

환경공간정보를 활용한 국가환경지도시스템 구축 및 활용 방안*

이명진^{1)**} · 김경희²⁾ · 박진형³⁾

Development and Application of National Environment Atlas Using
Environmental Spatial Information

Moung-Jin Lee^{1)**} · Kyeong-Hui Kim²⁾ · Jin-Hyung Park³⁾

- 1) 한국환경정책·평가연구원 국가기후변화센터(Korea Adaptation Center for Climate Change, Korea Environment Institute)
- 2) 인하대학교 지리정보공학과(Dept. of Geoinformatic Engineering, University Inha)
- 3) 환경부 정보화담당관(Information and Statistics Division, Ministry of Environment)

제출: 2014년 5월 20일 1차수정: 2014년 9월 16일
2차수정: 2014년 11월 10일 승인: 2014년 11월 28일

국 문 요 약

환경문제는 단순히 개별적 원인 및 단일과정을 통하여 발생하는 것이 아니라 복합적 원인과 영향으로 발현된다. 기존의 환경정보는 개별 구축 목적에 맞도록 수치 위주(통계)로 생산되었으며 더욱이 개별 시스템(국가상수도정보시스템 등 17개)에 관련 인자들이 산재되어 있어 다양한 원인 및 피해를 고려해야 하는 환경문제 해결에 많은 시간과 노력이 허비되어 즉각적·적시적 대응이 이루어지지 않는다. 이러한 한계점과 문제점을 인식하여, 환경공간정보를 통합적으로 제공하기 위한 국가환경지도시스템 구축 및 정책적 활용 방안에 대한 연구를 수행하였다. 첫째, 국내 산재되어 있는 환경공간정보 현황을 분석하기 위해 환경부 실·국, 산하 및 유관기관의 시스템 및 환경공간정보 담당 부서의 총 2,701개 업무 자료를 분석하여 총 275개(비점오염원 관리 확대를 위한 환경정보 구축 등)의 환경정보와 관련된 업무 및 정보현황 자료를 선별하였다. 둘째, 환경정책 수립 및 이행을 지원하기 위해 환경정보 관련 업무 현황을 분석하여 총 64건(백두대간, 정맥 및 기맥 현황 및 보전지역 등)의 국가환경지도시스템 세부 업무지원 주제도를 도출하고, 도출된 업무지원 주제도의 우선순위를 선정하였다. 셋째, 업무지원 주제도 구축을 위한 정보 연계를 위해서 환경부 및 산하·유관기관의 전체 17개 시스템 및 환경 주제도를 분석하였다. 분석 결과 활용 가능한 공간정보 총 1,314개 및 세부 항목 총 39,331개의 공간정보 기반의 활용 가능한 데이터베이스를 선별하고 표준화 방안을 수립하였다. 넷째, 국가환경지도시스템의 실질적 구축을 위한 단계별 이행방안을 제시하였다. 마지막으로 향후 국가환경지도시스템을 기반으로 하는 정책적 활용방안을 제시하였다. 국가환경지도시스템이 효율적으로 구축되면 산재된 환경정보를 공간정보 기반의 공동 활용 데이터베이스로 구축할 수 있고 또한 환경정책 수립에서 위치 기반의 정량적 정책 수립을 지원할 수 있을 것으로 사료된다.

【주제어】 환경공간정보, 국가환경지도시스템, 세부 업무지원 주제도, 단계별 이행방안

* 본 논문은 환경부 “국가환경지도시스템 구축 기본계획 수립 연구” 및 2014년도 정부(미래창조과학부) 한국연구재단 기초연구사업(NRF-2014R1A1A1002704)의 지원을 받아 수행하였습니다.

** 교신 저자 : leemj@kei.re.kr

Abstract

Unlike traditional environmental problems, current environmental problems occur due to by complex reasons. These complexities highlight the importance of precise spatial based analysis and expeditive use of environmental information when an environmental problem arises. However, the traditional environmental information has many problems because they are mainly numerical based and scattered in various systems. To overcome these problems, providing integrated environmental spatial information is important. Thus, a research was conducted on establishing national environment atlas system and its implications for policies. Firstly, this study selects 275 out of 2,701 materials and information from Ministry of Environment and related organizations. Secondly, total 64 thematic maps specific business support are Produced to support establishment and implementation of environmental policies. In addition, the produced thematic maps are privatized. Thirdly, the study analyzes total 17 systems and environmental thematic maps of Ministry of Environment and relevant organizations to connect the information on the business support thematic maps. As a result, 1,314 applicable spatial information and 39,331 applicable database based on spatial information based are selected, and a standardization plan is established. Fourthly, the study suggests a stepwise implementation plan for developing a national environment atlas system. The development of national environment atlas system will help establishing an environmental policy based on more relevant and accurate information.

