

수자원단위지도의 활동에 대한 전망

김성준 (건국대학교 지역생태시스템공학과 조교수)

고덕구 (한국수자원공사 책임연구원)

채호석 (한국수자원공사 선임연구원)

정용배 (한국수자원공사 조사기획처)

1. 서론

'98 정보화공공근로사업으로 수자원단위지도 (Water Resources Unit Map)의 수치지도 (digital map) 제작이 완료되었다. 수자원단위지도 (<http://wamis.kowaco.or.kr/pass/>)는 수자원정보의 관리단위를 일원화하기 위하여 전국을 대권역 22개, 중권역 117개, 표준구역 1,174개로 유역을 분할하여 정보를 제공함으로써 수자원 기초자료의 조사, 수집, 관리 및 유통을 위한 국가적 표준을 제공하기 위하여 개발된 것이다. 다음 단계로는 구축된 수자원단위지도를 효율적으로 활용하기 위한 콘텐츠 즉, "수자원단위지도가 기본적으로 가져야 할 필수적인 속성과 더불어 물관련 분야에서 다양한 응용을 위한 수자원단위지도의 제반 속성들"의 개발이 필요한 시점이다.

한편 국가지리정보의 중요성이 인정되어 건설교통부는 1995년부터 "국가지리정보체계 구축 기본계획 (1995. 5)에 따라 국립지리원에서 국가기본도의 수치지도 제작을 착수하여 2000년까지 1단계 사업을 완료하고, 현재 2단계 사업을 추진 중에 있다. 그러나 수자원과 관련된 국가GIS (NGIS: National Geographic Information Systems)자료 및 타 정부기관 그리고 외국에서 획득 가능한 GIS자료들은 무슨 자료가 어떠한 목적에 효용성이 있는지, 또한 이 자료들을 어떻게 정리·가공·관리·적용하여야 하는지에 대한 구체적이고도 실질적인 대비와 분석이

없는 실정이다.

구축된/구축계획인 NGIS자료에 대한 일련의 검토와 관련자료들을 물관련 분야에서 바로 사용할 수 있게 하기 위한 적절한 정비가 없이는 수자원 분야에서 GIS자료를 이용한 실용적인 시스템의 구현이 불가능하다고 해도 과언이 아니다. 다시 말하면 이러한 방대한 양의 물관련 공간자료 (GIS 원시자료)를 관련기관들이 다양한 목적에 따라 개별적으로 가공 (GIS 정보화자료)하여 수자원·수질 관련업무에 활용하기 위하여 준비한다는 것은 필요 이상의 시간과 비용이 소요될 뿐만 아니라 해당목적 달성을 위해서 여러 번의 시행오차를 겪을 가능성이 많다. 그러므로 물관련 자료의 효율적인 생산·관리와 공동활용의 극대화를 위한 기본환경을 제공할 필요가 있다. 여기서 프레임워크 자료는 "표준화된 기초적인 공간데이터"로 여러 관리주체가 협력적으로 구축·관리하며 사용자가 다양한 목적에 이용할 수 있도록 제작된 데이터의 집합으로 정의된다 (Federal Geographic Data Committee, 1997). 따라서 이 자료는 각종 지리공간정보 중 가장 골격을 이루는 공통 정보로서 물관련 분야에서는 일반적으로 요구·활용되는 GIS자료들에 대해 신뢰할 수 있고 표준화된 형태로 제공되며, 수자원분야에서는 유역의 수치고도모델 (DEM), 하천도, 경사도, 방향도, 토지이용도, 토양도, 지질도, 행정구역도 및 각종 수자원관련 시설물 등이 포함될 수 있다.

따라서 수자원단위지도의 기본 콘텐츠의 개발과

더불어 응용을 위한 콘텐츠 즉, 물관련 GIS자료의 활용을 위한 실질적이고도 최종 결과물인 수자원 분야에서의 프레임워크 자료의 내용정립, 구축방법과 구축계획이 시급히 요구되고 있는데, 이를 위해서는 프레임워크 자료의 설계, 시범구축, 유통 및 활용방안 등의 제 검토 등에 대한 준비가 필요하다. 이에 한국수자원공사는 2000년 후반기부터 착수한 한강유역조사사업에서 우선 한강권역에 대한 물관련 프레임워크 자료들을 구축하도록 계획되어 있다. 이들 프레임워크 자료가 구축되면, 수자원단위지도의 기반 하에 물관련 분야별로 응용할 수 있는 다양한 콘텐츠의 개발이 요구된다.

