

# 일본의 수자원 정보화 관련 연구현황 소개

채 효 석 (한국수자원공사 수자원연구소 선임연구원)

성 영 두 (한국수자원공사 조사기획처 유역조사부장)

이 환 기 (한국수자원공사 조사기획처 차장)

## 1. 서론

2001년도부터 시작된 2차 국가 GIS 사업에서는 국가기준점 체계 정비 및 공통기본지리정보 구축이 중점 추진과제로 선정되어 현재 시범연구 사업 등을 활발히 진행하고 있다. 특히, 공통기본지리정보 구축 사업에서는 국가 차원에서 고려할 때 중요하고 기본적인 8가지 정보를 선정하여 2005년도까지 구축할 예정이다. 수자원 분야의 경우 국가 및 지방에서 관리하는 하천 및 유역 정보에 대한 정보가 포함되어 있어 국가 차원에서 수자원에 대한 중요성이 커지고 있음을 알 수 있다.

또한 2001년도 과학기술부에서 프론티어 사업으로 추진하고 있는 "21세기 수자원의 지속적인 확보 기술 개발" 사업에 "시공간자료 활용기술 개발"이라는 과제가 포함되어 있어 수자원 분야의 정보화 추진이 가속화될 전망이다. 그 동안 수자원 분야의 정보화 추진 과정은 주로 기본적인 자료를 구축하는 정보인프라 구축 단계에 있었으며, 최근 GIS를 이용한 각종 수문모델의 개발과 각종 정보기술(IT ; information technology)를 탑재한 상업용 소프트웨어의 개발 등으로 인하여 분석 및 의사결정지원시스템을 개발하고자 하는 다양한 연구가 산학연을 중심으로 추진되고 있다.

최근 활발히 추진되고 있는 수자원분야의 정보화 과정에서 우리나라보다 선진기술을 적용하고 있는 일본의 사례를 살펴보는 것은 매우 의미가 있다고 생각한다. 일본은 우리나라와 지리적으로 매우 가까이 위치하고 있으며, 문화적으로도 많은 유사성을 가

지고 있다. 이러한 배경으로 인하여 일본의 수자원 관련 연구나 기술 현황들이 많이 소개되고 있으며, 관련 분야의 인적 교류도 활발히 추진되고 있다.

현재 일본은 여러 기관에서 수자원 정보화를 추진하고 있으며, 관련 기관이 세분화되어 각 기관의 고유 특성에 따라 정보화를 추진하고 있다. 즉, 토목연구소, 국토기술개발총합연구소 및 대학 등을 중심으로 관련 분야에 대한 연구를 추진하고, 공간자료의 구축은 우리나라의 국립지리원과 비슷한 국토지리원에서 담당하고 있다. 본 고에서는 현재 일본에서 중점적으로 추진하고 있는 정보화 관련 연구 중에서 주목할만한 몇 가지 사례를 원격탐사(remote sensing)와 지리정보시스템(GIS) 분야를 중심으로 소개하고자 한다. 아울러, 본 고는 2000년도부터 건설교통부와 한국수자원공사에서 추진하고 있는 한강 유역조사 사업과 관련하여 2001년도 12월 2일부터 11일까지 일본 토목연구소와 국토기술개발총합연구소 등을 방문하여 얻은 결과와 기존에 발표된 논문들을 참고한 것이다.

## 2. 원격탐사 활용 예

### 2-1. 하천 및 유역정보의 평가

하도 저수로의 현 상태와 그 변화, 그리고 하도 내의 식생과 사주의 분포 등에 관한 정보는 하천계획 및 관리를 위해 가장 중요한 기본 정보이며, 일본은 하천의 종횡단 측량 및 식생조사 등을 포함한 하천수변의 국제조사 등 현지조사와 항공사진촬영 및 판독 등에 의해 전국의 하천에 대한 조사를 주기적으로

**일반기사**

일본의 수자원 정보화 관련 연구현황 소개

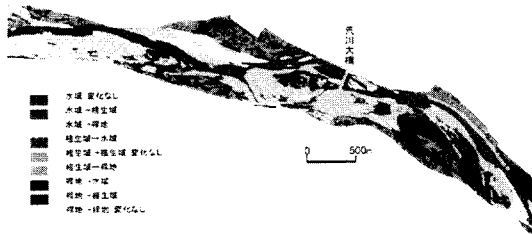


그림 1. IKONOS를 이용한 하도변화 정보 추출 예

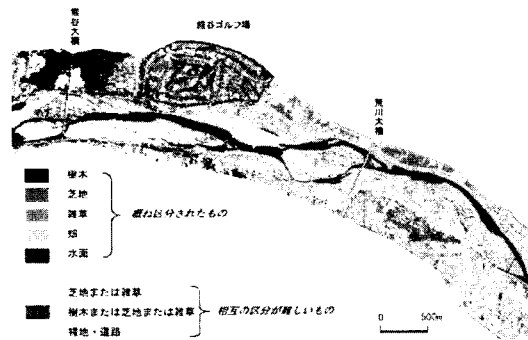


그림 2. IKONOS 영상을 이용한 자동분류 결과 예

실시하고 있다. 또한, 도시하천 유역을 비롯하여 홍수를 포함한 물 순환 프로세스를 유역 스케일로 파악하기 위한 각종 조사도 계속해서 실시하고 있다. 이들 광역의 선 및 면적인 정보, 즉 공간정보를 신속하고 정확하게 수집하여 활용하는 것은 매우 중요하며, 향후 하천을 대상으로 하는 국토의 효율적인 관리 측면에서 그 중요성은 날로 커지고 있다.

현재, 원격탐사에서 이용 가능한 센서는 가시광, 근적외선, 열적외선 영역 및 마이크로파 등 매우 다양하며, 이러한 센서에 의해서 획득된 자료를 현장 조사를 통해 얻은 자료와 함께 이용함으로써 유역관리 등에 필요한 정보를 보다 효율적으로 수집하고 관리할 수 있다.

토목연구소에서는 원격탐사 자료를 이용하여 하천 및 유역관리를 위해 필요한 관련 정보를 수집하기 위한 기술적인 검토를 수행하고 있다. 특히, 최근 공간 해상도가 1m인 IKONOS 위성 등과 같은 고해상도 위성영상을 이용한 토지피복도 작성 및 식생관련 정보 추출 등을 실시함으로써 하천 내의 저수로와 하천 부지 등을 포함한 하도의 변천, 식생의 증별 및 도시

하천 유역에 있어서 녹피율, 침투 및 불침투 면적율의 수집에 대한 기술적인 검토를 실시하고 있다.

