

Web-GIS를 이용한 논산시 하천수질 관리 정보 지원시스템 구현(I)

박기학 · 오승교* · 박성규**

서울대학교 자연과학대학, 건양대학교 환경화학공학과*

Development of River Quality Management Information System Using Web-GIS of Nonsan-si(I)

Ki-Hark Park · Seung-Kyo Oh* · Seong-Kyu Park**

College of Natural Sciences, Seoul National University

*Environmental Chemical engineering major , Kongyang University**

*Dept. of Environmental Engineering University of Seoul***

Abstract

The purpose of this study is to construct *e*-Nonsan, a user friendly river quality management information system for Nonsan-si basin using GIS (geographical information system) technology. GIS was ideally suited featuring a geographical characteristics(e.g., industries, cattle sheds) and very effectively used in mapping and symbolization for the distribution of the spatial/periodic status(e.g., pie or column chart) of the point/non-point pollutant source loads which can be effectively applied to a information system on the web-site. And a user interface, GUI(graphic user interface) was designed very diversely and simply enabled the and non-environmental experts connect with the system and obtain a useful information of river quality. *e*-Nonsan, a visual mapping system for river quality was developed by reframing the monitoring data as graphic symbols and it was ideally suited to exploring area-wide river quality at a user-friendly manner due to extensibility and scalability along the various survey points. Eventually the final step of this study was to construct *e*-Nonsan based on Web-GIS could be assessed anywhere if internet service is available and offer a very useful information services of the river quality to the publics.

Key words : Web-GIS, GUI, pollutant map for river quality, information system

I. 서 론

I-1. 연구 배경 및 목적

하천수질오염을 체계적으로 관리하기 위해서는 직접 유입되는 오염 배출원 뿐만 아니라 배출 후 주변 환경으로의 확산특성과 함께 공간분포관리를 통한 효율적인 사후의 현황관리를 운영하기위한

규제관리시스템 구축이 필요하다. 이러한 하천수질 오염관리계획을 효과적으로 수립하기 위해서는 각종 오염원 자료 구축을 통한 오염원의 현황 파악 및 관리가 필수적이다. 특히 지역에 적합한 하천수질오염개선책을 적용하기 위해서는 정확한 오염 유형의 파악과 함께 오염량을 예측할 수 있어야 한다. 그러나 하천수질관리에 필요한 환경관련정보는 다양한 오염원의 속성, 위치, 및 시간으로 구성되는 방대한 양의 관련정보를 동시에 관리해야 하므로 기존의 문자정보 처리 방식으로는 관리에 어려움이 있다. 따라서 하천수질오염 상황을 정량적으로 분석할 수 있고, 분석결과를 효과적으로 처리하기 위해서는 지리정보시스템(geographic information system, 이하 GIS)를 이용한 하천수질오염 관리 시스템의 구축이 선행과제이다^{1),2)}. 우리나라의 경우에는 한국수자원공사, 국토지리원 등 중앙행정부서에서 하천수질오염관리를 위하여 2001년부터 하천수계관련 기본지리정보의 구축을 시작하며, 이러한 국가적 차원에서의 공간정보의 공급과 유통을 위한 계획의 수립과 설정은 국토연구원과 같은 관련기관을 중심으로 논의되고 있다.

특히 하천수질오염관리시스템은 한강, 낙동강, 영산강, 금강 등의 대권역별로 시행되어 오고 있기 때문에 도시(city)경계의 구획에만 제한적으로 사용되고 있다. 따라서 지자체에서의 대상지역 주민을 대상으로 하는 대민 친화적 공공정보기능을 갖춘 정보지원시스템으로써의 활용성을 기대하기엔 다소 한계를 갖고 있다는 지적이 있다³⁾.

이에 본 연구는 Web상에서 하천수질오염과 관련된 정보들을 간편하게 조회 할 수 있는 대민 친화적 차원의 하천수질관리정보지원시스템 개발을 위한 선행연구로써 충청남도에서 다른 도시에 비해 하천수질관리가 비교적 원활하게 운영되고 있는 논산시를 대상으로 GUI (graphic user interface, 이하 GUI)를 사용한 e-Nonsan(Web-GIS) 프로그램을 구현하였다(Fig. 1).