본 고에서는 수자원단위지도 기반 하에서 프레임워크 자료들을 물관련 분야에 적용할 경우에 시간적·공간적 적용기법과 각 분야별로 활용가능한 내용들을 나뉘대로 정리하여 보고, 한국수자원공사의 수자원관리종합정보시스템(Water Resources Management Information System: WAMIS)이 실질적이고도 효율적으로 개발 및 운영될 수 있도록 하기 위한 간단한 제언을 하고자 한다.

2. 수자원관리종합정보시스템

(<http://wamis.kowaco.or.kr/>)

수자원관리종합정보시스템은 수자원관련 분야의 모든 정보를 종합적이고 체계적으로 관리·분석·정책 지원하는 것을 목표로 하여, 정부의 '98 정보화지원사업(정보통신부 지원)으로 시작되었다. 이 시스템의 최종목표는 물관련 전 기관을 대상으로 물정보 인프라를 구축하여 국가수자원의 정보관리체계를 완성함으로써 궁극적으로는 전문가, 공공기관, 국민이 각각 수준별로 요구하는 다양한 수자원 정보들을 신속하게 지원·서비스하는 것이라고 할 수 있다.

이에 수자원관리종합정보

시스템은 『기초자료 관리시스템』, 『분석 시스템』 및 『정책지원 시스템』의 3분야로 구분하여 추진하고 있으며, 전체를 단기, 중기 및 장기계획의 3단계로 설정하여, 1단계인 1999년까지는 우선적으로 기초자료 관리시스템 구축을 완료하였으며, 2단계로 2000~2005년(6년)까지 분석시스템을 개발하고 최종단계인 2006년~2011년(6년)에는 기초자료관리 및 분석시스템을 연계하여 수자원 정책지원시스템을 구축하는 것으로 추진하고 있다(그림 1). 1단계에서 구축한 기초자료 관리시스템의 내용은 크게 ① 수자원 단위지도, ② 기상정보, ③ 수위유량정보, ④ 하천정보, ⑤ 댐운영정보, ⑥ 용수이용정보, ⑦ 지하수정보, ⑧ 수질정보로 구성되어 있다. 2단계인 분석시스템은 수자원관리에 소요되는 여러 가지 수문, 이수, 수질 분석도구를 의미하며 수자원 계산용 컴퓨터 프로그램과 사용자 편의환경 등으로 구성되는데, ① 수문 분석시스템: 수문통계 분석시스템, 수위·유량 분석시스템, 일유출 분석시스템, 홍수유출 분석시스템, ② 수량분석시스템: 용수수요추정시스템, 물수지분석시스템, 이수안전도분석시스템, ③ 수질분석시스템: 오염부하량 분석시스템, 하천수질 분석시스템 등을 우선 순위에 따라 개발하도록 계획되어 있다.

3. 수자원단위지도 기반의 시간적·공간적 적용기법

물관련 GIS자료들 중에서 수자원단위지도를 기본 자료로 하여 효율적으로 활용을 위해서는 다음과 같이 반드시 공간 즉, 규모(scale)와 해상도



그림 1. 수자원관리종합정보시스템 개발추진계획

(resolution)와 시간(time) 문제를 고려하여야 한다.

3.1 규모별 적용(scale-dependent application) - 광역(meso), 지역(region), 구역(local)

(1) 광역적(meso-scale) 적용

남한 전체(축척 1: 250,000-1: 500,000)를 대상으로 하여 수자원관련 정보를 작성 및 분석한 후에 수자원단위지도를 이용하여 단위유역, 단위유역군, 수계단위, 전국단위 등으로 재구성하여 원하는 정보를 추출하고, 보고서를 작성하는 방법이다.

(2) 지역적(regional-scale) 적용

수계(축척 1: 50,000-1: 250,000, 예: 5대강 유역)를 대상으로 하여 광역적 적용보다는 자세한 자료를 가지고 수자원관련 정보를 작성 및 분석한 후에 수자원단위지도를 이용하여 단위유역, 단위유역군, 수계단위 등으로 재구성하여 원하는 정보를 추출하고, 보고서를 작성하는 방법이다.