**2-2. 지진에 의한 피해 분석**

지진발생 후 신속한 대책수립과 아울러 지진 피해에 따른 복구활동 등을 전개하기 위해서는 지진 피해 규모를 신속하게 파악하는 것이 가장 중요하다. 현재, 일본에서는 이러한 지진에 의한 피해 규모를 신속하게 파악하기 위해서 원격탐사 자료를 이용하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히, 국토교통성 종합기술개발 프로젝트인 “첨단기술을 활용한 국토관리기술의 개발(평성 11~14)”에서는 원격탐사 기술을 이용하여 피해시설의 신속한 분석을 위한 기술 개발을 추진 중에 있으며, 현재 이용 가능하고 향후에도 이용할 수 있는 원격탐사 기술을 대상으로 자료의 정밀도, 자료 처리기술 및 자료 처리시간 등을 조사하고 적용 가능성을 검토하고 있다. 현재 본 프로젝트에서 추진하고 있는 원격탐사 기술은 <표 1>과 같다.

일본에서는 여러 가지 플랫폼과 센서를 이용하여 최적의 분석 자료를 생성하기 위한 다양한 조합 방법을 연구하고 있으며, 고해상도의 광학 센서를 인공위성에 탑재하여 획득한 영상 자료를 이용하여 시설 피해의 분석 가능성 및 촬영된 영상으로부터 피해 장소를 추출하기 위한 일반적인 화상처리 방법의 적용성과 항공기에 레이저 스캐너를 탑재한 원격탐사 기술을 이용한 시설 피해 장소의 분석 가능성에 대한 연구를 실시하고 있다.

표 1. 원격탐사 기술 검토 현황

플랫폼	센서
· 인공위성	· 광학 센서
· 기구 혹은 비행선	· 카메라
(성층권 플랫폼)	· 비디오 카메라
· 항공기	· 스캐너
· 헬리콥터	· 합성개구 레이더(SAR)
· UAV	· 레이저 스캐너

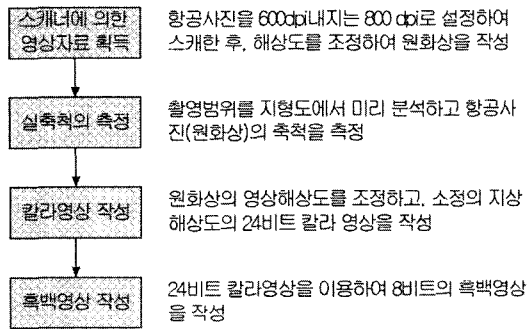


그림 3. 모의영상의 작성 방법

또한, 최적의 플랫폼과 센서의 조합을 분석한 결과를 이용하여 영상자료를 획득하고, 획득된 영상자

료로부터 모의영상을 제작하게 된다. <그림 3>은 모의영상을 제작하는 과정을 나타낸 그림이며, 이러한 모의영상은 지진에 의한 피해를 분석하는 데 이용된다. 따라서, 우리나라와 같이 매년 극심한 홍수피해를 겪고 있는 경우 이러한 분석 기술을 활용함으로써 매년 발생하고 있는 홍수에 의한 피해를 줄이기 위한 비구조적인 대책 수립에 좋은 실마리를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

### 2-3. 토사 재해조사

일본에서는 지금까지 주로 LANDSAT이나 SPOT 등 공간해상도가 10m부터 30m 정도를 가지는 위성에 탑재된 센서에서 획득된 자료를 이용하여 토사 재해조사를 실시해왔다. 주로 이러한 영상 자료를 중해상도 위성영상이라고 한다. 그러나,

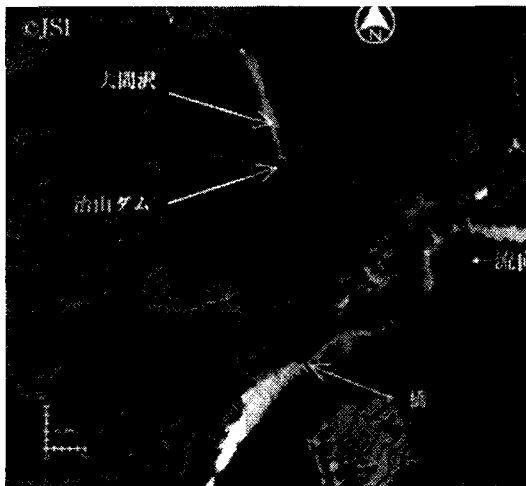


그림 4. 누마자와(大間沢)의 IKONOS 영상

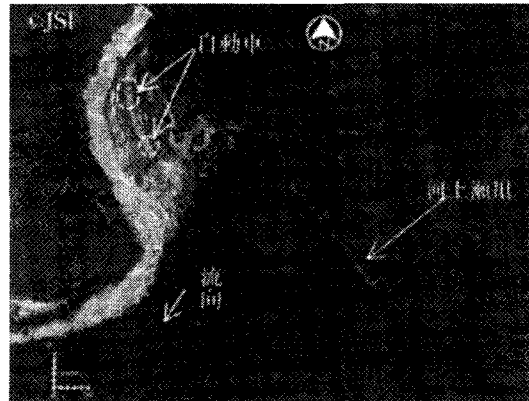


그림 5. 하상지류에 대한 IKONOS 영상



그림 6. 누마자와의 치산댐(평성 12년 9월 19일 촬영)



그림 7. 파손된 치산댐(평성 12년 9월 19일 촬영)

## 일반기사

일본의 수자원 정보화 관련 연구현황 소개

IKONOS와 같은 1m 정도의 고해상도 위성영상의 획득이 가능해짐에 따라 고해상도 위성영상을 이용하고자 하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 주로, 중해상도 위성영상은 재해 발생 시 재해의 개요 정도만을 파악할 수 있으며, 자세한 정보를 분석하기에는 다소 한계를 가지고 있다.

따라서 최근 IKONOS 위성에 의해서 획득된 센서를 이용할 경우에는 1m 정도의 고해상도 영상을 획득할 수 있으며, 향후 OrbView와 Quick-Bird 등과 같은 고해상도 위성의 발사가 계속적으로 이루어질 것으로 예상되고 있다. 이와같은 고해상도 위성영상에 의해서 획득된 영상 자료는 중해상도 위성영상으로부터 분석할 수 없는 유출된 토사의 크기와 유목의 유무 및 건물 등의 피해 정도와 같은 다소 상세한 정보를 수집할 수 있을 것으로 기대된다. 현재, 일본에서는 이러한 고해상도 위성영상을 이용하여 하천에서 발생하고 있는 각종 토사의 유출이나 집중 호우로 인하여 유역에서 발생하는 각종 토사 관련 재해에 대한 현황을 분석하여 정보화하기 위한 연구를 수행하고 있다.