I - 2. 연구동향

최근 들어 GIS의 활용은 개인용 컴퓨터의 성능 향상, 인터넷과 인트라넷을 포함한 통신 Network의 보급으로 급속도로 확대·보급되고 있으며, 우리나라에서도 1995년도에 확정된 국가지리정보체계(NGIS)에 의거하여 서울시, 울산광역시 등 대도시의 GIS기본도 구축을 위한 데이터베이스계획이 지속적으로 추진되고 있다. GIS는 공간상 좌표체계를 기반으로 만들어진 도형정보에 관한 속성정보를 입력하여 관리하고 분석함으로써 인간의 각종 의사결정에 활용하기 위한 정보시스템이다. GIS의 가장 큰 장점은 일정지역내의 도형자료와 관련되는 모든 속성자료들이 컴퓨터를 이용한 수치지도의 형태로 저장되어 사용자의 요구에 맞추어 검색, 수정, 삭제, 추가 및 분석 등이 용이하다는 점이다. 이러한 GIS의 기능을 이용하여 하천수질오염관리에 있어서 각 지역의 수계와 토지이용, 행정구역, 가축사육현황, 인구분포 현황 등의 각종 공간정보가 수치지도 형태로 구축되어 정보의 검색과 관리가 용이하다^{4),5)}. 이러한 측면에서 GIS기반의 하천수질오염관리정보시스템의 구축은 종래의 데이터 관리나 문제 발생 후 대책수립과 같은 전통적인 하천수질오염관리에서 탈피하여, 지역의 오염원 데이터베이스를 구축함으로써 지역 하천수질오염원의 특성분석이 가능하고, 하천수질오염원의

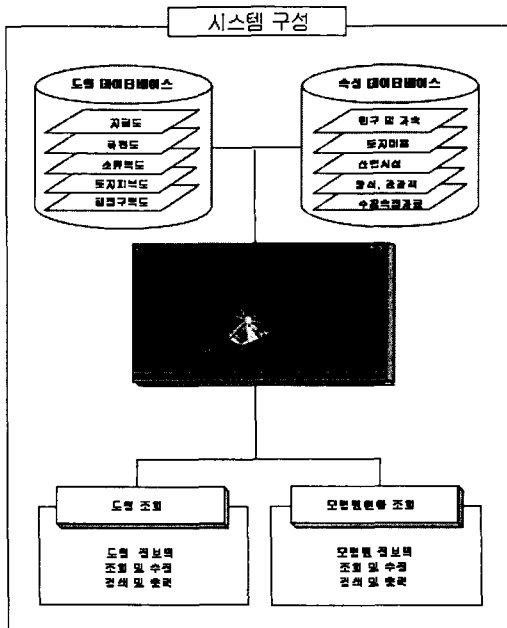


Fig. 1. e-Nonsan(Web-GIS) 시스템 구성도

발생위치 및 오염심각지역 파악, 하천에의 집적과정과 오염물질 배출경로에 대한 효율적 관리의 활용성에 대한 연구가 다양하게 수행되고 있다⁶⁾⁹⁾. 나가서 도시의 산업화와 확산, 인구증가로 인한 하천수질오염을 정량적으로 분석하고, 분석결과를 바탕으로 그 지역에 적합한 하천수질오염 개선책을 마련 할 수 있다. 또한 GIS기반의 하천수질오염관리시스템은 수질오염원에 대한 효율적인 데이터베이스의 구축과 분석 그리고 이를 통한 하천수질오염예측과 긴급 상황 시에 신속한 지원과 중앙정부 및 지자체의 오염원관리 정책 입안 시 오염원에 대한 통계처리 및 분석지원과 의사결정을 지원하기 위한 다양한 시나리오의 분석이 가능하다. 인터넷상에서 GIS를 활용한 완벽한 하천수질오염관리정보지원시스템을 구축하기 위해서는 횡(橫)메르카토르 투영법을 적용한 평면직각좌표계(transverse mercator, 이하 TM 좌표)에 근간을 둔 대상지역에 대한 지리적 위치, 형태, 공간상의 상대적 위치 등 지리적 특성뿐만 아니라, 도시 환경과 관련된 도로, 토지이용현황, 식생현황 및 산업시설물등과 관련된 가변성(可變性)과 갱신(更新)단계에서 요구되는 공간상의 특성을 설명해 줄 수 있는 다양한 정보가 필요하다. 그러나 이와 같이 대량의 정보를 얻기 위해서는 환경부를 포함한 건설교통부 등 정보를 소유하고 있는 관련부서의 원활한 협조가 요구되는 등초기 정보구축에 많은 시간이 필요하다는 문제점을 안고 있다. 또한 막대한 양의 자료를 처리해야하기 때문에 컴퓨터의 용량 및 전산처리 성능 등 D/B 구축을 위한 서버(sever)확보도 선결되어야 할 문제로 제기되고 있다^{10),11)}.

II. 연구방법

II-1. 연구대상지역

본 연구 대상지역인 논산시는 면적 499.22km², 인구 120407명(2읍 11면 2동- 두마면 제외)이며, 논산시를 흐르는 하천은 논산천, 노성천, 강경천 등 국가하천 및 지방 1급 하천이 발달해 있고 이들 하천의 지천으로는 연산천, 방축천, 마산천 등이 지역 내 분산분포해 있다.