(3) 구역적(local-scale) 적용

하천구간, 댐 지점(축척 1: 5,000-1: 50,000)등을 대상으로 하여 지역적 적용과 동일한 정도 또는 자세한 자료를 가지고 수자원관련 정보를 작성 및 분석한 후에 수자원단위지도를 이용하여 단위유역, 단위유역군 등으로 재구성하여 원하는 정보를 추출하고, 보고서를 작성하는 방법이다.

3.2 시간별 적용(time-dependent application) - 정적(static), 동적(dynamic)

(1) 정적(static)인 적용

현재의 통계적인 자료들을 수집하여 각각에 대한 주제도를 설정 및 작성하는 방법이다. 이는 특정시기의 현황 또는 통계특성을 보여주며, 대부분의 자료들은 주기적으로 갱신하여야 한다.

(2) 동적(dynamic)인 적용

시단위, 일단위, 년단위 등 시간을 고려한 프로그램을 개발하여 수자원관련 자연현상들이 시간적, 공간적으로 변화하는 양상을 모의발생 또는 예측하는 방법이다.

4. 물관련 분야별 수자원단위지도의 활용가능 내용

4.1 유역현황 분야

현재 인터넷상에서 구성되어 있는 수자원단위지도의 표준유역 현황정보는 표 1과 같이 ① 유역정보: 대권역명, 중권역명, 코드번호, 유역명, 유역면적, 유역둘레, 유역형상계수, 유역평균경사, 하도경사, 유역경계, ② 위치좌표정보: 좌하단 및 우상단 TM좌표, ③ 인접유역정보: 상류 및 하류 표준유역 코드번호, ④ 하천정보: 하천코드, 하천명, 하천연장, ⑤ 행정구역정보: 행정구역명 및 면적, ⑥ 인구정보, ⑦ 토지이용정보로 구성되어 있다. 이 중에서 하천과 관련된 하도경사, 하천코드, 하천연장, 인구정보, 토지이용정보는 아직 미완성으로서, 향후 관련 프레임워크 자료가 구축되어야 제공이 가능하다.

이와 더불어 수자원분야에서 고려할 수 있는 유역 현황정보들을 정리하면 표 1과 같다. 하천과 관련된 속성정보들은 추후 하천GIS와 연계시키고, 토양, 지질, 토지이용, 도군별 행정통계 정보를 제외한 나머지 정보들은 수자원관리 종합정보시스템과 연계되면 별다른 문제없이 제공 가능할 것으로 판단된다. 수자원단위지도와 연계하여 향후 수자원·수질분야에서 필요로 하는 자료의 우선 순위를 고려하면 토지이용과 토양 속성정보가 우선적으로 구축되어야 할 것으로 판단된다. 한편 행정통계정보는 행정구역도와 수자원단위지도간의 경계불일치와 관련된 문제점을 보완관계식 개발 등(예, 면적비율 분배)으로 해결하여야 적용이 가능하다.

4.2 수문 분야

수문분야에서 수자원단위지도를 활용할 수 있는 내용으로는 표 2와 같이 정리할 수 있다. 필요로 하는 GIS자료로는 수자원단위지도, 수치고도모델, 기

표 1. 유역현황관련 속성정보

분야	자료원	속성정보	비고
수자원	하천도	하천일람	
		하천구간별 제원정보	일정구간별 종단측량자료
		하천구역 평면정보	일정구간별 종단측량자료
		제방측량자료	제방에 대한 횡단/종단측량자료
	지하수	관정위치 및 제원	
		지하수 수질	
	수자원시설물	위치도	
		제원	
		운영실적 통계	시설물 운영 및 관리자료
	수문·수질 정보	관측소 위치도	
		관측소 제원	
		수문·수질 통계	실시간 수문·수질자료 제공
	용수이용	취수원 위치도	
		취수원 제원	
운영실적 통계			
지리정보	지형도	수치고도모델	해상도별 자료 제공 필요
		경사도	
		경사방향도	
	지질도	수문지질 분포	
	토양도	토성	
		배수정도	
		유효토심	
		유기물함량	
	토지이용도	식생별 분류	
		용도별 분류	
기상	기상관측소	관측소 제원정보	
		관측소 위치도	
		관측소별 지배역	티센망 등 자료 제공
		관측소별 기상통계	실시간 기상자료 제공
인문사회	행정구역별 통계	인구분포	
		산업분포	
		오폐수발생량	

상관측소 위치도, 토양도, 토지이용도, 지하수관정 위치도, 지질도, 하천GIS이다.