### 3. GIS 활용 예

#### 3-1. 재난행동 해석시스템

홍수범람에 의한 피해를 최소화하기 위해서는 비구조적인 대책을 포함한 종합적인 범람원 관리가 중요하다. 특히, 홍수로 인한 인명 피해를 예방하기 위

해서는 사전에 각종 재해방지 계획을 수립하고, 홍수 발생 시 긴급 대응방법을 적절하게 분석하여 미리 주민들에게 알려줄 필요가 있다. 재해방지 담당자가 홍수 시에 필요한 정보를 수집하고 공유하기 위해서는 다른 기관이나 주민에게 정확한 정보 제공을 실시하기 위한 의사결정지원시스템의 구축이 선행되어야 한다.

하천행정을 지원하기 위해서는 많은 양의 자료를 효율적으로 관리하고, 자료의 가공, 분석 및 표현 등이 용이하게 이루어질 수 있어야 하기 때문에 지리정보시스템(GIS)은 효과적으로 이용될 수 있다. 국토교통성 하천국에서 추진하고 있는 “하천 GIS” 사업에서는 다양한 하천관련 자료의 구축 및 관리 기준을 제시하고 있으며, 이 기준을 바탕으로 각종 하천관련 자료의 정비를 추진하고 있다. 현재 정비된 자료들을 이용하기 위한 적용성 개발 연구가 연구기관 등에서 활발히 진행되고 있으며, 아직까지는 하천관련 공간정보들을 구축하고 정비하는 분야에 많은 노력을 기울이고 있다.

현재까지 발표된 하천 GIS 사업의 적용 예로 “GIS를 이용한 홍수발생 시 피난행동 해석시스템”을 들 수 있다. 피난행동 해석시스템의 궁극적인 목표는 홍수범람을 대상으로 한 위기관리를 지원하기 위한 시스템 구축이다. <그림 8>은 피난행동 해석시스템의 전체 개요를 나타낸 그림이다. 과거 일본에서는 그와 같은 시스템 개발을 위해 토목연구소에서 재해 시뮬레이터(hazard simulator)를 개발한 적이 있지만, 시스템의 범용성이나 확장성 측면에서 한계를 가지고 있었다. 따라서, 시스템의 범용성이나 확장성을 고려한 시스템 개발이 필연적으로 요구되었으며, GIS를 이용하여 시스템의 범용성과 확장성을 향상시킬 수 있다는 결론에 도달하였다.

지금까지 개발된 시스템은 전체 시스템의 일부인 피난해석 시스템 및 침수피해 분석 시스템 등이며, 이러한 시스템은 GIS의 중첩(overlay) 기능을 이용하여 침수에 의한 피해를 추정하는 기능을 포함하고 있다. <그림 9>는 피난해석 시스템의 전체적인 수행 과정을 나타낸 그림으로, 전체 해석과정 중에서 GIS

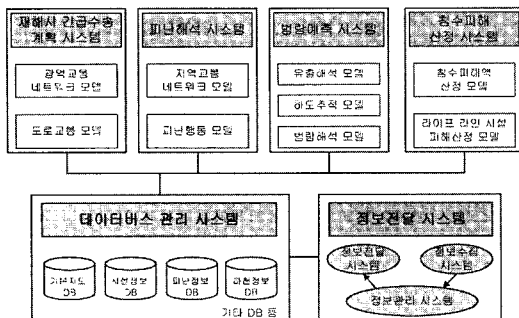


그림 8. 홍수범람을 대상으로 한 위기관리지원 시스템 개요

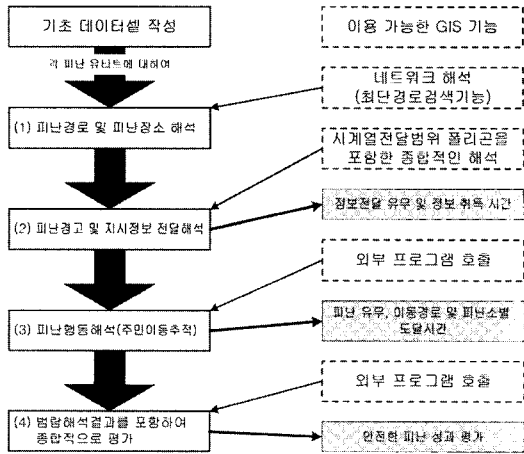


그림 9. 재난 해석시스템의 해석 순서도

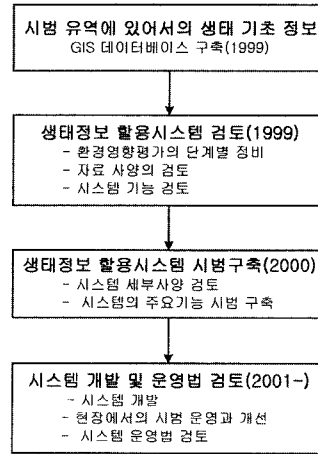


그림 10. 환경영향평가 지원시스템 흐름도

를 이용할 경우에 가능한 기능을 소개하고 있다. 예를 들어 재난경고 및 지시정보 전달해석 과정에서는 GIS 기능 중에서 폴리곤을 이용한 해석을 실시함으로써 각종 정보전달 유무 및 정보 취득 시간 등에 대한 정보를 획득할 수 있게 된다.

### 3-2. 생태정보활용시스템

국가 차원에서 GIS에 의한 종합정보기반의 정비가 검토되고 있는 것을 전제로 일본은 여러 가지 분야에 대한 활용 방안을 적극적으로 검토하고 있다. 그러한 활용 예중 하나가 환경영향평가의 효율화 및 고도화를 목적으로 추진하고 있는 생태정보활용시스템이다. 생태정보활용시스템은 환경영향평가법에 근거해 실시되고 있는 사업실시의 영향평가를 지원하기 위한 시스템이다.

미국에서는 GIS를 활용한 시나리오 분석 등 미래 예측 방식을 이용함으로써 개발에 의한 영향의 예측 및 평가 등을 수행하고 있으며, 여러 가지 성과를 거두고 있다. 따라서, 일본에서도 미국의 성과를 이용하여 GIS를 활용한 환경영향평가를 실시하고자 많은 연구를 활발히 추진하고 있다. 그러나, GIS 자료의 정비가 아직은 불충분하고, 환경분야의 경우 하천 수변의 국세조사 등 하천환경에 관한 정보를 GIS 자료로 작성하기 위한 검토를 실시하고 있는 단계이기 때문에 아직은 많은 성과를 이루지 못하고 있는 실정이다.

다. 또한, 일부 지자체 등에서 GIS를 이용하여 자연 환경 데이터베이스를 정비하는 등 관련 사업을 활발히 추진하고 있는 실정이며, 국가 차원에서 GIS 자료들을 정비하여 국민에게 무상으로 제공하기 위한 여러 가지 방안을 마련하고 있다(표 2) 참조).

