

## Web-GIS 기반의 홍수재해정보시스템 구축에 관한 연구



김 계 현

인하대학교 공과대학 지리정보공학과 교수

### 1. 서 론

#### 가. 연구의 배경 및 필요성

현재 기상예보와 수리, 수문, 그리고 지형자료구축 분야의 기술발달에도 불구하고 매년 홍수와 태풍으로 인한 인명과 재산의 피해는 줄어들고 있지 않은 실정이다. 또한 과거에는 홍수관련재해의 피해가 과거의 홍수피해 이력이 있는 지역 및 저지대를 중심으로 발생하였으나, 최근에는 환경오염 등의 영향으로 하루의 우량이 100 mm를 초과하는 집중호우에 대한 피해가 전국적으로 발생하고 있는 실정이다. 따라서 보다 실시간에 가까운 재해 예경보시스템의 구축을 통하여 단 시간에 국민전체에 사전 경보를 발령하고 재해로 인한 재산과 생명 피해를 최소화하는 것이 매우 중요하다. 이러한 배경에서 Web-GIS를 이용한 홍수재해정보시스템의 구축하게 되었다. Web-GIS의 장점으로는 국가경제 및 산업 전 분야에 엄청난 영향을 미치는 홍수관련 재해정보를 시간과 장소에 관계없이 누구라도 쉽게 접근하여 수치지도를 기반으로 다양한 재해 관련 정보를 효율적으로 획득할 수 있다는 것이다. 아울러 이러한 웹기반의 재해정보시스템에서는 홍수와 같은 재해 발생시 주요 침수지역 및 피난 경로 등을 사전에 알려줌으로써 피해를 최소화하는데 기여할 수 있다.

#### 나. 연구 목적

본 연구의 주요 목적은 국내의 사용자에게 적합한 Web-GIS 기반의 홍수재해정보시스템을 구축하는 것이다. 세부적으로 국내의 사용자에게 적합한 정보제공시스템을 시범 지역을 대상으로 구축하고, 필요한 도형 및 문자 정보를 구축하여 웹상에서 다양한 정보를 불특정 다수가 검색할 수 있도록 제작하는 것이다. 이를 위하여 기초 지형자료와 관련 콘텐츠를 구축하고 Web-GIS 구축을 위한 시스템의 설계와 개발, 대상지역의 홍수 관련 시나리오를 설정하여 제반 정보를 제공할 수 있도록 하였다.

#### 다. 연구대상지역

본 홍수재해정보시스템 제작을 위한 대상지역으로는 안성천유역을 설정하였다(그림 1). 안성천은 용인시·의왕시·수원시와 행정경계가 되는 백운산봉을 정점으로 하여 차령산맥의 제소봉들로부터 발원하여 서측으로 흐르다가 중서부측으로 흐르는 건위천과 합류한 후 서남쪽으로 유하여 아산시 인주면 아산방조제에 이르러 서해로 유입된다. 지형은 외곽경계를 제외하고는 대부분 평야지로 유역경사는 완만한 편이며 하천경사도 상류부 일부를 제외하고는 상당히 완만한 형태를 나타낸다. 우리나라 중부지방 서해안인 동경 126°50'~127°00', 북위 36°50'~37°20'에 위치하고 있으며, 유역면적은 1,655 km<sup>2</sup>이며 유로연장은 70.0 km에 달한다. 아울러 안성천 유역은 과거의 빈번한 홍수실

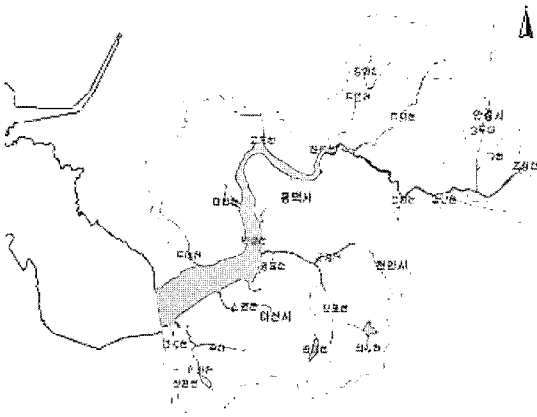


그림 1 연구대상지역인 안성천유역

적과 홍수재해정보의 관련 연구가 활발히 진행되어 유역의 특성, 행정구역, 인문현황, 토지이용현황, 수문, 수질 등 재해정보에 관련한 자료의 획득이 용이한 유역이다.

