

GIS를 이용한 환경정보시스템 개발에 관한 연구

A Study on the Development of Environmental Information System Using GIS

이계원 삼성SDS 공공개발실 과장

※주요단어 : 의사결정지원시스템, 환경정보, 환경정보시스템, GIS,

목 차

I. 서론

II. 환경정보시스템의 개념과 필요성

1. 환경정보시스템의 개념
2. 환경정보시스템의 필요성

III. 국내외 환경정보시스템 개발 현황

1. 국외 환경정보시스템 개발 현황
2. 국내 환경정보시스템 개발 현황

IV. 환경정보시스템 개발 방안

1. 개발시 고려사항
2. DB 구축 방안
3. 응용프로그램 개발방안

V. 결론

I. 서론

최근 환경정보의 양이 증가하고 있으나, 이를 체계적으로 관리 분석하여 원하는 해답을 찾지는 못하고 있다. 환경문제는 복합적이고 다양한 형태로 나타난다. 이런 환경문제를 해결하기 위해서 환경정보를 체계적으로 수집·분석하여 최적의 대안을 선택할 수 있게 해 주는 환경정보시스템의 필요성이 높아지고 있다.

환경정보시스템은 아직 완성된 하나의 시스템이 아니다. 그 개념부터 개발방안까지 아직 완성된 이론적 틀을 가지고 있지는 않은 새로운 분야이다. 따라서 이 논문에서 언급되는 내용들 이외에도 보다 다양한 개념과 개발방안들이 있을 수 있다. 국내외적으로 많은 환경정보시스템이 개발되었으나, 아직 완전한 모습을 갖춘 환경정보시스템은 개발되지 못하고 있다. 본 연구에서는 국내외의 다양한 환경정보시스템들을 참조로 환경정보시스템 개발을 위한 DB구축과 응용 프로그램 개발에 대해 구체적으로 살펴보았다.

본 연구에서는 주로 GIS를 이용한 환경정보시스템 개발에 초점을 맞추었는데, GIS는 보다 풍부한 데이터베이스, 더 현실적인 공간분석, 더 나은 사용자 인터페이스의 이점을 가진다. GIS가 환경정보시스템 개발의 하나의 중요한 도구로서 사용되고 있지만, 환경정보시스템에 있어서 본질은 환경의 특징을 잘 이해하는 것이다. 환경데이터에 대한 특성 파악과 이 환경데이터들을 어떻게 이용하여 환경문제 해결이라는 원하는 해답을 찾아낼 것인가 하는 것들이 더 중요한 연구 과제들이다.

II. 환경정보시스템의 개념과 필요성

1. 환경정보시스템의 개념

환경정보시스템(EIS : Environmental Information System)이란 다양한 환경관련 자료를 효율적으로 수집하고 관리하며 분석하고, 환경변화의 예측 및 해석을 통하여 예보 및 경보 등 조치를 취하거나 효과적인 환경정책을 수립하고 시행하는데 활용할 수 있는 정보시스템이다.¹⁾ 환경정보시스템은 도면정보와 속성정보로 구성되어 있는 환경정보와 환경정보를 체계적으로 구축·분석할 수 있는 컴퓨터시스템, 인적

1) 환경정보화 업무 규정(환경부훈령 제405호, 제정 1998.5.15)에 따르면 환경정보화라 함은 정보의 수집 생산 유통 또는 활용을 통하여 환경행정업무의 효율화를 도모하는 과정 또는 그 결과를 말한다. “정보시스템”이라 함은 하드웨어, 소프트웨어, 인적자원을 사용하여 각종 자료(data)를 최종사용자를 위한 정보산출물로 생산변환하는 정보처리 활동을 수행하는 시스템을 말한다라고 정의하고 있다.

자원이 포함된 개념이다.²⁾

2. 환경정보시스템의 필요성

환경정보시스템은 환경행정의 생산성을 향상시키고, 환경정책의사결정의 과학화에 도움을 줄 수 있고, 환경정보의 공개를 통한 국민들의 환경정책에 대한 신뢰성 확보에도 도움이 된다. 환경정보의 공개는 환경정보에 관한 정책을 통해 추구될 수 있는 적극적인 기능을 가질 수 있으며, 그것은 무엇보다도 간접적 규제기능, 민간부문의 자율성보장과 위험논의의 촉진, 그밖에 권리구제 및 분쟁해결의 준거로서의 기능 등을 통하여 발휘된다.³⁾

이상의 환경정보시스템의 필요성에 따라 관련 기관별로 각자 사업목적에 따라 별도의 환경정보시스템을 구축하고 있으나 상당부분 내용이 중복되어 있으며 시스템 구축 후 자료의 입력 또는 지속적인 보완 부족으로 기존의 시스템도 활용도가 극히 저조한 실정이다.⁴⁾

Ⅲ. 국내의 환경정보시스템 개발 현황

1. 국외 환경정보시스템 개발 현황

1) 일본

일본의 경우 테라(TERRA: Timely Environmental Resource for Reliable Administration)라는 일본 환경청에서 구축한 행정정보시스템이 있다. 테라의 경우 환경청에서 생산되는 행정문서 DB, 2차가공 수치 DB, 정부간행물 DB 등으로 구성되어 있다.

환경정보제공시스템(EIC네트: Environmental Information & Communication Network)⁵⁾의 경우 환경정보의 제공 및 정보교류 촉진을 목적으로 개발되었는데 국립환경연구소 환경정보센터의 위탁을 받고 (재)환경정보보급센터가 운영하고 있다.

일본 국립환경연구소 환경정보센터의 경우 종합환경 DB를 구축하고 있는데 환경 측정데이터, 오염배출원 데이터의 수치 및 문헌정보, 해외정보 DB로 구성되어

2) 장준기의 14인, 1993. "환경정보체계화에 관한 연구(Ⅲ)." 국립환경연구원보 제 15권: pp 63-84.

3) 홍준형, 1999. "환경정보공개와 주민참여 활성화 방안". 녹색연합 정책토론회-환경정보공개와 주민참여 활성화를 위한 토론회

4) 이지운, 1999. "환경기술정보체계 구축". 그린삼성 봄호.

5) 환경정보제공시스템(EIC네트)에 대한 보다 자세한 내용은 <http://www.eic.or.jp> 참조

있다. 지방자치단체의 경우도 자체 환경정보시스템을 구축한 지역들이 있다.

환경정보는 환경청과 지방자치단체에서 정보를 구축하여 정책에 활용하고 있으며 지방자치단체 및 환경청이 네트워크로 환경정보가 상호 연계되어 있다. 환경정보의 적용상황은 도도부현 및 정령시에서는 종합적인 환경정보체계를 구축하여 환경청과 연계하여 규제지도, 공해감시, 환경영향평가, 자연보호대책, 홍보, 환경관리 계획 등에 활용하고 있으며, 환경청을 포함한 국가나 법인이 환경관련 자료를 네트워크로 연결하여 이용하고 있다.

