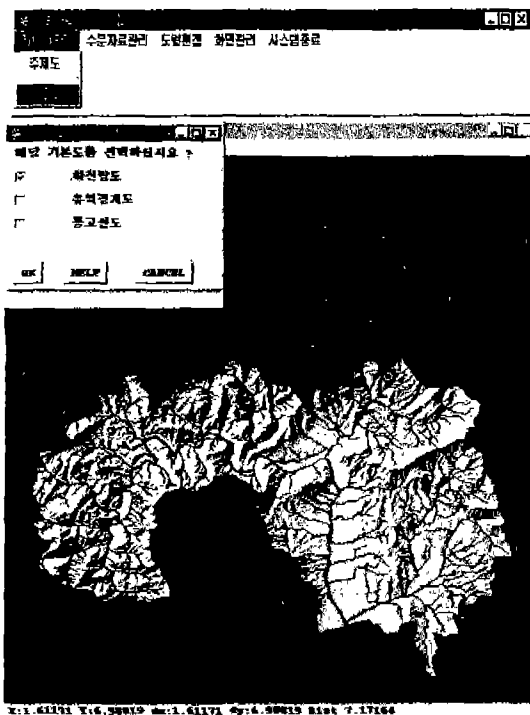


그림 1 기본도의 선택



그림 2 토지이용도의 관리

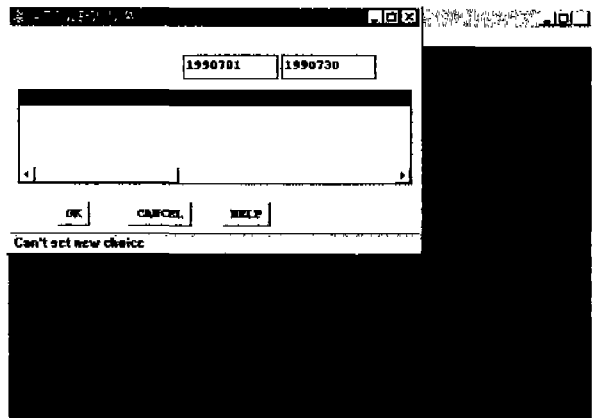
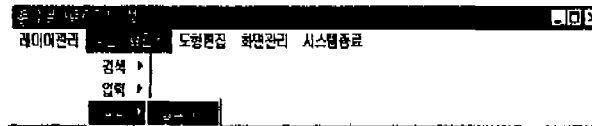
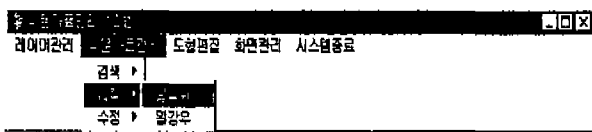


그림 3 일수위, 일강우자료 관리

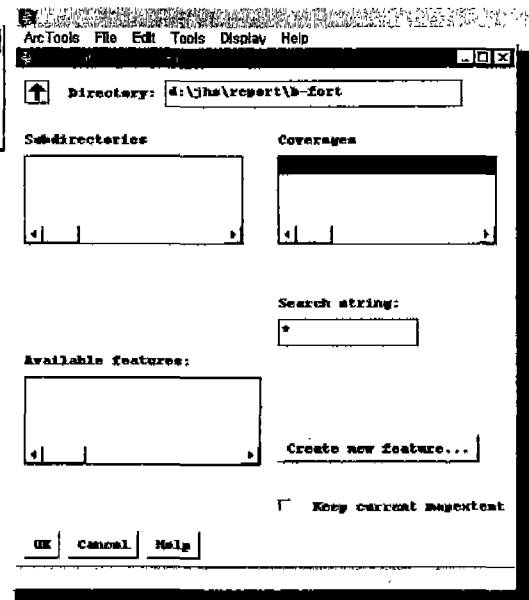
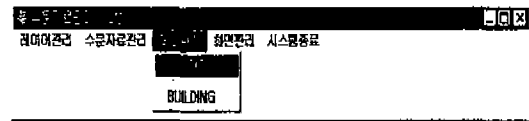