현재 이들 하천은 홍수 시 대량의 물을 하류로

Table 1. 배수구역 구분 및 오염관측지점 현황

배수구역	오염도관측지점	대상지역	면적(km ²)
노성천	1지점	봉명리 외	81.64
	2지점	읍내리 외	22.02
	3지점	오산리 외	112.57
	4지점	천동리 외	17.86
논산대교	1지점	충곡리 외	35.59
	2지점	용산리 외	23.11
	3지점	와야리 외	7.54
	4지점	아호리 외	11.32
	5지점	반월동 외	10.76
	6지점	등화동 외	15.48
	7지점	개척리 외	16.15
	8지점	부인리 외	17.86
방축천	1지점	용산리 외	23.27
	2지점	방축리 외	31.48
마산천	1지점	금곡리 외	37.74
강경천	1지점	고내리 외	37.74
	2지점	내촌리 외	53.13
	3지점	장선리 외	24.49
	4지점	삼거리 외	20.40

흘러 보내는 치수적 기능과 생활용수, 공업용수, 농업용수 등 용수를 공급해주는 이수기능 과 각종 생태계를 유지시키기 위한 생태용수 및 경관용수로서의 역할을 담당하고 있다.

본 연구에서는 논산시 하천수질오염관리정보시스템 구현을 위해 행정구역별로 오염원을 수계별

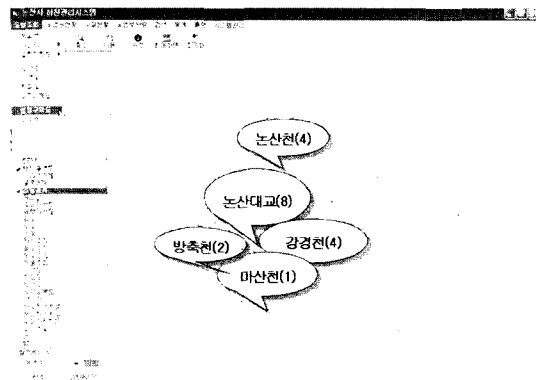


Fig. 2. 논산시 하천수질 오염도관리 측정지점

로 배분하기위하여 다음과 같이 19개 집수구역(또는 배수구역)으로 구분하였다(Table 1), (Fig. 2).

II-2. 하천수질오염관리정보

정보시스템 구현 및 설계

컴퓨터의 급속한 발전으로 문자열 명령어 체계인 과거 DOS에서 GUI를 기본으로 하는 Window 운영체제로 사용자 환경이 바뀌었다. 특히 개인용 컴퓨터의 성능향상과 인터넷을 포함한 통신 Network의 확대·보급은 실생활과 밀접한 다양한 정보를 인터넷상에서 보다 신속하고 정확하게 접속·조회하는데 크게 기여하고 있다. 이러한 인터넷의 보급추세와 함께 최근 들어 날로 심각해지고 있는 하천수질오염정보관리에 관한 관심도 실생활에서 중요한 이슈로 대두되고 있다. 따라서 하천수질오염과 관련된 정보지원 시스템을 구축하여 인터넷상에서 보다 효과적으로 운영하기위해서는 첫 번째, 대상지역의 정확한 배출현황의 데이터베이스(D/B)구축과 지리적 특성의 공간적 표현, 두 번째 실시간 하천수질오염도 자료(telemetry system)의 공유화, 세 번째 GUI를 사용한 정보지원 프로그램 구현, 그리고 마지막으로 실시간 하천수질오염농도를 활용한 하천수질오염 예측모델(simulation model)의 개발과 이를 Web상에서 통합적으로 설명할 수 있도록 하는 보다 체계화된 개발 과정을 단계적으로 수립·계획해야한다(Fig. 3).