Keywords Environmental Spatial Information, National Environment Atlas System, Business Support Thematic Map, Stepwise Implementation Plan

I. 서론

2012년 7월 발생한 구미 불산 누출 및 2000년대 들어 발생이 빈번하고 피해가 확대되고 있는 기후변화에 의한 폭설·폭염·한파 등의 이상기후 현상이 취약계층의 안정성에 직접적인 피해를 주는 사회문제로 발전하고 있다. 이러한 환경문제 패러다임의 변화를 반영한 시대적 요구에 부응하기 위하여 환경부에서는 환경문제 해결의 기본정보로 활용성이 높은 토지피복지도, 생태자연도 및 국토환경성평가지도와 같은 간접적 정보를 공간정보로 구축하여 제공하고 있으며 지속적인 현행화를 통한 갱신을 수행하고 있다(전성우 외, 2012). 그러나 더 많은 환경정보를 공간정보 기반의 도면으로 작성하여 시각화한 환경문제 해결을 위한 직접적인 정보 제공에 대한 요구가 끊임없이 제기되고 있다. 더불어 급변하는 환경문제에 대한 종합적 시각화 및 2차 환경정보 생성의 필요성이 증가하고 있다(건설교통부, 2006; 이종수, 2007; 환경부, 2012).

기존의 환경정보는 환경부 내부적으로는 담당 실·국 차원에서 구축되고 있으며 환경 관련 업무를 수행하는 분야별 소관 부처 중심으로 개별 구축되어 관리되고 있다.

또한, 구축된 정보 대부분은 문헌, 통계 등 수치중심의 시계열 자료로 구축되어 있어, 즉각적·적시적으로 현황을 분석하는데 부족한 점이 있었다(이민부, 2008). 또한, 환경 문제를 해결하기 위한 효과적 정책의 수립 및 이행에서 필수적으로 공간적 개념이 필요하다. 예를 들어 보전지역 설정 및 보호종 선정과 같은 환경정책은 지역적 분포와 관련이 있으므로 기존의 수치중심의 환경정보를 환경정책에 활용하기 위해서는 정보의 전처리가 필수적이며, 이를 통하여 시각화된 공간정보로 구현하여 정책을 수립하는 과정이 필요하다(변종봉, 2006; 송영배, 2002; 이계원, 2002; 이동근, 전성우, 이상문, 2004). 따라서 기존의 구축된 분야별(자연, 생활 및 물리적 환경 등) 문헌정보, 통계와 같이 산재되어 있는 자료와 정보를 도면으로 구성하여 정보의 활용을 극대화 하는 “국가환경지도시스템” 구축에 대한 필요성이 증가하고 있다.

본 연구를 수행하기 위하여 기존의 연구 중에서 국가환경지도시스템의 개념과 유사한 선행연구를 분석하였다. 국내에서는 국토지리원에서 제작한 ‘대한민국 국가지도집(국토지리정보원, 2007)’이 있다. 그리고 기후변화와 같은 최근의 이슈를 중심으로 대국민에 환경문제의 경각심을 더욱 쉽게 홍보하기 위하여 2011년에 한겨레 출판사에서 지도로 보는 환경문제를 다룬 ‘르몽드 환경아틀라스(르몽드, 2011)’ 제목의 책을 출판하였다.

