GIS 기반의 물통합관리시스템 구축 방안

Strategies for the Integrated Water Management System based on GIS

서동조, 송동하*, 이상진**
서울디지털대학교,
이앤위즈(주)*,
충남발전연구원**

Seo dong-jo, Song dong-ha*, Lee sang-jin**
Seoul Digital Univ.,
E&WIS Corp.*,
Chungnam Development Institute**

요약

수질 및 유량 등에 관한 하천유역의 종합적이고 체계적인 관리를 위하여 GIS의 도입을 통한 물통합관리시스템의 구축 방안을 제시하였다. 이를 위하여 물통합관리에 필요한 각종 정보요소를 파악하여 GIS와 연계할 수 있는 DB의 주요 항목과 주제도의 내용을 제시하였다. 개별 오염원의 공간적인 위치정보와 함께 다양한 조건에서 발생하는 오염부하량, 유역 내 수문변화를 모의하고 이로 인한 하천의 유량 및 수질변화 추적을 위한 DB의 종류 및 구성 내용도 제시하였다. 위치자료와 속성정보의 연계, 관측 자료의 검색과 시계열 분석, 각종 위치관련 정보를 시각적으로 확인할 수 있는 기능 등 GIS와 연계된 물통합 정보 제공 기능도 정리하였다. 또한 기존의 물환경정보시스템, 오염총량관리지원시스템, 각 시군구에서 자체적으로 추진하고 있는 수질 및 수량 측정자료들과의 연계와 통합 DB 구축 및 물통합관리 데이터 웨어하우스 구축을 제안하였다.

Abstract

Some strategies for the integrated water management system based on GIS was suggested for the comprehensive and systematic management on the watershed. Contents of database and thematic layers for the related elements with GIS was indicated to estimate the quantity of total pollution loads and to simulate the water quality. Also, functions for the information providing was suggested on the connection with spatial data and attribute data, the search for collected data, the analysis for time series, and the visual presentations. Finally, it was suggested to integrate the existing systems and database structures, and to construct of data warehouse.

Ⅰ. 서론

수계로 유입되는 오염 부하량이 하천의 특정 지점에 어느 정도 영향을 주는지에 대한 평가는 유역의 토지이용과 오염물질의 발생 및 이동 과정의 관계를 분석함으로써 가능하다. 하지만 이들의 변화 과정에 대한 이해는 아직 초보적인 수준에 머무르고 있으며, 심지어 유역에 분포하는 각종 오염원이 어디에 분포하고 있는지에 대한 정보마저 파악이 제대로 안된 것이 현실이다. 결국 수질의 효율적인 관리를 위해서는 이들 오염원의 정확한 위치에 대한 정보와 이들이 배출하는 오염물질에 대한 자료의 조사가 선행되어야 한다. 이 후 이들 오염원이 수체에 도달하는 과정에서 영향을 받게 되는 유역의 각종 요인들의 변화에 따른 수질의 변화를 조사·분석하는 것이 필요하다.

하천의 수질개선대책을 수립하기 위해서는 개별 오염원이 하천에 미치는 영향에 대한 기여도를 수질모델링 과정을 통해 분석하고 각각의 영향을 최소화하기 위한 관리대안들을 도출하여야 한다. 또한, 이들 수질관리대안들을 도입하였을 때 각 하천의 중점관리구간에서 목표수질을 달성하게 되는지 여부를 다시 수질모형을 통해 평가하여 각 오염원별 수질관리대안을 확정하게 된다.

이 연구의 목표는 위와 같은 하천유역의 종합적이

고 체계적인 관리를 위하여 GIS의 도입을 통한 물통합관리시스템의 구축 방안을 수립하고 제시하는 것이다.