II- 2. e-Nonsan 개발환경

인터넷상에서 모든 사람들이 쉽게 하천수질오염 관리정보지원시스템에 접속하여 필요한 정보를 간

편하게 획득할 수 있게 하기위해서는 다양한 선택 메뉴가 필요하다. 이를 위해 Window XP(Home Edition)와 Pentium IV(H/W)의 기본 운영체제를 중심으로 구현하였으며, 다양한 선택메뉴를 구성하기 위하여 GUI로서 프로그램 하였다. GUI란 사용자가 그래픽 요소를 통하여 프로그램을 사용하는 인터페이스 기반을 뜻하며, 이러한 운영체제에서 실행 가능한 Window 응용프로그램을 쉽게 개발하기 위하여 미국 Microsoft사가 개발한 Visual Basic(6.0)을 사용하였다. 특히, Visual Basic은 OEL(Object Linking and Embedding)기능을 지원하며, 인터넷에서 사용하는 브라우저 기반의 응용 프로그램을 쉽게 개발 할 수 있다. 본 연구에서 사용한 OEL이란 하나의 응용 프로그램(파워포인트, 엑셀 등)에서 작성한 데이터를 다른 응용 프로그램이 공유하는 복합기술로서 기존의 ArcView 메인 프로그램에서 몇 가지의 메뉴선택 창을 첨가하여 정보시스템을 개발하는 기존의 방법에 비해 독립적으로 하천수질오염관리 정보지원시스템을 구성하기위한 유용한 기술이다. 따라서 본 연구에서 사용한 Window 응용 프로그램의 가장 큰 특징은 그래픽 요소인 버튼이나 마우스의 등장을 이용하여 응용 프로그램을 작동시키며, 컴퓨터를 사용하는 어플리케이션으로써, 아이콘, 제목을 나타내는 타이틀 바, 창의 크기를 제어하는 아이콘, 표시버튼, 전체화면 표시 버튼, 창 닫기 버튼, 메뉴, 도구 모음, 상태 바 등을 사용자가 원하는 많은 정보들을 조회할 수 있도록 다양하게 구성할 수 있다.

본 연구에서 사용한 하천수질오염관련 속성자료(원시 data)들은 논산시에서 제공하는 하천수질오염측정(왕암천, 연산천, 신흥천, 여산천, 어량천 등 19개소)관련 자료와 환경부의 수치지도(1/5000), 환경부의 측정점 통계자료(1997년, 1998년 1999년의 BOD, T-N, T-P 월평균 측정농도) 그리고 국토 지리원 실측자료, 건설교통부 교통량 자료이다. 또한 지리적 특성과 관련된 속성 정보는 Arc-GIS(version 8.2, ESRI Inc, U. S. A)와 그 확장프로그램을 사용하여 제시하였다(Table 2).

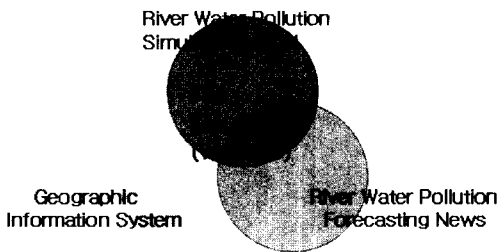


Fig. 3. e-Nonsan(Web-GIS) 구현도

Table 2. 개발환경

구현 환경	원시 Data
- 운영체제 : Window XP Home Edition	- 도면(지도) 자료 : 논산시수치지도(1/5000)
- H / W : Pentium IV	
- S / W : Arc-GIS 8.2, Arc-Info workstation, AutoCAD 2000, Visual Basic 6.0, MapObjects2.1, MS Excel, MS Word, MS PowerPoint, MS Access, Photoshop, MS Visio, 한글 2002 etc.	
	- 속성 자료 : 환경부 측정점 통계자료 국토지리원 실측자료 건설교통부 교통량 자료

III. e-Nonsan의 기능

Main System의 화면은 측정소 위치, 도로현황, 토지 이용현황 그리고 구(區)와 동(洞)의 경계뿐만 아니라 가축사육현황 등으로의 확대까지 고려하여 하천수질오염수준과 직·간접적으로 관계가 있는 모든 속성정보들을 확인 할 수 있도록 GIS 기법을 도입하여 구성하였다.

특히 GUI를 사용하여 사용자가 직접 실제하천수질오염수준을 확인 및 해석 할 수 있도록 19개 각 측정소에서 측정된 3종류의 수질환경기준물질(BOD, T-N, T-P)의 월평균 오염도 분포를 다양한 통계도구(pie, column chart, graduated symbols 등)를 사용하여 메뉴 선택 항을 구성하였다.

Main System 화면 왼쪽에는 논산에서 관리하고 있는 19지점의 하천수질오염측정소의 위치를 쉽게 확인 할 수 있도록 논산시의 1/5000 수치지도를 사용하여 설계하였다. 데이터베이스 창은 지도와 연결된 속성 데이터베이스의 브라우저 역할을 수행하게 된다. 따라서 본 연구에서는 지도 창을 사용하여 가능한 검색기능은 일반적인 지리정보시스템(GIS)에서 가장 기본적인 기능인 지도의 이동, 축소, 확대기능과 함께 장차 시스템의 기능을 도시계획의 전반적인 차원까지 확장하여 다른 정보시스템과의 호환이 가능하도록 토지이용현황과 가축사육관련 정보, 산업체 부하량 관련 정보, 양식에 의한 오염 현황 과 관광 시설물 등의 공간 속성에 관한 데이터를 포함 할 수 있도록 함으로써 사용자들의 사용 기회를 고려하여 Main system 화면에 배치하였다. 과거에는 방대한 자료, 높은 시스템 사양, 고가(高價)의 GIS 프로그램 등

으로 인해 일반인들의 GIS 기능을 사용하는 데는 많은 어려움이 있었다. 그러나 최근 들어 개인용 컴퓨터의 성능향상과 인터넷을 포함한 통신 Network의 보급으로 Web을 기반으로 하는 정보 지원시스템의 개발이 일반인들의 다양한 정보이용을 가능하게 해주었다.

