

## Web GIS를 이용한 수요자 중심의 하천수질 정보시스템 구현

엄정섭\* · 신소은\*\*

### Development of a user-friendly information system for river water quality using Web GIS

Jung-Sup Um\* · So Eun Shin\*\*

#### 요 약

정부에서 국민에게 공개하는 하천수질정보가 비환경전문가인 일반 수요자의 지식 수준을 고려한 서비스를 제공하지 못하는 한계가 있다. 이와 같은 문제에 대해 대안을 제시하고자, 본 연구에서는 수질오염 측정결과와 지역주민이 일상생활에서 접하고 있는 지역의 지도(행정경계, 수계, 도로망등)를 결합하여 2차원 수질오염지도를 제작하였다. 다양한 수질측정항목에 대해 다년간 축적된 방대한 자료를 간단하게 검색하고 컴퓨터 지도에 출력할 수 있는 인터페이스가 설계되었다. 아울러 수질측정결과를 그래픽정보로 가공하여 광역적인 수질오염변화 추이를 풍부한 시각 정보로 지도상에 디스플레이 할 수 있는 기법이 구현되었다. 본 연구를 통하여 구축된 시스템은 인터넷의 편리한 인터페이스, 자료 공유의 편리성을 이용하여 전 세계 어디에서나 서비스에 대한 접근이 가능하다. 본 수요자 중심의 대민수질환경 인터넷GIS가 정부차원에서 도입되어 실무에 이용될 경우, 일반인이 수질환경에 대한 전문지식을 습득할 필요없이, 검색하고자 하는 지역과 각종 수질측정 데이터를 선택하여 실생활과 관련된 수질 정보에 접근할 수 있어, 대민 환경정보 서비스 질의 개선측면에서 획기적인 계기를 마련할 것으로 사료된다.

**주요어** : 인터넷 GIS, 환경정보, 수질오염지도

**ABSTRACT** : The author argues that the current Government Information System for river

※ 이 논문은 2000년도 경북대학교의 연구비에 의하여 연구되었음

\* 경북대학교 지리학과 조교수 (Assistant Professor, Department of Geography, Kyungpook National University)

\*\* 한국 Web GIS 대리 (Assistant Manager, Korean Web GIS)

water quality appears to be non-user friendly due to lack of the cartographic representation for the field monitoring data. Acknowledging these constraints, an operational, user-friendly information system has been developed by combining Internet technology with GIS. A digital map for water quality has been generated by overlaying monitoring data on existing cartographic data such as road, topography and administrative boundary etc. A user interface was designed to address the need to query the large spatial databases by non-GIS and non-environmental experts. The system has been checked experimentally and enabled the users to query data required simply. And detailed visual maps for water quality can be generated over large areas quickly and easily. A visual mapping system for water quality was developed by reframing the monitoring data as graphic symbols and it was ideally suited to exploring area-wide water quality at a user-friendly manner due to extensibility and scalability along the various survey points. This system based on Web GIS could be accessed anywhere if internet is available. It would play a crucial role in improving the quality of public information service if it is operationally introduced into the Government since the highly user-friendly interface provides a completely new means for disseminating information for water pollution in a visual and interactive manner to the general public.

**Keywords** : internet GIS, environmental information, pollution map for water quality

## 1. 연구배경 및 목적

효율적인 수질보전을 위한 방법론상의 선결과제는 수질정보의 효율적인 전달체계를 기반으로 하여 수질보전에 대한 홍보·교육을 지속적으로 실시하여 국민이 물을 깨끗이 하고자 하는 의식이 평생 몸에 배도록 하는 것이 필요하다. 이를 위해 모든 수질정보 수요자들에게 필요한 자료를 공개하고 원하는 자료를 손쉽게 접근·조회할 수 있도록 하여야 하나 현행 수질 오염 측정자료에 대한 체계적인 가공 및 전달체계의 구축이 미흡한 실정이다. 한 예로 최근에 확정된 낙동강 수

질보전특별 대책에도 지역주민의 수질문제에 대한 홍보의 증진을 위해 수질오염정보를 수요자의 전문성을 감안하여 제공하기 위한 기법개발에 대한 특별한 언급이 없는 실정이다.

국내의 환경부나 각국의 환경관련기관 인터넷에서 제공하는 하천 수질측정망 데이터는 대부분의 경우 사용자의 수준을 감안한 자료의 제공이 아니고 측정결과의 원자료(raw data)를 그대로 국민에게 공개하고 있다. 즉 측정자료를 일반주민이 알아서 해석하라는 식의 정보체제를 운영하고 있다. 조사지점의 행정구역상 명칭에 의거 수질측정자료를 공개하는 방법은 전통적으로 사용되는 방법이기도 하나 전적

으로 텍스트에 의존하는 상당히 원시적인 정보기법이다. 현행 정보전달 방식은 조사지점만의 단편적인 측정치를 보여주는 수준에 머물러 있어 오염물질의 이동확산 등 수질오염의 광역적인 변화 추이에 대한 시각적인 정보를 입수하는 데 상당한 한계가 있다. 이와 같은 문자위주의 수질 정보서비스의 관행이 광역공간정보에 의거 수질오염에 대한 대민 협조를 확보하는 것이 필수적인 수질보전업무에 많은 한계점을 노출하고 있는 것이 사실이다.

이와 같이 형식적인 단순 나열식의 정보제공은 인터넷 시대에 부응하여 그래픽·영상매체 등을 이용하여 세련되고 입체적인 수질오염정보 홈페이지를 개설·운영하여 네티즌들에 대한 홍보를 강화해야 하는 시대적인 요청과는 상당히 거리가 있다. 특히 수질오염 홍보전달체계의 경우 다양한 멀티미디어에 대한 연구나 개발이 크게 부족하고 비환경전문가인 일반국민이 손쉽게 수질측정결과를 이해하여 사용할 수 있도록 하는 연계시스템(Interface System)에 대해서도 선행연구를 찾아보기 어렵다.