2)미국

미국 환경청(EPA: Environmental Protection Agency)의 경우 대기, 수질, 폐기물 등 환경분야별로 Data를 수집하고 있으며, 수집된 정보는 환경청에서 통합 DB로 구축·분석하고 있다. 자료교환 및 공동활용을 용이하게 하기 위해 미국 환경청은 많은 기관들의 정보망이 집중되는 포털사이트의 역할을 하는 국가 환경정보교환 네트워크(CDX; Central Data Exchange)를 구축할 계획이다.⁶⁾ 또한 미국환경청은 과학적 시각화 센터(SCX: Scientific Visualization Center) 조직을 구성하여 GIS, 원격탐사 등 시각적인 다양한 정보기술을 활용하고 있다.⁷⁾

3)캐나다

캐나다의 경우 레이슨(RAISON: Regional Analysis by Intelligent Systems ON microcomputers)⁸⁾이라는 시스템이 있다. 레이슨은 지역적 지리정보의 틀 안에서 데이터를 보여주고 분석하기 위한 직관적인 환경을 제공하는 데이터 분석 도구이다. 레이슨은 공통 그래픽 사용자 인터페이스를 통해 데이터베이스(데이터, 텍스트, 이미지, 지도), 스프레드시트, 통계, 그래프, 지리참조, 공간 시각화, 전문가 시스템 등을 통합한다. 특히 점과 레이어 데이터를 포함하는 응용시스템에 적합하다.

2. 국내 환경정보시스템 개발 현황

환경부에서는 환경분야의 체계적인 정보구축을 위하여 분야별 환경정보시스템을 구축하고 있는데, 환경부의 환경정보시스템은 GIS에 기반하고 있는 시스템들이 많다. 현재 환경부에 구축된 단위 시스템으로는 1995년 환경정보시스템을 시작으로 수질정책수립지원시스템, 대기보전정책수립지원시스템, 수도권행정종합관리시스템(전

6) CDX에 대한 자세한 내용은 http://cdx.epa.gov/Epa_home.asp 참조

7) Scientific Visualization Center에 대한 자세한 내용은 <http://www.epa.gov/vislab/> 참조

8) RAISON에 대한 자세한 내용은 <http://www.cciw.ca/nwri/software/brochure.html> 참조

국수도종합계획시스템), 폐기물재활용종합정보시스템, 환경기초자료 종합DB 및 정보서비스시스템 구축과 자연환경종합 GIS-DB 구축 등 28개 시스템이 있다. (<표 3-1> 참조)

<표3-1> 국내 환경정보시스템 개발 현황

번호	시스템명	사업기간	주요내용
1	환경정보시스템	'95. 6 ~ '96. 2	○ 환경정보DB 구축 - 환경정책 및 기술, 자연생태계, 유독물관리, 대기관리, 수질관리, 상하수도관리, 폐기물관리 등 7개 분야 - 기존 보유자료에 대한 DB구축으로 이 후의 정보시스템 구축에 사용
2	환경정보서비스 시스템(홈페이지)	'96. 9 ~ '97. 4.	○ 환경부 홈페이지 구축 - 인터넷을 통한 환경정보 서비스
3	환경기초자료수집 전산망	'96. 9 ~ '97. 3	○ 배출업소자료 등 자료의 온라인 수집시스템 구축 - 지방환경관리청과 지자체를 온라인으로 연결하여 배출업소자료 및 환경조사표 등 환경기초자료 수집
4	환경기초자료종합 DB 및 정보서비스시스템	'99. 6 ~ '00. 3	○ 환경정보DB 온라인 수집 및 지리정보시스템 구축 - 배출시설, 환경기초시설 등 종합환경DB 구축 - 환경관련 시설물의 좌표로 GIS 주제도 제작
5	환경기초자료종합 DB 및 정보서비스시스템	'01. 11 ~ '02. 4	○ 시군구행정종합시스템의 DB를 추가로 활용하기 위한 시스템 개발
6	위성영상자료를 이용한 토지피복지도 제작	'98. 12 ~ '02.12	○ 토지피복지도 제작 - 인공위성사진을 이용하여 지표면을 물리적, 생태적 특성에 따라 분류하여 표현한 주제도
7	사이버민원시스템	'00. 5 ~ '01. 2	○ 지방청의 법정민원 온라인 공개시스템 구축 - 법정민원을 인터넷으로 접수하고, 처리과정을 공개
8	환경산업·기술정보 시스템	'99. 8 ~ '01. 12	○ 환경산업·기술정보DB를 구축하여 인터넷을 통해 서비스 - 환경산업기술DB - 사이버환경시장
9	가상환경 교육원	'99.4 ~ 현재	○ 사이버환경정책교육원 운영되고 있으며, 향후 사이버환경정책대학원으로 개편 준비중
10	자연환경문헌정보 DB구축	'98. 12 ~ '99. 6	○ 자연환경전국조사보고서 및 자연환경관련 문헌을 DB로 구축하고, 인터넷을 통해 서비스
11	자연환경종합GIS-DB 구축	'98. 6 ~ '02. 2	○ 식생, 임상, 동식물분포 등의 생태적 가치를 등급화 하여 자연생태도 제작
12	오존정보시스템	'96. 3 ~ '96. 6	○ 대기측정소의 오존농도가 경보기준에 근접 시 지역주민에게 오존경보를 발령할 수 있는 시스템 구축
13	굴뚝원격감시시스템	'97. 6 ~ '01. 12	○ 1~3 중 사업장에 설치·운영중인 굴뚝자동측정기의 운영 상태 및 오염물질 배출농도를 24시간 상시 감시하기 위한 굴뚝TMS 구축
14	대기오염측정망 종합관리시스템	'97. 11. ~ '98. 9	○ 대기측정망의 관리주체가 대기정책과에서 국립환경연구원 대기화학과로 이관되면서 구축한 시스템
15	대기보전정책수립 지원시스템	'99. 7 ~ '02. 8	○ 대기오염물질의 배출원, 기상자료, 도로·교통자료, 에너지사용량 등 대기관련 정보의 체계적 입수체계 구축 ○ 대기질 개선목표 달성을 위한 대기확산모델링 개발, 대기오염물질 저감량 산정 등 정책수립에 필요한 정보를 생산하기 위한 시스템 구축

출처 : 환경부, 2002

<표3-1> 국내 환경정보시스템 개발 현황(계속)