세계지리학연합(International Geographical Union)의 ‘National Atlas 분과위원회’에 의하면 내셔널 아틀라스(National Atlas)란 한 국가를 대상으로 국가의 영토 및 자연환경 등에 대한 과학적인 자료에 근거한 각종 통계자료를 제공하며, 해당 국가를 대표하는 지리학회 혹은 지도학회 등 관련 학회와 정부기관의 지원을 받아 제작되고 국가로부터 공식적으로 인정받는 결과물을 의미한다(Ormeling, 1979). 일반적으로 국가지도집은 중앙정부가 발간의 주체가 되어 자국을 대상으로 특정 시기의 자연·인문 정보를 종합적으로 수록한 지도집 혹은 지도를 포함하는 지리서를 말한다. 국가지도집은 대내적으로는 국가의 종합정책을 수행하기 위한 기초 자료 및 당대 국토공간을 기록하는 역사적 의미가 있는 자료이며 대외적으로는 영토를 비롯한 국가의 지리정보를 공식적으로 나타내는 자료이다(오충원, 황철수, 2008; Bakker, Elzaker, ormeling, 1987; Symons, 1979). 국가환경지도시스템은 전술된 ‘대한민국 국가지도집’ 중 환경 분야의 내용을 보다 직접적인 환경문제 해결 및 환경행정의 선진화를 위한 것으로 환경에 대한 주제별 환경통계 및 정책자료 등을 각각 지도화하여 나타낸 국가환경지도를 지도 간 비교·중첩하여 환경정책에 활용할 수 있게 구축된 시스템을 말한다.

국외적으로는 베를린 주 정부에서 구축한 베를린 환경 아틀라스(Berlin Digital Environmental Atlas)¹⁾가 있다. 베를린 주 정부는 ‘디지털 환경 아틀라스’와 ‘사회도시개발 모니터링’ 두 가지를 연계·활용하여 구축하였다. 이러한 베를린 환경 아틀라스는 토양, 물, 대기, 소음, 비오름, 토지이용, 에너지, 기후 등 총 8개 분야(중분류 82개)에 대한 약 400개의(연도별, 주제별) 개별 환경 주제도가 포함되어 있다. 이는 경관생태계획, 환경영향평가, 자연 침해규정 등 환경행정업무의 다양한 계획 과정과 정책결정 과정에서 기초 자료로 활용되어 중추적인 역할을 수행하고 있다. 미국 플로리다 주의 물 아틀라스(Water Atlas)²⁾ 프로그램은 수자원 관리에 관한 여러 이해관계자의 이해와 연결을 돕고 지방 정부의 필요한 정보에 대한 요구에 대해서 “One-stop data warehouse”의 역할을 하도록 설계되었다. 단순히 지역별 수자원에 대한 내용보다는 연구전문가와 일반 사용자 모두 이해할 수 있도록 물, 수문자료에 대한 광범위한 정보 및 주변 식물, 토양 등의 관련 정보를 연계 그래프(Interactive Graphs), 도표, 지도, 그래픽 등 다양한 방법으로 정보를 나타낸다. 북미 환경 아틀라스(North American Environmental Atlas)³⁾의 경우 캐나다, 미국, 멕시코 정부기관으로 구성된 환경 협력기관(Commission for Environmental Cooperation: CEC)을 통해 북미 전역을 5개 대주제(Terrestrial Ecosystems, Marine Ecosystems, Pollution and Waste, Human Influence, Climate)로 구분하여 총 20여 가지의 환경 주제도를 구축하였다. 각 주제도를 중첩·비교함으로써 환경변화 동향과 상호관계를 파악할 수 있으며, 이와 관련한 정보들은 웹 서비스를 통해서 제공하고 있다. 또한, 호주 리빙 아틀라스(Atlas of Living Australia)⁴⁾는 호주의 광역적으로 분산된 생물다양성을 조사하고 관리하기 위한 온라인 툴로, 호주 내 여러 기관이 분석한 생물다양성 관련 정보를 하나의 웹사이트에서 통합하여 제공하도록 구축되었다. 호주 리빙 아틀라스는 공간정보에 다양한 환경 레이어를 제공하여 생물다양성과 관련한 현재의 정보뿐만이 아니라 미래의 정보까지도 예측해 볼 수 있도록 구성되어 연구 프로젝트, 도시 생물다양성 조사, 박물관 소장품 소개 활동, 생물보안 모니터링 그리고 자연 자원 관리 및 리포팅 등에서 활용되고 있다. 호주 리빙 아틀라스의 정보는 사용자가 홈페이지와 스마트폰 애플리케이션을 통해 이용할 수 있고 직접 업로드 할 수 있어 아틀라스와 사용자 간의 양방향 소통이 가능하도록 구축되었다.