현행 수질오염 정보체계는 국민의 알권리를 충족시켜야 한다는 측면을 고려할 때 여러 가지 점에서 문제점을 안고 있다. 수질오염실태에 대한 측정결과가 지속적이고 장기적으로 국민에게 공개되어 수질환경 정책결정과정의 설득력 확보에 기여하는 역할을 기대하기에는 무리이다. 수질환경측정결과에 대한 대국민 서비스가 사용자의 환경에 대한 전문성 수준에 미치지 못할 경우, 이는 무용지물이 될 것이며 막대한 국가예산을 낭비하는 결과를

가져올 것이다. 국민들은 국가에서 제공하는 정보에 대하여 검증할 능력을 가지고 있지 못하며, 또한 국가를 신뢰하고 아무런 의심 없이 사용할 것이 예상되는 바 이를 바탕으로 국민들이 가지게 되는 수질환경에 대한 지식 역시 부정확한 것이 될 것이다. 따라서 국가는 수질측정결과에 대해 일반국민의 입장에서 사용자 인터페이스를 구축하여 제공할 의무가 있다. 환경분야에서 국가경쟁력을 확보하고, 국민중심의 서비스제공을 위해서는 수요자 중심의 수질환경 GIS는 피할 수 없는 시대의 물결이다. 따라서 본 연구에서는 하천수질데이터를 수계권역에 대한 수치지도와 연계하여 웹상에서 제공하는 지리정보시스템(GIS)을 구축하여 수질환경조사를 통해 얻어지는 결과물의 대민 친화성을 향상시키기 위한 기법을 개발하고자 한다.

## 2. 이론적 고찰

환경정보화는 환경관련 정보를 최신의 정보기술을 이용하여 수집·생산·유통 또는 활용함으로써 환경행정업무의 효율화를 도모하고 국민의 환경에 대한 알권리를 충족하기 위한 서비스를 제공하는 과정이라고 정의할 수 있다. 수질환경부문에서도 전국에 걸쳐 수질측정망이 구축되어 수질을 조사하고 있으며 조사결과는 매일 관보와 언론매체를 통해 공표하며 인터넷을 통해 수질데이터를 공개하고 있다(환경부, 2000). 수질측정자료가 보고서 형태의 자료로 축적되었기 때문에 텍스트에 기반을 둔 특정지점별 측정결과에 원

데이터를 제공하고 있다. 항상 유동하고 있는 물에 대해 이와같이 특정지점의 조사자료를 가지고 일반 주민들은 시간적, 공간적 비교·분석이 곤란하여 수질오염의 실상을 파악하기 곤란하다.

또한 수질오염문제는 어느 한가지 요인에 의해 발생하는 문제가 아니라 대상지역내의 자연, 인문, 사회현상의 상호작용에 의한 복합적인 현상이다. 이러한 이유로 주민에게 수질오염정보를 제공할 경우에는 단순히 오염통계 그 자체만을 제공하기 보다 수질오염에 관련된 다양한 공간데이터를 동시에 제공하여야 한다. GIS의 중요한 기능 중의 하나가 속성정보를 도형정보와 연계시켜 표현할 수 있다는 것이다. 이와같은 기능을 통해 공간문제 해결에 필요한 정보를 종합적이고 체계적으로 분석하고 할 수 있다. 즉 도로, 지형, 수계망, 행정구역 등 각종 지도를 컴퓨터에 입력하고 수질측정결과와의 통합관리 및 처리를 통해 일반국민에게 보다 쉽고 가시적인 정보를 제공할 수 있다. GIS가 도입된다면 기존에 문자위주의 대민정보제공과정에서 수반되었던 많은 한계점들을 극복하여 공개 자료의 대민친화성, 조직화 등이 가능하게 될 것이다.

그러나 이와 같은 GIS의 장점에도 불구하고 과거의 GIS개발은 Stand-alone방식이 주를 이루었고, 전용 서버와 클라이언트를 기반으로 하더라도 소수의 사용자만을 대상으로 구축되어 활용되고 있었다. 사용자의 수를 증가시키기 위해서는 막대한 비용이 들었고, 설사 인터넷상에서 지리 정보서비스를 구축하더라도 속도의 문제 때문에 일부 전문가들을 제외하고는 GIS

에 실질적으로 접근하기 어려웠던 것이 사실이다. 하지만 최근 컴퓨터 통신망의 속도가 놀라울 정도로 개선되었고 그에 따른 인터넷GIS의 등장으로 지금까지 소수 사용자만으로 한정되었던 유용한 지리 정보를 인터넷을 통하여 다수가 접근할 수 있도록 됨에 따라 다양한 응용분야에서 인터넷 GIS의 실용화가 추진되고 있다.

환경분야에서 인터넷GIS에 대한 선행연구를 살펴보면, Huse (1995)는 Web GIS를 이용하여 공간데이터를 일반 주민에게 공개함으로써 환경계획과정에서 주민이 직접참여 할수 있도록 하는 GRASSLinks라는 프로그램을 개발하였으며, Parson (1999)은 GIS 기법을 이용하여 수문학적인 모델링 과정을 직접 체험할 수 있는 Internet Watershed Educational Tool (InterWET)을 개발하였다. 이와같이 Web GIS에 관련된 프로그램 개발과 더불어 환경관련 정책결정을 지원하기 위한 다양한 연구가 보고되고 있다. Maiellaro (2000)는 생태계보전 계획 수립과정에서 자연경관의 핵심요소를 Web상에서 평가하기 위한 GIS기법을 소개하였으며, Ramanathan, et al., (2000)은 Web 상에서 고해상도 DEM을 이용하여 상습홍수 피해지역의 관리방안을 제시하는 시스템을 개발하였다. Kao, et al., (1997)은 Web상에서 각종 공간 데이터를 활용하여 쓰레기 매립장의 적지를 선정할 수 있는 연구결과를 제시하였다. 아울러 환경정책결정과정에서 주민의 참여를 유도하기 방안의 일환으로 Web GIS의 적용가능성을 제시하는 연구도 있다 (Kingston, et al., 2000). Carver (1996)는