『도형조회 검색』 메뉴를 선택하면 사용자가 조회하고자 하는 측정소의 위치가 TM좌표와 함께 『등고선』과 『하천도』, 『수치지형도』를 그리고 『토양도』, 『식생도』, 『지질도』, 『토지피복도』와 『행정구역도』, 『소유역도』를 포함한 번지 수(數)까지 자세하게 확대하여 확인할 수 있도록 GIS 어플리케이션에서 제공되는 Map object internet map server를 도입하였다(Fig. 4).

『수질현황』의 주요 메뉴는 『수질조사지점』과 『배수구역별 수질』로 구성하였다. 『수질조사지점』 메뉴 바에는 유량과 수온, pH, 전도도, DO, BOD, COD, SS오염도 수준과 T-N, T-P을 비롯한 영양

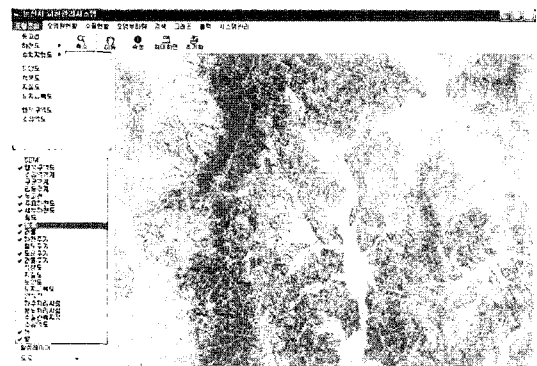


Fig. 4. 도형조회와 관련된 속성정보를 조회하기 위한 검색 구현 화면(1)

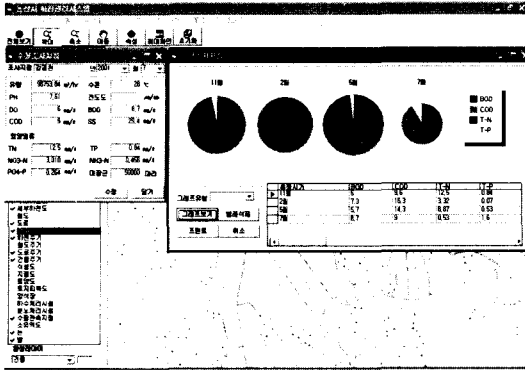


Fig. 5. 하천수질오염측정소별 오염수준 검측 구현 화면

염류에 관한 오염수준을 확인할 수 있는 선택 버튼이 있어 사용자가 원하는 과정을 수행 할 수 있도록 구성하였다. 특히 오염자료를 가공하여(.mdb) 비 환경전문가인 일반인들도 일일이 실제 측정 자료를 확인하지 않고도 지도상에서 각각의 측정소별로 간편하게 오염현황을 비교 할 수 있도록 원(pie)그래프를 비롯한 다양한 이미지를 선택하여 원하는 정보를 확인 할 수 있도록 하였다. 또한 각 측정소에서 측정된 가공되지 않은 오염물질의 실제 농도를 확인 할 수 있으며, 오염물질의 월별 변화 추세 등을 다양한 그래프로의 변환이 가능하도록 2차원 막대, 3차 꺾은 선 그래프, 3차 계단 그래프 기법 등으로 구성하였다(Fig. 5).

배수구역별 오염원 현황은 인구현황, 가축 사육현황, 토지이용현황, 관광객현황, 산업시설현황, 양식장현황으로 각각 분류하여 다양한 그래프로의 변환이