1) 베를린 환경 아틀라스, http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/edua_index.shtml ('14.11.08)

2) 미국 플로리다 물 아틀라스, <http://www.wateratlas.usf.edu/atlasoflakes/florida/> ('14.11.08)

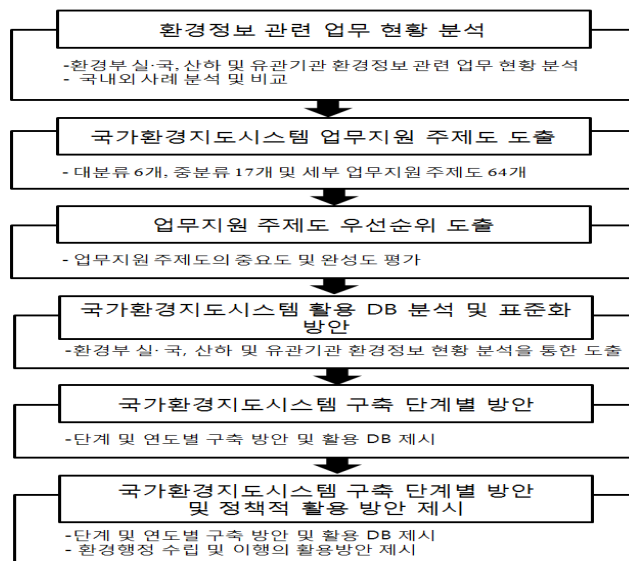
3) 북미 환경 아틀라스, http://www.cec.org/Page.asp?PageID=924&SiteNodeID=495&AA_SiteLanguageID=1 (,14.11.08)

4) 호주 리빙 아틀라스, <http://www.ala.org.au/> ('14.11.08)

이러한 국가환경지도시스템과 관련된 선행연구의 주요 특징을 살펴보면 국내의 경우 환경 관련 주제도 자체를 현행화하는 부분이 매우 부족함을 알 수 있다. 국외의 경우 환경과 관련하여 개략적이고 전반적인 지원은 가능하지만, 관련 환경정책 수립과 이행의 직접적인 활용을 지원하기 위한 실질적 도면 구축과 세부적인 면은 부족하다. 더불어 부문별 환경정보를 제공하는 시스템이 산재되어 있어 특정 분석을 위한 정보를 수집하기 위해서는 해당 정보가 있는 시스템을 찾아야 하는 실정이다(환경부, 2014).

전술된 이러한 문제를 개선하기 위하여 본 연구에서는 환경행정에 직접 활용 가능한 정책 수립과 이행의 도구로서의 국가환경지도시스템 구축방안을 수립하고 정책적 활용 방안을 제시하고자 한다. 이를 위하여 첫째, 환경부 실·국, 산하 및 유관기관의 환경 정보와 관련된 업무 및 정보현황을 분석하였다. 둘째, 환경정책 수립 및 이행을 지원하기 위한 국가환경지도시스템 업무지원 주제도를 도출하였다. 셋째, 도출된 업무지원 주제도의 우선순위를 선정하였다. 넷째, 국가환경지도시스템 구축을 위한 산재된 기존 환경정보를 분석하여 공간정보 기반의 활용 가능한 데이터베이스 분석 및 표준화 방안을 수립하였다. 다섯째, 국가환경지도시스템의 실질적 구축을 위한 단계별 이행방안을 제시하였다. 마지막으로 향후 국가환경지도시스템을 기반으로 하는 정책적 활용 방안을 제시하였다(그림 1 참조).

그림 1 연구 흐름도



II. 환경정보 관련 업무 현황 분석 및 업무지원 주제도 도출

1. 환경정보 업무 현황 분석

환경행정을 직접 수행하는 주무기관인 환경부의 정책 수립과 이행을 과학적으로 지원하기 위하여 환경부 실·국의 업무, 산하 및 유관기관의 환경공간정보 관련 업무를 파악하였다. 관련 자료 수집을 통하여 환경 관련 업무에 직간접적으로 활용될 수 있는 환경정보에 대해 다음과 같이 분석하였다(표 1 참조; 환경부, 2014). 첫째, 환경부 실·국, 산하 및 유관기관의 업무 분담 내용 및 세부 업무 현황 중 시스템과 같은 정보화 담당 업무를 조사하여 업무 현황을 분석하였다. 둘째, 언론 보도자료 분석을 통하여 환경공간정보 관련 업무를 분석하였다. 셋째, 2013년도 환경부 업무 성과지표 및 업무 계획서를 기반으로 하는 성과목표 및 지표 등의 내용에 대한 분석을 수행하였다. 넷째, 환경보전중기종합계획(2013년~2017년)을 전수조사하여 환경부 실국 및 산하기관의 정책 및 세부 실천과제를 분석하였다. 다섯째, 분야별 시스템 및 환경정보를 활용하고 있는 환경정보 담당자를 대상으로 설문 인터뷰를 수행하였다. 이처럼 분석된 업무 현황을 통해 업무와 관련된 국가환경지도 분류안 및 업무지원 주제도 구축을 위한 우선 순위를 선정하기 위한 분석을 수행하였다.