지난 수십 년간 개발된 많은 수문모형들은 상기의

GIS자료들로부터 각기 나름대로의 입력자료나 매개 변수들을 추출하여 모형을 수행하는데 이용하고 있다.

이들은 공간적인 변화의 고려 유무에 따라 크게 집중

■ 일반기서

수자원단위지도의 활용에 대한 전망

형 모형(lumped model)과 분포형 모형(distributed model)으로 구분된다. 집중형 모형은 모형의 매개변수들을 추출하는 정도로 이용이 가능하며, 분포형 모형은 상기의 GIS자료들을 그대로 입력자료로 사용하고 있다. 우리나라에서 사용되고 있는 대표적인 집중

형 모형은 저류함수모형, HEC-1모형 등이 있으며, 분포형 모형으로는 NWSRFS(Hydrologic Research Laboratory, 1972), ANSWERS(Beasley, et al., 1980), TOPMODEL(Beven, et al., 1979, 1984), KIMSTORM(김, 김 등, 1998) 등이 있다. 국외 분포

표 2. 수문분야 활용내용

구분	HUM(①)	HUM+수치고도모델(DEM)(②)	②+기상관측소 위치도(③)	③+토양도(④)
기본사항	<ul style="list-style-type: none"> • 유역면적 • 유역둘레 	<ul style="list-style-type: none"> • 유역평균경사 • 경사/방향분포 	<ul style="list-style-type: none"> • 유역내 관측소 	
기본응용		<ul style="list-style-type: none"> • 하천망(stream network) 생성 	<ul style="list-style-type: none"> • 티센망 생성 • 유역평균강우량 	<ul style="list-style-type: none"> • 유역내 토양종류 분포 • 유역내 토양배수 분포
고급응용		<ul style="list-style-type: none"> • 유역형상, 하천차수, 하천길이, 하천빈도, 배수밀도 등 유역특성 추출 	<ul style="list-style-type: none"> • 기상요소별 수치고도모델(DEM) 생성 • 수자원부존량(가지아마 공식) • 공간수문단위도 (spatial hydrograph) 	
프로그램 개발사항	없음	<ul style="list-style-type: none"> • GIS S/W 이용 및 프로그램 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 디스플레이 프로그램 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • GIS S/W 이용 및 프로그램 개발
비고		<ul style="list-style-type: none"> • 하천의 정의 필요(일시, 영구하천, 지도축척별로 하천의 표시 틀림) 	<ul style="list-style-type: none"> • 관측소별 일기상자료 필요함 (광역적 적용에 한함) • 관측소별 시강우자료 필요함 	<ul style="list-style-type: none"> • 토양도는 1:50,000과 1:25,000을 병행하여 사용하는 것이 바람직

표 2. 수문분야 활용내용(계속)

구분	④+토지이용도(⑤)	⑤+지하관정위치도+지질도(⑥)	②+하천GIS+토지이용도(⑦)
기본사항	<ul style="list-style-type: none"> • 수자원부존량 	<ul style="list-style-type: none"> • 수자원부존량 • 유역내 지하수사용량 	<ul style="list-style-type: none"> • 표고별 홍수범람지역
기본응용	<ul style="list-style-type: none"> • 유역유출량 • 댐유입량 	<ul style="list-style-type: none"> • 유역유출량 • 댐유입량 	<ul style="list-style-type: none"> • 하천유출량
고급응용	<ul style="list-style-type: none"> • 광역중발산량 • 직접유출(SCS방법) • 홍수유출(집중형모형 및 분포형모형) • 레이더 강우를 이용한 홍수유출 (분포형 모형) • 장기유출량 (집중형모형 및 분포형모형) 	<ul style="list-style-type: none"> • 장기유출량 (집중형모형 및 분포형모형) • 토양수분분포 • 가뭄(drought)분포도 • 지하수충진량 • 지하수유동량 	<ul style="list-style-type: none"> • 하천유출모의 (저류함수모형, HEC, 분포형모형) • 하천수위별 홍수범람지역 예측도 • 제방붕괴시 홍수진행상황 예측도 • 댐붕괴시 홍수진행상황 예측도
프로그램 개발사항	<ul style="list-style-type: none"> • GIS S/W 이용 및 프로그램 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • GIS S/W 이용 및 프로그램 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • GIS S/W 이용 및 프로그램 개발
비고	<ul style="list-style-type: none"> • 관측소별 일강우자료 필요함 • 관측소별 시강우자료 필요함 • 유역 레이더 강우자료 필요함 	<ul style="list-style-type: none"> • 관측소별 일강우자료 필요함 • 관정정보가 필요함 (종류, 깊이, 채수량 등) • 가뭄분포도는 광역적 적용에 한함 	<ul style="list-style-type: none"> • 하천수위-유량관계식 필요 • 저지대 빗물펌프장 위치도 및 내용자료(용량, 물리연적 등) • 저지대 하수관위치도 (깊이 및 배제용량)