## 2. 연구내용

### 가. 연구 방법

효율적인 홍수재해정보시스템의 구축을 위하여 세부적으로 국내외 사례조사를 통하여 Web-GIS 시스템의 기능과 특징 등을 파악을 하였다. 전반적으로 해외의 경우에서도 재해정보의 제공과 관련된 Web-GIS 기반의 시스템은 구축단계인 실정이며, 국내사례는 거의 부재한 실정이다. 따라서 홍수재해정보에 직접적인 관련 사례는 외국사례를 조

사 분석하였으며, 국내사례의 경우에는 환경 분야의 관련 사례를 분석하였다. 이를 기반으로 기상, 수리, 수문 분야의 홍수 관련 정보의 효율적 관리와 분석을 위한 데이터베이스의 설계와 구축, 사용자의 편리한 접근을 위한 인터페이스 기반의 정보제공시스템을 구현하기 위한 방안을 제시하였다.

### 나. Web-GIS의 개요

현재 인터넷 기술의 발전과 Web 이용의 엄청난 증가는 수많은 정보통신 분야에 새로운 길을 열어 주고 있으며 GIS에 있어서도 새로운 방향을 제시하였다. Web-GIS는 인터넷의 World Wide Web 구현 기술을 GIS와 결합하여 인터넷 또는 인트라넷 환경에서 지리정보의 입력, 수정, 조작, 분석, 출력 등의 작업을 처리하여 네트워크 환경에서 서비스를 제공할 수 있도록 구축된 시스템을 말한다. 이 시스템의 구현은 단순히 지형 공간 자료를 보여주는 간단한 형태의 응용에서부터 공간 분석을 수행하여 의사결정에 도움을 줄 수 있는 복잡한 응용까지 구현의 정도가 다양하다. Web-GIS는 실시간 정보 검색과 갱신을 통해서 인터넷상에서 최신의 지리정보에 접근하여 정보를 획득하고 분석하며, 다양한 종류의 지리정보를 통합적으로 구축 관리할 수 있다. 또한 인터넷 기술의 발전은 지리정보를 분배할 수 있는 객체의 특성을 가진 캡슐화 된 GIS 객체들로 이루어진 소프트웨어의 발전을 가져 왔다. 이런 GIS객체들은 운영체제의 제약 없이 어떤 컴퓨터에나 전달되어져 각 컴퓨터

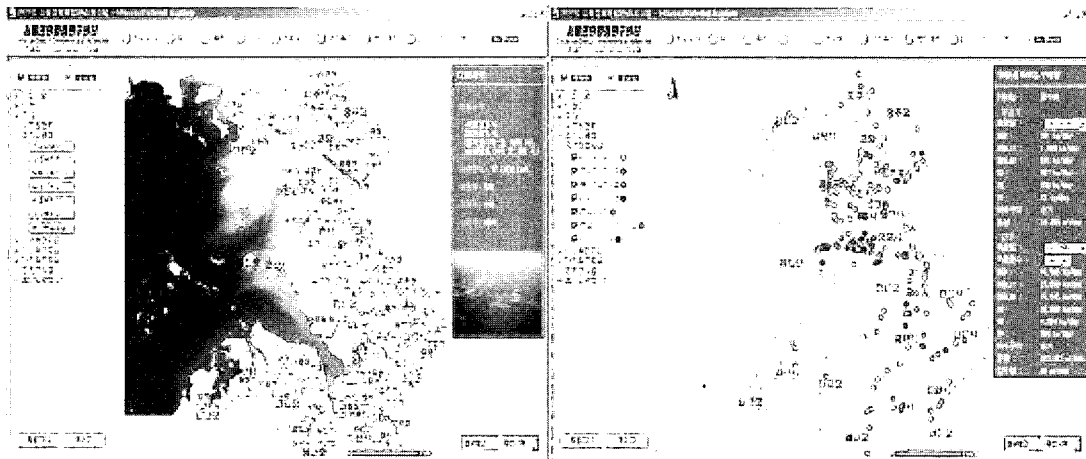


그림 2 연안역 수질정보통합관리시스템

에서 실행이 가능하다. 아울러 Web 브라우저의 등장으로 일반인들의 인터넷 이용이 급증하고 있으며 이에 따른 기술의 개발 역시 그 속도가 상당히 빠르다. 따라서 이러한 Web 브라우저를 이용한 공간 자료를 시각화하며 관리하는 정보시스템으로서의 GIS 기능은 인터넷상에서 앞으로 그 수요가 크게 증가될 것으로 전망된다.

다. 국내외 Web-GIS 시스템 구축사례

1) 국내 구축사례

국내의 경우, 홍수정보와 같은 공공방재정보의 Web-GIS의 제공사례를 찾아보기 어려운 실정이며, 지방자치단체를 중심으로 단순지리정보를 제공하는 생활지리정보서비스를 제공하거나 시범연구사업의 일환으로 환경정보의 Web-GIS 사례가 있다. 이들 Web-GIS에서 제공하는 공간 데이터에는 지형도, 도로, 건물, DEM, 위성영상 등이 있으며, 대부분 수치지형도와 지적도를 편집 가공하여 활용분야별 특성에 맞게 추가, 보완하여 공간데이터를 생성하고 있다. 참고로 국내 홍수위험지도의 경우, 한국수자원공사에서 한강권역 6개 지역에 대한 홍수위험지도를 이미 제작하였으나, 아직까지 웹을 통하여 일반인에게 공개하고 있지 않은 실정이며, 종이형태의 지도로 제작되었다.