환경영향평가에 있어 GIS의 적용성을 검토하기 위해 도찌끼현 우쥬노미야(宇都宮)시 부근지역을 대상으로 연구를 수행하고 있으며, <그림 10>은 전체적인 과업의 흐름도를 나타낸 것이다. 본 연구에서는 먼저 GIS 기반으로 자료를 구축하고, 구축된 자료를 생태정보활용시스템과 연계하는 것을 목표로 추진하고 있다. 또한, 종합정보기반의 정비 및 운용에 있어서 예상되는 각종 문제점 등을 해결하기 위한 과제 등을 검토하고 있다. 아울러, 국토교통성에서는 종합

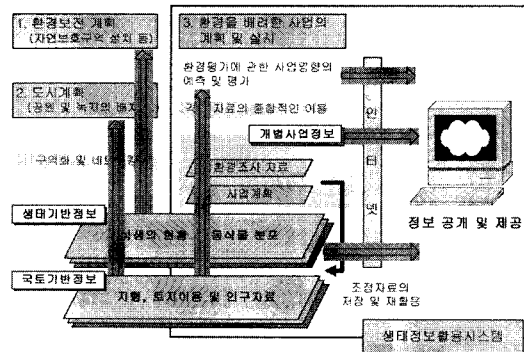


그림 11. 생태정보활용시스템의 자료활용 현황

## ■ 일반기사

일본의 수자원 정보화 관련 연구현황 소개

표 2. 일본의 GIS 자료 구축 현황

	항목	자료명	축척	년도	담당기관	제공기관	자료형식	비고
생물 생식 기반	표고	수치지도	50m격자 (일본 II)		국토교통성 국토지리원	(재)일본지도센터 <a href="http://www.jmc.or.jp">http://www.jmc.or.jp</a>	격자자료	
	경사							표고로부터 계산
	사면방위							표고로부터 계산
	하천	국토수치정보 W02-52L		H7	국토교통성	국토지리원 <a href="http://www.gsi.or.jp">http://www.gsi.or.jp</a>	선자료	
	지형분류도	토지분류 기본조사	1:50,000	S35- H2	국토교통성		도면	종이지도
생물 분포	현존식생도	자연환경 GIS	1:50,000	H11	환경성	환경성생물다양성센터 <a href="http://www.biodic.or.jp">http://www.biodic.or.jp</a>	폴리곤	항공사진 및 현지조사
	특정식물군락	자연환경 GIS	1:50,000	H1-4	환경성	생물다양성센터	폴리곤	
시설	도로	전국데이터도로 지도데이터버스	1:25,000	H10	(재)일본데이터 도로지도협회	(재)일본데이터도로지도협회 <a href="http://www.drm.jp">http://www.drm.jp</a>	선자료	1:25,000 지형도로부터 추출
지역 지정	자연환경보전지역	자연환경 GIS	1:50,000		환경성	생물다양성센터	폴리곤	
	자연환경보전지역	국토수치정보 KS-47X	100m 격자		국토교통성	국토지리원	선자료	
	조수보호구역도	자연환경 GIS	1:50,000		환경성	생물다양성센터	폴리곤	
	조수보호구역도	국토수치정보 KS-47X	100m 격자		국토교통성	국토지리원	선자료	
	세계유산구역도	자연환경 GIS	1:50,000		환경성	생물다양성센터	폴리곤	
	행정구역도	국토수치정보 N03-08A	100m 격자	H18	국토교통성	국토지리원	선자료	
기타 자료	인구자료	지역격자통계 평성7년도국세조사	3차원 격자 (1km)	H7	총무성통계국	(재)통계정보연구개발센터	격자자료	지역에 따라 1/2 격자
	토지이용도	정밀수치정보 L03-03M	100m 격자	H3	국토교통성	국토지리원	격자자료	
	지형도	수치지도 25,000	1:25,000		국토교통성	(재)일본지도센터	스캔영상	
	고해상도위성자료	IKONOS 영상	1m 4m	H12	Space Imaging사	일본 Space Imaging사 <a href="http://www.spaceimaging.co.jp">http://www.spaceimaging.co.jp</a>	래스터영상 11km <sup>2</sup>	조사지역
	기후	국토수치정보 G02-62M	3차원 격자	S28- 57	국토교통성	국토지리원	격자자료 및 직설량	강수량, 온도

기술개발 과제인 “선진기술을 활용한 국토관리기술의 연구”를 추진하고 있으며, 국토기술정책총합연구소 녹화생태연구실에서 세부과제 중 하나인 “생태정보의 종합화 및 활용에 관한 연구”를 수행하고 있다.

본 연구는 환경성의 방침에 따라 국토교통성에서 발간한 매뉴얼을 준수하여 진행하고 있으며, 향후에는 계획 단계에서부터 실시될 수 있는 전략적 환경평

가에 대한 연구도 포함하고 있다. 또한 본 시스템은 동물, 식물 및 생태계를 대상으로 추진하고 있으며, 향후에는 거의 모든 환경평가를 하기 위한 평가방법 등을 시스템으로 구축할 예정이다. 더욱이 유역 등 자연에 근거한 생태학적인 네트워크의 형성 등 보다 광범위한 응용을 목적으로 개발할 예정이다.

### 3-3. 국토관리를 위한 기본 정보의 개발

고도의 국토관리를 실현하기 위해서는 국토 전체를 관측하는 관측시스템, 정보 유통을 위한 네트워크, 정보의 저장, 관리 및 분배를 위한 시스템 구축 등 하드웨어의 정비와 관측된 정보를 분석하고 예측하기 위한 적용성 여부 및 정보의 상호 유통과 공유화를 위한 정보 인프라 등 국토관리 기술의 정비가 필수적으로 요구된다.

국토관리를 위해 필요한 정보는 그 대상범위가 넓고 다양하며, 국가와 지방 자치단체, 대학이나 연구소 등 연구기관과 민간기업 등에서 폭넓은 이용이 예상된다. 효율적인 국토관리를 위해서 필요한 정보를 수집하고 구축하기 위해서는 막대한 비용이 소요되기 때문에 일본에서는 자료 구축과 관리를 위한 비용의 중복투자를 피하고 한번 작성된 정보를 많은 사용자가 공유할 수 있도록 효율적인 방안을 마련하여 추진하고 있다. 따라서, 국토관리에 관한 정보를 공유할 수 있도록 정보 네트워크 환경을 정비하고, 정보 네트워크에 의한 정보의 관리 및 운용 방법의 확립과 정보의 표준화를 활발히 추진하고 있다. 일본에서 현재 추진중에 있는 종합기술개발 프로젝트 중 하나인 "선진기술을 활용한 국토관리 기술의 개발"에서는 도로, 하천 및 재해방지 등 각 부문에서 공통적으로 이용할 수 있는 정보를 국토관리를 위한 기본 정보로 선정하여 각 정보의 역할을 분담할 수 있도록 추진하고 있다. 또한, 향후에는 각 부문에서 정보화를 추진할 때 기준이 되는 데이터 모델링 방법론을 근거로 하여 정보화를 추진함으로써 다른 조직 사이의 정보 공유나 GIS 상에서 자료의 공동 활용을 실현할 수 있도록 하고 있다.