번호	시스템명	사업기간	주요내용
16	자동차배출가스 인증시스템 구축	'01. 12 ~'02. 11	○ 제작차 배출가스인증을 온라인으로 처리할 수 있도록 하고, 검사자료의 DB를 구축
17	수질자동측정망시스템	'95. 10 ~'99. 9	○공단인근과 취수장 등의 수질을 실시간으로 파악할 수 있도록 수질자동측정소를 설치하고 TMS시스템 구축
18	수질정책수립 지원시스템	'97. 9 ~'99. 5	○한강, 금강 영산강 수계에 대한 오염원, 하천현황, 수리·수문자료 등의 DB구축과 수질모델링시스템 개발
19	전국수도종합계획 시스템	'98. 9 ~'99. 7	○지자체에서 온라인으로 상수도통계, 수돗물 수질측정자료, 수도종합계획자료 등을 입력하고, 구축된 DB를 공동이용할 수 있는 시스템 구축
20	수돗물수질감시 및 자료공개시스템	'01. 6 ~ '02. 4	○자동측정된 수돗물의 수질은 지자체와 환경부 Water-Now 홈페이지를 통하여 실시간으로 공개
21	폐기물적법처리입증 정보시스템	'00. 7 ~01. 9	○전국 각 지역의 폐기물의 배출, 운반 처리상황의 실시간 파악 및 현황DB 구축으로 폐기물의 종합관리체계 확립
22	환경연구정보시스템	'98. 2 ~'99. 12	○전산실 구축 및 LAN 및 환경부와의 WAN구축 ○국내·외 환경연구정보 및 환경오염정보 DB구축 및 제공
23	화학물질정보관리 시스템	'98. 2 ~'99. 12	○해외 화학물질정보망 연계 및 해외 화학물질DB 번역 ○화학물질정보 표준안 수립 ○어류폐사, 사고중독정보 등의 화학물질 측정분석DB
24	환경오염도Web-GIS 서비스시스템	'00. 11 ~'01. 9	○대기오염, 환경위해성 등의 측정정보를 지리정보시스템으로 인터넷을 통해 다양한 형태의 정보제공
25	환경오염데이터 정보관리 정보화전략 개발	'00. 10 ~'02. 5	○정보관리정보화를 위한 마스터플랜 수립 ○환경측정분석 정보관리의 표준화 및 정보화
26	폐기물재활용 종합정보시스템	'98. 1 ~'01. 12	○폐기물재활용관련 정보를 DB화하고, 재활용관련 기술정보관리, 재활용시설공사 관리, 공장운영관리 등을 위한 프로그램 개발 ○폐기물재활용유통정보시스템, 재활용기술지원시스템, 재활용창업지원시스템, 재활용시설프로젝트 관리시스템 등을 구축
27	국립공원정보제공 시스템	'99. 6 ~ 00, 3	○국립공원에 관한 3차원 및 멀티미디어 정보를 제작하고, 탐방관련 교통·숙박정보 안내 및 사전예약시스템 구축하여 인터넷을 통한 대민 서비스
28	통합영향평가지원시 스템	'01. 12 ~ 02.10	○통합영향평가지원시스템을 구축하기 위한 BPR/IS를 먼저 수행하여 구축전략을 수립하고 2003년에 시스템을 구축함

출처 : 환경부, 2002

이 중 수질, 대기, 상하수도 분야의 주요 환경정보시스템인 수질정책수립지원시스템, 대기보전정책수립지원시스템, 수도행정종합시스템 등을 소개하고 문제점과 향후 개선방안을 제시하고 한다.

1) 수질정책수립지원시스템

한강, 금강, 영산강, 낙동강 등 4대강 권역의 수질오염실태를 효율적으로 관리할 수 있는 수질환경 지리정보시스템(GIS) 구축되어 있다. DB구축에서 모델링 분석까지 본격적인 수질환경정책지원이 가능하게 되어 있다. 수질정책수립지원시스템은 <그림3-1>과 같이 시작시스템과, 자료검색시스템, 모델링시스템, 주제도관리시스템, 예산관리시스템 등으로 구성되어 있다. 수질정책수립지원시스템은 수계를 기준으로 하여, 행정구역상으로는 동리수준까지 인구, 축산, 산업, 토지이용 등에 대한 자료를 구축하였다. 또한 수질모델링을 통해 미래예측과 수질개선대안별 시나리오 분석이 가능하도록 구성되어 있다.

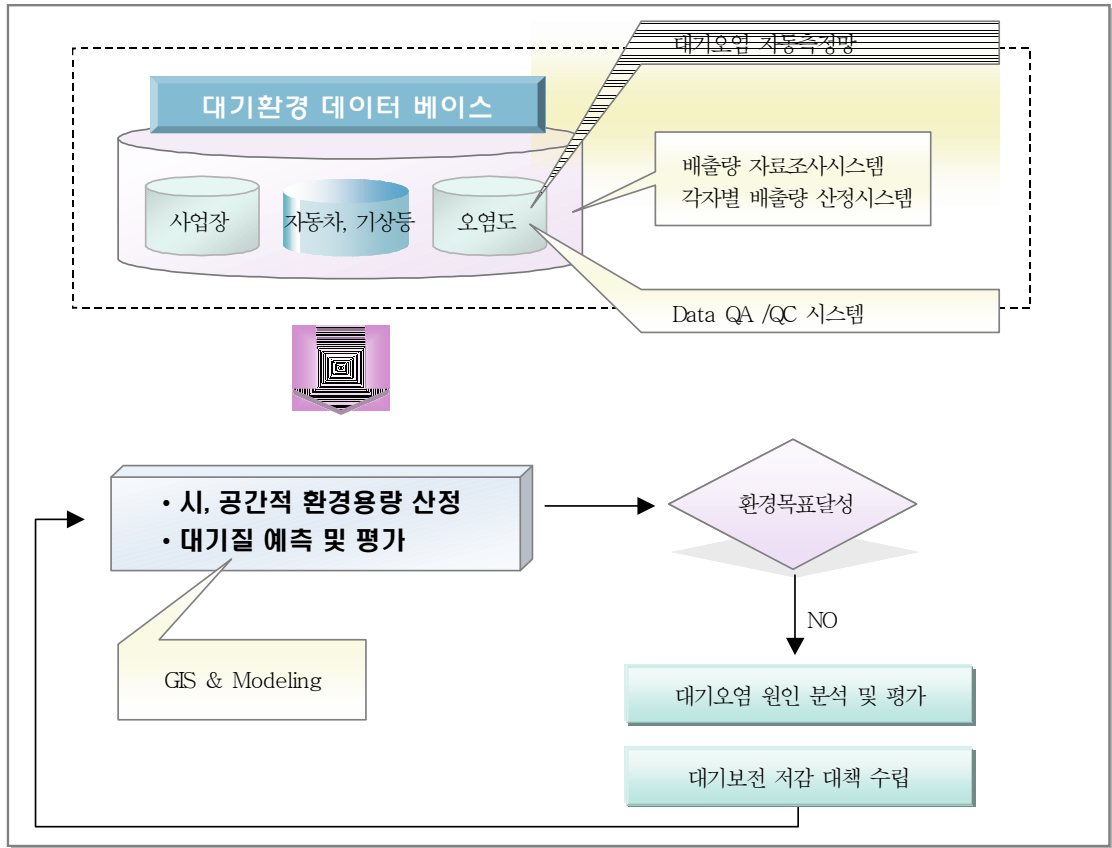
<그림3-1> 수질정책수립지원시스템



2) 대기보전정책수립지원시스템

대기보전정책수립지원시스템은 전국에 산재한 대기오염 배출원 자료를 구축하고 대기모델링을 통하여 대기보전 저감 정책수립을 지원하는 환경정보시스템이다. 대기보전정책수립지원시스템은 <그림3-2>와 같이 사업장, 자동차, 기상, 오염도 등 대기환경 데이터 베이스를 구축하고, 격자별 배출량을 산정한다. 또한 GIS와 대기 모델링을 이용하여 대기질 예측 및 평가를 하고, 환경목표 달성 유무를 판단하여 지역별로 최적화 된 대기보전 저감 대책수립을 지원하게 된다.

