The Journal of GIS Association of Korea, Vol.7, No.1, pp.133-146, April 1999

댐 수몰지역의 환경변화 분석을 위한 지리정보의 구축 및 활용

김항집*·최동호**

Building and Utilizing the Geographic Information for Analyzing the Change of Regional Environment in Dam Construction Area

Hang-Jib Kim*·Dong-Ho Choi**

요 약

댐건설에 따른 환경영향을 파악하기 위해서는 방대한 환경요인자료의 수집과 관리 그리고 과학적인 분석이 수반되어야 한다. 그러나 지금까지의 환경영향평가 과정에서는 평가대상지역의 광활함과 분석자료의 방대함으로 인해, 자료의 수집은 물론 자료관리에 애로가 있었고 수집된 자료를 효율적으로 분석할 수 있는 분석방법이 미약하여 댐건설에 따른 환경영향을 체계적으로 평가하는 데 여러 가지 어려움을 겪고 있는 상황이다.

이에 본 연구에서는 지리정보체계(GIS)를 이용하여 환경영향평가 시에 필요한 환경요인자료들을 체계적으로 관리하고, 댐건설 전후의 지역환경변화를 파악하고자 한다. 이를 위해 본 연구에서는 환경영향평가에 이용되는 환경요인 관련자료들을 환경정보관리 데이터베이스로 구축하였고, GIS의 분석기능을 활용하여 환경영향분석의 고도화를 도모하였다.

연구 결과, 댐건설로 인한 수몰지역의 환경영향평가에 GIS를 적용함으로써 환경영향평가 관련자료의 체계적인 관리가 이루어 졌고, 환경영향 분석업무의 효율성을 증진시킬 수 있었으며 동시에 이해하기 쉬운 분석결과를 제시하여 정책결정자 및 주민들의 이해를 향상시킬 수 있어, 환경정보시스템의 개발을 통한 효율적인 환경영향평가의 방법론을 제시하였다.

ABSTRACT : Generally, to carry out environmental impact assessment(EIA) for a dam construction, enormous environment data should be collected and managed using scientific methods. But greatness of the area, hugeness of environmental data and deficiency of proper analysis tool caused a trouble in environmental data management and EIA. More efficient assessment tool is needed in EIA. Therefore this research uses GIS for systematic management of the environment factors, and ante-assessment and post-assessment for environmental impact of dam construction. For this purpose, environmental database of related environmental factors were built and by using GIS more efficient EIA was carried out.

The results of this research show that systematic EIA data management and efficient environment analysis can be possible by using GIS. Graphic representation of the analysis results makes it possible for more easy understanding to the residents and decision-makers. This development of environmental information system has showed the methodology of more efficient EIA.

* 광주대학교 도시공학과 전임강사(Dept. of Urban Eng., Kwangju Univ., Jinwol-Dong 592-1, Nam-Gu, Kwangju, Korea, 502-703)

** 광주대학교 도시공학과 조교수(Dept. of Urban Eng., Kwangju Univ., Jinwol-Dong 592-1, Nam-Gu, Kwangju, Korea, 502-703)

1. 서 론

1.1 연구의 배경

댐건설을 위한 기존의 환경영향평가·분석 기법에서는 기상, 지형·지질, 동·식물, 수리·수질 등의 자연환경, 대기질·수질·소음·진동 등의 생활환경 그리고 인구·주거·교통·문화재 등의 사회·경제적 환경에 대한 자료를 수집하고 분석하였다. 그러나 평가대상지역의 광활함과 분석자료의 방대함으로 인해, 자료의 수집은 물론 자료관리에 곤란함이 있고 수집된 자료를 효율적으로 분석할 수 있는 분석방법이 미약하여 댐건설에 따른 환경영향을 체계적으로 평가하는데 여러 가지 어려움을 겪고 있는 상황이다.

지리정보와 관련된 이러한 문제점을 해결하기 위하여 1960년대 이후로 지리정보체계(Geographic Information System : GIS)가 개발되었다. GIS는 기존에 별도로 관리되던 도형정보와 속성정보를 결합하여 공간 데이터 베이스(spatial data base)로 관리함으로써 자료관리의 대한 효율적인 방법 등을 제공해 줄 뿐만 아니라 공간정보에 대한 다양한 분석방법을 제시하여 줌으로써 공간분석을 효과적으로 수행할 수 있게 되었다.

기본적으로 환경영향평가에서 사용되는 환경정보도 지리적인 위치와 속성적인 내용이 포함되어 있으므로, 지리정보체계를 통하여 환경정보체계의 구축과 환경영향의 분석이 가능하다. 즉, 환경영향평가의 대상이 되는 지역의 지형, 수계, 행정구역, 토지이용, 수질, 대기질, 토양 등의 다양한 환경요인에 대한 도형정보와 이에 따른 속성정보를 포함하여 지리정보체계를 구축함으로써 보다 체계적이고 과학적인 환경영향평가를 실시할 수 있다.

이에 본 연구에서는 지리정보체계를 이용하여 환경영향평가에 적용될 수 있는 환경정보관리 데이터베이스를 구축하여 댐건설 후 발생하는 지역환경의 변화를 파악하고자 한다. 즉, 환경영향평가에서 사용되는 환경인자를 체계적으로 수집하여 지리정보데이터베이스화 할 수 있는 방법론을 개발하고, 이를 통하여 탐진댐 유역의 환경정보관리 데이터베이스를 구축하며, 구축된 환경정보DB를 이용하여 탐진댐 건설이 지역환경에 미치는 영향을 분석하는 것이 본 연구의 목적이다.

1.2 연구의 내용 및 범위

환경영향평가에 GIS가 효율적으로 적용되고 활용성이 증대되기 위해서는 환경영향평가에 관련된 환경정보들이 체계적으로 수집·구축되고, GIS를 환경분야에 적용할 수 있는 전문인력과 활용기법 등이 개발되어야 한다. 그러므로 환경정보의 수집과정에서부터 환경정보관리시스템의 구축을 염두에 두고 환경정보를 전산화할 수 있는 체계로 환경영향평가 과정이 재정립되어야 한다.

본 연구에서는 탐진강 유역을 대상으로, 환경영향평가서 작성규정에서 정한 환경영향평가의 주요인자에 대한 자료특성 파악을 통하여 체계적으로 자료를 수집하고, GIS를 이용하여 환경정보관리 데이터베이스를 구축하고자 한다. 또 구축된 환경정보관리 데이터베이스와 GIS의 분석기법들을 이용하여 댐건설 전후 지역환경의 변화를 파악하며, 환경영향평가 사후관리를 위한 GIS활용기법을 개발하고 이를 토대로 환경영향평가와 사후관리에 내실을 기하고자 한다. 이렇게 분석된 연구결과와 자료관리 방법은 유사한 타지역의 환경영향평가 및 사후관리에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

이러한 환경정보관리시스템이 구축되면 환경관련 도형정보와 속성정보를 체계적으로 유지·관리할 수 있다. 또 환경정책 의사결정자에게 다양한 분석결과를 제시하여 환경정책의사결정을 지원할 수 있고, 장기적으로 GIS를 이용한 환경정보의 체계적인 활용으로 환경정책 관련예산을 절감할 수 있을 것이다. 이러한 장기적인 비젼을 바탕으로 본 연구의 내용은 다음과 같이 요약될 수 있다.