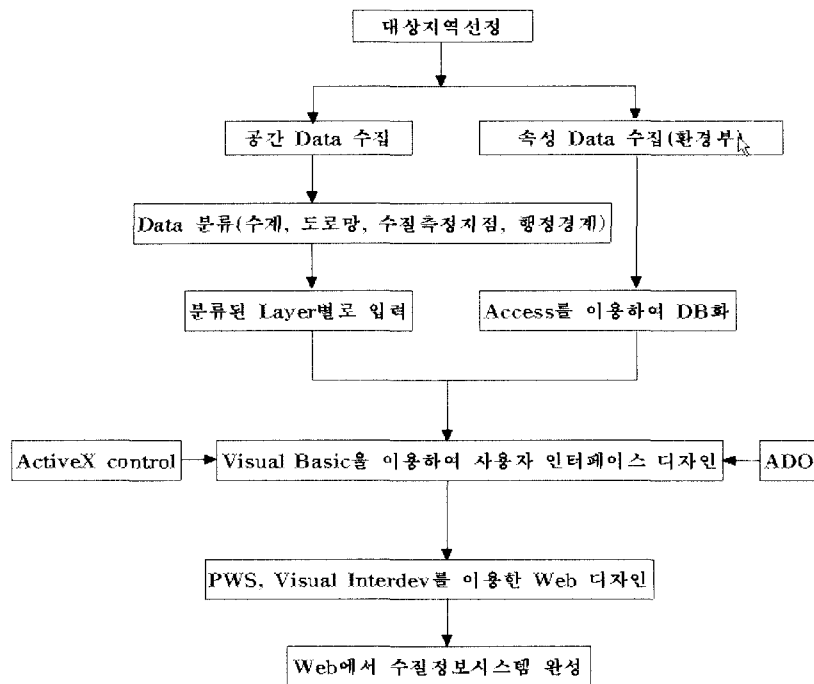
Web 상에서 공간데이터를 제공하여 방사성 폐기물에 관한 정책결정에서 주민의견 수렴을 위한 방안에 대한 연구를 소개하였다. 또한 각종 공간데이터를 공유하기 위해 Web GIS를 활용하는 실무에서의 사례를 소개하는 연구도 있다. Bocchino and Huizing (2000)는 뉴저지 환경청이 일반주민의 환경보전에 대한 의사결정을 지원하고 환경관련 공공기관에게 다양한 환경관련 공간정보를 Web상에서 제공하기 위한 서비스에 대해 소개하고 있다.

Web GIS라는 개념 자체가 대두된 것이 불과 몇년전이며 환경분야에서 대부분의 연구는 Web GIS에 관련된 실험 연구 수준인 것으로 사료된다. 향후에도 다양한 공간문제에 대한 정보를 수집하고 체계적

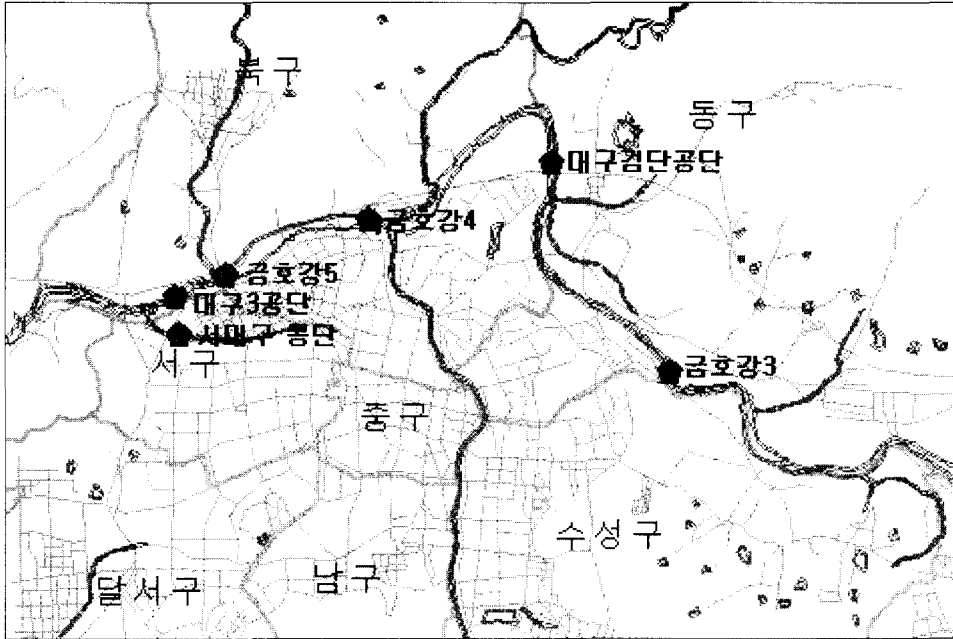
으로 분석하는 툴인 GIS가 웹상에서 활용된다면 응용분야는 상당히 광범위할 것으로 사료된다. 특히 본 연구와 같이 대민친화적인 환경정보서비스를 위해 수질오염 측정통계라는 속성과 지역주민이 일상생활에서 접하고 있는 지역의 지도를 결합하여 서비스하려는 시도는 웹GIS의 장점을 최대한 활용할 수 있는 분야로 사료된다.

### 3. 데이터베이스 설계 및 구현

그림 1에서 제시하고 있는 바와 같이 Web 기반 수질정보시스템의 구현 과정은 사례연구지역의 선정, 데이터베이스 설계, 사용자 인터페이스 설계 등의 절차를 거



[그림 1] Web GIS를 이용한 수질정보 시스템 구현절차도



[그림 2] 연구대상 지역 (금호강) 및 6개 수질측정지점 (원으로 표기된 지점)

쳐 웹상에서 구현하는 방식으로 진행되었다. 본 연구의 대상지역은 대구광역시의 북부지역을 동서로 흘러 낙동강에 유입하는 금호강 유역이다. 금호강 상류 배수구역의 수질환경기준 등급은 I 등급, 금호강 중류는 II 등급, 신천 지역은 V 등급, 그리고 금호강 하류는 III 등급으로서 신천 지역은 생활하수에 의한 수질오염 실태를, 그리고 금호강 하류는 많은 공단이 위치하고 있으므로 산업폐수에 의한 수질오염 실태를 반영하고 있다. 상류지역은 아직도 비교적 양호한 수질을 보이고 있으나 전반적으로는 타 수계에 비해 수질이 매우 좋지 않은 상태이다. 이와같이 비교적 소규모의 지역을 대상으로 연구를 수행한 것은 연구의 효율성 측면에서 속성, 공간데이터의 수집, 데이터 베이스 구