<그림3-2> 대기보전정책수립지원시스템



3) 수도행정종합관리시스템

수도행정종합관리시스템은 수돗물 수요·공급, 수도시설물, 수도경영, 수질검사, 수도계획 등 수도관련정보에 대한 신속한 수집·처리 및 과학적 분석을 지원하여 수도행정의 효율성을 제고한다. 또한 인터넷서비스를 통하여 수도정보활용 및 수돗물 신뢰 제고에 기여하고 있다. <그림3-3>의 수도행정종합관리시스템은 환경부 홈페이지를 통해 서비스되고 있는 내용의 일부를 보여 주고 있다. 환경부는 현재 추진 중에 있는 e-상하수도 사업을 통해 단순한 자료수집과 통계서비스 수준이 아니라, 상하수도 시설 자동화, 관망관리, 사업운영관리, 수돗물 수질자료에 대한 실시간 공개, 지하수 환경관리 등을 추진하고 있다.

<그림3-3> 수도 행정종합관리시스템



4) 국내 환경정보시스템의 문제점과 개선방안

국내 환경정보시스템의 문제점을 환경부 환경정보화 장기종합계획에서 논의되고 있는 문제 중심으로 살펴보면, 오염원 기초자료 수집의 문제점과, GIS주제도의 문제, 모델링의 문제, 사업운영상의 문제점으로 나눌 수 있다.

첫 번째로 오염원기초자료의 경우 자료수집의 어려움과 수집된 자료의 정확성 저하문제가 있다. 대기와 수질 시스템의 경우 1년에 한번 지자체 등에 조사표를 배포하여 자료를 수집하고 있는데, 매년 조사표 항목구성의 변동으로 시간적 추이분석에 어려움이 있고, 수작업으로 인해 자료수집기간이 오래 걸리고 있으며, 자료 정확성이 낮고, 조사 자료의 표준화 정립이 미흡하다. 이에 대한 개선방안으로는 시·군·구 환경행정시스템과 연계하여 최신 자료를 획득하고, 자료중복조사의 가능성을 없애고, QA/QC(품질관리시스템)의 엄격한 적용으로 자료 정확성을 향상시킬 필요성이 있다.

두 번째로 GIS 주제도의 경우 행정동 기준의 GIS 자료 구축으로 잦은 주제도 갱신이 발생하고 있다. 또, 환경기초시설에 대한 TM 좌표값의 부정확한 조사로 위치 정확성이 떨어지고 있다. 이에 대한 개선방안으로 GIS 구축 데이터를 법정동 기준 행정구역도로 통일하고, GPS 등을 활용하여 환경기초시설 등에 대한 정확한 위치좌표값을 입력하도록 하여 위치정확성을 향상시킬 필요성이 있다.

세 번째로 모델링의 경우 국내현실에 맞는 모델이 부족하며 계수의 경우도 외국 값을 그대로 사용하는 경우가 많아 모델링의 정확성이 떨어지고 있다. 모델링의 정확성 향상을 위해서는 우선 국내현실에 맞는 모델의 개발과 현장실험을 통한 국산 계수값의 산정, 모델링에 필요한 토지피복지도, 토양도, 기상자료, 오염관측자료 등 다양한 입력자료의 정확한 구축이 필요하다.

네 번째로 사업운영상의 문제로 다양한 환경정보시스템이 여러 개의 기관에서 개별적으로 만들어져서 자료의 공동활용의 어려움, 표준화 미비, 예산 중복투자 등의 문제가 발생하고 있다. 이에 대한 개선방안으로는 환경정보센터를 두어 환경기초자료의 수집부터 표준화, 자료검증, 자료의 배포와 활용 등을 체계적으로 지원할 수 있도록 하는 것이 필요하다.

IV. 환경정보시스템 개발 방안

1. 개발시 고려사항

한국환경정책평가연구원의 종합환경정보망 연구결과에 따르면 종합환경정보망 구축을 위하여서는 필수적으로 해결되어야 할 과제들이 있다.⁹⁾ 첫째는 환경정보에 대한 정확한 정의와 분류이다. 둘째는 환경정보의 효율적인 수집, 관리체계이다. 셋째는 이를 지원할 수 있는 제도의 보완이다. 대부분의 환경정보가 지방자치단체에서 생산되고 있으므로 이를 종합적인 정보체계로 수용할 수 있는 제도가 뒷받침되어야 한다. 이와 더불어 고려되어야 할 점은 DB의 품질관리이다. DB의 품질은 DB 데이터에 관한 품질과 DB 서비스에 관한 품질을 모두 고려해야 한다.

이외 응용프로그램 개발에 있어서는 GIS 등 최신 정보기술(IT)을 바탕으로 한 시스템 구축과, 환경통계 프로그램 개발, 기존 환경모델링과 연계 및 시스템 통합 방안, 쉬운 사용자 인터페이스를 통한 환경정책 의사결정지원 등이 고려되어야 한다.

2. DB 구축 방안

1) 환경정보의 분류

환경정보는 매년 그 대상분야가 증가하고 다양한 매체가 나타나므로 효율적으로 정보를 구축하고 이용하기 위해서는 가장 먼저 분류체계를 정비하고 코드화가 되어

9) 정은화. 1997. 종합환경정보망 개발사업(V). 한국환경정책평가연구원.

야 한다.