표 1 환경부 환경행정 중 환경공간정보 관련 업무 현황 분석 및 국가환경지도시스템 지원 가능 업무 정리

환경공간정보 관련 업무 분석	환경공간정보 관련 전체업무(건수)	전체업무 중 국가환경지도시스템 지원 가능 관련업무(건수)
시스템 및 정보화 담당업무 분석	221	97
언론 보도자료 분석을 통한 업무 분석	1,719	42
환경부 성과지표 및 업무 계획서를 통한 업무 분석	225	48
환경보전중기종합계획을 통한 업무 분석	521	76
담당자 설문조사를 통한 업무 분석	12	12

1) 시스템 및 정보화 담당업무 현황조사 및 분석

환경부 실·국, 산하 및 유관기관에서 구축·운영 중인 환경정보를 제공하는 시스템

을 조사하고, 해당 시스템을 담당하는 부서의 업무를 파악하였다. 전체 업무 중 정보화와 직간접적으로 관련이 있는 업무에 대한 현황을 분석하였다. 현재 환경부에서 구축·운영 중인 시스템 및 환경공간정보는 12개 시스템으로, 환경공간정보서비스⁵⁾를 포함하여 화학물질배출량정보공개시스템, 대기오염도실시간공개시스템, 물환경정보시스템, 토양지하수종합정보시스템, 국가상수도정보시스템, 국가소음정보시스템, 환경통계포털, 환경영향평가 정보지원시스템이고 환경공간정보는 토지피복지도, 국토환경성평가지도, 생태자연도이다(표 4 참조). 이러한 환경공간정보 관련 시스템을 운영하는 부서의 담당 업무의 대부분은 신규 정보 생성 및 기존 정보 갱신 등 정보관리이다. 예를 들어 환경부 정보화담당관실의 환경공간정보서비스 담당업무는 환경지리정보체계의 구축 및 운영에 관한 사항, 환경통계정보시스템 및 환경통계 통합데이터베이스 구축·운영에 관한 사항 등이 해당한다(환경부, 2014). 이와 관련한 시스템 및 환경공간정보를 담당하는 부서는 환경부 실·국의 담당과 및 산하·유관기관 내 총 16개 부서로 각 부서의 전체 업무 221개 중 정보화와 직간접적으로 관련이 있는 업무는 대기 측정망 관측값 및 등 시설물 관리, 멸종 위기종 및 생태계 교란종 관리 등 총 97개에 해당한다. 환경부 실·국 업무의 경우 종합대책 및 기본계획수립 등 정책수립에 대한 업무가 중심이고 산하 및 유관기관은 실제 정보를 구축·운영하는 업무 위주의 성향을 보임을 확인할 수 있다.

2) 언론 보도자료 자료 분석을 통한 환경공간정보 업무 현황조사 및 분석

환경부 홈페이지에 게시된 보도자료를 대상으로 환경부 및 산하·유관기관의 보도자료 작성에 활용된 환경공간정보에 대하여 파악하였다. 또한, 기재된 보도자료를 통해 정보화와 직간접적으로 관련 있는 내용을 분석하여 국가환경지도시스템에서 제공될 수 있는 정보서비스에 대하여 파악하였다. 예를 들어 국립환경과학원의 바이오안전연구팀의 경우 조류인플루엔자의 전국지도(발생위치, 철새 이동로 및 모니터링 구역 도면 등)를 작성 보급 및 환경부 교통환경과는 자전거 생태여행 지도를 발간 등이다(환경부, 2014). 환경부 및 산하·유관기관에서 2011년에서 2013년 7월까지 습지, 특정 도서, 자연경관보전지역 등 법정 자연보호지역에 대한 신규 중 발견 및 대기질 모델링에 대한 대국민 서비스 등 총 1,719건의 보도자료를 조사하였다. 이 중에서 환경정보와 직간

⁵⁾ 예: 환경공간정보서비스 담당업무는 환경지리정보체계의 구축 및 운영에 관한 사항, 환경통계정보시스템 및 환경통계 통합데이터베이스 구축·운영에 관한 사항 등

접적으로 관련된 업무내용을 가진 보도자료는 수생태계 모니터링 결과 및 기타 무인도서, 개발예정지에 대한 야생 동식물 분포현황 및 자연현황 등 총 42건으로 파악되었다. 보도자료의 경우 환경부 및 산하·유관기관에서 공동으로 발표하는 경우가 대다수이며 이를 통해 기관별 업무 협조체계에 대한 파악이 가능하였다.