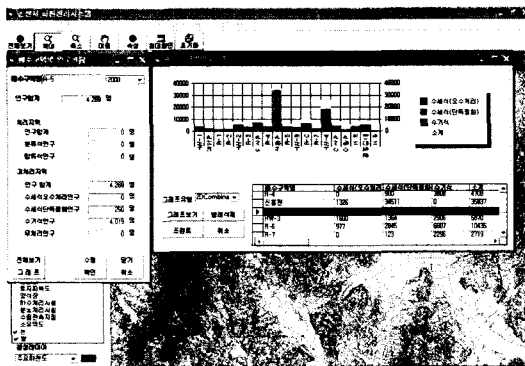


Fig. 6. 배수구역별 인구현황 구현 창

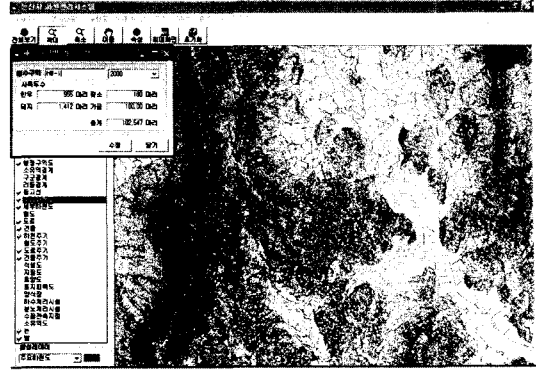


Fig. 7. 배수구역별 가축사육현황 구현 창

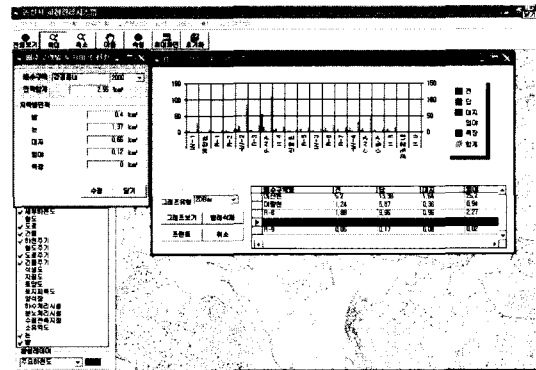


Fig. 8. 배수구역별 토지이용현황 구현 창

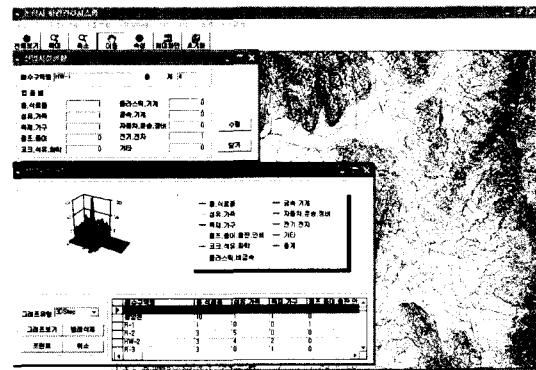


Fig. 9. 배수구역별 산업시설현황 구현 창

가능하도록 2차원 막대, 3차 꺾은 선 그래프, 3차 계단 그래프 기법 등으로 구성하였다(Fig. 6~9).

본 연구의 최종 목적은 On-line상에서의 인터넷의 기능을 최대한 활용해서 기존의 어려운 DOS 체계를 탈피하여 사용자 인터페이스(GUI)를 도입한 하천수질오염관리 정보지원시스템을 구현하자

Table 3. 오염원별 하천 부하율(%)