표 3. 용수이용 및 계획분야 활용내용

구분	①+행정경계도(⑧)	②+⑤ 또는 ⑥+⑧
기본사항	• 용수이용	• 용수계획 • 댐계획
기본응용	• 유역 또는 지역 용수이용 현황	• 댐 개발적지 분석 • 댐 수몰지역 분석
고급응용		• 각종 수요량 추정 • 댐용량 계획 • 댐개발 공사비 추정
프로그램 개발사항	• GIS S/W 이용	• GIS S/W 이용 및 프로그램 개발
비고	• 행정경계 통계자료와 단위지도 유역경계의 불일치로 인한 보완관계식 개발 필요(예, 면적비율 분배) • 이외에도 통계자료를 이용한 다양한 주제도 작성 가능	• 인구, 축산, 공장 등 통계자료 및 정보 필요 • 원단위자료 필요 • 댐개발계획 프로그램에 의한 저수지수위 장기 모의운영 필요

형 모형에 대한 자세한 내용은 Singh(1996)의 "Computer Models of Watershed Hydrology"에서 찾아볼 수 있다.

4.3 용수이용 및 계획 분야

각종 용수별 이용현황 파악을 위해서는 수자원단위지도, 행정구역도(도형정보)와 구역별 통계자료(문자정보)가 필요하며, 용수계획 및 댐계획을 위해서는 "수문분야"에서 요구되는 모든 GIS자료가 필요하다. 용수이용의 현황 파악 및 계획은 댐지점을 기준으로 상류유역과 하류 수혜지역으로 구분하여 정리하여야 한다. 상류유역의 경우는 유역관리(watershed management) 측면에서 각종 용수의 이용현황을 파악할 필요가 있다. 하류유역은 기존댐의 경우, 용수별 공급현황을 저수지 운영실적으로 처리하고, 용수별 이용현황은 수혜지역을 행정구역별 통계자료로 처리할 필요가 있다. 계획댐의 경우는 각종 수요량을 추정한 후, 저수지 모의운영프로그램을 이용하여 저수지의 규모를 결정하게 된다. 이 경우, 댐 개발적지 분석, 댐 개발로 인한 수몰지역 확인 및 보상비 추정 등의 내용을 수자원단위지도 기반의 프레임워크 자료로부터 분석이 가능하다.

4.4 지하수 분야

지하수 분야에서 수자원단위지도를 활용할 수 있는 내용을 정리하면 표 4와 같다. GIS기반의 대표적인 유한차분 지하수모형은 USGS의 MODFLOW로서, 현재 상용화되어 가장 널리 사용되고 있는 모형 중의 하나이다(McDonald and Harbaugh, 1988). 이와 더불어 강력한 3차원 지하수 유한요소모형들이 개발되고 있다. 이 중에 하나는 Battelle Pacific Northwest 연구실(Gupta et al., 1987)에서 개발한 CFEST(Coupled Fluid Energy and Solute Transport)이다. CFEST는 유한요소법을 이용하여 대규모, 다층구조의 자연 수문시스템에서의 압 또는 수두, 온도, 물질의 농도를 계산할 수 있도록 설계되어 있다. CFEST는 수평, 수직 또는 3차원영역에서의 흐름을 모의할 수 있다. 또한 정상상태와 천이상태에서의 모의가 모두 가능하다.

지하수의 흐름과 이를 동반한 오염물질 이동기작을 향상시키기 위해서는 수문학적 연구에서 지표하 흐름을 특성화하는 것이 일반적이다. 이는 기존 지하수모형의 상부 경계조건을 제공하는데 있어 필수적이라고 말할 수 있다.