축 등에 소요되는 작업시간 등을 감안하여 규모가 작은 특정지역에 대한 집중적인 연구를 수행하는 것이 타당한 접근이라고 사료되었다. 이 지역의 생활하수와 산업폐수 등에 의한 수질오염정보에 대한 Web GIS 구축 결과가 낙동강수계 전체 또는 한강, 영산강 등 여타 지역에서 Web GIS를 이용한 수질정보시스템을 구축하기 위한 기초자료로서 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

공간데이터는 국립지리원 발행 1:25,000 축척의 종이지도를 이용하여 (대구시에 대해서는 1:25,000 수치지도가 NGIS사업에서 제외되었기 때문임) 행정경계와 도로망, 수계 그리고 수질측정지점을 각각의 다른 Layer로 트레이싱 하였다. 트레이싱한 지도를 주제도별로 스캐닝하여 이미

<표 1> 사례연구지역의 수질측정지점

지도상 측정지점 명칭	수질측정지점의 행정구역상 명칭
금호 3	대구시 효목동 제 3 아양교
금호 4	대구시 북구 조야 잠수교 (무태교 )
금호 5	대구시 팔달동 팔달교
대구검단공단	대구시 검단동
서대구공단	대구시 서구 이현동 619
대구3공단	대구시 서구 비산염색공단

지 파일인 TIF 파일로 만들고 AutoCadR14에서 벡터라이징하여 종이지도를 수치지도로 변환하였다. 각 수치주제도 Layer에 대해 ArcView에서 중첩여부를 확인한 후 Visual Basic 환경에 import하기 위해 이미지파일(GIF)로 다시 변환하였다. 이렇게 변환된 수치주제도를 Visual Basic 6.0에서 ActiveX Control 이용해 접근할 수 있도록 하였다 (그림 1). 이러한 과정을 거쳐 Web상에서 수치지도를 검색할 수 있도록 구현하였다.

본 연구에서 사용된 속성자료는 환경부 홈페이지에서 서비스하고 있는 1991 - 1998 년까지의 금호강 유역 6개지점 (그림 2, 표1)에 대한 수온, BOD(Biological Oxygen Demand), COD(Chemical Oxygen Demand), pH, DO (Dissolved Oxygen), SS (Suspended Solids) 항목에 관한 수질측정 결과를 이용하였다. Microsoft의 Access를 이용하여 수질측정자료에 대한 데이터베이스를 구축하였다. 테이블 설계과정에서 Location 필드만 문자열을 주고 수질측정 항목에 대해서는 측정결과가 수치로 표시되기 때문에 데이터 형식을 숫자로 지정하였다. 아울러 각 데이터의 특성을 고려하여 필드 크기를 지정하였다.

속성데이터에 접근하기 위해서는 Visual Basic 6.0에서 ADO (ActiveX Data Object)를 이용하였으며, 연결할 데이터 원본을 설정하기 위해 Connection속성을 이용하여 코딩하였다. 이와 같은 과정을 거쳐 ADO를 이용하여 Web에서 속성 데이터베이스에 접근할 수 있는 시스템이 구현되었다.

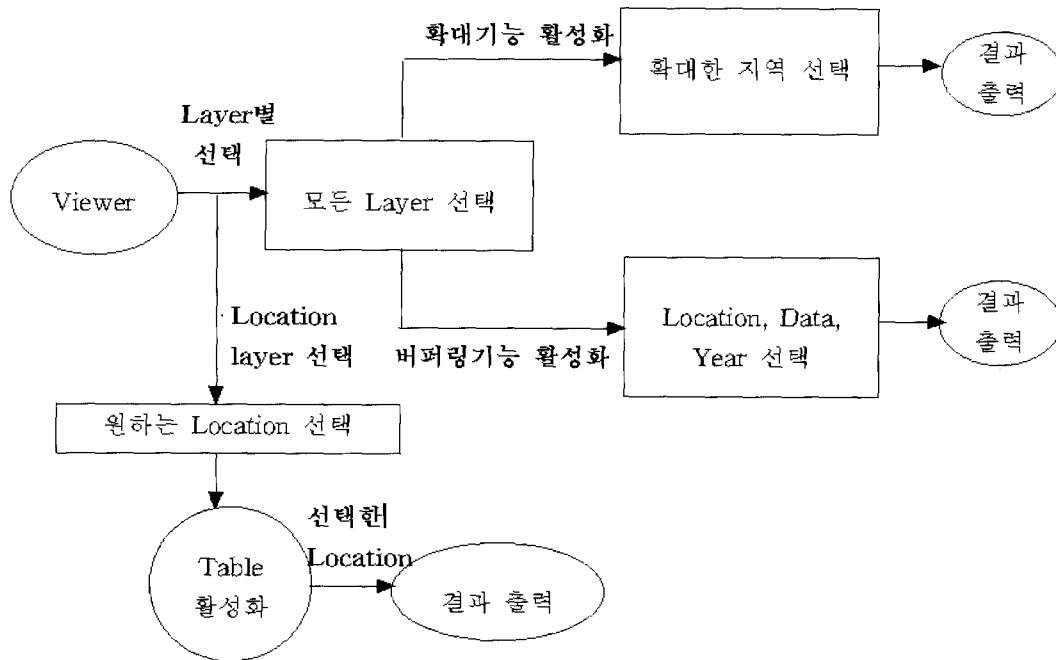
사용자 인터페이스를 설계하기 위해서는 GIS 실무에서 많은 사용자를 확보하고 있고 쉽게 구현할 수 있는 Visual Basic 6.0을 이용하였다. Web 디자인을 위해서는 Web 개발 도구인 Visual Interdev 6.0을 이용하였으며 ASP에 ActiveX Control를 삽입하여 동적인 Web Server를 구현하였다. Web 서비스를 하기 위해 MS windows 98에서 PWS (Personal Web Server)를 설치하였으며 Visual Interdev 6 과 PWS를 이용하여 Web 에서 수질정보시스템을 구현할 수 있게 되었다.