오염물질	인구	가축	토지	산업	양식업
BOD(%)	47	29	7	8	9
T-N(%)	34	36	17	9	4
T-P(%)	30	43	10	9	8

는데 있으며, 환경 전문가뿐만 아니라 비환경전문

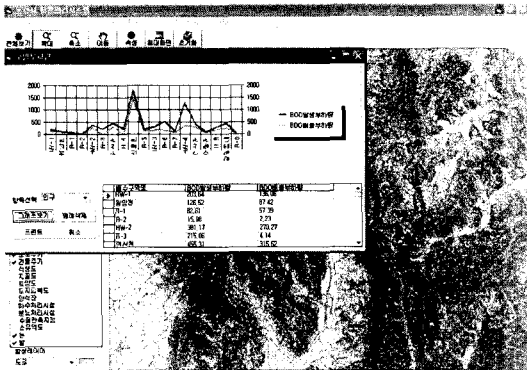


Fig. 10. 인구에 의한 BOD 오염부하량 산정 구현 창

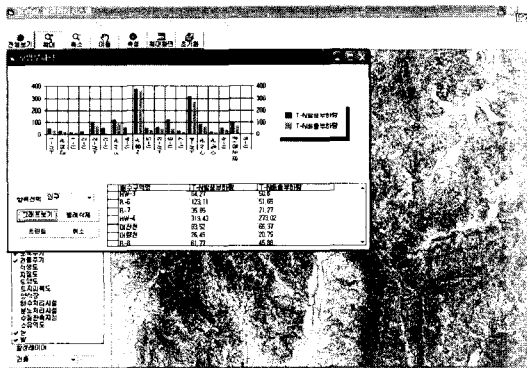


Fig. 11. 인구에 의한 T-N 오염부하량 산정 구현 창

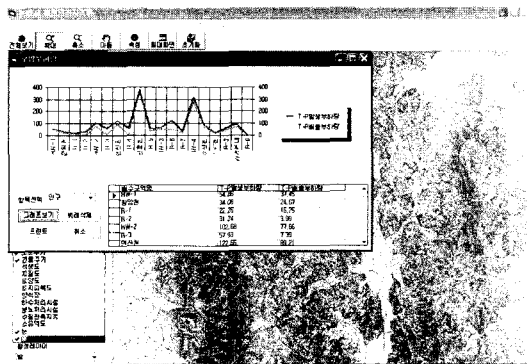


Fig. 12. 인구에 의한 T-P 오염부하량 산정 구현 창

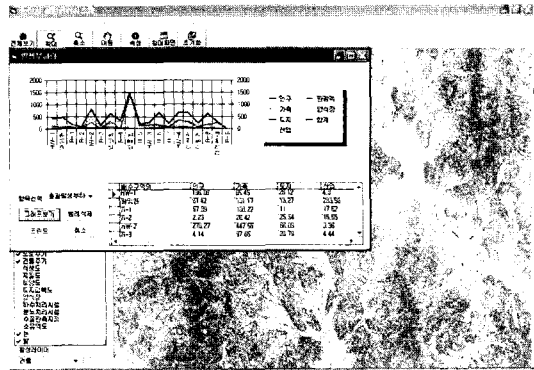


Fig. 13. 총괄 BOD 배출 부하량 산정 구현 창

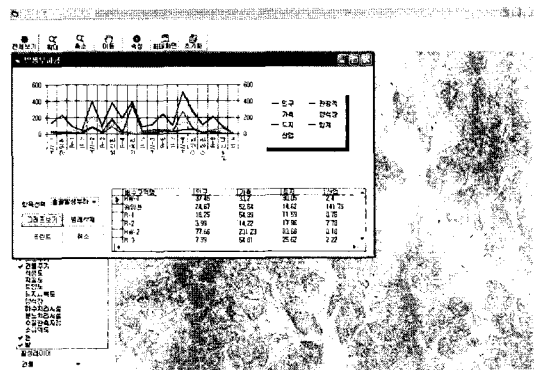


Fig. 14. 총괄 T-N 배출 부하량 산정 구현 창

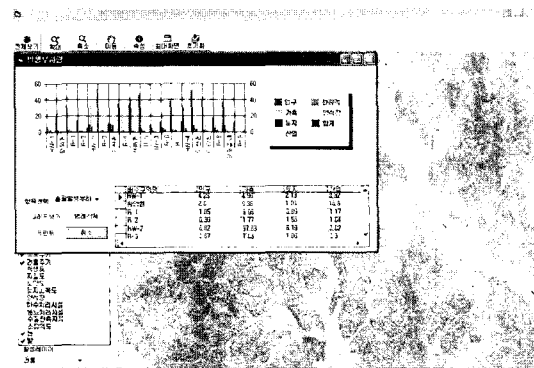


Fig. 15. 총괄 T-P 배출 부하량 산정 구현 창

가인 일반인들도 기상정보처럼 생활 속에서 하천 수질오염관련 정보를 쉽게 해석할 수 있는 대민친화적인 정보시스템으로써 보다 쉽고 다양한 콘텐츠(contents)를 개발·제공하고자 함에 있다.

오염원단위는 지역에 따라 오염원의 특성 및 여건이 다르기 때문에 원칙적으로 지역특수성을 반

영하여 충분한 실측자료를 근거로 설정되어야 한다. 따라서 『오염 부하량』 메뉴는 인구현황, 가축 사육현황, 토지이용현황, 관광객현황, 산업시설현황, 양식장 현황으로 각 각 분류한 후 이에 적합한 산정기준방식을 선택하였으며, 이로부터 발생 또는 배출 가능한 하천수질오염물질인 BOD, T-N, T-P의 총괄 오염부하량을 고려할 수 있도록 구성하였다(Table 3), (Fig. 10~15). 모든 색인들은 본 연구의 최종단계에서 새롭게 구성할 예정이다.

IV. 결 론

최근 들어 인터넷 보급으로 모든 정보의 실생활 활용에 대한 기대치가 증대함에 따라 환경전문가뿐 만 아니라 비환경전문가인 일반인들도 환경관련정보를 쉽게 파악하여 실생활에서 유익한 정보로서 활용 가능한 실시간 하천수질오염관리정보(real time river quality management) 정보지원 시스템에 대한 관심이 높아지고 있다. 이에 본 연구는 Web 상에서 하천수질오염과 관련된 정보들을 간편하게 조회할 수 있는 대민 친화적 하천수질오염정보지원시스템 구축을 위한 개발과정으로써 논산시를 시범적으로 선택하여 지리정보체계(geographic information system)와 사용자 인터페이스(graphic user interface)를 사용한 Web-GIS 프로그램인 e-Nonsan을 구현하였다.