첫째, 탐진댐유역 환경정보관리를 위한 체계적인 자료수집과 GIS데이터베이스의 구축.

둘째, GIS를 이용한 환경정보관리 기법의 개발.

셋째, GIS를 응용하여 환경영향평가를 위한 환경영향을 분석.

연구대상지역은 전라남도 장흥군 유치면 일원의 탐진댐이 건설되는 지역으로 지표상 위치는 탐진댐을 기준으로 할 때, 대략 동경126° 53′, 북위 37° 45′에 위치하고 있다. 행정구역 상으로는 전남 장흥군 유치면, 강진군 옴천면 및 부산면, 영암군 영암읍과 금정면 등 3개 군, 5개 읍면에 걸치는 지역이다. 탐진댐에 대한 예비 타당성조사 및 본 타당성조사시 제안된 댐의 규모를 살펴 보면 <표 1>와 같으며, 최종적으로는 상시만수위 기준으로 만수면적이 1,027만㎡, 총저수량이 18,300만㎥의 규모로 제안되었다. 이에 따라 본 탐진댐 건설사업은 환경영향평가법에 의한 환경영향평가 대상사업에 포함된다.[1)]

1.3 연구의 진행과정

연구대상지역인 탐진댐 유역은 탐진강 상류의 본류와 2개의 지류가 만나는 수계를 형성하고 있다. 설정된 탐진댐 유역을 대상으로 각종 자료·문헌조사를 실시하였고, 이를 통하여 자료의 내용을 자연환경·인문환경·사회경제환경 요인으로 크게 분

〈그림 1〉 연구대상지역의 위치

류하여 각종지도와 문서자료를 수집하였다.

수집된 자료를 각각의 주제별로 도형자료와 속성자료를 구분하여, 도형자료는 디지타이징을 통해 수치지도화 하고 이를 변환하여 주제도(thematic map)으로 구성하였다. 또 속성자료는 내용별로 분류하고 전산입력을 통하여 데이터베이스화하였다. 이러한 속성자료와 도형자료를 연계하여 최종적인 환경정보지도를 구축하였고, 주제별 및 형태별로 저장·관리하였다.

이렇게 구축된 환경정보관리시스템을 통하여 주요 환경요인을 중심으로 환경영향에 대한 평가와

〈표 1〉 탐진댐 개발계획 및 추진 경위

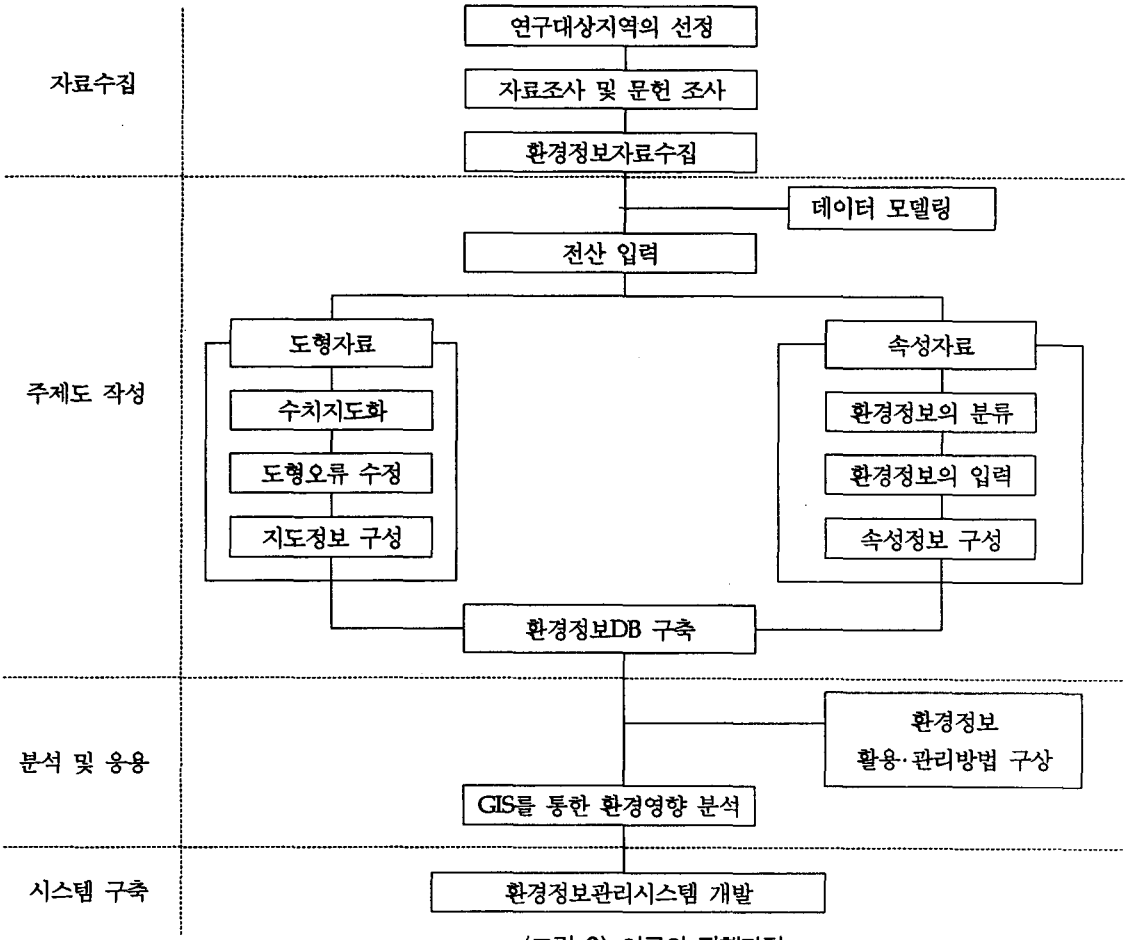
항 목	예비 타당성조사	본 타당성조사	비 고
조사시기	1986. 1. ~ 1986. 9.	1987. 1. ~ 1987. 8.	1994. 7. 환경영향평가 착수 1995. 8. 환경영향평가 주민의견 수렴 1996. 3. 공사착공 1998. 4. 환경영향평가 사후측정
유효저수용량	12백만㎥	97백만㎥	
상시만수위	EL. 62m	EL. 74m	
댐높이	29m	41m	
용수공급량	113천㎥/일	244천㎥/일	
홍수조절용량	없음	23백만㎥	
발전설비	없음	750kw × 2기	

1) 환경영향평가법 제5조 2항 및 환경영향평가서 작성규정 제4조 참조.