Ⅱ. GIS를 이용한 유역관리

물통합관리시스템의 구축을 위한 기존 연구는 오염 부하량 산정, 수질 평가 모형, 유역의 비점 모형, GIS를 활용한 유역관리 모형, 수질 관리방안수립 등의 연구로 구분할 수 있다. 이 가운데 GIS를 활용한 유역관리 모형에 관한 내용은 1980년대부터 수문모형에 지리정보시스템이 적용되기 시작하였으며, 초기의 적용은 주로 지도 중첩에 의한 방법이었다. 이 후 다양하고 광범위한 모형을 운용하기 위해서 수질관리와 관련된 많은 자료를 효율적으로 관리하고 제어할 수 있는 여러 종류의 데이터베이스가 이용되고 있으며, GIS와 연계하여 각종 정보를 도출하고 모형의 입력자료를 생성시키는데 노력을 기울이고 있다.

외국의 경우 기존의 방대한 데이터베이스(DB)를 활용하여 Desktop이나 UNIX platform에서 GIS를 기반으로 통합한 형태의 SPUR, ANSWERS, AGNPS, HSPF, SWAT 등의 결과물이 다양하다. 그런데, 국내의 경우는 주로 Desktop GIS를 기반으로 환경 관련 모형을 DB와 연계시키고 그래픽 사용자 인터페이스(GUI) 등을 통하여 구현하는 방법을 주로 시도하고 있다. 하지만 이를 통해 구축한 정보시스템을 통하여 수질관리를 하기에는 GIS 형태 및 일반 데이터베이스 형태로 구축되어 있는 수질모형 및 관리 대안 수립을 위한 정보의 양적, 질적 수준이 현저히 낮아 외형적인 GUI는 갖추어져 있으나 실질적인 유역 차원의 수질관리 대안을 제시하는 기능 구현은 되고 있지 않다.

Ⅲ. GIS에 의한 물통합관리 방안

1. 물통합관리의 요소

물통합관리에 필요한 각종 정보요소는 아래의 〈그림 1〉과 같으며, 이들 정보요소를 성격에 따라 오염원, 오염부하량 정보, 수질 및 수리수문 관련 정보, 호소환경 및 유역환경자료, 그리고 이들의 위치정보와 연계된 GIS 정보 등으로 구분할 수 있다.

오염원 자료를 GIS와 연계하기 위해서는 지번자료를 최대한 활용하여 오염원의 공간적 위치정보를 구축하는 것이 바람직하다. 이 과정은 오염원자료에 포함된 지번과 디지털로 구축된 지번도를 이용하여 공간적인 위치에 기반한 오염원정보를 구축한 후 하수처리구역도와 같은 추가적인 지도정보를 통해 오염원에 대해 새로운 속성정보를 구축하는 것이다.

▶▶ 그림 1. 물통합관리에 필요한 정보요소

2. GIS DB관리

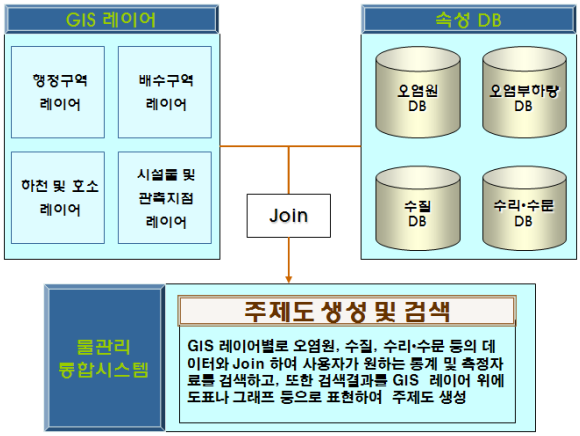
GIS는 자료를 DB 내에서 수치형태로 처리하므로 많은 양의 자료를 빠른 시간동안에 처리할 수 있으며, 자료 층들을 다양한 관점으로 통합, 중첩, 모형화함으로써 새로운 정보를 손쉽게 생성할 수 있는 장점이 있다. GIS는 지도정보의 처리(Map View), DB 처리(Database View)과 공간분석(Spatial analysis View) 등의 기능을 가진다. 지도정보의 처리측면에서는 지도의 제작 관리 그리고 출력수단으로서의 GIS 기능을 가지며, DB 처리 관점에서는 공간자료의 효율적인 관리와 추출이 주요 관심사가 된다. 공간분석의 수단이라는 측면에서는 지리적 자료의 분석과 모형기능을 강조한 것으로 GIS의 가장 핵심적인 기능이 된다.