일반기사

수자원단위지도의 활용에 대한 전망

표 4. 지하수분야 활용내용

구분	⑤+지하관정위치도+지질도(⑥)	⑥+지하수 DB정보
기본사항	<ul style="list-style-type: none"> • 수자원부존량 • 유역내 지하수사용량 	<ul style="list-style-type: none"> • 지하수 수질상태
기본응용	<ul style="list-style-type: none"> • 지하수 자연수위 및 심층수 수위분포 • 유역유출량 • 댐유입량 	<ul style="list-style-type: none"> • 지하수 수질분포
고급응용	<ul style="list-style-type: none"> • 장기유출량(집중형모형 및 분포형모형) • 토양수분분포 • 가뭄(drought)분포도 • 지하수충진량 • 지하수유동량 	<ul style="list-style-type: none"> • 토양중 오염물질 이동 • 지하수 오염물질 이동
프로그램 개발사항	<ul style="list-style-type: none"> • GIS S/W 이용 및 프로그램 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • GIS S/W 이용 및 프로그램 개발
비고	<ul style="list-style-type: none"> • 관측소별 일강우자료가 필요함 • 관정정보가 필요함(종류, 깊이, 채수량 등) • 가뭄분포도는 광역적 적용에 한함 	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 지하수 유동 및 수질예측모형(MODFLOW, CFEST 등)을 활용하는 것이 바람직

표 5. 수질분야 활용내용

구분	⑧+행정경계도(⑩)	⑩+DEM+오염원위치도(⑪)	⑤	⑥
기본사항	<ul style="list-style-type: none"> • 오염 발생부하량 	<ul style="list-style-type: none"> • 오염 발생부하량 • 오염 취약지역 	<ul style="list-style-type: none"> • 토양침식취약지역 • 댐유입유사량 • 댐유역오염물질 유입량 	<ul style="list-style-type: none"> • 토양침식취약지역 • 댐유입유사량 • 댐유역오염물질 유입량
기본응용	<ul style="list-style-type: none"> • 오염 배출부하 	<ul style="list-style-type: none"> • 오염물질 이동경로 추적 	<ul style="list-style-type: none"> • 토양침식량(시간위) 	<ul style="list-style-type: none"> • 토양침식량(일단위)
고급응용	<ul style="list-style-type: none"> • 유달부하량(을) 		<ul style="list-style-type: none"> • 오염물질 이동량 (pollutograph) • 분포형 모형 	<ul style="list-style-type: none"> • 오염물질 이동량 (pollutograph) • 토양중의 오염물질 잔류량 • 지하수로의 오염물질 이동량 • 분포형모형, MUSLE, MODFLOW 등
프로그램 개발사항	<ul style="list-style-type: none"> • GIS S/W 이용 및 프로그램 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • GIS S/W 이용 및 프로그램 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • GIS S/W 이용 및 기존프로그램 이용또는 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • GIS S/W 이용 및 기존프로그램 이용 또는 개발
비고	<ul style="list-style-type: none"> • 인구, 축산, 공장 등 통계 자료 및 정보 필요 • 원단위자료 필요 • 유달부하율의 함수화 필요 (BOD, T-N, T-P) • 행정경계 통계자료와 단위지도 유역경계의 불일치로 인한 보완관계식 개발 필요 	<ul style="list-style-type: none"> • 기존자료 및 GPS 등을 이용한 오염원 위치 파악이 관건 	<ul style="list-style-type: none"> • 생활계, 공업계, 농업계, 축산계에서의 오염배출실태 및 표준소비량 등의 자료가 확보되어야 함 • pollutograph가 필요함 	<ul style="list-style-type: none"> • 수질측정자료가 필요함 • 지하수 관련정보 필요함 • 지하수충진량과 연결됨

4.5 수질환경 분야

수질환경분야에서 수자원단위지도를 활용할 수 있는 내용으로는 표 5와 같이 정리할 수 있다. 필요로 하는 자료로는 수문분야에서 필요로 하는 GIS자료 외에 각종 오염원위치도가 추가적으로 요구된다.