본 연구에서 구현된 수질정보시스템은 Visual Basic을 개발 도구로 하였기 때문에 사용자들에게도 친숙한 GUI (Graphic User Interface)를 제공하여 사용하기에도 편리할 뿐 아니라 개발과정에서도 좀더 쉽게 구현할 수가 있었다. 상호 동적인 웹 서버를 구현하기 위해 사용된 ActiveX

컨트롤은 웹서비스가 시작 할 때 한번만 로드 되어 메모리에 적재하기 때문에 기존의 CGI (Common Gateway Interface) 실행 방식을 이용할 때 보다 웹서버로부터 다운로드 되는 시간을 절약 할수 있었다. 또한 속성데이터를 웹에서 서비스하기 위해 사용된 ADO는 데이터베이스 서버에 저장된 데이터를 SQL 질의할 경우 정형 데이터 뿐 아니라 비정형 데이터도 직접 액세스 할수 있기 때문에 다양한 속성 데이터를 사용할 수 있었다. 아울러 Visual Interdev에서 ASP를 구성하여 웹서비스를 시도하였기 때문에 기존의 HTML 이나 CGI 스크립터를 사용할 때 보다 좀더 동적으로 사용자가 원하는 정보를 제공할 수 있었다.

#### 4. 수질정보시스템의 기능

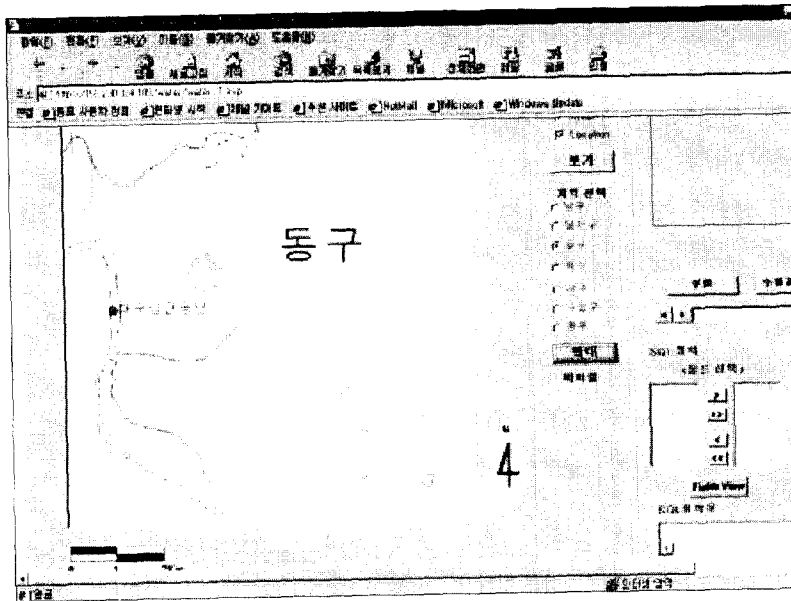
그림 3은 수질정보시스템의 상세한 구성과 흐름을 표시하고 있다. 이미지 파일을 보여주는 Viewer에서는 각각의 layer를 선택하여 원하는 주제도를 디스플레이 할 수 있고, 모든 layer를 선택하면 숨어 있던 버퍼링 기능과 확대 기능이 활성화 된다. 따라서 행정구역 단위별로 선택하여 확인해 볼 수 있고, 또한 Location, Data, Year를 선택하여 버튼을 누르면 각 데이터들이 이미지상에 원을 그리며 나타나게 되어 연도별로 수질 데이터를 다른 지점과 상대적으로 비교 평가할 수 있다. 그리고 Layer를 모두 선택할 경우 Viewer에