분석을 실시하였다. 환경영향에 대한 분석은 댐 건설의 전과 후를 중심으로 수행하였고, 생활환경과 같은 일부 항목에 대해서는 자료의 특성상 환경영향평가 시와 환경영향평가 사후측정 시를 비교·분석하였다. 이러한 연구의 진행과정을 흐름도로 나타내면 <그림 1>과 같다.

1.4 선행연구의 고찰

우리 나라에서 환경영향의 평가에 분석에 GIS를 접목하여 활용하려는 시도는 1990년대부터 본격적으로 시작되었다. 이 분야의 초기연구로는 GIS를 대기오염 등의 예측기법과 연계하여 인구, 식생, 토지이용을 고려한 피해영향에 대한 분석 연구(박종화 외, 1986)가 있다. 이 이후로 수행된 주요 연구로는 환경정보체계를 이용한 환경영향평가기법으로 수계도 등의 도면정보를 이용하는 적지분석 방법연구(김귀곤 외, 1992), 환경정보DB의 구성을 제시하고 환경영향 분석에 GIS의 분석기능을 응용하여 체계적인 환경정보시스템의 구축을 제시한 연구(장준기 외, 1991; 1992; 1993), 래스터자료를 통해 경사, 식생, 표고 등을 구축하고 환경정보체계 모형을 이용하여 자연환경보전을 위한 용도지역을 설정한 연구(이명우, 1993), 환경영향평가 과정에 GIS를 활용하기 위해 환경영향평가 22개 인자중 19개 인자



〈그림 2〉 연구의 진행과정

에 대한 자료원과 구축방법을 제시하고 인구밀도, 접근성, 경사도 등에 대한 분석을 수행한 연구(한의정 외, 1994) 그리고 환경정보체계를 구축하고 이를 이용하여 환경영향평가의 수행을 시행한 연구(김명진, 1996) 등이 있다. 또 최근에는 환경부에서도 환경영향평가서 작성에 RS와 GIS를 이용하여 환경영향 분석을 시행하도록 권장하고 있다.

본 연구는 이러한 선행연구들의 연구성과를 바탕으로 환경영향평가의 실무에 적용될 수 있는 환경정보 관리의 방법론과 환경정보관리시스템의 개발에 중점을 두고 있다. 그러나 환경영향의 평가와 분석에 GIS가 체계적이고 통합적으로 활용되기 위해서는 환경정보, GIS 및 환경변화 시뮬레이션 모델이 통합된 종합적인 환경정보체계를 개발하여, 환경정책 의사결정을 지원할 수 있는 체계가 구축되어야 할 것이다.

2. 환경정보 DB의 구축과 모델링

2.1. 환경정보 DB의 구축

효율적인 환경정보데이터 베이스를 구축하기 위해서는 입력대상이 되는 환경정보를 어떠한 GIS지도로 구축할 것인가 하는 방법이 결정되어야 한다. 이를 위해서는 환경정보의 내용, GIS지도의 축척, GIS지도의 유형, 입력방식, 자료변환 등을 위한 개념적 설계(data base design)가 이루어져야 한다.

〈표 2〉 환경정보 DB의 구성

구 분		자료내용 및 형식	자 료 원
자연환경	지형·지질	· 지형, 지질, 토양, 등고, 표고 등 · 도면, 표, 도표 등 · 지형은 100m단위를 기본으로 입력	· 지형도, 정밀토양도, 한국지질도 · 탐진댐 실시설계보고서(지형측량, 시추조사 등) · 현지조사
	동·식물	· 식물상 및 동물상 · 일반적 서술 및 그림, 표, 도표 · 기존문헌 및 자료조사 및 정리	· 전국 자연생태계 조사 보고서 · 현존 식생도(전라남도) · 녹지자연도 지역정밀조사 · 현지조사, 탐문조사
	수리·수문	· 유역개황 · 일반적 서술 및 도면, 그림, 도표 등	· 탐진강 하천정비기본계획 · 수문자료 조사(장흥 인근지역의 유출·강우 자료) · 탐진댐 실시설계보고서
생활환경	대 기 질	· TSP, 아황산가스, 일산화탄소 등 · 비산먼지, 배기가스 등의 사항 검토 · 표 및 그림	· 건설계획 공정 검토 · 골재원조사 · 구조물 배치계획
	수 질	· 수온, pH, BOD 등 약 30여가지 요인 · 하천수, 하천저질 관련 자료 · 표, 그림 및 서술적 자료	· 탐진댐 기본설계보고서 · 수질보전장종합계획 · 댐관련 환경영향평가서 등
	소음·진동	· 소음현황 · 표	· 건설계획 공정 검토 · 소음측정 자료
	위락·경관	· 공원 및 유원지 등의 분표 · 표, 도면, 서술적 자료	· 장흥통계연보 · 사업계획
사회·경제환경	행정구역	· 행정구역계(군단위 및 면단위) · 도면, 표	· 행정지도
	토지이용	· 토지이용 현황 · 전, 답, 대 등의 지목별 구분	· 지형도 · 행정지도
	교 통	· 도로체계, 포장유무, 도로종별 등 · 도면, 표	· 97전국 교통량 통계연보 · 구조물 배치계획 · 도로망 현황도
	문 화 재	· 문화재의 종류, 내역, 지정번호 등 · 표	· 통계연보, 사업계획 및 관련문헌

대부분의 지리정보시스템에서는 지리정보를 기본적으로 도형정보(graphic information)와 속성정보(attribute information)를 구분하여 관리하고, 이를 상호 연결시켜 지리정보를 구축한다. 본 연구에서도 이를 수용하여, 각 주제도별로 도형정보와 속성정보를 연결하여 구축하였다.

먼저 본 연구에서 구축한 환경정보는 환경영향평가에서 이용되는 지표들을 기본으로 하여 선정되었으며, 기존자료의 존재여부 및 지리정보로의 구축가능 여부에 따라 환경정보로 구축 가능한 자료가 최종적으로 확정되었다. 이와 같은 과정으로 본 연구에서 수집·구축된 환경정보는 중분류로 구분할 때 22개 환경요인이었으며, 각 요인의 특성에 따라 주제도로 구축되었다. 환경정보DB 구성에 사용된 주요 환경요인을 정리하면 <표 2>와 같다.

또 도형정보의 구축을 위해서는 시간, 비용 및 작업의 효율성을 고려하여 디지타이징방식을 취하였으며, 환경정보 수집, 환경요인 도형정보 가공 및 환경요인별 주제도 구축의 3단계를 거쳐 도형자료로 구축하였다. 도형기초자료는 1:25,000의 축척을 기본으로 하였고, 이의 입수가 불가능한 지도에 대하여는 부분적으로 1:50,000과 1:1,200 축척의 지도를 활용하였다.