① 연안역 수질정보통합관리시스템

(<http://www2.inha.ac.kr/~cceys>)

인하대학교 서해연안환경연구센터에서는 경기만 연안해역의 도형 데이터베이스와 오염원 데이터베이스를 구축하고, 오염부하의 산정과 연안오염 확산의 예측 및 적정 개선방안을 제시하고 있다. 아울러 각 오염원 정보에 대한 속성 정보를 제공하고 있다(그림 2).

② 대기환경공개 시스템

(<http://airmap.nier.go.kr/airinfo/>)

국립환경과학원에서 실시간으로 대기환경의 자료들을 공개하고 있는 홈페이지로서 Web-GIS 기반에서 1993년부터 2003년에 걸친 오존, 미세먼지, 아황산가스 등의 통계자료를 제공하고 있다(그림 3).

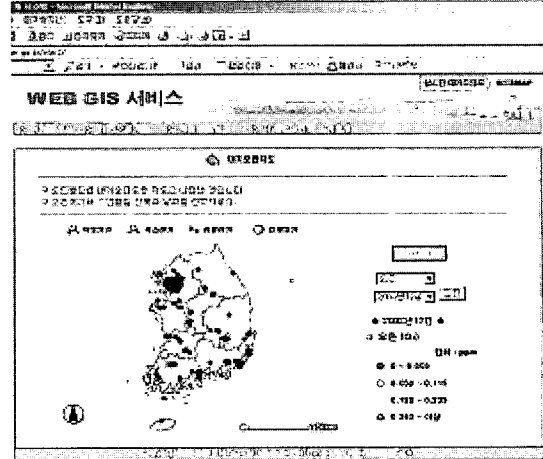


그림 3 대기환경공개 시스템 화면

2) 국외 구축사례

① Concord Web GIS

(<http://gis.concordnet.org/concord/connect.htm>)

미국 뉴햄프셔 주의 Concord시 정보를 보여주고 있는 Web GIS 서비스이다. 이 사이트에서는 Concord시의 홍수범람범위, 가로수, 지하수, 습지대 등의 정보를 보여주고 있다(그림 4).

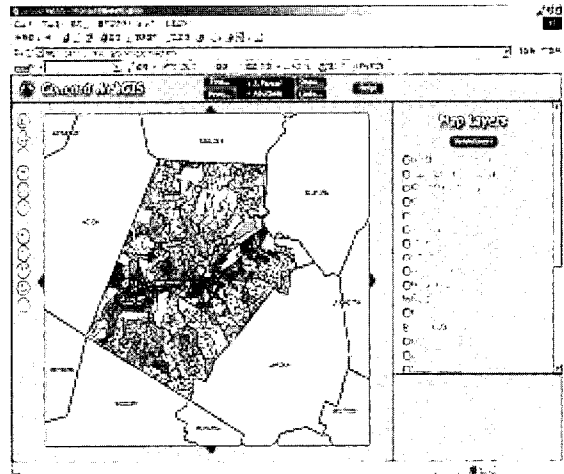


그림 4 Concord시의 Web 화면

② 미국 샌디에고(<http://www.sangis.org>)

샌디에고시는 부서별 구축되는 데이터의 통합과 공유를 통한 비용감소를 목적으로 200여개 주제도 데이터를 구축하고 이를 인터넷을 통해 시민들에게 제공하고 있다.

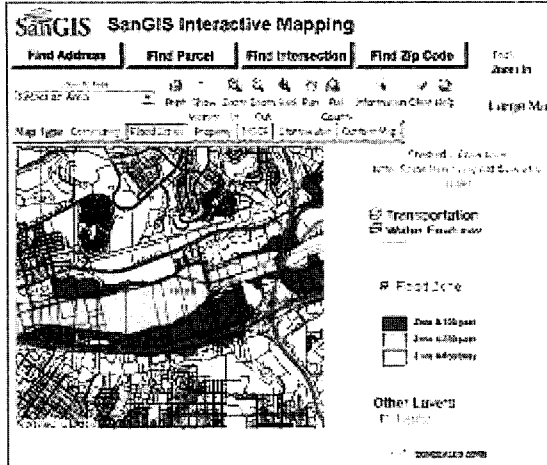


그림 5 SanGIS - Flood Zone

SanGIS는 200여 개 주제도의 검색과 사용자가 등급을 나누어 주제도를 제작할 수 있도록 하는 인터랙티브 맵 (interactive map) 제공이 특징적이다. 자연재해정보는 물론 선거결과, 필지, 범죄, 경제개발, 산업, 인구관련 다양한 정보를 제공하고 있으며, 아래 그림은 홍수범람지역 지도서비스의 화면을 보여주고 있다(그림 5).