e-Nonsan의 Main System 화면은 측정소 위치, 도로현황, 토지 이용현황 그리고 가축사육현황, 산업시설 분포 현황 등 하천수질오염수준과 직간접적으로 관계가 있는 모든 속성정보들을 확인 할 수 있도록 설계하였다. 또한 Main System 화면에는 논산시가 운영하고 있는 하천수질오염측정소(19개소)의 위치를 쉽고 간편하게 마우스의 움직임 하나로 지도상에서 확인 할 수 있도록 논산시의 1/5000 수치지도를 사용하여 설계하였다. 데이터 베이스 창은 지도와 연결된 속성 데이터베이스의 브라우저 역할을 수행하게 되며, 지도 창을 사용하여 가능한 검색기능은 일반적인 지리정보시스템(GIS)에서 가장 기본적인 기능인 지도의 이동, 축소, 확대기능을 갖고 있다. 특히 본 연구의 최종단계에서는 시스템의 기능을 장차 도시계획의 전반

적인 차원에서 공공정보 서비스로서 역할이 가능하도록 확장하여 다른 정보시스템과의 호환을 고려하여 토지이용현황과 가축사육현황, 산업시설 관련 정보현황 과 양식업 등 시설물 등의 공간 속성에 관한 데이터를 포함할 수 있도록 설계하였다.

『도형조회 검색』메뉴를 선택하면 사용자가 조회하고자 하는 측정소의 위치가 TM좌표와 함께 『登高선』과 『하천도』, 『수치지형도』를 그리고 『토양도』, 『식생도』, 『지질도』, 『토지피복도』와 『행정구역도』, 『소유역도』를 포함한 번지 수(數)까지 자세하게 확대하여 확인할 수 있도록 GIS 어플리케이션에서 제공되는 Map object internet map server를 도입하였다. 『오염 부하량』메뉴는 인구현황, 가축 사육현황, 토지이용현황, 관광객현황, 산업시설현황, 양식장 현황으로 각 각 분류한 후 이에 적합한 산정 기준방식을 선택하였으며, 이로부터 발생 또는 배출 가능한 하천수질오염물질인 BOD, T-N, T-P의 총괄 오염 부하량을 확인할 수 있도록 구성하였다. 이상의 모든 기능들은 Web-GIS를 목표로 자체 서버시스템에 구축되어있기 때문에 본 연구의 목적에서 밝힌 바와 같이 일반인들도 자유롭게 접속할 수 있는 실시간하천수질오염관리 정보지원 시스템으로써의 제 역할을 수행하기 위해서는 보다 많은 정보와 다양한 콘텐츠를 수용할 수 있는 D/B의 구축과, 접속속도와 보안성, 시스템의 안정성을 고려한 서버의 확보가 우선적으로 고려되어야 할 것으로 사료되는 바이다. 본 연구는 보완과 검증과정을 거친 후 최종적으로 Web상에서 구현 될 것이다.

참 고 문 헌

1. Antunes A, Santos R., Jordao L. : The application of geographical information systems to determine environmental impact significances, environmental impact assessment review, 35, 997~1007, 2001.
2. Kang Y. and Y. J. S. Lee : A Strategic Plan of Providing Regional Information Using Internet GIS in Seoul, The J. of GIS Association of Korea, Vol.10(3), 365~384, 2002.

3. Um J. S. and S. E. Shin : Development of a User-friendly Information System for River Water Quality Using Web GIS, The J. of GIS Association of Korea, Vol.10(1), 45~59, 2002.
4. Kim K. H. : Introduction to GIS, 243~248, Deyoungsa, 2000.
5. Stan A. : Geographic Information Systems : A Management Perspective, WDL Pub., 294, 1995.
6. Kim C. and Kim S. C. : Calculation of runoff and pollutant loads in Hwangryong river basin using GIS, The J. of GIS Association of Korea, Vol9(3), 425~438, 2001.
7. Environmental System Research Institute : Introduction to ArcView GIS, Redland, California, 1997.
8. Yu S. K., Choi S. K., and S. K. Moon : Analysis of hydrologic characteristic for Milyang river basin with a GIS. The J. of GIS Association of Korea, Vol10(1), 107~122, 2002.
9. Kim C and S. G. Kim : Calculation of runoff and pollutant loads in Hwangryong river basin using GIS, The J. of GIS Association of Korea, Vol.9(3), 425~438, 2001.
10. Choi S. K. and Kim K. H. : A study on the systematic integration of WASP4 water quality model with a GIS, The J. of GIS Association of Korea, Vol9(2), 291~307, 2001.
11. Jeong H. J. et al. : Development of Environmental Information System of Small Watershed Using GIS, Kor. J. Env. Soc. Vol.28, No.1, 1~10, 2002.