국립환경연구원에서는 91년부터 3년 간의 연구결과를 토대로 환경정보의 분류기준을 설정하였는데, 환경정보를 기존의 환경영향평가분류에 맞추어 자연환경, 생활환경, 사회경제환경으로 크게 구분하고 3개의 환경정보는 다시 23개의 평가항목으로 구분하였다. 자연환경은 기상, 지형·지질, 동·식물상, 해양환경, 수리·수문의 5개 인자와 그 세부항목으로, 생활환경은 토지이용, 대기질, 수질, 토양, 폐기물, 소음·진동, 악취, 전파장애, 일조장애, 위락·경관, 위생 및 공중보건의 11개 인자와 그 세부항목으로 구분하며, 사회경제환경은 인구, 주거, 산업, 공공시설, 교육, 교통, 문화재의 7개 인자와 그 세부항목으로 분류한다. 환경인자별 분류를 대분류, 중분류, 소분류의 형태로 구분하고, 분류된 항목을 속성정보와 도면정보로 나누어 코드를 부여한 후, 각 자료의 생산처와, 자료원, 측정범위, 단위, 기간, 범위, 비교의 순으로 작성하였다.¹⁰⁾

<표4-1> 환경영향평가항목에 의한 환경정보의 분류

분야	항목
자연환경	기상, 지형·지질, 동·식물, 해양환경, 수리·수문(5개)
생활환경	토지이용, 대기질, 수질, 토양, 폐기물, 소음·진동, 악취, 전파장애, 일조장애, 위락·경관, 위생·공중보건(11개)
사회·경제환경	인구, 주거, 산업, 공공시설, 교육, 교통, 문화재(7개)

2) 환경 데이터의 표준화

환경 관련된 데이터가 아무리 많아도 정보의 표현 및 처리, 관리, 제공 방법이 제각각 다르고 구축된 데이터베이스가 상호 호환되지 못한다면 원활한 정보의 생산과 유통이 이루어지지 못한다.

데이터베이스 구축을 활성화하기 위해서는 데이터의 수집 및 생성, 가공, 관리, 검색하는 기술과 데이터베이스와 데이터베이스간의 연동, 데이터베이스와 이용자간의 정보 유통 등의 데이터베이스 시스템과 관련된 기술을 상호 호환할 수 있도록 이에 관한 적절한 지침 및 표준이 필요하다.¹¹⁾

환경데이터의 경우 여러 기관에서 다양한 목적으로 사용되고 있는데, 아직까지는 표준화가 잘 되어 있지 않아 공동활용에 어려움을 초래하고 있다. 표준화를 위해서

10) 원 국립환경연구원의 환경영향평가항목은 22개 분류였는데 이중 자연환경분야에 수리·수문이 추가되어 23개 분류가 되었다. 보다 자세한 내용은 최덕일의 15인 1991. "환경정보체계화에 관한 연구(I)". 국립환경연구원보 제13권 : pp41-59와 장준기의 14인 1993. "환경정보체계화에 관한 연구(III)". 국립환경연구원보 제15권 : pp63-84 참조

11) 보다 자세한 내용은 한국데이터베이스진흥센터. 1998. 데이터베이스 개발지침에 관한 연구-제3부 데이터베이스 부문 표준화 계획 참조

는 우선 표준코드를 단계적으로 부여할 필요가 있다. 표준코드는 통계청¹²⁾이나 행정자치부¹³⁾ 등 국가적으로 공통 표준코드로 사용되고 있는 것은 그에 따르고, 표준코드가 부여되어 있지 않은 항목들이 있다면 새로 부여해 주어야 한다. 표준코드의 제정은 관계기관들이 모여 의견수렴을 거쳐 체계적으로 추진되어야 한다.

첫번째로 사용빈도가 높은 것을 중심으로 단계적으로 추진한다.

두번째로 데이터 코드 항목을 정리한 후, 표준화 대상여부를 판정하여 표준화 대상 데이터의 항목을 추출한다.

세번째로 도출된 표준화 대상 코드 항목에 대하여 유형별로 분류한 후 각 유형별로 표준화 방향을 제시한다. GIS자료의 경우 NGIS 표준을 이용하여 표준화한다.

3) 데이터 수집방안

기존의 환경종합정보DB가 실패한 이유 중에 가장 큰 이유는 지방자치단체에서 기초자료 입력을 제대로 하기가 어려웠다는 점이다. 예를 들어 환경종합정보시스템(ETIS)의 경우 수질오염원 DB나 대기오염원 DB 등이 일정한 주기로 꾸준히 갱신이 되어 주어야 하는데, 이를 위해서는 지자체의 많은 인력과 시간이 소요되어 지자체에서 기피하거나, 공공근로인력 동원 등으로 인하여 DB품질 저하 문제를 가지고 있었다.

한 예로 행정자치부의 시·군·구 행정종합정보시스템은 환경을 비롯하여 주민·호적·교통·산업 등 십여 개 분야의 민원업무를 전산화한 시스템으로, 국립환경연구원에서 조사하는 대기 배출업소 조사자료 등 일부 자료입력 업무가 겹치고 있다. 담당공무원들은 거의 유사한 내용을 중복 입력해야 하는 어려움을 호소하고 있다. 따라서 각 부서별로 공동으로 사용할 수 있는 데이터는 최대한 재활용할 수 있도록 공통 DB포맷과 입수체계를 확립하는 노력이 필요하다.

이와 더불어 최근의 새로운 정보기술을 이용하여 데이터를 수집하는 방안도 모색되어야 한다. 최근의 웹 기술을 이용할 경우 웹상에서 배출업소나 지자체에서 직접 자료를 입력하여 DB로 전송하게 하는 방법도 고려해 볼 수 있다. 웹상에서 직접 입력하게 할 경우, 직접 사람이 방문하여 조사하는 경우에 비해 많은 시간과 비용을 절감할 수 있다. 자동화된 수질모니터링이나 대기 모니터링 장비들을 이용하여 수질과 대기질 자료들을 자동으로 수집하는 방법도 확대할 필요성이 있다. 또, 원격탐사를 이용하여 넓은 지역의 데이터를 동시에 수집하는 방법도 있다. 원격탐

12) 통계청 통계표준분류로는 한국표준 산업분류, 한국표준 직업분류, 생산물 및 품목분류, 한국행정구역분류 등이 있다.

13) 행정자치부의 경우 행정정보체계표준이 있고, 행정표준코드관리시스템에 기관코드, 법정동코드, 가옥(주거형태)코드 등 몇가지 표준코드 등이 있다.

사를 이용할 경우 데이터의 갱신주기를 단축시킬 수 있고, 사람이 직접 가기 어려운 지역의 데이터까지 수집 가능하다.

4) DB 품질평가

DB품질은 DB 데이터에 관한 품질과 DB 서비스에 관한 품질로 구분될 수 있다.¹⁴⁾ DB 데이터 품질은 DB가 담고 있는 데이터 자체의 바람직한 정도를 의미하는 것으로 데이터 구조, 데이터 값, 데이터 표현 등에 의해 분석될 수 있다. DB 서비스 품질은 데이터 자체가 아니라 서비스의 완전함, 정확함, 신속함, 편리함, 이해가능함, 친절함, 다양함 등을 의미한다. 한국데이터베이스진흥센터의 데이터베이스 품질평가에 관한 연구에 따르면 <표4-2>와 같은 7가지 품질기준으로 DB의 품질을 체크 할 수 있다.