③ 미국 연방정부(www.hazardmaps.gov/atlas.php)

미국의 연방정부에서는 미국 전역에 걸쳐 지진, 홍수, 해일, 허리케인, 토네이도, 화산 등의 기상 및 지질정보를 실시간으로 제공하고 있으며, 중첩기능을 이용한 다양한 정보를 제공하고 있다(그림 6).

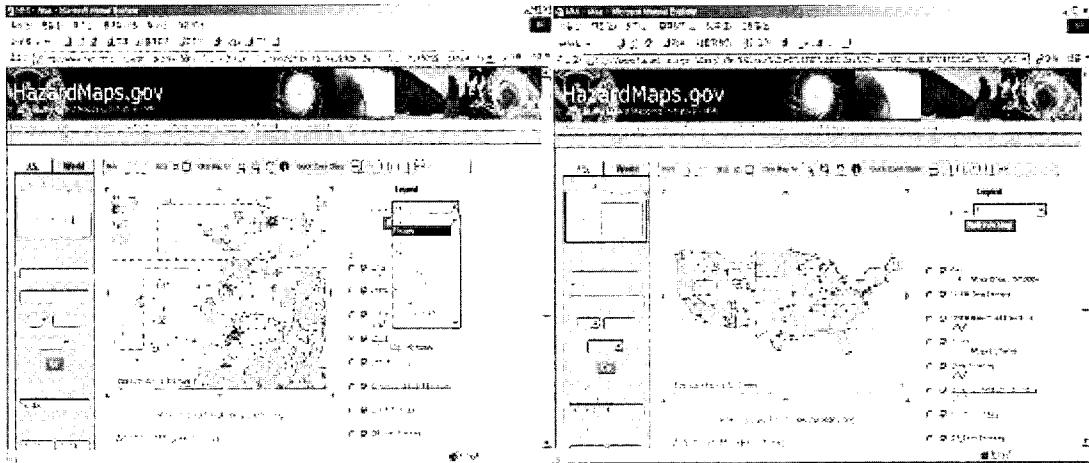


그림 6 미국연방정부 Web-GIS 시스템

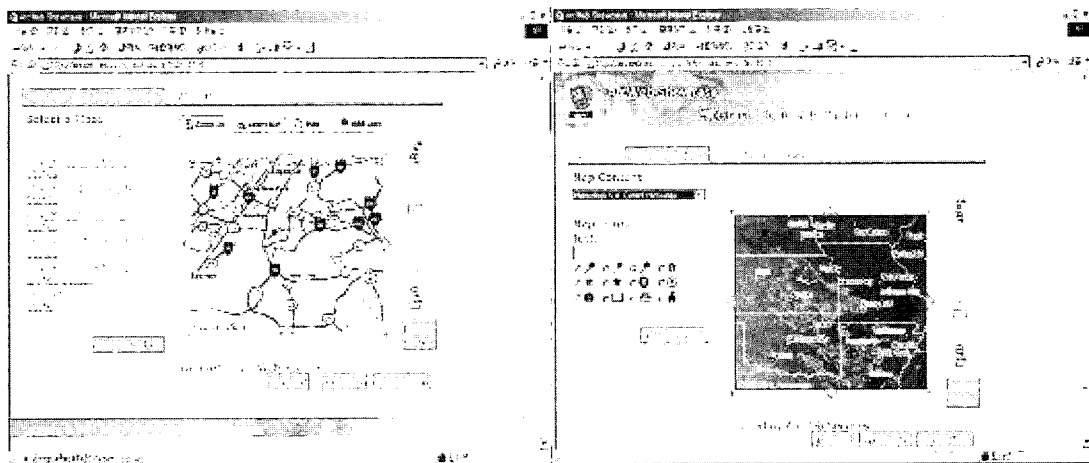


그림 7 FEMA와 ESRI사의 Web-GIS 시스템

④ FEMA와 ESRI사에서 자연재해 관련 정보 제공  
(www.esri.com/hazards/makemap.html)

미국의 FEMA(Federal Emergency Management Agency)와 ESRI사에서는 지역별 홍수피해지도, 최근 지진지역, 지진 통계, 해일 통계, 허리케인 통계 등의 자료를 제공하고 있으며, 원하는 지역정보를 입력하여 지역정보를 검색할 수 있게 구축되었다(그림 7).