유역의 토양침식과 오염물질이동을 추적하는 모형으로서, 현재 국내에서 잘 알려진 모형으로는 USLE(Universal Soil Loss Equation, Wischmeier and Smith, 1965, 1978), MUSLE(Modified Universal Soil Loss Equation, Williams, 1975; Onstad and Foster, 1975), ANSWERS(Beasley, et al., 1980), AGNPS(Agricultural Nonpoint Source, Young et al., 1987), CREAMS(Chemical, Runoff and Erosion from Agricultural Management Systems, USDA SEA-AR), SWMM(Storm-Water Management Model, Metcalf and Eddy, Inc., 1971; Huber et al., 1981), KIMEROM(Kim, 2001) 등이 있다.

5. 수자원단위지도의 활용방안

5.1 단기 활용방안

수자원단위지도의 콘텐츠를 활용하여 관련기관 및 외부기관에 그 적용효과를 최단 시일내에 보여주기 위해서는, 다양한 활용내용 중에서도 ① 적용목적의 설정(예, 우리 나라 수자원 부족량의 재검토)이 뚜렷하여, 관계자들을 위한 인식도와 활용도가 높은 내용이어야 하며, ② 적용을 위한 주제도 및 관련자료가 사전에 확보되어 있어, 작업상의 시행착오를 줄이는 한편 적용결과의 신뢰도를 높여야 하며, ③ 집중적 적용이나, 정적인 적용이 반드시 단기효과에 부응하지 못할 수도 있음에 유의하여야 한다. 이는 집중적 또는 정적인 적용방법이 다른 적용방법보다는 피상적으로는 작업내용이 단순하고, 빠른 시일 내에 완성시킬 수 있는 것처럼 생각되지만, 실제로는 관련자료의 양적인 면에서 상당히 많고, 사용자들을 위한 작업 결과의 요구정도가 높고, 실제로 작업을 수행한 후에

는 그 기대효과가 크지 않으며, 실용화 또한 어렵다는 것이다.

5.2 장기 활용방안

NGIS 사업에서 구축되는 수자원관련 주제도의 완성시기, 수자원단위지도의 유통까지의 잔여기간 동안 광역적, 지역적 적용보다는 집중적 적용을, 정적인 적용보다는 동적인 적용에 보다 중점을 두어, 시범지역을 선정(예, 용담댐 유역)하여 현장자료 수집 및 검증과 더불어 수자원/수질과 관련된 다양한 프로그램 개발에 노력을 기울여야 할 것이다. 이는 기존의 GIS 시스템들을 살펴보면 대부분 광역적 또는 지역적이면서 정적인 적용으로서, 그 지역의 통계적인 자료를 단지 공간적으로 디스플레이하는 정도에 지나지 않는, 다시 말하면 지도를 펼쳐놓고 자료를 검색하는 수준에 불과하다는 것이다. 또한 자료의 갱신 등을 등한시하여 조금만 유지관리를 소홀히 하면 쓸모 없는 시스템이 되고 만다. 따라서 이러한 단점을 보완하기 위해서는 수자원·수질과 관련된 주제도들을 해당 분야에서 공통 적용할 수 있는 프레임 워크 자료(DRM, 하천도, 토양도, 토지이용도, 행정경계도 등)로 선정하여 작성하고, 적용목적별로 자료의 수준(자세하면 자세할수록 좋겠으나, 자료의 유지관리 및 실용성 문제를 고려하여야 함)을 정하여 두는 것도 대단히 중요하다.

6. 수자원관리종합정보시스템의 2단계(분석시스템) 추진에 관한 제언

수자원관리종합정보시스템의 2단계인 분석시스템으로서 물수지분석시스템, 용수수요추정시스템, 홍수예경보시스템, 수문분석시스템, 수질분석시스템 등을 향후 6년 동안 개발하기 위하여, ① 현재 국내·외에서 수자원과 관련하여 실질적으로 활용되고 있는 분석시스템들의 성공적인 사례들을 수집하여 분석하므로써 수자원관리종합정보시스템에 포함되어야 할 수자원 분석시스템의 내용, 구축 우선순위, 개발방향을 설정할 필요가 있다. 이 과정에서 고려하여야 할 사항