<표4-2> 데이터베이스 품질평가 기준

구분	품질기준 (Criteria)	핵심관점
DB 데 이 타 품 질	정확성 (Accuracy)	DB데이터가 실제 값과 동일한가?
	완전성 (Completeness)	표현하고자 하는 실세계의 중요한 객체들과 속성들이 담겨 있는가?
	현행성 (Currentness)	가장 최근의 데이터로 갱신되었는가?
	일관성 (Consistency)	둘 이상의 데이터가 불일치하지 않는가?
DB 서 비 스 품 질	검색성 (Searching)	검색이 얼마나 신속하게 그리고 정교하게 이루어지는가 ?
	사용용이성 (Ease of Use)	인터페이스를 통한 DB접근과 산출정보 활용이 얼마나 쉽고 편리한가 ?
	사용자지원성 (Customer Support)	Documentation, Training, Help 등 사용자지원이 적합한가?

출처 : 한국데이터베이스진흥센터. 1996

데이터베이스진흥센터의 데이터베이스 품질 평가에 관한 지침은 데이터베이스의 품질을 평가할 수 있는 기준과 객관적이고 계량적인 평가 방법을 제공하여 데이터베이스의 품질을 향상시키는 것을 목적으로 한다. 이용자는 이 지침을 이용하여 특정 데이터베이스를 평가할 수 있는 평가 항목과 방법을 설정하고 측정함으로써 데이터베이스의 우수한 부분과 미흡한 부분을 선별할 수 있다.¹⁵⁾

14) 한국데이터베이스진흥센터. 1996. 95 데이터베이스 표준화 연구보고서-데이터베이스 품질평가에 관한 연구.

15) 보다 자세한 내용은 한국데이터베이스진흥센터의 데이터베이스 품질평가에 관한 지침 (1998년 제정)을 참조

환경 데이터의 품질평가도 데이터베이스진흥센터의 데이터베이스 품질 평가에 관한 지침을 응용해 적용해 볼 수 있다. 이때 데이터의 종류에 따라 기준의 가중치를 다르게 적용할 수 있다.

3. 응용프로그램 개발 방안

1) GIS 응용프로그램 개발

GIS 기술이 발달하면서 GIS로 환경을 관리하는 중요성이 증대되었다. GIS는 특히 공간적 차원을 가진 환경문제를 분석하는데 이상적인 수단이다.¹⁶⁾

GIS는 공간적 위치를 표현하는 도면정보와 그 대상의 형태나 속성과 관련된 속성정보를 컴퓨터의 그래픽처리기능과 데이터베이스 관리기능을 이용, 데이터를 저장, 추출, 관리, 분석하여 환경관리, 환경영향평가, 국토계획, 지역개발 등의 목적에 맞게 활용하고 관련정보들을 처리하는 정보체계를 말한다. 자료는 도면자료와 속성자료로 구분된다. 도면자료는 지도, 지형, 지역, 도로, 하천 등을 나타내며, LANDSAT, SPOT와 같은 인공위성자료로부터 얻어진 식생분포, 토지이용 분류 자료를 포함한다. 속성자료는 인구수, 오염농도 등과 같은 자료와 도면의 속성을 나타내는 자료이다. <그림4-1>의 GIS 응용프로그램 그림에서는 대한민국 전체 지역에 대한 인구, 환경기초시설 등에 속성정보를 구축하고 행정구역도와 같은 도면상에서 자료를 시각적으로 보여주고 있다.

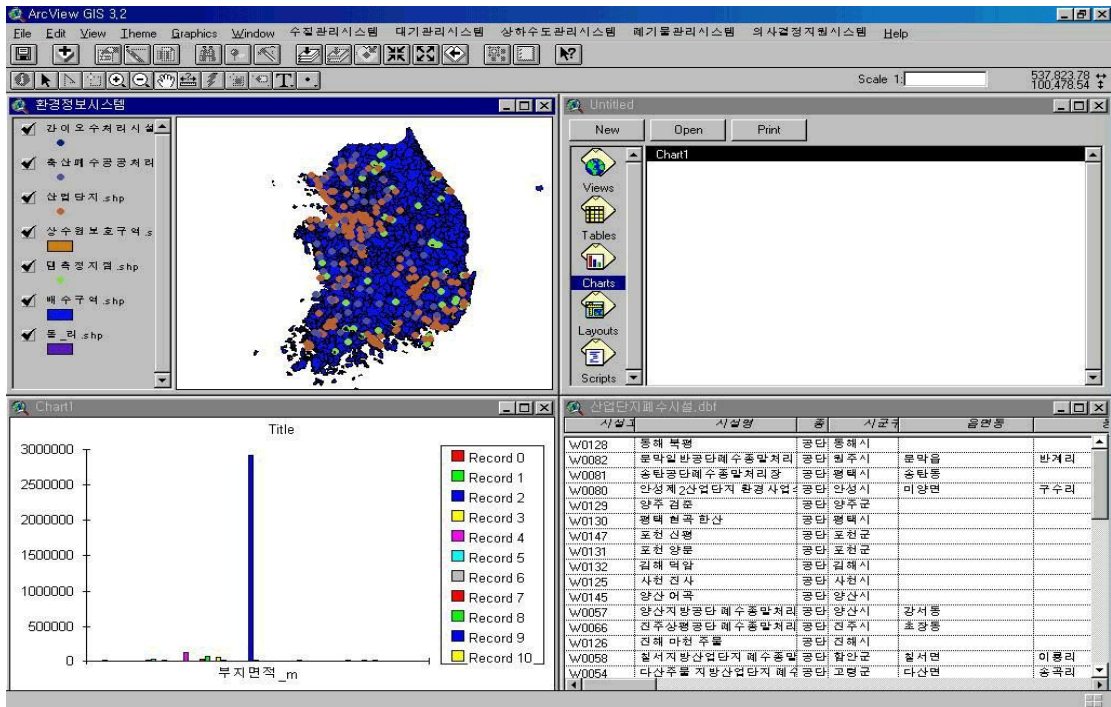
지리정보시스템을 이용하면 도면중첩, 버퍼링분석, 3차원분석, 그리드 분석 등이 가능하며, 통계분석 및 모델링 등 다른 관련기술과의 연계분석도 가능하다.¹⁷⁾ <그림4-2>의 경우 팔당상수원보호구역에서 하천 양안 1km buffer zone을 형성하고 있는 수변구역의 모습을 보여주고 있는데, 이계원의 논문에서는 LANDSAT위성자료를 기반으로 수계도면을 중첩하고, 버퍼링분석과 그리드분석, 통계분석, 모델링분석 등을 행하였다.¹⁸⁾

16) Alexandra Fonseca and Christina Gouveia. 1994. ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT USING MULTIMEDIA GIS. EGIS.