세부적으로 종이지도 형태의 FIRM(Flood Insurance Rate Map)을 스캐닝하여 제작된 Digital Q3 Flood Data를 기반으로 관련 주제도를 함께 제공하는 웹기반 홍수정보서비스이다. FIRM에서 주요 지형지물만을 포함되어 있으며, 현재 미국전역에서 1,200개 카운티에 대한 홍수정보를 제공하고 있다(그림 8).

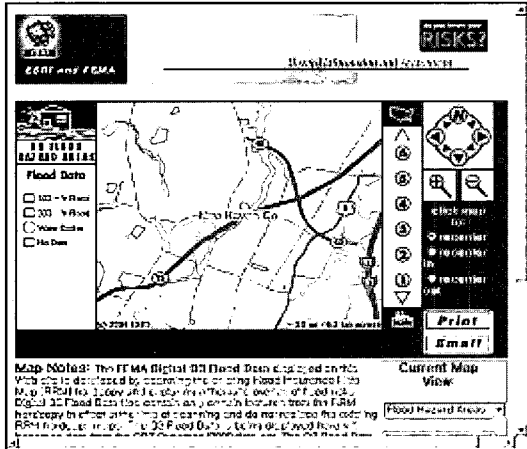


그림 8 US Flood Hazard Areas

⑤ North Carolina 홍수지도  
(www.ncfloodmaps.com/default\_swf.asp)

미국 North Carolina 지역에 대한 수치지형도와 주요 뉴스, North Carolina주의 기본정보 등을 제공하고 있으며, Link를 통한 다양한 정보를 검색할 수 있다(그림 9).

라. 시스템 구현

1) 사용자 요구분석

인터넷을 기반으로 홍수재해정보를 제공할 경우에 정보를 제공받는 사용자는 인터넷을 사용하는 모든 국민들로 볼 수 있다. 따라서 다양한 사용자가 존재할 것이며 이들이 모두 일정수준의 전산능력이 있다고 볼 수 없기 때문에 사용자의 입장에서 최대한 간결하고 편리한 인터페이스를 구축하여야 한다. 또한 인터넷을 기반으로 하기 때문에 각 사용자의 인터넷 환경에 맞게 최적으로 정보를 제공할 수 있도록 호환성과 안정성이 보장되어야 한다. 아울러 인터넷을 사용하는 사용자는 정보제공 인터페이스가 아무리 뛰어나도 빠른 검색속도가 매우 중요시 된다. 인터넷의 속도는 사용자의 인터넷 연결방법에 따라 차이가 있지만 서버에서 운용되는 시스템은 가능한 최적의 시간으로 정보를 제공하여야 하고, 클라이언트에서 운용되는 프로그램은 해당 사용자의 컴퓨터에서 메모리 사용을 최소화하여야 할 필요성이 있다. 이러한 기본적인 사항을 참조하여 사용자에게 필요한 제반 정보, 지자체나 정부 관련 부서의 업무 사용자가 필요한 정보 등을 포함하여 정보를 제공할 수 있도록 사용

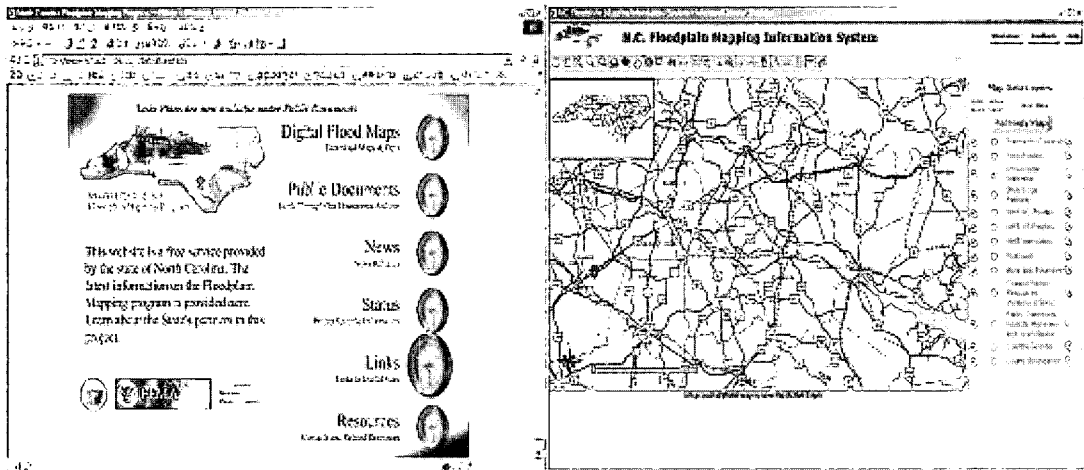


그림 9 North Carolina 홍수지도

자 집단별 사용자요구명세서를 작성하였다. 나아가 사용자 입장의 업무시스템 요구사항서와 개발자 입장의 컴퓨터시스템 요구사항서, 웹시스템 관리자 입장의 H/W와 S/W의 요구사항서 등을 작성하였다(그림 10).