이 연구을 위한 물통합관리를 위해서는 아래 〈표 1〉과 같이 하천의 특성에 영향을 미치는 토지이용도

와 토양도 등의 자료가 필요하게 되며, 이들 수치지도들은 오염원과 오염부하량 DB 등의 속성DB와 결합하여 〈그림 2〉와 같은 물관리통합시스템의 다양한 주제도를 제공하게 된다.

표 1. 물통합관리를 위한 GIS 관련 DB의 주요 항목

구분	주요 항목
수치지도	도로망, 하천망, 유역도, 행정구역도, 토지이용도, 토양도, 공장 위치도, 지형도, 처리장별 처리구역도

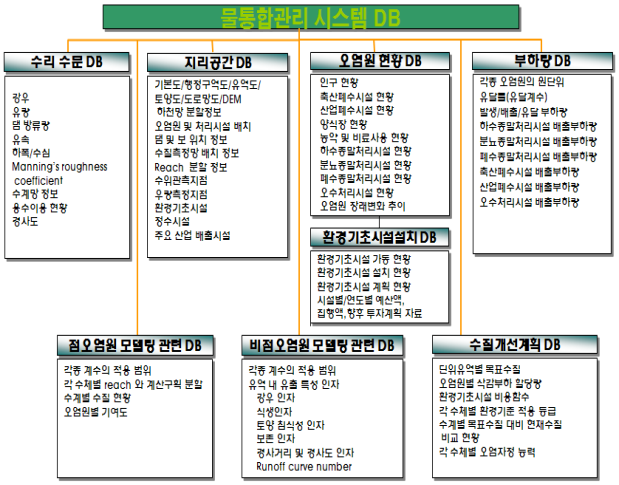


▶▶ 그림 2. 물관리통합시스템을 위한 다양한 주제도의 구성

3. 물통합관리 DB 구축

점 및 비점오염원에 의한 하천의 수질변화를 예측하고 각각의 오염원별 수질기여도를 평가하기 위해서는 개별 오염원의 공간적인 위치정보와 함께 다양한 조건에서 발생하는 오염부하량 예측을 위해 인구수나 가축사육 두수 등 각종 행정 정보 등이 필요하다. 또한, 우리나라는 여름철에 폭우가 쏟아지고 하수관거의 보급률도 높지 않은 편이라 강우 특성에 따라 하천에 미치는 오염부하는 크게 변화한다. 따라서 강우의 영향을 고려하여 유역 내 수문변화를 모의할 필요가 있으며 그로 인한 하천의 유량 및 수질변화 추적이 요구된다.

물통합관리시스템에 포함될 DB의 종류 및 그 구성내용은 아래 〈그림 3〉과 같이 크게 수리수문 DB, 지리공간 DB, 오염원 현황 DB 등 8 가지로 구분되며, 각각의 정보들은 표준화 절차를 거쳐 DB를 구축하게 된다.



▶▶ 그림 3. 물통합관리시스템에 필요한 DB의 종류 및 구성

물통합관리를 위해서는 GIS를 통해 위치자료와 속성자료를 연계시켜 관리하는 것이 바람직하며, 필요한 GIS 레이어는 〈그림 4〉와 같은 과정에 따라 최적화 과정을 거쳐 GIS DB로 구축하여야 한다.

▶▶ 그림 4. GIS DB 설계 및 구축과정

GIS를 기반으로하는 물통합관리시스템은 하천정보는 물론 오염원의 위치와 수질 및 유량측정 위치를 포함하여 각 측정지점에서의 관측자료에 대한 검색이나 시계열 분석이 가능하여야 한다. 그리고 측정자

료에 대한 통계분석 자료를 확인하고 항공사진을 통한 각종 오염원의 위치 등을 시각적으로 확인할 수 있는 기능과 현장에서 이루어지는 물관련 업무들을 지원할 수 있는 기능들을 갖출 필요가 있다. 이에 대한 내용이 〈그림 5〉의 내용이다.