2.2 환경영향 분석을 위한 데이터 모델링

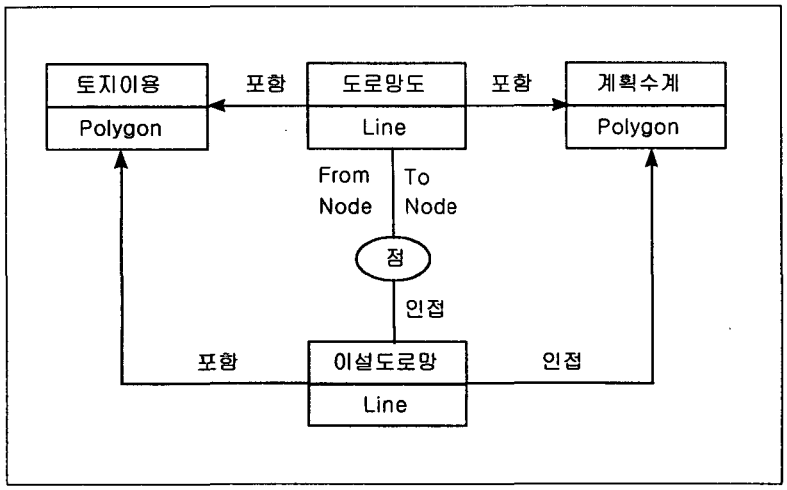
일반적으로 지리정보시스템을 위한 DB관리시스템을 개발하기 위해서는 시스템 요구분석, 데이터베이스 모델링, DB구조 정의, 기존DB 구조 정의, 기존DB에 대한 조사 및 자료수집, DB입력, 검수 및 운영과 같은 6단계를 거친다. 본 연구에서는 이러한 DB관리시스템 구축과정이 환경정보 및 환경영향평가에 대해서 이루어지므로, 환경정보관리시스템의 개발은 환경영향평가의 업무흐름에 맞추어 진행하였다.

본 연구에서는 탐진댐 유역 환경정보 관리시스템의 개발에서는 구축된 환경정보 데이터베이스를 기반으로, 환경영향평가에서 이루어지는 주요 업무를 GIS의 지리정보 분석 및 관리 기능을 이용하여 수행할 수 있는 방안을 강구하였다. 즉, 환경영향평가에 필요한 DB의 분석방법을 제시하고, 이를 통해 도출된 분석결과를 각각의 프로젝트로 관리함으로써 환경정보 관리시스템으로 활용하고자 하였다. 환경정보를 프로젝트로 관리하기 위한 환경영향 데이터모델링 과정은 다음과 같은 단계를 거친다.

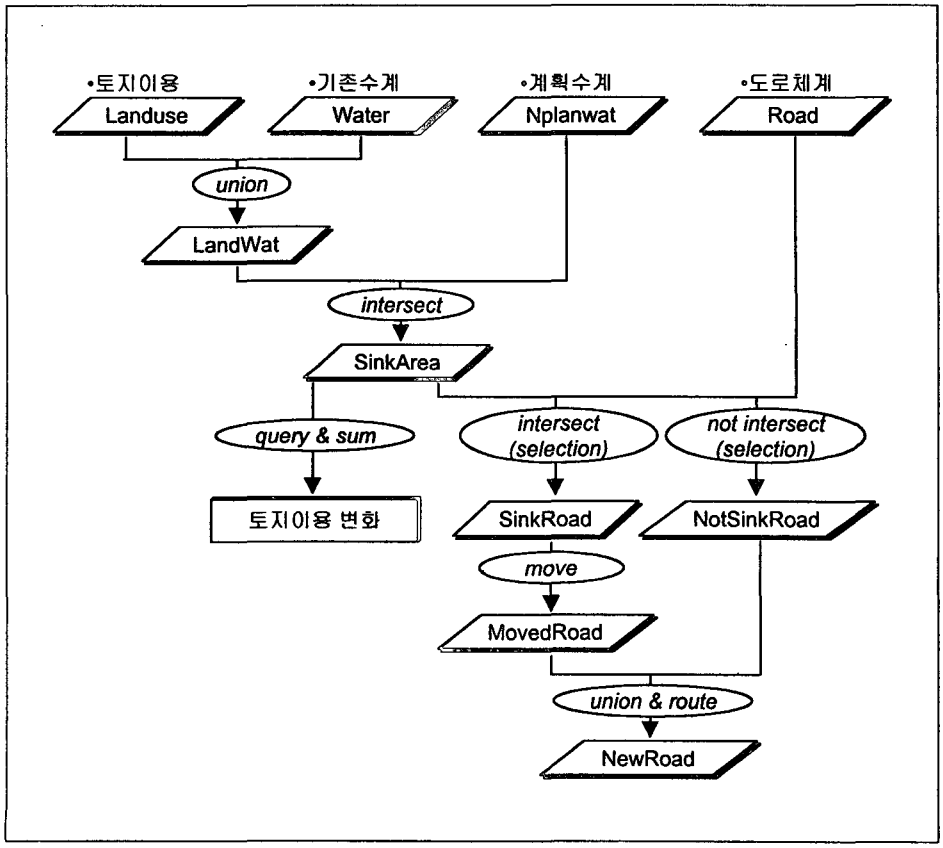
첫째, 필요한 환경정보 데이터를 구성하고 정의하였다. 즉, 환경영향평가의 주요 평가사항에 이용되는 자료를 어떠한 GIS지도로 구축할 것인지를 규정하였다. 토지이용은 폴리곤으로 형성되는 다각형 주제도로 하되 어떠한 데이터필드를 갖게 할 것인지, 데이터 타입은 어떠한 형식으로 지정할 것인지 등에 대한 환경정보 DB의 구조를 설정하였다. 분석목적에 따라 같은 수계도라 하더라도 다각형 주제도로 구축할 것인지, 선형주제도로 구축할 것인지가 결정된다.

둘째, 필요한 환경정보데이터를 나열하고 준비하였다. 즉, 환경영향평가의 주요 평가사항에 이용되는 관련자료를 호출하고 분석을 위한 자료의 전처리 및 변환을 시행하였다. 예를 들어, 전후의 토지이용 변화를 파악하기 위해서는 댐건설 전의 토지이용 현황, 댐건설 전의 수계현황 그리고 댐건설 후 토지이용 상황 및 댐건설 후 수계상황에 대한 도면과 면적표 등이 필요하다. 따라서 각각의 평가사항에 따라 필요한 자료명, 자료의 형태, 내용 등이 세부적으로 정의되어야 한다.

셋째, 유추자료(derived data : 분석결과 데이터)의 형식과 위상관계를 규정하였다. 즉, 환경영향평가의 특정 평가사항에 이용되는 분석자료를 정의하고, 정의된 분석자료를 중첩하여 공간적인 조회, 분석, 추출 등의 작업을 시행했을 때 얻어지는 분석결과물의 형식(테이블, 지도, 챠트 등)을 규정하였다. 동시에 환경영향평가 사항에 포함되는 주제도들의 위상관계를 정의하였다. 예를 들면, 댐건설로 인한 수몰지역과 도로와의 관계는 포함관계(이는 위상관계의 측면에서 기존도로가 수몰지역에 포함



〈그림 3〉 댐건설 후 토지이용, 도로, 수계의 위상관계 파악을 위한 공간객체 모델링



〈그림 4〉 토지이용 및 도로의 변화 분석을 위한 개념적 모델

된다면, 이 기존도로의 부분과 이에 연결된 루트는 비수몰지역으로 이설되어야 함을 의미), 기존도로와 이설도로의 관계는 인접관계(이는 위상관계의 측면에서 신규 이설도로가 기존도로의 네트워크에 접속되어야 함을 의미), 그리고 토지이용과 수몰지역과의 관계는 포함관계가 되므로 이러한 공간적 위상관계를 명확히 하여 환경정보DB 관리시스템에 반영하였다.