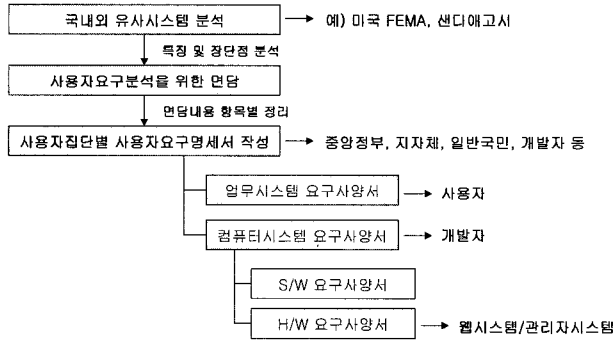


그림 10 사용자 요구분석

## 2) 시스템 설계와 구성

시스템 설계는 시스템의 정의와 사용자 요구 분석의 결과를 바탕으로 하여 시스템이 이러한 요건을 충족시킬 수 있도록 하드웨어나 소프트웨어의 전체적 구조, 구성 요소, 모듈, 인터페이스 등을 규정하는 작업이다. 또한, 시스템의 설계는 시스템의 각 구성요소들 간의 연관관계를 구체적으로 도식하여 시스템의 전체적인 구조를 쉽게 파악할 수 있

게 제작되어야 한다.

아울러 본 시스템은 Web을 통한 정보의 활용을 위해 홍수재해정보와 관련하여 도형 및 속성자료의 제공과 홍수재해관련 주제도 정보의 제공에 주안점을 두고 설계되었으며, 홍수재해정보의 구축과 제공방안에 대해 중점적으로 설계되었다. 또한 각 기능들이 홍수재해정보시스템에서 유기적으로 연계되어 기존 업무의 개선과 정보의 효율적인 공유가 가능하도록 설계되었다(그림 11).

## 3) DB구축

### ① 도형DB

연구 대상지역의 안성천 유역은 수치자료가 존재하는 경우는 기존 자료를 이용하였으며, 수치자료가 존재하지 않는 홍수재해관련 자료들은 shapefile 형태로 신규 구축하였다(표 1).

### ② 속성DB

문자위주로 구축된 속성DB는 환경부에서 제공하는 2003년 12월 말 기준으로 작성된 오염원자료를 이용하여 구축하였으며, 인구, 축산, 폐수배출업소, 양식장, 토지이용현황 등의 오염원 현황, 처리시설, 환경기초시설, 수질현황자료 등을 구축하였다. 속성 데이터베이스 구축 현황은 표 2와 같다.

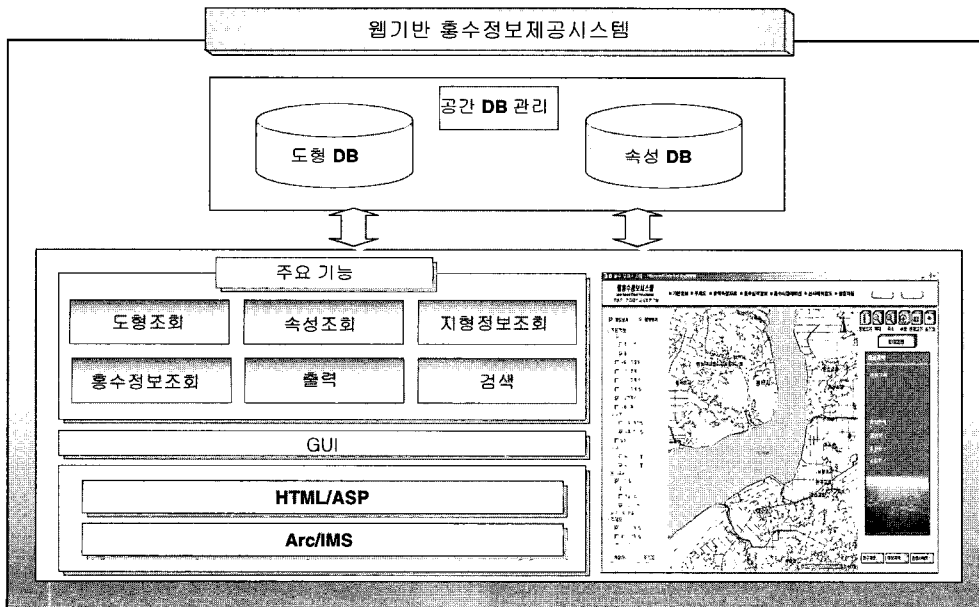


그림 11 시스템 구성도

표 1 도형DB 구축내역

구분	자료명	축척	자료형태	자료 구축기관
기본도	행정구역도	1:5K	면	국토지리정보원
	하천도	1:25K	면	국토지리정보원
	지형도	1:1K	점, 선	국토지리정보원
1:5K		점, 선	국토지리정보원	
주제도	토지피복도	1:25K	면	환경부
	유역측정자료	1:5K	점	환경부
	홍수실적도	1:5K	점	한국수자원공사
	홍수지도	1:5K	점, 선, 면	한국수자원공사
	산사태위험도	1:5K	면	구축 예정