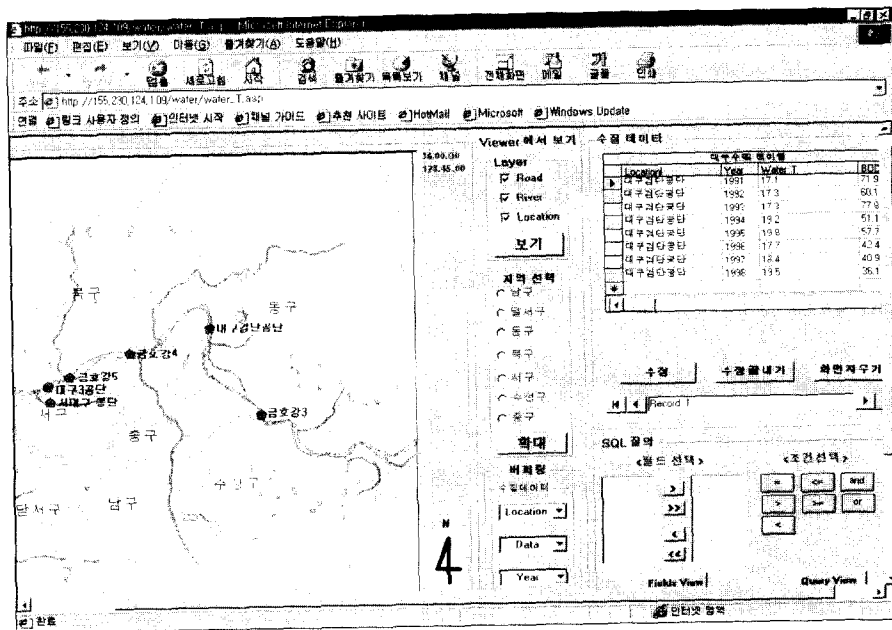
[그림 3] 수질정보시스템의 구성과 각종 기능 수행 절차도



Web GIS를 이용한 수요자 중심의 하천수질 정보시스템 구현



[그림 4] 지도를 확대하여 보여주는 수질정보시스템의 사용자 인터페이스



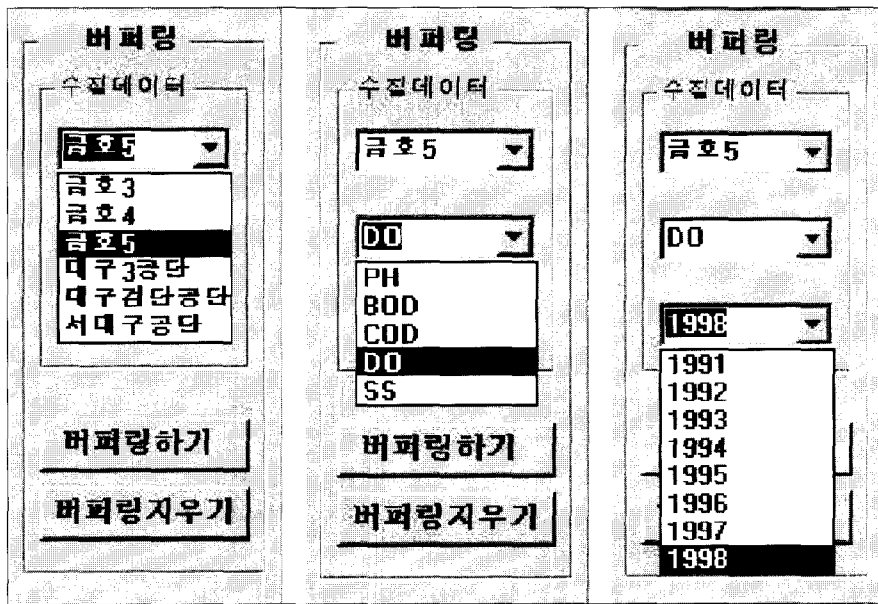
[그림 5] 선택한 지점에 해당하는 데이터 보기 (대구 경단공단 조사 결과가 오른쪽 위에 디스플레이 되어졌다.)

나타나는 이미지 중에 원하는 지점을 마우스로 선택하면 Table에서 그 지점에 해당하는 data들이 나온다. SQL 프레임에서는 보고자 하는 필드와 조건을 선택하여 Query View를 선택하면 자동으로 SQL 문이 생성되어 실행하면 해당하는 자료들이 Table에 나타나게 된다.

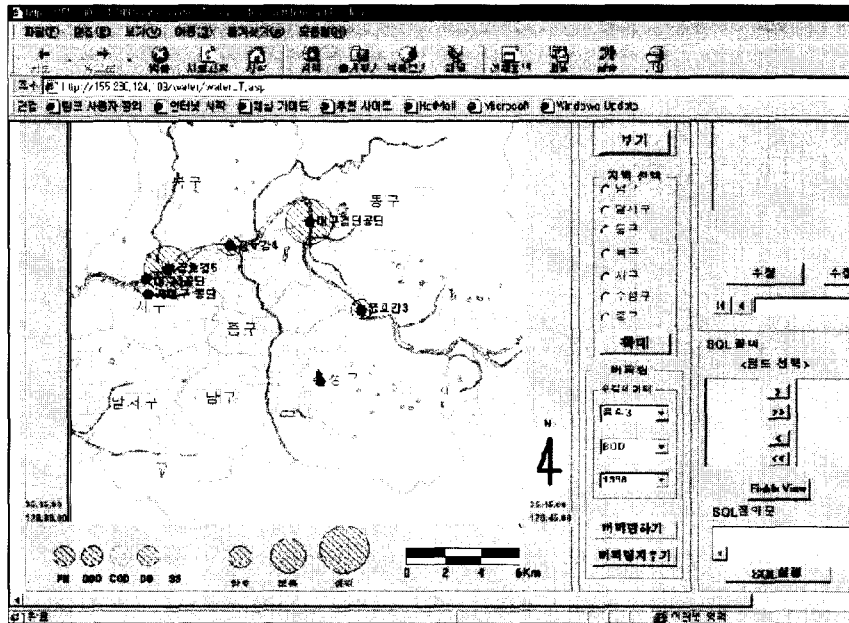
수질정보시스템의 사용자 인터페이스는 크게 3개의 프레임으로 구성되었다 (그림 4). 이미지를 보여줄 수 있는 Viewer 프레임과 data를 보여주고 수정 등을 할 수 있는 Table 프레임 그리고 SQL 질의를 통해서 원하는 data를 볼 수 있는 프레임으로 나누었다. Layer 프레임 안의 River, Road, Location중에서 원하는 Layer를 선택하여 보기를 누르면 거기에 해당하는 Layer들이 Viewer에 디스플레이 된다. 모든 Layer를 선택할 경우 모든 Layer들이 중첩되어

디스플레이 된다. 모든 Layer가 선택되면 오른쪽 하단의 버퍼링 부분과 지역선택 부분이 활성화된다. 그림 4가 보여주는 바와 같이 활성화된 지역선택 부분에서 확대해서 보길 원하는 지역을 선택하여 확대 버튼을 누르면 해당 지역이 확대되면서 버퍼링 부분은 다시 비활성화가 된다. 버퍼링 부분은 전체를 비교해서 보기 때문에 전체화면 보기에서만 활성화가 된다. 그림 5가 보여주는 바와 같이 왼쪽의 지도에서 원하는 지점의 데이터를 보고 싶을 때 그곳을 마우스로 클릭하면 해당하는 지점의 데이터가 오른쪽 상단의 Table에 나타난다. 이 테이블은 ADO를 이용하였기 때문에 ActiveX Control에서 바로 쓰일 수 있고 Web에서도 동적으로 수정이나 업데이트 등을 할 수 있다.

이와 같이 수질측정자료를 디스플레이



[그림 6] 수질조사 결과의 버퍼링을 위한 조건 선택화면



[그림 7] 측정데이터를 가공하여 수요자 친화적인 그래픽으로 표시한 수질등급

하는 과정에서 특별한 가공과정을 거치지 않고 검색하는 과정과 보다 쉽게 수질오염의 실상을 이해하기 위한 인터페이스를 구현하고자 하였다.

그림 6이 보여주는 바와 같이 검색지점, 수질측정항목과 측정시기를 콤보박스를 이용해서 선택한 다음, 버퍼링하기를 마우스로 누르면 측정결과에 따라 원의 크

<표 2> 원데이터를 사용자 친화적인 그래픽 정보로 가공하기 위한 기준

	pH	BOD(mg/ℓ)	COD(mg/ℓ)	DO(mg/ℓ)	SS(mg/ℓ)	크기를 다르게 표현한 심볼
양호	6.5이하	4이하	15이하	7.5이상	25이하	
보통	6.0-8.5	4-10	15-30	5-2	25-100	
심각	8.5이상	10이상	30이상	2이하	100이상	
색깔로 표시된 심볼						

기와 색깔이 다르게 버퍼링되어서 이미지 창에 나타나게된다(그림 7). 한 지점 뿐만 아니라 여러지점에 대한 버퍼링을 통하여 각 지점별 수질데이터에 대해 다른 색을 지닌 원의 크기를 이용하여 시각적으로 비교 할수 있게 한다. 이와 같은 정보가공을 통해 환경비전문가가 수치로 표시된 측정데이터를 일일이 확인하지 않고도 측정지점, 측정항목, 측정시기를 선택하여 다양한 조건에 따라 비교할 수 있게 된다. 이 기능은 원하는 지역의 속성정보를 지도상에서 그래픽으로 비교 할수 있게 하여 사용자가 보다 쉽게 수질오염의 실상을 이해하도록 구현한 것이다. 말하자면 텍스트가 아니라 이미지를 통해서 광역공간상의 측정 지점에 대한 수질오염도를 비교할수 있게 해주는 부분이다.