넷째, 각 주제도에 대한 공간객체 모델링을 통해 환경영향을 파악하고, 이를 환경정보 프로젝트로 관리하였다. 분석항목별 공간객체(object) 모델링에 있어서는 주제도의 공간요소와 주제도 간의 관계설정을 통해 환경영향평가사항을 GIS에 반영하고, 분석된 결과물을 환경정보프로젝트에서 어떠한 방식으로 관리할 것인지를 정의한다. 예를 들면, 댐건설로 인한 수몰후의 토지이용 상황과 도로망 상황을 파악하고자 할 때에는 <그림 3>과 같은 분석항목별 공간객체 모델링이 필요하다.

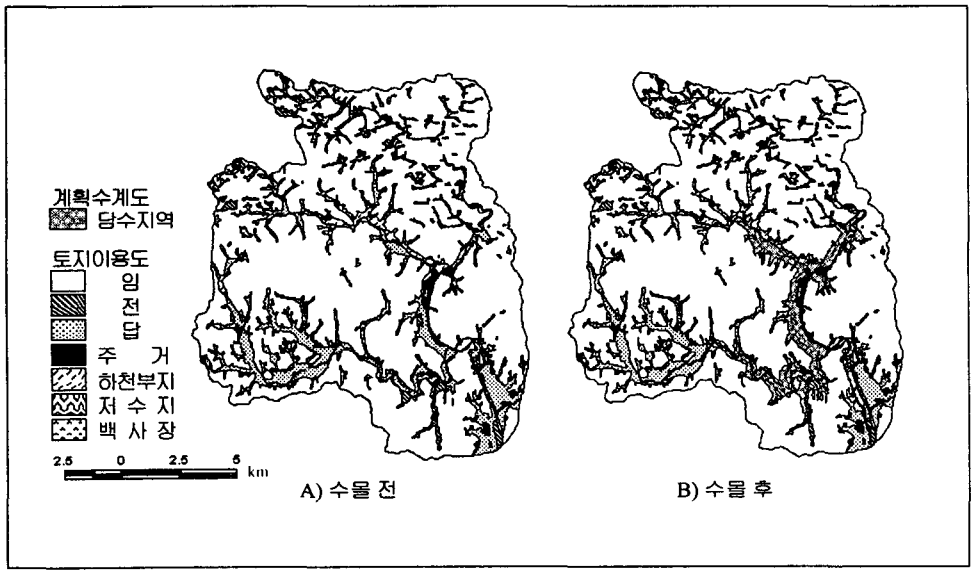
이러한 데이터모델링의 단계를 거쳐 각 분석항목별 공간객체 모델링을 통하여 자연 및 사회 환경과 생활환경의 변화를 파악하였다. 그중에서 댐건설로 인한 토지이용과 도로망의 변화 분석에 대한 개념적 모델을 도해하면 <그림 4>와 같다.

3. 댐건설 전후의 지역환경의 변화와 환경정보관리시스템

환경영향분석을 위한 공간모델링을 실제적으로 환경정보관리 데이터베이스에 적용하여 분석한 내용은 자연 및 사회(토지이용 및 도로체계) 환경요인과 생활환경요인의 변화에 중점을 두었다. 댐건설에 따른 자연 및 사회환경요인의 변화에서는 토지이용, 식생 및 도로체계에 미치는 영향을 파악하였고, 생활환경요인의 분석에서는 대표적으로 대기질와 수질에 대한 분석을 실시하였다.

3.1 자연 및 사회환경에 미치는 영향

댐건설이 토지이용에 미치는 영향을 살펴보면, 댐건설에 의한 내수면 형성과 진입도로 등의 개설에 의한 댐 주변지역의 토지이용 변화가 예상된다. <그림 5>와 <표 3>에서 보는 바와 같이, 임야와 논



〈그림 5〉 댐건설 전후의 토지이용 변화

이 가장 크게 영향을 받는 것으로 나타났다.

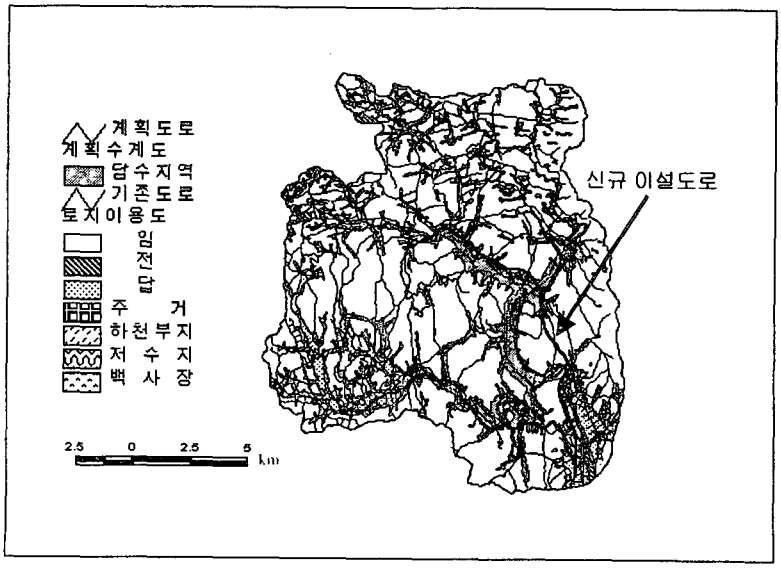
〈표 3〉 수몰지역의 토지이용 구성

토지이용 구분	면 적(ha)	비 율(%)
임야	544.2	41.1
전	83.5	6.3
답	433.8	32.9
주거	104.6	7.9
하천부지	103.3	7.8
저수지	47.2	3.6
백사장	0.6	0.04

먼저 수몰농경지는 논이 약 4.3㎢, 밭이 약 0.8㎢로 전체 수몰지역의 약 40%를 점유하고 있다. 또 담수지역에 속하는 마을의 면적이 약 1.0㎢를 차지하고 있을 뿐만 아니라, 각종 지장물(건물 200동, 작물 407,000주, 분묘 574기, 통신시설 28.1km 등)이 포함되어 있어, 이에 대한 세부적인 보상계획과 이주 및 이설계획이 수립되어야 할 것으로 파악되었다.