표 2 속성DB 구축내역

대분류 항목	중분류 항목	소분류 항목
기본정보	인구	리동별 인구합계, 시가·비시가별 인구소계.
	토지이용	논, 밭, 임야, 대지, 목장, 골프장, 기타 지목별 면적
유역측정자료	수질측정지점	측정소명, 측정월, 유량, BOD, TN, TP
홍수실적도	침수실적	연도별침수실적, 연도별홍수자료
홍수지도	홍수피난지도	유관기관, 피난장소
산사태위험도	산사태, 토사발생	강우량, 토사발생량

4) 시스템 구축

본 연구에서 개발한 Web-GIS 기반의 홍수재해정보시스템은 메뉴바, 버튼바, 인덱스 창, 범례, 레이어 창, 활성 레이어, 주화면 등으로 구성된다. 또한 화면의 메뉴바를 통하여 지형도, 행정구역 현황, 주제도의 조회가 가능하고, 하나의 통합 화면에서 동시에 여러 정보를 조회 및 검색하는 기능이 가능해 전체적인 홍수재해정보를 파악하고 관리하는데 용이하다(그림 12).

또한 Web을 이용하여 서비스를 제공하므로 보편성과 경

제성, 실용성을 고려하여 GUI를 지원하는 윈도우 환경에서 개발하였고, 사용한 인터넷 언어는 JSP(Java Server Page), HTML(Hypertext Markup Language), ASP(Active Server Page)를 사용하였다. 인터넷을 통한 서버와 클라이언트 간의 GIS 정보의 제공을 위한 라이브러리로 ArcIMS 4.0.1(Internet Map Server)을 사용하였다. 데이터베이스의 접근을 위한 기술적 방법으로