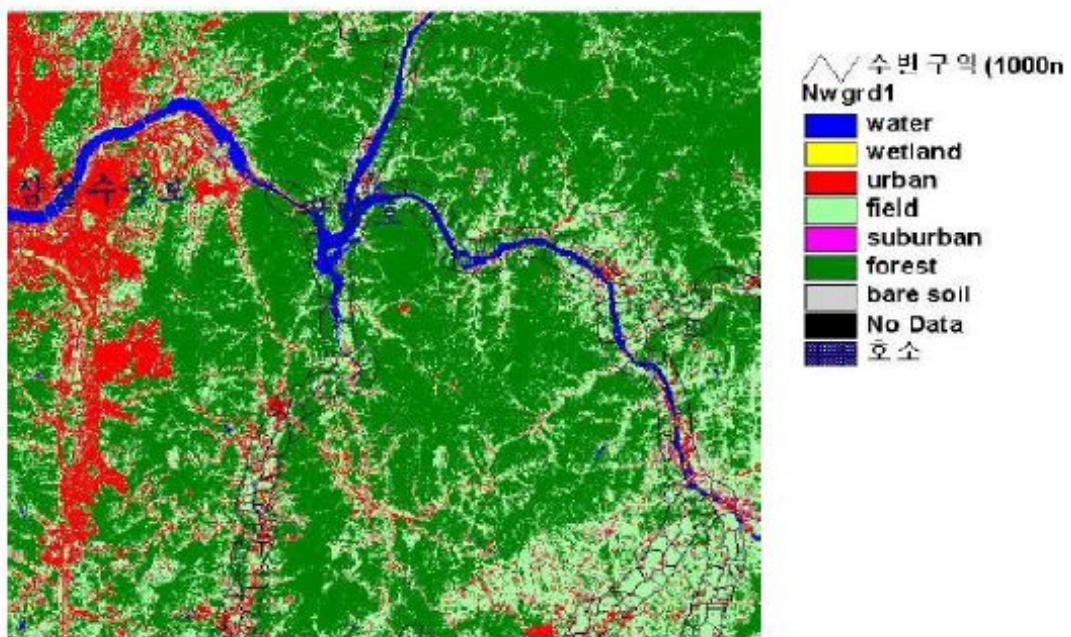
17) 보다 자세한 내용은 한의정의 9인. 1994. "환경영향평가 과정에서 GIS활용기법에 관한 연구". 국립환경연구원보 제16권 : pp35-48. 최덕일의 15인. 1991. "환경정보체계화에 관한 연구(I)". 국립환경연구원보 제13권 : pp41-59 참조

18) 보다 자세한 내용은 이계원. 2000. "통합의사결정모형을 이용한 상수원 수질개선 대안선택에 관한 연구". 서울대학교 환경대학원 박사학위논문 참조

<그림4-1> GIS 응용프로그램



<그림4-2> 수변구역(팔당상수원보호구역)



출처 : 이계원. 2000.

2) 환경통계 프로그램 개발

Excel등의 간단한 프로그램을 이용하면, 자료 도표화, 자료변환, 표준과의 일치성 점검, 다요인 분산분석, 상관관계, 최소 제곱법을 이용한 모형 추정, 결정계수 등 다양한 환경통계에 유용하게 사용될 수 있다.¹⁹⁾

GIS응용프로그램에서 사용하는 상용화된 통계 패키지로는 S-PLUS가 있다. 최근 S-PLUS를 이용한 환경통계 패키지로²⁰⁾ 나온 Environmental Stats for S-PLUS²¹⁾는 샘플 크기 계산, 테스트의 적합성 검정, 위험평가 등을 할 수 있다.

환경통계 프로그램 개발에 있어 중요한 점은 환경 자료의 특성을 잘 파악하는 점이다. 환경 자료들이 어떤 시공간적 주기와 형식으로 수집되는지 또 이런 자료들이 어떤 목적으로 이용되는지에 대한 정확한 이해가 있어야만 적절한 환경통계 프로그램 개발이 이루어질 수 있다.

3) 환경 모델링

모델은 실세계에 대한 이해를 증가시키고, 변화하는 상황 속에서 반응하는 방법에 대한 이해를 증가시키는데 이용되어 질 수 있다. 모델링을 이용하여 환경변화의 예측 및 해석을 통하여 예보 및 경보 등 조치를 취할 수 있다.

일반적으로 수질모델링, 대기모델링 등 오염매체별로 모델링 기법이 발전해 왔다. 수질모델의 경우 하천모델인 QUAL2E, 호소모델인 WASP등이 가장 많이 쓰이고 있다. 점오염원과 비점오염원을 통합한 BASINS(Better Assessment Science Integrating Point and Nonpoint Source)도 많이 사용되고 있다. BASINS은 GIS, 전국가적인 수계 데이터, 최첨단 기술을 사용한 환경평가와 모델링 툴들을 하나의 편리한 패키지에 담고 있다. 대기모델의 경우 ISC(Industrial Source Complex), UAM(Urban Airshed Model)등의 모델이 자주 사용되고 있다.

그런데, 많은 환경문제의 경우 수질이나 대기 등 어느 한 매체에만 국한되는 것이 아니라, 수질, 대기, 토양 등을 동시에 오염시키는 일들이 빈번히 발생한다. 최근 들어서는 이와 같은 오염매체별 모델링의 한계를 인식하고 다매체 모델(Multi-Media Model) 같은 통합모델 개발이 추진되고 있다.

또, 모델링을 이용해 환경 사고시 사고 경로를 파악해 경보 조치를 취함으로써

19) 환경통계학에 대한 자세한 내용은 전홍석외. 1998. 환경통계학. 동화기술교육 참조

20) 보다 자세한 내용은 Millard, Steven P., Neerchal, Nagaraj K. 2000. Environmental Statistics : With S-Plus(CRC Applied Environmental Statistics Series). CRC Pr. 참조

21) EnvironmentalStats for S-PLUS에 대한 보다 자세한 내용은 <http://www.insightful.com/products/environmental/> 참조

피해를 최소화시킬 수도 있다. 각종 환경오염 사고는 사고 발생시기와 장소를 예측할 수 없을 뿐만 아니라, 유출 물질의 종류가 극히 다양하고, 발생시 마다 유출 상황 및 제반 환경 조건들이 크게 상이하다. 따라서 사고 방제 책임자가 유출물의 변화, 확산 상황을 예측하여 신속하고 정확한 방제 명령을 내리고 피해예상범위를 추정하여 효과적인 예측 모델 및 전략 판단 모델, 그리고 환경 민감도 지도 등을 바탕으로 한 기술 전략적인 방제 지원 시스템의 개발이 필수적이다. 예를 들어 운행 중인 선박에서 사고가 일어나 기름 유출이 되었을 경우 모델링을 이용하여 유출된 기름의 진로 예측을 할 수 있고, 상황에 따른 방제전략을 수립할 수도 있다.²²⁾

모델링이 응용될 수 있는 분야는 상당히 다양한데 최근 들어서는 GIS와 연계된 공간적인 분석기능이 보다 강화되었고, 의사결정자들이 보다 시각적으로 의사판단 하기가 쉬워졌다.