댐건설이 도로체계에 미치는 영향을 살펴보면, 주요 간선도로의 일부 구간과 농로 등을 포함한 비포장도로가 수몰될 것으로 예상된다. 탐진댐 유역의 주변 도로는 장흥읍을 중심으로, 동서방향의 2번 국도가 횡단하고 있고, 남북방향으로는 23번 국도 그리고 남동방향과 북서방향으로 각각 18번 국도 및 835번 지방도가 주요 도로체계를 형성하고 있다. <그림 6>에서 보는 바와 같이, 주요 국도구간 약 9km가 수몰될 것으로 분석되었다. 따라서 수몰되는 도로를 연결할 수 있는 이설도로의 개설과 댐진입도로의 신설이 필요하다. 본 연구에서는 이러한 분석을 바탕으로 지형과 도로체계를 고려하여 댐우안에 우회노선의 신규 이설도로를 계획하였다.

댐건설 후 토지이용 및 도로의 공간객체 모델링이 복수의 다각형주제도와 복수의 선형주제도에 의한 중첩분석이라면, 탐진댐이 건설되고 일부도로가 수몰됨으로써 새로 개설되는 이설도로망에 의한 녹지의 훼손 정도를 파악할 수 있는 댐건설 후 녹지자연등급의 변화 모델링은 단수의 다각형 주제도와 단수의 선형주제도의 중첩분석을 통하여 얻어질 수 있다. <그림 7>에서 보는 바와 같이 신규 이설도로



〈그림 6〉 수몰 후 도로체계의 변화

와 교차되는 녹지자연도의 셀은 2등급이 10개, 6등급이 12개, 7등급이 13개, 그리고 8등급이 6개로 총 41개의 셀이 영향을 받을 것으로 예상된다.

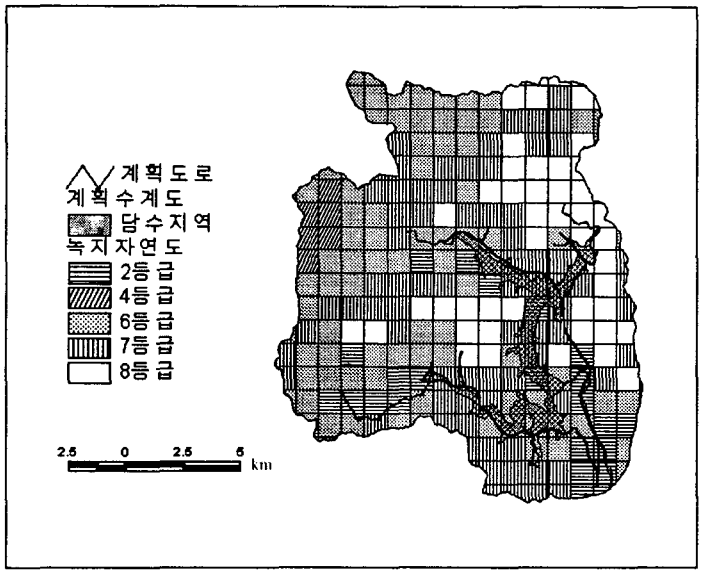
또 댐완공시 수몰되는 식생을 녹지자연 등급에 따라 파악해 보면, <표 4>와 같다. 수몰지역의 약 93%가 7등급(이차림) 이하로 구성되어 있고, 자연림에 가까운 수령 20~50년생의 장령이차림으로 구성되는 8등급 이상은 약 7%에에 달하고 있다. 따라서 신규 이설도로와 수몰로 인해 훼손되는 8등급 이상의 우수한 식생에 대해서는 세부적인 보전방안이 수립되어야 할 것으로 파악된다.

〈표 4〉 수몰지역의 녹지자연 등급

구 분	면 적 (㎢)	비 율 (%)
2등급	1.97	14.9
6등급	4.96	37.6
7등급	5.29	40.4
8등급	0.94	7.1

3.2. 생활환경에 미치는 영향

댐건설에 따른 생활환경요인의 변화를 파악하기 위해 분석한 내용은 대기질 및 수질이다. 이러한 생활환경요인의 영향은 댐건설 전의 측정자료와 모



〈그림 7〉 댐건설사업에 따른 녹지자연도의 영향

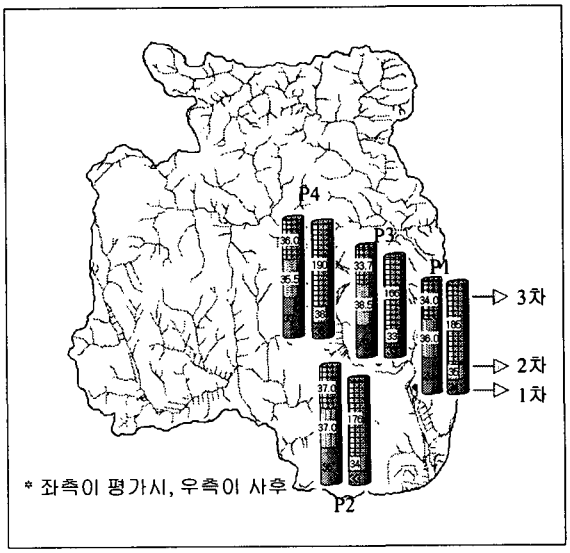
〈표 5〉 대기질(비산먼지)의 변화

측정지점	평가시 1차	평가시 2차	평가시 3차	사후 1차	사후 2차	사후 3차
P1	33	36	34	34	35	185
P2	35	37	37	33	34	176
P3	30	38.5	33.7	33	33	166
P4	37	35.5	36	36	38	190

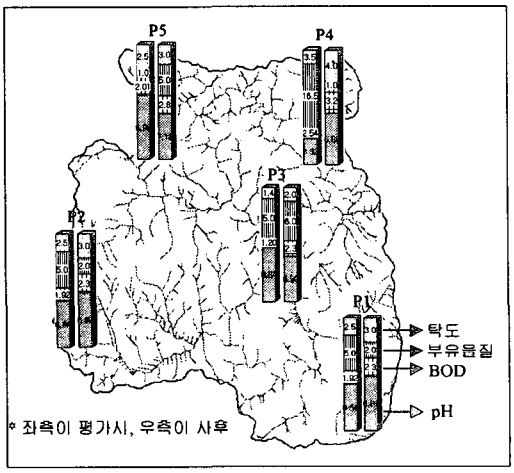
델을 통한 추정자료를 비교하는 것이 일반적인 환경영향평가 방법이다. 그러나 본 연구에서는 공사가 착공된 이후인 '98년 상반기에 조사된 사후측정자료가 있으므로, 수집된 자료를 이용하여 생활환경요인의 변화를 파악하였다.

먼저 대기질의 경우, 연구대상지역은 토지이용분석에서 살펴 본 바와 같이 전형적인 산촌지역으로 대기질에 큰 영향을 미칠 만한 오염원이 없는 실정이다. 하지만 사업지구 주변에 취락들이 산재하여, 고정배출원으로서 지역주민들의 취사 및 난방연료가 사용되고 있다. <그림 8>과 <표 5>에서 1994년 환경영향평가시와 1998년 사후측정시에 변화된 대기질(TSP의 경우)의 변화를 살펴보면, 전체적으로 큰 변화는 없는 것으로 분석되었다. 다만, 사후3차의 수치가 5~6배 증가된 것으로 나타났는데, 이는 사후3차의 측정시기가 4월인 점을 감안한다면 황사현상과 댐공사로 인한 비산먼지의 발생에 따른 수치증가로 해석된다.