3) 환경부 성과지표 및 업무 계획서를 통한 업무 현황조사 및 분석

2013년 환경부 업무성과지표 및 계획서를 기반으로 하는 환경부 각 실·국의 성과목표, 지표 등의 내용을 분석함으로써 관련 업무내용과 환경공간정보에 대하여 파악하였다. 대표적인 예로는 자연자원과의 국가생물다양성 인프라 구축 및 생물자원 활용체계 고도화 및 자연정책과의 국가 습지인벤토리에 대한 모니터링 등이 해당한다(환경부, 2014). 보다 세부적 결과로는 2013년 업무성과 계획서를 통해 환경부 5개 실·국, 34개 부서 및 팀이 국가환경지도시스템 구축에 활용 가능한 업무를 수행하고 있으며, 전체 34개 부서의 225건(좋은 물 달성률, 비점오염원 관리를 위한 환경정보 구축 등)의 성과 업무 내용 중 지자체 대상 기후변화 취약성 평가 지원 및 산업계 리스크 평가에 대한 환경정보 구축, 전국 내륙습지모니터링 및 인벤토리 구축, 폐수종말 처리시설 오염물질 삭감량 현황에 대한 환경정보 구축 등의 업무를 포함하는 총 48건의 업무가 직간접적으로 활용할 수 있음을 알 수 있었다. 국가환경지도시스템 구축에 활용 가능한 관련 업무는 물환경정책국 18건, 자연보전국 15건, 환경정책실 11건, 자연순환국 3건, 기획조정실 1건의 순으로 수행하고 있음을 확인할 수 있다.

4) 환경보전중기종합계획을 통한 업무 현황조사 및 분석

환경보전중기종합계획의 분석 범위는 2013년부터 2017년까지이다. 전술된 3개의 업무현황 분석이 과거와 현재의 업무 중심이라면, 본 분석은 미래 환경부 환경행정의 진행 방향과 내용을 파악하고 본 연구에 반영하기 위함이다. 이를 위하여 환경보전중기계획의 추진전략별 정책과제와 세부 실천과제를 분석하여 관련 업무 및 활용 가능한 환경공간정보에 대하여 파악하였다. 예를 들어 지하수 수질관리의 강화와 이용기반 확충으로 지하수 수질 측정망의 설치 확대 및 수질 공개 및 스마트 기술 기반의 물관리 확대로 강우 유출수 자동 측정망 최적 위치 선정 등이 해당한다(환경부, 2014). 보다 구체적으로 제5차 환경보전중기종합계획 전체 6개(환경유해물질 관리 및 환경 피해구

제 강화, 기상이변 등 기후변화 적응 및 저탄소사회 구현 등)의 추진전략 내 세부 내용 521건(유역관리 강화를 통한 물환경 개선 및 폐광, 산단, 도심 주거환경 취약지역 주민 지원 등) 중에서 환경정보와 직간접적 관련이 있는 업무는 국가 및 지자체 기후변화 적응체계 구축, 온실가스 감축체계 기반 조성, 국토·환경계획 연동 지원체계, 지하수 수질관리의 강화 및 이용기반 확충 등 총 76건으로 파악되었다. 추진전략별 정책과제 및 세부 내용을 자연환경, 물환경, 기후·대기, 생활환경, 토양환경의 5개 분야로 재구성하였으며 각각 자연환경 분야 25건, 물환경 분야 22건, 기후·대기 분야 15건, 생활환경 분야 12건, 토양환경 분야 2건이다.