일본의 시스템 문제를 살펴보면 과거에 구축된 시스템들이 주로 대형전산 시스템에 의한 집중형 관리를 기반으로 개발되어 있으며, 조직 내에서 폐쇄된 시스템들로 구성되었다. 또한, 시스템들이 각각의 이용 목적별로 개발되었고 자료들도 시스템에 크게 의존적으로 구축되어 있다. 폐쇄된 시스템은 시스템간의 데이터 정합성이 없어도 문제가 발생하지 않는다.

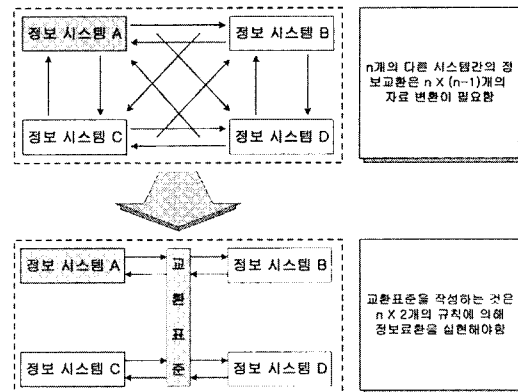


그림 12. 교환표준에 의한 자료 교환의 효율화

그러나 최근에는 인터넷으로 대표되는 네트워크 기술의 발달에 따라 개방형으로 구축된 분산형 시스템 구축이 필연적으로 요구되고 있으며, 분산형 시스템의 경우에는 자료를 상호 유통시키고 공유화할 수 있어 폐쇄된 시스템에 비해 많은 장점을 가지고 있다. 대부분 기존 시스템들은 종래의 폐쇄된 시스템을 고수하고 있으며, 네트워크화나 개방화되어도 시스템이 다르다면 데이터의 상호 이용이나 공유화는 실현될 수 없다. 따라서, 데이터 작성이나 관리 등에 있어 중복 문제가 발생할 수밖에 없으며, 이러한 단점을 극복하기 위해서는 GIS의 도입이 반드시 필요하다.

국토관리를 위한 GIS의 도입을 추진하기 위해서 현재 가장 노력하고 있는 부분은 데이터의 상호 이용이나 공유화를 적극적으로 추진하고, 아울러 데이터의 표준화와 시스템의 운용 기준을 마련하는 부분이다. 국토관리를 위해 구축된 자료들 중에서는 이미 데이터 표준화가 이루어진 자료도 있지만, 지금까지는 자료 변환이 필요한 경우가 많다. 다양한 시스템을 이용할 경우에는 각각의 시스템에 적합한 자료 변환을 위해 많은 시스템이 필요하게 되지만, <그림 12>에서 볼 수 있는 바와 같이 공통적인 교환 표준으로서의 데이터 모델을 이용함으로써 데이터 교환을 효율적으로 추진할 수 있게 된다.

또한 이와 같은 공통적인 교환표준 혹은 데이터 모델에 의해서 자료의 재활용이나 고도의 이용이 가능하게 된다. <그림 13>은 국토관리를 위한 기본 정보

## 일반기사

일본의 수자원 정보화 관련 연구현황 소개

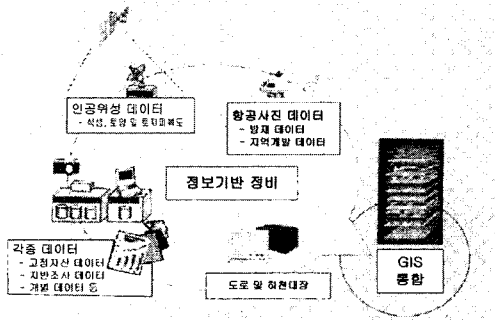


그림 13. 국토관리 정보의 수집, 저장 및 활용 예

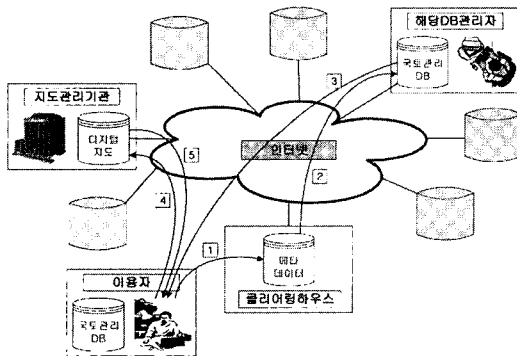


그림 14. 분산환경 하에서 시스템의 국토관리 정보이용 체계도

를 구축하는 데 있어 각종 정보의 수집, 저장 및 활용 예를 나타낸 그림이다. 그림에서 볼 수 있듯이 관측된 정보를 각종 데이터베이스에 저장하고 네트워크를 통해 시스템에 의존하지 않는 표준적인 정보를 취득하여 다양한 업무에 이용할 수 있다. 또한 정보 공유를 통해 여러 분야의 다양한 정보가 표준화되어 각각의 목적에 맞게 이용될 수 있으며, 자료의 구축 및 관리에 있어 중복투자를 방지하고, 표준화된 자료는 시스템에 의존하지 않기 때문에 오랜 시간 동안 자료의 저장과 이용 측면에 있어 효율적이다.

〈그림 14〉는 국토관리 정보를 이용하는 환경을 나타낸 체계도로서, 분산환경 하에 있는 국토관리 정보를 정보통신 네트워크를 통해 일원화시키고 효율성 높은 정보의 검색과 필요한 정보의 자유로운 입수가 가능한 개방형 시스템이다.

국토관리를 위한 기본 정보는 기반 지도 데이터,

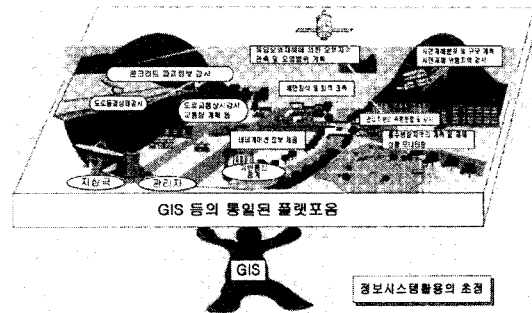


그림 15. GIS를 활용한 국토관리 정보의 저장 및 이용 개념도

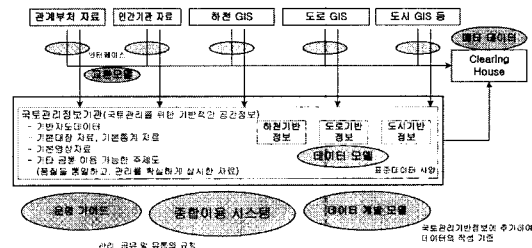


그림 16. 국토관리를 위한 기본 정보 표준의 구성 요소

기본대장 및 통계 데이터, 기본 화상 데이터 및 기타 공통이용이 가능한 주제도 및 기타 품질이 통일되고, 관리가 필요한 정보 등으로 구성되어 있다(〈그림 16〉). 아울러, 국토관리 정보는 대부분 지구상의 위치에 관계되는 공간정보로 구성되기 때문에 정보의 표현이나 저장을 위해서 GIS를 이용하는 것이 필수적이며, 국토관리정보기반은 〈그림 15〉에서 나타내는 바와 같이 다양한 정보가 GIS와 통합되어 저장되고 관리되고 있다.