4) 환경정책 의사결정지원시스템 개발

GIS는 의사결정지원시스템 개발에 특히 적합하다. GIS안에 다매체(Multimedia) 기술을 이용하면 의사결정지원시스템 개발이 보다 현실에 가까워지는데 기여할 수 있다.²³⁾ GIS는 의사결정자들에게 공간 참조된 자료들의 저장, 추출, 분석 등의 표준화된 플랫폼을 제공한다.²⁴⁾

환경정책 의사결정지원시스템은 환경부문에서 당면하는 여러 가지 의사결정 문제를 해결하기 위해 복수의 대안을 개발하고, 비교·평가하며, 최적안을 선택하는 의사결정과정을 지원하는 정보시스템으로 정의된다. 환경정책 의사결정지원시스템은 전통적인 환경관련 데이터처리와 다양한 계량적 분석기법을 통합하여 의사결정자가 보다 손쉽고 정확하게, 그리고 신속하고 다양하게 환경문제를 해결할 수 있는 정보시스템 환경을 제공한다.

환경정책 의사결정지원시스템은 데이터베이스시스템(Database system)과 모델베이스시스템(Modelbase System), 사용자 인터페이스기관(User Interface Unit), 사용자(User)의 네 가지 하위시스템으로 구성된다. 의사결정은 데이터 주도적인 과정이므로, 유용하고 믿을만한 데이터 없이는 효과적인 의사결정이 행해질 수 없다. 그러나, 데이터가 의사결정자에게 의사소통 될 수 있도록 조직화되어 있지 않다면, 데이터 그 자체로는 쓸모가 없다. 이것은 데이터가 의미 있는 정보(Information)로 전환되어야 한다는 것을 의미한다. 환경은 인간과 물리적이고 생태적인 요소들로 구성

22) 한국해양연구소. 2001. 해상 유출사고 긴급방제 지원시스템 개발

23) Alexandra Fonseca and Christina Gouveia. 1994. ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT USING MULTIMEDIA GIS. EGIS

24) Lein, J. 1997. Environmental Decision Making. Blackwell Science : p110.

된 다차원적이고 복합적인 구성체이다. 환경은 순수한 데이터 관점으로부터 모델을 이용하여 개념화되어 질 수 있다. 하드웨어와 소프트웨어의 발달과 더불어 정보기술은 의사결정과정에서 필요 불가결한 것이 되어 왔다. 그러나, 의사결정자들은 정보기술의 한계와 능력을 이해해야만 하고, 일단 이해하면 정보기술을 적절하게 적용해야 한다. 결단을 요구하는 문제를 희생해서 기술 자체에 빠져드는 경향은 피해야만 한다.²⁵⁾ 즉 환경정책 의사결정지원시스템이 환경적 의사결정에 도움을 줄 수는 있지만 최종적인 의사결정은 기계가 아닌 인간의 몫이다.

V. 결론

이상으로 환경정보시스템의 개념, 국내외의 환경정보시스템 개발 현황, 환경정보시스템 개발방안 등에 대해 살펴보았다.

유용한 환경정보시스템이 되기 위해서는 DB 구축부터 응용프로그램의 개발까지 앞으로 많은 연구 개발이 필요하다. 우선 환경정보의 분류와 환경데이터의 표준화 방안이 마련되어야 하고, 이를 기반으로 데이터가 수집되어야 하고, 수집된 DB의 품질이 평가되어야 한다. DB 구축도 중요하지만 이에 못지 않게 중요한 부분은 구축된 DB를 잘 활용하여 최적의 대안을 선택할 수 있게 해주는 응용프로그램의 개발이다. 최근 환경부문에 GIS를 이용한 응용프로그램 개발이 활발해지고 있는데, GIS를 이용할 경우 보다 나은 공간적인 분석이 가능하다. 또 모델링을 이용하여 환경변화의 예측 및 해석을 통하여 예보 및 경보 등 조치를 취할 수 있다.

궁극적으로는 효과적인 환경정책을 수립하고 시행하는데 활용할 수 있는 환경정책 의사결정지원시스템 개발로 이어져야 한다.

25) Lein, J. 1997, Environmental Decision Making, Blackwell Science : pp40-42.

<참고문헌>

- 이계원. 2000. “통합의사결정모형을 이용한 상수원 수질개선 대안선택에 관한 연구”. 서울대학교 환경대학원 박사학위 논문.
- 이지윤. 1999. 환경기술정보체계 구축. 그린삼성 범호.
- 장준기외 14인. 1993. “환경정보체계화에 관한 연구(Ⅲ)”. 국립환경연구원보 제 15권 : pp63-84.
- 전홍석외. 1998. 환경통계학. 동화기술교역
- 정은화. 1997. 종합환경정보망 개발사업(V). 한국환경정책평가연구원.
- 최덕일외 15인. 1991. “환경정보체계화에 관한 연구(I)”. 국립환경연구원보 제13권 : pp41-59.
- 한국데이터베이스진흥센터. 1996. 95 데이터베이스 표준화 연구보고서-데이터베이스 품질평가에 관한 연구.
- 한국데이터베이스진흥센터. 1998. 데이터베이스 개발지침에 관한 연구-제3부 데이터베이스 부문 표준화 계획.
- 한의정외 9인. 1994. “환경영향평가 과정에서 GIS활용기법에 관한 연구”. 국립환경연구원보 제16권 : pp35-48.
- 홍준형. 1999. “환경정보공개와 주민참여 활성화 방안”. 녹색연합 정책토론회-환경정보공개와 주민참여 활성화를 위한 토론회.
- 환경부. 2002. 환경정보화 장기종합계획.
- Alexandra Fonseca and Christina Gouveia. 1994. ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT USING MULTIMEDIA GIS. EGIS.
- Millard, steven P., Neerchal, Nagaraj K. 2000. Environmental Statistics : With S-Plus(CRC Applied Environmental Statistics Series). CRC Pr.
- Lein. J. 1997. Environmental Decision Making. Blackwell Science : pp40-42.

ABSTRACT

A Study on the Development of Environmental Information System Using GIS

Kye-Won Lee

※ Keywords : decision making support system, Environmental Information, Environmental Information System, Geographic Information System

Environmental Information System is not a firmly established system. This field is new because theoretical framework for the system is developing in terms of concept and development methods. Many scholars through the world are trying to develop a complete Environmental Information System.

This research examines various Environmental Information Systems, and concerns DB construction and application programs, which are important to develop useful Environmental Information System. DB construction includes the classification of environmental information, the standardization of environmental data, data collection, and quality evaluation of DB. Application programs as well as DB construction are important because they help to choose best option using the DB. Developing application programs includes system construction based on new technology including GIS, environmental statistics, connection with established environmental modeling and system integration, and supporting policy decision through easy interface with users.

Although this research mainly focuses on the development of Environmental Information System using GIS, the direction of the research is toward developing policy decision making support system, which can be used for environmental policy making and enforcement.