5) 담당자 설문조사를 통한 업무 현황조사 및 분석

분야별 환경정보 및 통계를 구축·운영하고 있는 시스템 및 환경정보를 활용하고 있는 업무자를 대상으로 수집, 활용 및 수요에 대한 설문 인터뷰를 수행하여 국가환경지도시스템 구축에 필요한 환경정보 및 수요에 대하여 분석하였다. 예를 들어 환경 매체별 관측 시설물 위치 및 관측 항목 정보, 환경 가지별 평가·조사 자료 및 각종 보호지역 도면 등이 해당한다(환경부, 2014). 보다 세부적으로는 ‘본인 업무를 수행함에 환경부 타 부서의 공간정보가 필요한가?’에 대하여 응답자 전원이 필요성을 선택하였다. 또한, 업무를 처리하는데 필요한 공간정보의 접근성에 대해서는 응답자의 80%가 쉽지 않음을 선택하였다. 설문 대상자는 환경부 각 실·국 및 산하·유관기관에서 환경정보 및 통계를 구축·운영하고 업무에 활용하는 업무자로 환경부 각 실·국 10명, 국립환경과학원 1명, 한국환경공단 1명으로 총 12명을 대상으로 수행되었다. 설문기간은 2013년 9월 4일부터 9월 12일까지이며 전화 섭외, 이메일로 설문지 송부 후 방문 인터뷰를 통하여 설문조사를 수행하였다. 전술된 1), 2), 3) 및 4)의 환경정보 관련 업무 현황분석을 통하여 환경부에서 발간된 문헌 위주의 조사를 수행하였으며 5)의 설문조사를 통하여 실제 현업에서 필요로 하는 국가환경지도시스템의 세부 업무지원 주제도, 업무지원 범위 및 실제 업무 활용 방안을 도출하고 협의하였다(4장 국가환경지도시스템의 정책적 활용 방안 참조).

2. 국가환경지도시스템 업무지원 주제도 도출

전송된 환경정보 관련 업무 현황 분석을 통하여 총 275개를 도출하였다. 도출된 전체 업무에 대하여 중복성 검토 및 공간정보 구축 가능성에 대한 검토를 수행하였다. 세부적인 중복성 검토에서는 단순 업무의 성격의 중복성이 아닌, 국가환경지도시스템을 통하여 지원하는 정보의 중복성을 검토하였다. 예를 들어 생물다양성의 확보와 우수 생태계의 보호 업무 등은 업무의 성격은 다르지만 필요한 정보는 다양한 “중” 정보, 우수 생태계(경관 및 중 등) 등과 같이 부분적인 활용 정보가 동일한 것으로 분석되었다. 공간정보 구축 가능성 유무는 전송된 조사를 통하여 도출된 업무라고 하여도 실제 관련 공간정보가 전혀 없거나 공간정보로 구축 필요성을 판단하였다. 예를 들어 대기 오염원별 대기오염물질의 배출량 조사 업무를 위해 대기오염원 현황자료, 대기오염물질 현황, 대기오염물질 배출량 및 피복지도를 통합·연계 분석하여 시각화·도면화된 자료를 업무에 활용할 수 있다.

중복성 및 공간정보 구축 가능성을 고려하여 선별된 275개 업무를 64개로 재정리하였으며, 이를 업무별 주제로 정리하여 17개의 중주제(상수도 선진화 지원 및 지하수 수질 관리 현황 등)와 6개 대분류(자연환경, 물환경, 기후대기, 생활환경, 토양·지하수 환경 등)로 구분하였다(표 2 참조). 우선순위 평가결과는 <표 3>의 우선순위 평가 기준을 적용하였으며, 우선순위 그룹은 우선순위 평가 결과에서 높은 점수를 받은 주제도를 높은 그룹에 배분하였다. 즉 해당 점수를 등간격으로 구분하여 그룹 3가지 우선순위 그룹을 설정하였다. 또한, 우선순위 그룹을 바탕으로 세부 업무지원 주제도 구축의 순서를 선정하였다. 데이터베이스는 환경공간정보 기반의 세부 업무지원 주제도 구축을 위해서 기존 환경부 내부의 관련 정보 시스템을 분석한 결과를 대상으로 하였다(표 4 참조; 환경부, 2014). 즉 데이터베이스에 해당하는 숫자는 세부 업무지원 주제도 구축에 필요한 환경공간정보를 의미한다. 예를 들어 국립공원 위치 및 우수생태지역 현황의 경우 국립공원 특별보호 구역, 내륙습지, 경관자원, 생태경관보전지역, 공원문화유산지구, 생태보전지역 등이 해당한다.