국토관리정보기반은 효율적인 국토 관리를 위해서 필요한 가장 기본이 되는 정보를 구축하고 관리하기 위한 것이므로 통일성과 일관성이 가장 중요한 정보의 선정 기준이 된다. 현재 일본에서는 데이터 모델, 교환모델, 메타데이터, 운용가이드, 데이터 개발 모델 및 통합 이용 시스템 등이 국토관리를 위한 기본 정보의 표준 구성 요소이다(〈그림 16〉).

데이터 모델은 “어떤 규칙에 근거하여 관련 자료의 구성과 의미”를 정의하는 것으로, 자료의 포맷과



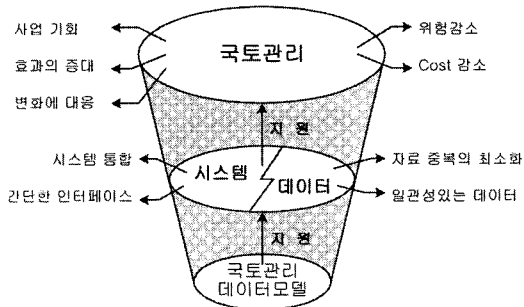


그림 17. 국토관리 데이터 모델의 역할

정의를 제공함으로써 시스템과 자료를 지원하는 GIS에서는 중요한 요소이다. 국토관리를 위한 데이터 모델을 정의함으로써 시스템의 연계 및 자료의 공동 이용과 자료의 중복 구축에 따른 경제적인 손실 등을 피할 수 있다. 특히, 국토관리를 담당하는 기관이나 시스템 사이에서 자료 교환 및 공유를 실시할 때 자료의 변환 효율이 뛰어나며, 향후 확장성과 범용성이 향상된다. 국토관리 데이터 모델은 “국토관리에 이바지하는 다양한 정보의 표현형식 및 구성을 정의하고, 구축된 시스템을 통해 국토관리에 필요한 다양한 행위를 지원하는 것”으로 정의할 수 있으며, 어플리케이션 시스템이나 업무 내용에 변화가 있더라도 모델 자체의 기본 구조는 보편적일 필요가 있다(〈그림 17〉). 또한, 앞서 언급한 것처럼 특정한 업무의 요구를 만족시키기 위하여 구축된 데이터베이스와는 다르며 다양한 조직이나 목적으로 이용할 수 있는 것을 전제로 하고 있다. 따라서, 국토관리 데이터 모델은 통합적인 관리와 다양한 목적에 부합할 수 있도록 적절한 자료의 생성이 가능해야 하며, 자료의 변화에 대하여 안정성과 이용 방법의 변화에 대하여 유연성을 가지고 있어야 한다.

일반적으로 국토관리 데이터 모델은 외부모델(external model), 개념모델(conceptual model) 및 물리모델(physical model) 등 크게 3가지로 구성되어 있다(〈그림 18〉). 외부모델은 어떤 특정한 목적을 위하여 구성된 모델이며, 기존 시스템 혹은 데이터베이스가 이에 해당된다. 개념모델은 모델을 지원하는 범위 내에 있다고 가정할 경우 어떠한 업무나 서비스

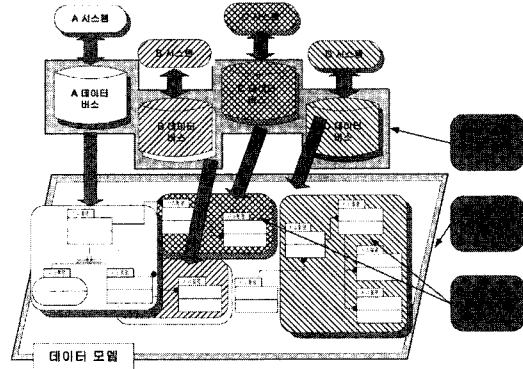


그림 18. 데이터 모델의 관계 개념도

도 지원할 수 있는 범용적인 모델이다. 개념모델은 아래의 업무나 서비스의 변화가 있는 경우라도 변화할 가능성이 있는 정보를 보존하고 다른 시스템으로부터의 자료가 통합할 수 있도록 설계되어야 한다.

물리모델은 개념모델에서 지원할 수 있는 자료가 실제로 보존되는 형식을 나타낸 것이며, 개념모델에 비하여 상대적으로 많은 물리모델이 존재한다. 따라서 자료의 공유나 교환을 고려할 경우 가장 중요한 것은 개념모델이며, 국토관리 데이터 모델을 검토함에 있어 개념모델을 가장 중요한 요소로서 고려하고 있다.

효율적인 국토관리를 위해서는 대상 분야나 관련 서비스의 형태가 매우 다양하다. 통상적으로 상세한 업무분석을 통해 업무모델을 작성하고, 작성된 업무 모델에 따라 데이터를 추출하여 개념모델을 작성하는 방법은 비용이나 작업량 등이 증가하여 비현실적인 방법이다. 따라서, 일본에서는 국토관리를 위한 데이터 모델 구축을 위해 대상범위 설정, 대상정보의 추출

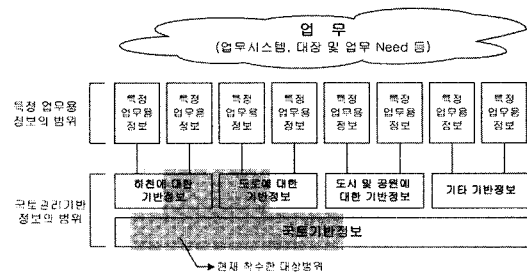


그림 19. 국토관리 정보의 대상범위

**■ 일반기사**

일본의 수자원 정보화 관련 연구현황 소개

및 데이터 모델 작성 등의 순서로 추진하고 있다.