은 “하천GIS”에서 개발계획 중인 운영(operation) 위주의 제반 분석시스템들과의 연계성 및 중복성을 고려해야 할 것으로 판단된다. ② 다음으로는 선정된 분석시스템별로 실질적인 시스템으로 개발하기 위한 핵심프로그램(표준유역대상 단위 프로그램)들의 개발기법을 설계하여야 한다. 이 과정에서는 1단계에서 구축한 “기초자료 관리시스템”의 지속적인 보완(피드백)과 더불어 현재 수자원단위지도에서 추진중인 프레임워크 자료를 최대한 활용하는 측면에서 설계되어야 할 것이다. 또한 지금까지는 외국에서 개발된 소프트웨어를 그대로 도입하여 적용하는 차원을 벗어나, 우리나라의 기상·지형·토지이용조건 및 수자원관리에 적합한 소프트웨어를 자체 개발하므로써 시스템의 유지관리 효율을 극대화하여야 할 것이다. 핵심프로그램들은 2단계 기간동안 물리적인 기반(physically-based)으로 설계하고 개발되어야만 우리나라 전 지역에 적용이 가능하다는 점에 유의할 필요가 있다. ③ 다음은 분석시스템의 GUI(Graphic User Interface)를 설계하고 이를 수자원관리종합정보시스템 내에 구현될 수 있도록 제반 방법론을 제시하여야 한다. 이 또한 2단계 기간동안 다양한 모의운명을 통하여 분석시스템을 완성시킬 수 있도록 설계하여야 한다. 여기서는 시스템 개발의 효율성을 제고하기 위하여 분석시스템 중에서 대표적인 분석시스템을 선정하여 이에 대한 세부설계를 제시할 필요가 있다. 이는 하나의 분석시스템이 설계되면 나머지 다른 분석시스템들은 다소의 보완을 거치면 유사하게 구현할 수 있을 것으로 판단된다.

7. 결론

현재 건설교통부에서는 “건설교통 SOC 정보화사업”의 효율적인 추진을 위하여 ‘NGIS군’, ‘ITS군’, ‘CALS’ 군, ‘수자원군’에서 추진하고 있는 각종 정보화사업을 연계하여 검토 중에 있다. 이 과정에서 본 고에서 제안하는 프레임워크 자료들이 NGIS의 프레임워크 자료로 또는 수자원분야에서의 프레임워크 자료로 채택되므로써, 정부에서 공식적으로 인정하는 정보화 사업으로 발전하기를 기대한다.

마지막으로 물관련 정부부처인 건설교통부, 농림부, 환경부 등에서 구축한/구축하고 있는 GIS자료 및 프레임워크 자료(주제도 포함)의 통합관리기구 설립을 추진할 것을 제안한다. 그 개략적인 내용은 다음과 같다.

- 자료공유를 위한 특별위원회 제안 및 구성

- 1) 각 기관 정보관련 담당자 1~2명 (경우에 따라서는 초기에 정부 부처별 실무자 포함)을 구성한다.
- 2) Give and Take Item 설정 / 타당성 및 가능성 판단 후, 준비단 (정보관련 실무자)을 구성한다.

- 자료공유 및 관리, 유통을 위한 Clearing House 설치 추진

- 1) 초기에는 각 기관별 독자적인(자율) Clearing House 설치 및 운영이 바람직하다.
- 2) 장기적으로는 프레임워크 자료 통합관리기구로 발전시키는 전략 하에 추진한다.
- 3) 통합관리기구는 실질적인 투자 및 세부 전략(필요성, 중요성, 운영실적 등) 계획이 필요하다.

〈참 고 문 헌〉

- 김성준, 1998. 격자기반의 운동과 강우유출모형 개발(I)-이론 및 모형-, 한국수자원학회지, 31(3), 303-308.
- 김성준, 채효석, 신사철, 1998. 격자기반의 운동과 강우유출모형 개발(II)-적용예-, 한국수자원학회지, 31(3), 309-315.
- 한국수자원공사, 1999. 수자원단위지도 개발-수자원단위지도 공급 및 관리 기본계획 수립 연구.
- 한국수자원공사, 2000. 수자원단위지도 개발-공간정보 콘텐츠 구축 및 활용을 위한 연구.
- Kim, Seong J., 2001. Grid-based Soil-Water Erosion and Deposition Modeling Using GIS and RS, Water Engineering Research, 2(1), 49-62.
- Singh, V.P., 1996. Computer Models of Watershed Hydrology, WRP, Colorado.
<http://wamis.kowaco.or.kr/>