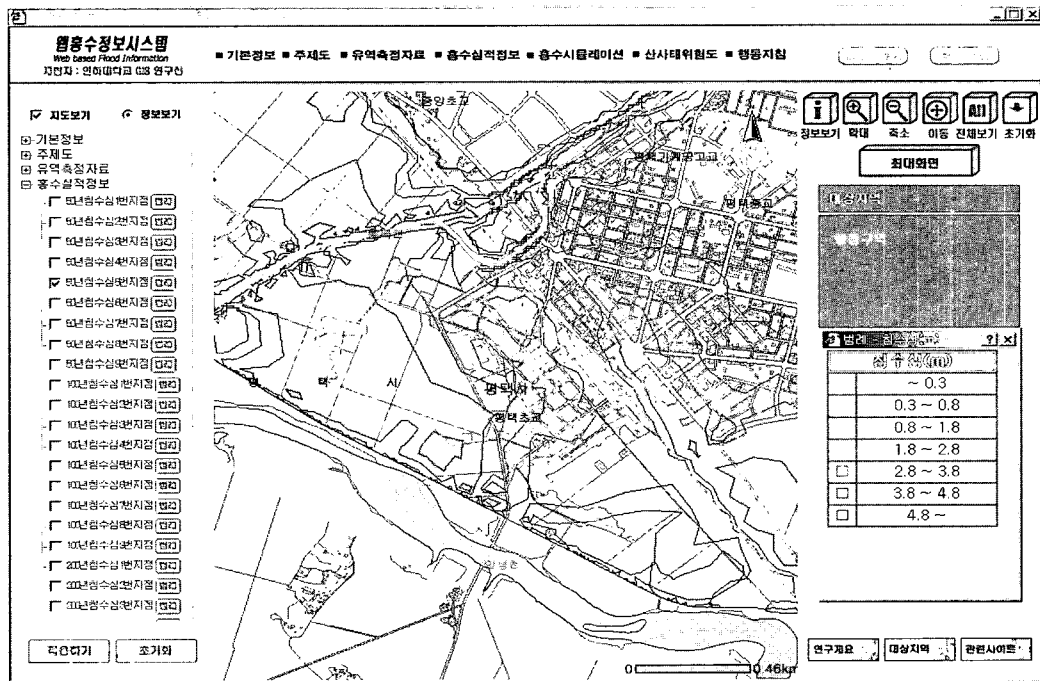


그림 12 안성천 지역의 침수예측정보 검색





램의 설치가 필요한 것 등을 들 수 있다. 이러한 플로그인 프로그램은 서비스가 시작할 때 인터넷 환경에 따라 많은 시간이 필요하고, 컴퓨터 환경에 따라 설치가 불가능한 프로그램도 있었다. 국외의 경우 미국을 중심으로 홍수위험 지도를 상용 GIS S/W기반의 웹서비스를 하고 있지만 기존의 종이지도형태의 FIRM(Flood Insurance Rate Map)을 기반으로 자료를 작성하였기 때문에 정확한 침수위, 침수심 그리고 각종 경계를 다양하게 제공하고 있지 못한 실정이다. 또한 국내외 Web시스템은 하나의 주제다루어지고 있기에 방대한 자료를 가지고 있는 홍수재해정보를 제공하기에는 확장성이 부족하였다. 아울러 GIS를 모르는 일반인들이 다루기에 이해가 쉽지 않은 인덱스 방식으로 지도를 제공하고 있으므로 Web서비스의 편의성이 부족하였다. 아울러 속성정보에 대한 제공이 미흡했으며, 속성정보를 제공하더라도 테이블의 형식으로 제공하기 때문에 테이블의 내용이 방대해지면 속성정보의 검색이 힘들어지고 따라서 속성정보를 제공하지 않고 있는 Web시스템도 있었다.

따라서 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 별도의 홍수재해정보 메뉴 바를 제공하여 확장성과 편의성 등을 고려하여 시스템을 구축하였다. 또한 기존 Web-GIS 시스템에서 문제가 되었던 뷰어 프로그램이나 플로그인에 대해서는 지도를 jpg나 png, gif 등의 사진파일로 제공하였다. 그 결과 별도의 뷰어 프로그램이 없이 MS Internet explorer나 Netscape등 Web 브라우저만 있는 경우 지도 정보의 제공이 가능하였다.

#### 나. 기대효과

본 연구를 통하여 Web-GIS 기반의 홍수재해정보시스템이 전국적으로 구축되면 홍수피해의 삭감을 위한 홍수 관련 제반정보의 대국민 서비스를 통한 인명과 재산피해를 경감하는데 기여할 수 있을 것으로 판단된다. 아울러 이러한 웹기반의 정보제공은 향후 전 국토에 대한 국토이용계획의 수립은 물론 주요 시설물 및 단지에 대한 입지 선정시 기준자료로도 활용될 수 있을 것이다. 나아가 이러한 연구는 지도를 근간으로 제반 정보를 제공하는 Web-GIS기술의 향상에도 기여할 수 있을 것으로 사료된다.

이와 함께 인터넷 기반의 GIS 정보제공이 활성화 되어있는 만큼 본 연구에서 구축된 홍수관련 데이터를 향후 서버에 저장하여 인터넷 GIS 정보제공시스템을 기반으로 광범위한 사용자를 대상으로 다양한 홍수재해정보의 제공이 가능하다. 이러한 정보의 제공은 장기적으로 국민에게 방재에 관한 인식을 깨우치고 궁극적으로 방재형국토의 건설에 기여할 것으로 사료된다.

#### 감사의 글

본 연구는 과기부의 2004년 핵심연구개발사업의 일환으로 웹홍수정보시스템 프로토타입 개발과제의 연구비로 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

#### 참 고 문 헌

1. 환경부, "환경정보화 장기종합계획", 1998
2. 김계현, "GIS 개론", 대영사, 2000
3. 김계현, "공간분석", 두양사, 2004
4. 김계현, "GIS를 이용한 하천수질모델링 시스템 개발에 관한 연구", 대한환경공학회 2001 추계학술발표회 논문집, 2001
5. 한국환경정책·평가연구원, "오염총량관리계획 의사결정지원을 위한 GIS Application 구축", 2003
6. 국립환경연구원, "수질개선시스템 개발(VI)", 1998
7. 한국전산원, "GIS를 활용한 행정업무의 대국민 서비스 체고 방안에 관한 연구", 2000
8. 한국수자원공사, "하천정보 Web서비스 시스템", 2003
9. 한국수자원공사, "하천주제도 시범구축 및 시스템 개발", 2004
10. 농업기반공사, "GIS를 이용한 농업용수 수질정보관리시스템 구축", 1998
11. 해양수산부, "해양환경종합정보시스템 개발", 2002
12. Zhong-Ren peng, Ming-Hsiang Tson, "Internet GIS", 2002
13. 국토지리정보원, <http://www.ngi.go.kr>
14. 환경부, <http://www.me.go.kr>
15. 인천시청, <http://www.incheon.go.kr/index.html>
16. 인천기상대, <http://my.dreamwiz.com/dj112/>
17. 갯벌 자연생태 정보시스템, <http://wetland.incheon.go.kr/index.html>