대상범위의 설정 단계에서는 기존 시스템 및 업무 등으로부터 현 단계에서 필요하다고 생각되는 업무의 요구도와 정보를 추출한 후, 각 업무의 요구도에서 필요한 정보를 <그림 19>와 같은 국토관리 정보의 대상 범위에서의 위치를 결정하여 정보의 우선순위 및 데이터 모델로의 채용 가부를 검토한 후 최종적인 대상범위를 결정한다.

대상정보의 추출단계에서는 개략적인 업무 프로세스를 정리한 후, ① 기존 시스템이나 데이터베이스 등으로부터 추출, ② 기존 대장 및 보고서 등으로부터 추출, ③ 업무모델이 기록된 서류들을 참고로 상세한 것이 아닌 개략적으로 업무 흐름과 대상정보를 정리하여 대상 기관에서 취급하는 정보를 추출, ④ 향후 국토관리업무와 관계되는 논문이나 보고서 등에서 언급한 정보를 추출 및 ⑤ 대상영역의 전문가들로부터 자문 실시 등과 같은 방법으로 정보를 추출하게 된다.

이러한 추출방법 중에서 ①과 ②는 데이터 중심의 접근 방법에 의한 추출기법이며, ③, ④ 및 ⑤는 업무모델 중심의 접근 방법에 의한 추출기법이다. 각각의 추출방법은 장점과 단점을 가지고 있으므로, 두 가지 접근 방법을 통해 정보를 추출하고 있다.

마지막으로, 데이터 모델의 작성단계에서는 추출된 데이터에 의해 업무 프로세스 및 업무 기준 등을 참고로 개

념모델을 작성하게 되지만, 많은 사용자들이 공통적으로 이해할 수 있는 기술적인 용어를 사용하는 것이 필요하다. 일반적으로 일본에서 많이 사용하고 있는 데이터 모델 작성언어는 EXPRESS나 IDEFIX 및 UML 등이며, 도로 및 하천의 유지관리, 재해방지 및 환경보전을 대상으로 한 국토관리정보기반의 개념모델을 작성하고 있다.

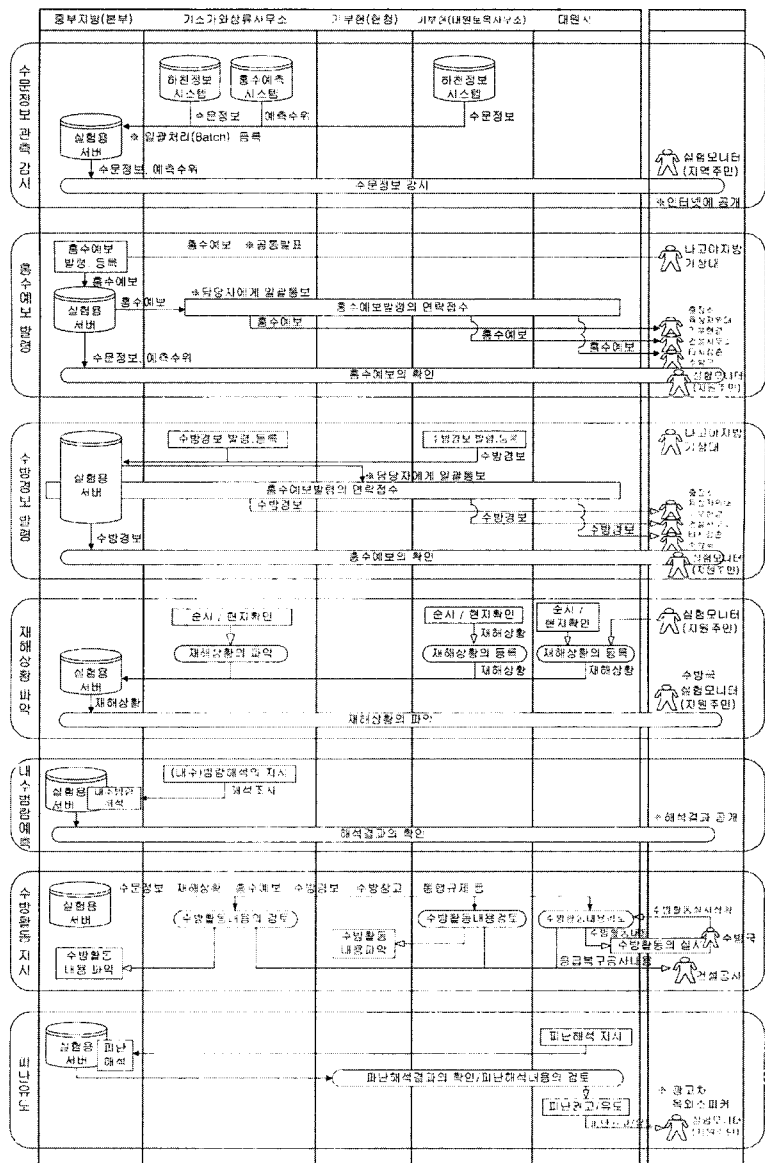


그림 20. 수문정보의 공유 및 내수범람을 가정한 방재 훈련에 대한 업무 모델

### 3-4. 정보공유를 위한 연구

GIS(Geographic Information System)는 국가 차원에서 가장 기본적이고 중요한 공간자료(spatial information)를 처리하고 분석하는 컴퓨터 시스템이다. 일본에서는 GIS를 이용하여 국가 및 지방자치단체간의 정보 공유 방안을 수립하기 위한 많은 노력을 하고 있으며, 그러한 노력의 일환으로 GIS 관계성청 연락회의가 열리고 있다. GIS 관계성청(省廳) 연락회의에서는 “국토공간 데이터 기반표준 및 정비계획”을 마련하여平成 11년(1999)부터 추진하고 있으며, 각종 지리정보 표준 등 기술적인 표준안을 제시하고 수치지도 등 GIS에 필수적인 자료의 구축 및 관리방안에 대한 기준을 설정하고 있다.

현재, 하천 및 도로관리는 주로 지방자치단체나 공공기관 등에서 관리하고 있는 구역을 대상으로 GIS 자료를 구축하고 있지만, 재해방지 측면에서 중요하다고 인식되는 경우 인접지역과 유역을 포함하는 지역을 대상으로 GIS 관련 공간정보를 구축하고 있다. 또한, 하천이나 도로에 관한 정보의 경우 서로 다른 기관에서 구축한 자료를 공유할 수 있도록 여러 가지 방안을 수립하여 추진 중에 있다.

현재 일본에서 추진 중에 있는 종합기술개발 프로젝트 중 하나인 “GIS를 활용한 차세대 정보기반의 활용 추진에 관한 연구(平成 12년~14년(2000~2002년도))”에서는 국가와 지방자치단체 및 민간에서 구축한 GIS 자료를 통합하여 건설사업에서 GIS

자료의 연대활용 효과를 구체적으로 검증하는 실험을 중부지방정비국, 기부(岐阜)현 및 오오가키(大垣)시가 공동으로 참여하여 기부현 오오가키시를 대상으로 실시하고 있다. 본 실험은 국토교통성, 경제산업성 및 총무성이 합동으로 7개 지역에서 실시하고 있는 “GIS 모델 지역실증실험”의 일환으로 추진되고 있다.