수질측정 데이터를 일반 주민에게 공개하는 과정에서 원데이터를 가공하여 사용자 친화적인 그래픽정보로 제공하기 위한 기준을 표2과 같이 설정하였다. 현행 수질환경정보전법에는 수역별, 수질측정항목별로 수질환경기준이 설정되어 있는데 수역별로는 하천, 호소로 구분하고 항목별로는 생활환경기준인 pH, BOD, COD, SS, DO, 대장균군수, 총질소, 총인 등 8개 항목과 사람의 건강보호기준인 Cd, As, CN, Hg, 유기인, Pb, 6가크롬, PCB, 음이온 계면활성제등 9개 항목으로 구분하고 있다. 수질측정 항목 전체를 일반주민에게 공개하더라도 사실상 내용을 제대로 이해하기 어려워 수질을 대표하는 핵심항목으로 표와 BOD, COD, SS등 5개 항목으로 단순화하였다(표 2). 또한 수질환경기준이 하천·호소에 5개 등급으로 구분하여 설정

되어 있는 데 비전문가에게 수질오염의 실상을 핵심적으로 전달하고자 수질오염의 등급을 표3과 같이 3개등급으로 단순화시켰다. 아울러 보다 가시적으로 문제의 실상을 전달하기 위해 사례지역인 금호강의 오염측정결과를 감안하여 기준을 설정하였다. 비교적 높은 COD 수치가 양호로 분류된 것은 이와 같은 이유때문이다. 그림7이 보여주는 바와 같이 BOD의 경우 인접한 오염원이 없는 지역에서(금호강3)는 '양호'한 상태를 유지하다가 공단 폐수가 유입되는 지점(대구검단공단)에서 '심각'하게 수질이 변화되는 양상을 시각적으로 보여준다.

본 연구에서는 수질 오염의 실상을 Web GIS를 이용하여 제시할 수 있는 가능성을 검증하는 데 주안점이 두어졌기 때문에 대민친화적인 시각적 수질등급의 과학적, 객관성에 대해서는 심도있는 검토를 거치지 못한 것이 사실이다. 본 연구에서 사용한 심볼도 단순히 다른 색깔이나 크기로 표현된 원보다는 수질측정항목의 특성을 쉽게 표현해 줄 수 있는 심볼을 개발하는 것이 필요하다. 예를 들어 SS의 경우는 물위에 떠있는 분진을 구체적으로 표현한 그림을 보여줄 수도 있을 것이다.

## 5. 연구의 한계 및 개선방안

새로운 기술을 도입하고자 할 때는 기술 자체의 긍정적인 면 뿐만 아니라 기술자체의 한계를 명확히 인식하고 제대로 사용할 수 있어야 한다. 이러한 문제

에 대해 언급을 하지 않고 결과물을 제시할 경우 실제 운영과정에서 예상치 못한 문제로 인해 시스템에 장애가 나타나거나 결과물이 만족스럽지 못할 경우 수질정보 시스템을 도입하고자 하는 기관에서 도입 시기가 지연되거나 면밀한 사전 조사 없이 도입을 하고도 값비싼 시스템을 제대로 활용하지 못하는 경우가 생기게 될 것이다. 이런 관점에서 본 연구에서 구현한 수질정보시스템이 다음과 같은 한계를 가지고 있다는 점을 지적하고자 한다. 아울러 실무에서 본 시스템이 도입되기 위해 개선이 필요한 부분에 대해 의견을 정리하였다.

- 1) 대민수질환경GIS의 내용과 사용자 인터페이스를 결정하기 위해서는 수질환경정보 생산기관, 사용기관, 일반사용자 등을 대상으로 장기간에 걸쳐 폭넓게 사용자 요구조건을 조사해야 한다. 그러나 이 실험연구는 단기간에 수행된 단 1개의 사례지역에 걸친 국한된 결과이며 수질오염관련 정보가 상당히 넓은 범위에서 파악될 수 있는 데도 연구의 범위를 축소하여 집중적으로 검토하고자 제한된 범위내에서 DB를 구축했다.
- 2) 예산상의 문제로 인하여 최종 시스템의 모습에는 좀 못 미치는 시스템을 구축할 수밖에 없었다. 즉 실시간으로 일반주민들이 접근하여 수질오염GIS를 검색할 수 있는 클라이언트/서버 시스템으로 구축된 것이 아니라, 이러한 환경으로의 확장성을 고려한 독립운영 시스템으로 구축되었다. 본격적인 개발환경인 Window NT Sever나 Window 2000 Server 환경에서 구현한 것이 아니어서 구축된 시스템을 실제 상황에서 서비스하면서 접속자의 수에 따른 접속속도, 보안, 시스템의 안정성 등에 대한 테스트를 수행하지 못하였다. 본격적인 인터넷 서비스를 위해서는 이 점에 대해 향후 보다 심도있는 연구가 필요하다.
- 3) 일반적으로 인터넷 GIS의 가장 큰 단점으로 지적되고 있는 다양한 GIS의 분석 기능을 제공하지 못하는 한계가 본 연구에서도 그대로 나타나고 있다. 웹GIS가 수행할 수 있는 기능이 Zoom, Pan, Move 등 기본적인 디스플레이 기능 정도이다. 특히 기존의 GIS 어플리케이션에서 제공하는 MapObject IMS (Internet Map Server), ArcView IMS, ArcIMS 등 웹엔진을 이용하지 않아서 다양한 분석이나 정보의 제공에 많은 한계를 가지고 있다. 향후 이와 같은 엔진을 이용하여 구현한다면 좀더 쉽게 다양한 기능을 구현해 낼 수가 있을 것이다.
- 4) 대민 수질환경 GIS는 기초 DB 구축으로 종료되는 것이 아니라, 데이터를 해석하여 비전문가인 일반주민이 수질오염의 실상을 쉽게 이해할 수 있도록 가공하는 것이 중요한 목적의 하나이다. 본 연구에서 제시된 수질등급에 대한 정보가공의 실례는 시범연구차원에서 하나의 예를 보여준 것이지 실무