그림 4 레이어의 편집

그림 2는 주제도를 선택하는 메뉴화면으로 토지이용도를 나타낸 그림이다. 그림에서 보는 바와 같이 주제도는 각 관측망도와 토양도, 토지이용도, 수문학적 토양분류도, 지질도 등으로 구성되어 있다. 이들은 향후 분석시스템의 입력자료를 구성하여 사용될 수 있도록 하였다. 그림 3은 수문자료 관리에 있어서 검색/입력/수정의 기능을 일수위, 일강우의 자료를 선택하여 시간자료를 검색하거나 일정기간 선택하여 검색/입력/수정할 수 있는 화면을 구성한 것이다. 아래그림은 일정기간을 입력하여 수위자료를 검색할 수 있는 화면이다. 여기서보는 바와 같이 흐릿하지만 하구지점의 수위표지점이 선택되어 도형정보와 속성정보의 연결을 보여주고 있다. 그림 4는 도형편집에서 레이어 편집 및 위상관계를 정립하기 위한 메뉴를 보여준다. 레이어 편집을 선택하면 ARC/INFO의 편집기가 작동하여 원하는 coverage를 선택하고 feature를 선택하여 자유롭게 도형을 수정할 수 있도록 되어 있으며, 위상관계정립을 선택하면 편집된 도형에 대하여 poly, point, line 등으로 위상관계가 성립되도록 하였다. 또한 메인 메뉴에서 시스템종료를 선택하면 수문자료 관리시스템이 종료되며 또한 시스템종료를 두 번 click하면 ARC/INFO 모듈에서 완전히 빠져나오도록 되어있다. 이상과 같이 시스템의 주요화면을 설명하였다.

5. 결론 및 향후 발전방향

GIS는 수문현상에 영향을 미치는 기상학적 요인, 토양, 토지이용도, 배수유역의 형태 등 수문 정보를 획득하기 위한 수단으로 사용될 수 있을 뿐만 아니라 단조롭고 시간이 많이 드는 기존의

자료추정 방법과는 달리 유역에서의 형태학적, 기상학적 특성을 시간과 노력을 절약하여 정량화할 수 있다. GIS를 이용하여 수문지형정보를 추출하기 위하여 DEM의 처리방법을 기초로 한 GIS 개발 소프트웨어인 ARC/INFO를 이용하여 하천의 기하학적 요인 및 지형학적자료를 관리하는 방법을 제시한 것으로, 본 연구에서 얻은 결과는 수자원 운영 및 관리시 필요한 다양한 수문자료들을 신속하고 정확하게 산출할 수 있을 것이다. 본 연구에서는 분석시스템의 위주보다는 우선적으로 자료관리 측면에 주력하였으며 향후 연구대상으로는 분석시스템 모듈을 본 자료관리 시스템에 연계하여 ARC/INFO에서 수행가능한 지형분석 등의 기능을 보완하고 또한 강우-유출해석이 자유로이 수행될 수 있도록 하기 위하여 기존 개발된 강우-유출분석프로그램과의 커플링작업을 수행하여 현재보다도 더욱 향상된 기능을 갖도록 하고자 한다.

6. 참고문헌

1. 건교부, 국제수문개발계획(IHP): 대표유역연구보고서, 1987-1992.
2. 건교부, GIS 정보유통을 위한 한국형 모델개발 연구, 국토연구원 연구보고서, 1999, 12.
3. 한국수문학회, 하천시설기준, 1995.
4. 충청북도, 보청천 하천정비기본계획, 1993.
5. 조효섭, 분포형 강우-유출 모형의 격자규모 결정, 충남대학교 공학박사학위 논문, 2000, 2.
6. Yeon, G. B. and H. S. Chol, Distributed rainfall-runoff model applied Bo-Cheong stream basin, 28th IAHR congress, Graz, Austria, Aug. 1999.
7. ESRI, Using GRID with Arc/Info, Redland CA., Environmental System Research Institute 5. Inc., 1995.
8. Yang, C. R., Application of GIS linked flood-inundation model to flood damages estimation, Hydroinformatics '96, Muller(ed.), Balkema, Rotterdam, 1996, pp. 49-56.
9. Vieux, B. E. et al., Integrated and distributed storm water runoff modeling, In GIS and Environmental Modeling, edited by Goodchild, M. F., GIS World Books, 1996, pp.199-204.
10. Leipnik, M. R., et al., Imprementation of GIS for water resources planning and management, J. Water Resources Planning and management, 119(2), 1993, pp. 184-205.
11. Dowley, A., et al., GIS and its application in hydrology and water resources, Advances in Water Science, 4, 1994, pp. 366-380.