▶▶ 그림 5. GIS와 연계한 물통합 정보제공 기능

물통합관리시스템은 기존에 국립환경과학원에서 운영하고 물환경정보시스템이나 오염총량관리지원시스템에서 활용하고 있는 GIS DB 및 오염원 정보와 국가에서 운영하고 있는 수질 및 수량 측정망의 과거자료를 연계하고, 각 시군구에서 자체적으로 추진하고 있는 수질 및 수량 측정자료들을 통합적으로 관리할 수 있도록 하는 것이 바람직하다. 이를 위해서는 기존의 정보시스템과의 연계가 필요하다. 그 연계 방안으로서는 파일(file)을 통한 연계와 주기적인 DB dump 방식, 실시간 DB 연계 방식 중 각 시스템의 특성을 반영하여 적절한 연계방식을 결정하여 DB와 연계하여야 한다. 다만, 최근에 유관 시스템간 DB는 주로 EAI와 같은 실시간 DB 연계 툴을 이용하여 연계하므로 보안 등을 감안하여 통합DB를 구축하는 것이 바람직할 것이다.

시도 및 시군구 환경행정정보시스템을 통해 연계할 항목으로는 폐수배출업소에 대한 인·허가 정보를 들 수 있으며 이는 환경부의 환경통합DB를 거쳐 국립환경과학원의 물환경정보시스템에 축적되므로 이 시스템을 통해 물통합관리 데이터 웨어하우스(data warehouse)를 구축하도록 하는 것이 향후 지속적인 DB 관리 측면에서 유리할 것으로 판단된다. 또한 폐수배출업소 조사시스템과 수계오염총량관리 시스템에 축적되는 오염원 자료와 목표지점별 수질 및 유량 측정자료도 연계하여 운영하는 것이 지속적인 DB 확보 측면에서 필요하다.

Ⅳ. 결론

이 연구에서는 수질 및 유량 등에 관한 방대한 자료의 효율적인 관리를 위해 GIS를 활용한 물통합관리 방안에 대해 검토하고 필요한 내용을 정리하여 제시하였다. GIS기반 물통합관리시스템의 구축은 기존의 수질 및 유량 관측자료를 DB화하고 각종 오염원 정보를 DB화하는 것이 포함되며, 이는 결국 유역 내의 오염원 현황의 체계적인 관리가 가능한 기반을 마련하는 일이다. 또한, 유역 및 수질관리를 위한 GIS DB를 정의하고 GIS기반의 수질 및 유량 등 기초자료 관리시스템을 구축함으로써 수계오염총량관리를 위한 오염원별 오염부하량의 산정과 이행계획 수립시 부하량 자료 검토가 가능할 것이다. 이를 통하여 각 대표지점에서의 목표수질 달성여부를 과학적으로 확인할 수 있는 체계 구축이 가능해 진다. 자료 생산에서부터 수질 모델링과 GIS의 연계를 원활히 할 수 있는 정보기술을 연계하고 통합하여 GIS에 기반한 물통합관리시스템의 개발을 진행해 나아갈 수 있을 것이다.

■ 참 고 문 헌 ■

[1] 국립환경과학원, 제2단계 수계오염총량관리기술지침, 2007.
[2] 경기도, 경기도 하천수질개선대책연구, 2004.
[3] 송동하, 일일 오염 부하량 예측을 위한 분포형 유역모형 개발, 서울대학교 박사학위논문, 1999.
[4] 송동하, 이도원. “통합유역관리를 위하여”, UNEP., 통권9호(3.4월). pp.12~13, 2003.
[5] 이범희, 지리정보체계 및 전문가시스템을 이용한 도시유출 및 수질모형의 개발, 서울대학교 박사학위논문, 1998.
[6] 충남발전연구원, GIS와 연계한 충청남도 물통합관리 방안, 2008.