에 도입활용하기 위해서는 보다 심층적인 연구가 필요하다. 최초로 생성된 수질오염 GIS DB는 수요자가 필요한 정보에 따라 다양한 조작 행위를 필요로 하며, 여기에 수반하여 기초 DB를 2차 또는 3차로 가공 처리한 새로운 DB들이 생성되는데, 이를 위한 체계적인 처리절차들이 개발되어야 한다. 이처럼 각 단계별로 고려할 수 있는 GIS DB 가공처리 과정 또는 이를 효과적으로 지원하기 위한 과정을 모의한 것을 모형이라 할 때, 이와 같은 점을 반영한 표준화된 모델에 대한 연구가 선행되어야 할 필요가 있다고 사료된다.

## 6. 결 론

본 연구는 일반주민에게 공개하는 하천 수질 조사결과에 대한 대민친화성에 대한 문제가 심각하게 대두되어 개선방안을 마련하기 위해 수행된 연구이다. 구축된 시스템은 Pilot test 결과 아래와 같이 환경 비전문가인 수요자들이나 관심을 가진 사용자들이 시스템의 실체에 대해 상당히 고무적인 인식을 할 수 있을 만큼 대민수질환경정보 서비스와 관련 기존의 논란이 되던 쟁점들을 거의 대부분 해결할 수 있었다. 과거에는 방대한 자료, 높은 시스템 사양, 값비싼 GIS 소프트웨어를 필요로 하는 GIS의 특성으로 인해 일반주민이 GIS의 기능을 사용하는 데 많은 제약이 있었다. 본 연구에서는 웹을 기반으로 하는 수질정보시스템을 구현했기 때문에 인

터넷이 연결되어 있는 사람이라면 누구나 자유롭게 원하는 정보를 얻을 수 있는 장점을 가지고 있다.

- 1) 인터넷에 기반을 두고, GIS와 수질 측정자료를 결합시킨 결과, 기존의 문자 위주의 수질환경 정보 시스템이 지닌 문제점을 대부분 해결할 수 있었다. 통계수치위주의 수질속성정보가 지도 위에 표시되어 수질오염의 실태를 일반주민이 지도상에서 해석하고 평가할 수 있는 기반을 제공하였다.
- 2) 수질오염 관련 지리 정보를 축소, 확대, 이동 및 선택할 수 있어 다양한 차원에서 수질오염정보를 검색할 수 있으며, 연관된 속성정보를 다양한 조건에 의거 검색할 수 있었다.
- 3) 일반사용자의 수준을 감안하여 가공된 수질오염에 대한 정보제공 기능은 수질오염의 실상을 그래픽 효과를 이용하여 보다 쉽게 전달할 수 있다는 객관적 사례를 제시하였다. 본 시스템을 통해 수계별로 상류에서 하류에까지 수질오염인자의 상태를 확인할 수 있었고, 주변의 오염원에 따라 수질오염의 변화양상을 객관적으로 검증할 수 있었다.

본 연구는 실제적인 대민친화적인 수질정보시스템 구현을 위한 개념 및 요구 사항, 구조, 동작 모델에 대해 향후 정부차원에서 관련 정책이 시행될 경우에 대비한 기초연구를 수행하였다는 데 큰 의의

가 있을 것이다. Web GIS 개념에 의거한 수질정보시스템이 전국적으로 확장되어 실무에 이용될 경우, 하천수질조사 등 국내에서 시행되고 있는 각종 수질 데이터의 대민친화성이 훨씬 증진될 수 있는 계기가 될 것으로 사료된다. 아울러 이와 같은 시스템이 자연환경, 대기, 소음, 진동, 폐기물 등 다양한 환경분야에 적용된다면, 일반국민이 웹상에서 영상환경지도를 통해 환경오염의 공간적 분포상태를 육안으로 확인할 수 있어 획기적인 환경정보기법으로 자리잡을 수 있을 것이다.

### 참고문헌

- 환경부, 2000, 수질측정망운영계획, 45p
- Bocchino, J and Huizing, T. 2000, The New Jersey Department of Environmental Protection's Environmental Data Exchange (ENDEX), Proceedings of 37th Annual Conference of the Urban and Regional Information Systems Association, Park Ridge, IL, USA. 252-6
- Carver, S; Blake, M; Turton, I; Duke-Williams, O. 1996, Environmental decision-making over the WWW: improving public access to spatial data and decision support tools, Proceedings of 1st International Conference on Geocomputation. Leeds, UK. 17-19 Sept. Vol.1. 108 pages
- Huse, S. M. 1995, Grasslinks: A new model for spatial information access in environmental planning, Ph.D Thesis, University of California, Berkeley, 87 pages
- Kao, J. J; Lin, H. Y; Chen, W. Y. 1997, Network geographic information system for landfill siting, Waste Management & Research, Vol. 15, No. 3, 239-253
- Kingston, R; Carver, S; Evans, A; Turton, I. 2000, Web-based public participation geographical information systems: an aid to local environmental decision-making, Computers, Environment and Urban Systems, Vol. 24, No. 2, 109-125
- Maiellaro, N. 2000, Web-GIS for wide-area ecological planning, Proceedings of Information and Communication Technology as the Engine of National Development, Milan, Italy, 239-45
- Parson, S. C. 1999, Development of an Internet Watershed Educational Tool (InterWET) for the Spring Creek Watershed of central Pennsylvania, Ph.D Thesis, The Pennsylvania State University, 161 pages
- Ramanathan, S; Meyer, J; Prato, T; Fulcher, C; Davis, C. 2000, Web-based decision support tool for floodplain management using high-resolution DEM, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 66, No. 10, 1261-1265