수질의 경우, 5개지점에서 측정된 pH, BOD, SS, 탁도, COD, DO, 총질소, 총인 등 약 30여가지 수질요인의 정보가 구축되어 있다. 특히, 댐건설 전후 수질변화는 절성토에 따른 부유물질의 변화와 대상수역에 미치는 수질오염도의 변화가 크게 좌우할 것으로 예상된다. 주요 수질인자의 변화를 살펴보면, <표 6>과 <그림 9>에서 보는 바와 같이 커다란 차이를 나타내지는 않고 있다. 다만, 측정당시의 주변환경과 측정시기에 민감하게 반응하는 SS의 경우 수치가 상당한 차이를 보이는데, 이는 측정시기('98년 8월)를 고려할 때, 연구대상지역에 산재하는 문화재 및 자연휴양림에 따른 행락객의 증가로 인한 영향으로 파악된다.



〈그림 8〉 대기질(비산먼지)의 변화



〈그림 9〉 주요 수질요인의 변화

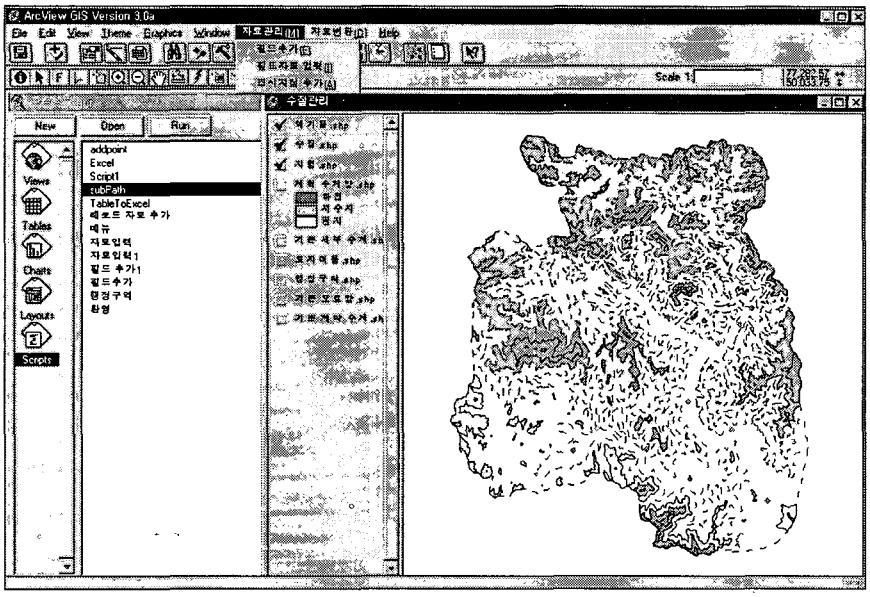
<표 6> 주요 수질요인의 변화

측정지점	평가시pH	평가시BOD	평가시SS	평가시탁도	사후pH	사후BOD	사후SS	사후탁도
P1	6.64	1.92	5.0	2.5	6.89	2.3	2	3
P2	6.64	1.92	5.0	2.5	6.89	2.3	2	3
P3	6.84	1.20	5.0	1.4	6.90	2.3	6	2
P4	6.82	2.54	16.5	3.5	6.88	3.2	1	4
P5	6.92	2.01	1.0	2.5	7.12	2.8	5	3

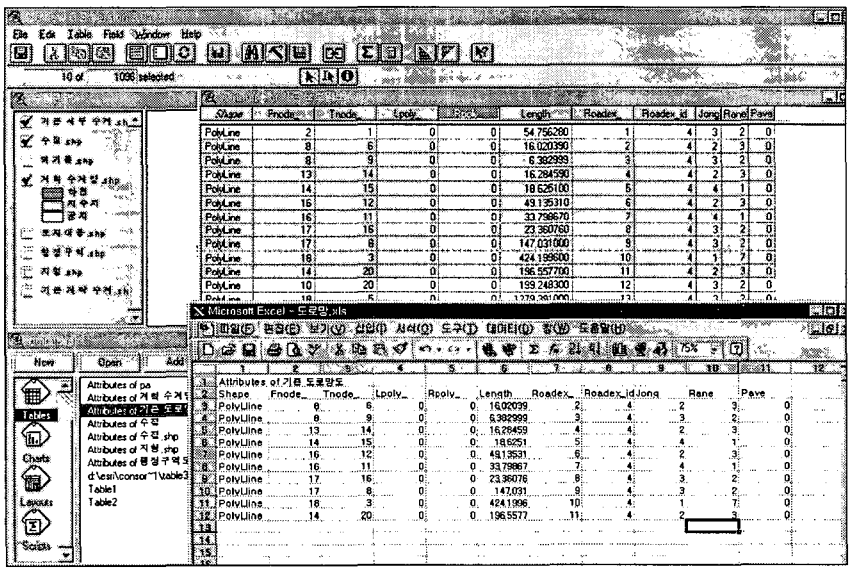
3.3. 환경정보관리시스템의 구축

환경정보를 활용하는 주체는 대부분 환경관련 업무 담당공무원이나 환경관련기업의 업무담당자 등 환경분야에 종사하는 전문가집단이다. 그러나 이들은 아직까지 GIS에 익숙하지 않기 때문에(특히, 지방자치단체나 중소기업의 경우), GIS를 이용하여 환경관련업무를 수행하려면 일정기간의 교육과 훈련이 필요하다. 그러나 이들이 담당업무를 수행하면서 교육과 훈련을 받기에는 추가적인 시간과 경제적 투자가 요구된다.

따라서 이러한 시간과 경제적 비용을 최소화하기 위해, 본 연구에서는 구축된 환경정보DB를 활



〈그림 10〉 자료관리 메뉴의 구성



〈그림 11〉 자료변환 메뉴를 통한 자료변환 결과

용하여 환경관리업무를 수행할 수 있도록 환경정보 관리시스템을 개발하였다. 개발된 환경정보관리시스템은 MS-Windows의 GUI환경을 이용하여, 속성정보와 도면정보를 선택, 수정, 입력, 변환할 수 있는 메뉴체계로 구성된다. 환경분야 종사자들과의 면담결과, 환경관리업무중 가장 활용도가 높은 일이 자료의 추가적인 입력과 입력된 자료에 대한 보고서의 작성이었다. 따라서 본 연구의 환경정보관리시스템에서는 이 업무에 중점을 두고 자료처리와 자료변환의 두가지 메뉴를 개발하였다.