본 실험의 목적은 국토교통성과 지방자치단체가 교환하는 정보를 GIS 기반 상에서 상호간에 이용할 경우 나타나는 효과를 구체적으로 검증하고, 하천 및 도로관리에 있어서 GIS의 효과적인 정비방법, 활용 방안 및 이용 범위를 제안하기 위한 것이다.

### 4. 결론

본 고에서는 현재 일본에서 추진하고 있는 수자원 관련 정보화 연구 현황을 살펴보았다. 일본은 우리나라와 마찬가지로 21세기 고도 정보화 사회의 구현을 위해 전반적인 정보화를 추진하고 있다. 특히, 원격탐사(RS), 지리정보시스템(GIS), 지능형교통시스템(ITS) 및 GPS 등 4S로 표현되는 최첨단 정보기술의 개발과 적용에 많은 관심을 가지고 있다. 이러한 국가적인 정보화 추진 방침에 따라 수자원 분야에 있어서도 관련 요소에 대한 핵심 기술 개발과 실용화를 위한 다양한 연구가 연구기관 및 학계를 중심으로 활발히 추진되고 있다.

현재 일본에서 추진되고 있는 수자원 정보화는 우

표 3. 수문정보의 공유와 내수범람을 가정한 방재훈련 예

업무항목	대상업무 항목에 대한 정보연락 및 GIS의 이용
I-1 수문정보의 관측 및 감시	각 기관이 소유한 수문정보를 일원화하여 GIS를 이용하여 감시
I-2 홍수예보 발령	중부지방정비국이 발령한 홍수예보를 관계기관에 통보
I-3 수방경보 발령	기소가와상류사무소 및 기부(岐阜)현이 발령한 수방경보를 관계기관에 통보
I-4 재해상황 파악	각 기관의 순시결과나 주민으로부터의 통보정보를 일원화하고, GIS를 이용하여 확인
II 정보 공개	지도상에 표시된 정보를 인터넷에 공개
III-1 내수범람예측	수문정보 및 재해상황에 의한 범람해석을 실시하고, 결과를 GIS를 이용하여 확인
III-2 수방활동지시	재해상황이나 필요 자기재 등을 GIS 상에 나타내고, 수방활동에 이용
III-3 피난유도	재해상황이나 피난소 등을 GIS 상에 나타내고, 피난유도의 판단에 이용

## ■ 일반기사

일본의 수자원 정보화 관련 연구현황 소개

리나라에서 주로 참고하고 있는 미국식의 정보화 추진 형태와는 다른 형태로 추진되고 있으며, 우리에게도 시사하는 바가 클 것으로 사료된다. 일본의 정보화 추진 과정은 주도 면밀한 검토와 충분한 시간적인 여유, 그리고 국민의 생활에 직결되는 과제를 우선적으로 선정하여 추진하고 있으며, 수자원 관련 정보화 연구 현황을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 아주 깊이 있는 검토와 분석을 통해 관련 사항에 대한 다양한 분야의 전문가 의견을 수렴하고 정리하여 기준을 마련한 후, 정보화를 추진하는 것을 원칙으로 한다. 일본에서는 정보화를 추진하기 위한 각종 기준을 마련하고, 이를 통한 자료와 시스템 구축을 추진함으로써 구축된 결과물에 대한 활용성과 정확도 등을 극대화하는 방향으로 정보화를 추진하고 있다.

둘째, 현재 추진하고 있는 모든 정보화 사업은 우리나라와 마찬가지로 중복투자를 방지하기 위한 다양한 방법을 모색하고 있으며, GIS 관계성청(省廳)

회의 등을 통해 각 기관에서 추진하고자 하는 정보화 사업에 대한 평가와 의견을 조정하여 추진함으로써 정보화 사업의 효율성을 극대화하고 있다.

세 번째, 수자원분야의 정보화는 GIS를 기반으로 국토관리정보기반기준에 따라 작성하되, 하천과 환경, 그리고 재해분야를 중심으로 추진하고 있다. 특히, 재해분야의 정보화는 다른 분야에 우선하여 추진하고 있으며, 홍수지도를 작성하기 위한 각종 인터페이스의 개발이나 시뮬레이션 기법 등에 원격탐사와 GIS를 기반으로 작성하고 있다.

네 번째, GIS를 기반으로 하는 많은 분산형 모형을 개발하여 실제 적용하고 있으며, 모형의 개발은 철저하게 일본의 실정에 맞는 모형 개발을 원칙으로 한다. 또한, 분산형 모형에 기본적인 자료 제공이나 결과물의 저장과 표현 등을 위해서 GIS를 활용하기 위한 다양한 연구가 국토기술정책종합연구소와 토목연구소 그리고 대학 등을 중심으로 추진하고 있다. ●

## 〈참 고 문 헌〉

- <http://www.gsi.go.jp>  
<http://www.mlit.go.jp>  
<http://www.nilim.or.jp>  
<http://www.pwri.go.jp>  
<http://www.river.or.jp>  
建設省河川局, 1999, 基幹データ整備標準仕様(案)  
建設省河川局河川環境課, 2000, 河川環境データベース標準仕様(案)  
館健一郎, 2001, Personal communication.  
館健一郎 등, 2001, GISを用いた洪水時の避難行動解析システムの開発, 土木技術資料, Vol.43, No.8, pp.44-49  
廣瀬葉子, 深見和彦, 金木誠, 2001, リモートセンシングを活用した河川流域情報収集, 土木技術資料, Vol.43, No.1, pp.14-19  
廣瀬葉子, 深見和彦, 金木誠, 2001, 衛星画像から得られる河道流域・情報の響評-河道變遷, 植生分類, 緑被率および不浸透域面積率する考察, 土木技術資料, Vol.43, No.8, pp.56-61  
金木誠, 2001, Personal communication.  
百瀬浩 등, 2001, 情報基盤を活用した環境影響支援システムの構築, 土木技術資料, Vol.43, No.8, pp.32-37  
奥谷正 등, 2001, GISを用いた國地方自治間の情報連携活用實驗, 土木技術資料, Vol.43, No.8, pp.26-31  
眞田晃宏, 村越潤, 2001, リモートセンシング技術を活用した地震による施設被害の檢知, 土木技術資料, Vol.43, No.8, pp.50-55  
清水孝一 등, 2001, IKONOS画像の土砂災害調査への適用性の檢討, 土木技術資料, Vol.43, No.8, pp.38-43