먼저 자료처리에서는 댐건설로 인한 사전·사후 환경영향평가의 자료관리시 수집되는 조사지점에 대한 도형자료와 속성자료의 조사항목(필드) 및 자료내용(레코드)을 추가 또는 갱신할 수 있게 하였다. 또 자료변환에서는 기존에 구축된 환경정보DB를 MS-Excel로 변환하거나 MS-Excel의 자료를 환경정보DB로 변환하여, 기존에 익숙한 프로그램을 통해 여러 단계의 번거로운 자료변환 단계를 거치지 않고 환경정보관리시스템에서 직접 처리할 수 있도록 하였다. 이러한 자료갱신과 자료변환을 통해 구축된 환경정보는 환경영향평가 업무의 분석항목별 프로젝트로 관리하게 된다. 개발에 사용된 프로그램은 ESRI사의 Avenue를 이용하였다.

<그림 10>은 자료관리 메뉴에서 처리할 주제도를 선택하여 추가적인 자료를 입력하는 내용으로, 자료관리 메뉴선택→주제도 선택→공간자료 입력(point 추가)→필드정의→자료입력의 첫번째 단계를 나타낸 것이다. 또 <그림 11>은 환경정보관리시스템에서 자료변환 메뉴를 통해 도로망 속성자료의 일부를 한번의 과정으로 자료변환한 결과물이다.

4. 결 론

댐건설로 인한 환경영향을 분석하고 환경정보관리시스템을 구축하기 위해서는 댐건설 전후의 자료가 필요할 뿐만 아니라 수질, 저질, 대기질, 소음 등 점형주제도(Point Coverage)와 관련된 지리정보가 DB의 주요 부분을 구성하고 있어서, 다른 GIS 응용분야와는 자료의 구성이나 내용이 상이한 특성을 보이고 있다. 본 연구에서는 환경정보의 이러한 특성을 고려하여 환경영향분석에 필요한 댐건설 전후의 주제도를 구축하였고, 각 주제도를 주제도의 특성에 따라 점형 주제도, 선형 주제도 및 다각형 주제도로 분류하여 관리하였다. 또 GIS의 공간분석 기능인 중첩분석, 측정분석, 공간연산, 도면결합 등을 이용하여 환경영향분석에 적용하여 댐건설 전후의 환경변화를 파악하였다.

최종적으로는 이러한 주제도를 환경영향평가 사항의 업무흐름에 부합되는 프로젝트단위로 관리하여 전체적인 환경정보관리시스템을 구축하였다. 구축된 환경정보관리시스템은 추후 조사지점이 더 늘어날 것을 대비하여 기존 데이터베이스의 수정 뿐만 아니라 추가적으로 발생하는 조사항목(필드)과 조사지점(레코드)의 추가 또는 갱신을 쉽게 할 수 있도록 Avenue를 활용하여 시스템을 구축하였다.

본 연구의 이러한 성과를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 환경영향평가 과정에 GIS를 적용함으로써 환경영향평가 관련자료의 체계적인 구축과 관리가 가능하다는 점이다. 즉, 본 연구에서 살펴 본 바와 같이, 환경영향평가에 필요한 정보(도면정보 및 속성정보)들을 환경정보관리DB로 구축함으로써 환경요인 자료들을 체계적으로 유지, 관리, 분석할 수 있도록 하였다. 특히, 환경관련 자료의 수집에 있어서는 GPS 등을 이용한다면, 보다 효율적으로 환경관련자료를 수집할 수 있을 것이다.

둘째, GIS의 분석기능을 이용하여 댐건설이 지역환경에 미치는 영향의 분석에 과학화를 도모하였다. 즉, 본 연구에서 살펴 본 바와 같이, 환경요인을 GIS 주제도로 구축함으로써 GIS에서 제공하는 중첩분석, 측정분석, 공간연산 등의 기능을 활용하여 댐건설 전후의 지역환경에 대한 비교·분석이 수행될 수 있었다. 또한 위성영상이나 항측자료 등이 추가된다면, GIS에서 제공하는 추가적인 공간분석 기능이나 영상분석기능을 통한 보다 상세한 분석이

가능할 것으로 판단된다.

셋째, 환경정보관리시스템과 GIS를 통한 환경영향분석을 실시하여 사업설명회나 공청회 등의 개최시에 의사결정자와 주민들에게 효과적인 설명자료를 제심함으로써 설득력을 제고할 수 있다. 즉, 댐 건설과 같이 지역환경에 커다란 영향을 미치는 개발사업에 있어서 GIS라는 과학적 분석수단을 통한 분석결과나 모델링을 이해하기 쉬운 지도, 도표, 차트 등의 형태로 제시함으로써 평가 및 분석의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

넷째, 전체적인 환경정보시스템의 개발을 통해 환경영향평가의 보다 효율적인 수행 가능성을 확인하였다. 즉, 환경영향평가에서 이루어지는 환경자료의 수집, 환경영향의 분석 및 환경영향평가서 작성의 과정이 개별적으로 수행되는 것이 아니라, GIS를 통해 구축된 환경정보관리시스템 하에서 이루어짐으로써 환경정보의 체계적인 활용과 실행 그리고 환경영향평가와 관련된 비용 및 인력을 절감할 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

건설교통부·한국수자원공사, 탐진다목적댐 건설사업 환경영향평가서, 1996. 12.

과학기술처, 환경정보 관리를 위한 GIS 개발, 1995

김귀곤 외, "환경정보체계를 이용한 환경영향평가에 관한 연구 : GIS활용을 중심으로", 환경영향평가 I(1), 1992.

김명진, 환경정보체계를 이용한 환경영향평가, 서울대 박사학위논문, 1996. 8.

김항집, "지방정부의 도시계획업무를 중심으로 한 GIS의 활용 및 구축방안에 관한 연구", 대전직할시, 「도시연구」 제1권, 1993.

농어촌진흥공사, GIS를 이용한 농업용수 수질정보관리시스템 구축, 1997. 11.

박종화 외, "환경정보관리체계를 이용한 대기오염 피해분석 방법에 관한 연구", 대기보전학회지 2(3), 1986.

서울시정개발연구원, GIS를 이용한 도시방재시스템 구축방안 연구, 1997.

이명우, 자연공원의 환경분석 및 용도지역 설정을 위한 전산환경정보체계의 수립과 적용, 환경영향평가 2(1), 1993.

장준기 외, 환경정보 체계화에 관한 연구 I·II·III, 국립환경연구원, 1991·1992·1993

최봉문, 도시지리정보체계를 이용한 공간변동의 파악기법에 관한 연구, 한양대 박사학위논문, 1992. 7.

한의정 외, 환경영향평가 과정에서 GIS 활용기법에 관한 연구, 국립환경연구원, 1994.

S. Fortheringham and P. Rogerson, *Spatial Analysis and GIS*, 1994.

Paul Longley and Michael Batty, *Spatial Analysis : Modelling in a GIS Environment*, 1996.

Paul M. Mather, *Geographical Information Handling - Research and Application*, 1993.

C. Dana Tomlin, *Geographic Information Systems and Cartographic Modeling*, 1990.