표 2 국가환경지도시스템 구축을 위한 업무 분류안, 우선순위 평가결과 및 연계 데이터베이스

대분류	중분류	세부 업무지원 주제도(64건)	우선순위 평가결과	우선순위 그룹	데이터 베이스	
자연 환경	생태자원 종합 현황	법정 자연환경보전지역	9.38	I	529	
		백두대간, 정맥 및 기맥 현황 및 보전지역	8.10	I	33	
		현존습지 현황	7.70	I	85	
		경관우수지역 추천	7.36	II	520	
		국립공원 위치 및 우수 생태지역 현황	7.00	II	506	
		시계열 생태자연도	6.86	II	179	
		전국 주요 생태축 및 복원 대상지	6.68	II	11	
		무인도서 현황	5.20	III	6	
		지역별 도시생태현황	5.00	III	66	
		전국 자산 가치 평가도	4.70	III	1	
	재해위험 현황 및 예측도	3.40	III	643		
	동·식물 분포 종합 현황	야생 동식물 분포 및 멸종 위기종 현황도	9.20	I	308	
		전국철새도래지 및 조류인플루엔자 발생 현황	8.50	I	6	
		유해 식생·동식물 현황도	4.90	III	113	
	수생태 보전 현황	수변구역 현황	8.10	I	9,423	
		권역별 수생태 건강성 및 벨트 조성 현황	7.80	I	7,934	
		지역별 하천 복원 및 복원대상 하천	7.12	II	5,814	
		지역별 비점오염 관리 내역 및 지역 현황	5.00	III	21	
	물환경	상수도 선진화 지원	전국 정수장수질 현황	8.20	I	9,911
			전국 상수도 보급 현황 및 수질	7.50	II	9,234
상수도 고도정수처리시설 현황			5.50	III	735	
지역별 상수관거 관리 현황			4.60	III	4,831	
하수도 선진화 지원		하수처리시설 위치 및 수질 현황	9.20	I	1,731	
		폐수종말처리시설 위치 및 수질 현황	8.50	I	1,840	
		가축분뇨 오염물질 처리시설 및 가동 현황	8.10	I	1,537	
		환경기초시설 위치 및 설치 현황	7.40	II	1,029	
		하수관거 시설도	5.92	III	1,915	
수계별 하천·호소 통합 현황		상수원보호구역 현황	9.20	I	1,536	
		하천·호소 수질 현황	8.50	I	7,585	
		수질측정망 현황	8.10	I	1,483	
		하천·호소 조류 및 부영양화 현황	7.70	I	7,945	
		수질보전특별대책지역 지정 현황	7.00	II	1,493	

대분류	중분류	세부 업무지원 주제도(64건)	우선순위 평가결과	우선순위 그룹	데이터 베이스
		수계별 영향권역 및 유역별 수자원 현황	6.30	Ⅲ	9,393
		산업단지 저류시설 현황	5.50	Ⅲ	360
		유역단위 비점오염 현황	5.00	Ⅲ	1,557
기후 대기	대기환경 물질별 배출 현황	대기오염물질별 발생 및 배출량 현황	8.50	I	2,041
		TMS 측정 및 질소산화물 배출량 변화 현황	7.00	Ⅱ	2,025
		지역특색과 연계된 대기통계 현황	5.50	Ⅲ	2,041
	온실가스 감축 현황	온실가스 물질별 배출량 통계	7.70	I	480
	기후변화 영향 및 취약성	지역별 기후변화 취약성 평가도	7.90	I	2
생활 환경	소음·진동 배출현황	소음·진동 측정망 위치 및 측정값 현황	7.56	Ⅱ	217
	폐기물 선진화 지원	폐기물 발생 및 처리 현황	7.72	I	172
	화학물질 배출 관리	화학물질 제조시설 및 유통·배출량	6.30	Ⅲ	657
		유해물질 배출시설 및 현황	5.30	Ⅲ	2,446
	환경취약 계층 현황	폐광, 산단 현황	8.20	I	2,149
신재생 에너지 입지 가능지역	신재생에너지 개발 입지 현황	5.20	Ⅲ	1	
토양· 지하수 환경	토양오염 우려 현황	폐광산지역 오염 현황	8.10	I	5,890
		전국 골프장 농약사용 현황	7.80	I	463
		가축매몰지 오염 현황	7.72	I	3,816
		오염농지 및 폐기현황	6.86	Ⅱ	457
		전국 토양오염우려지역 및 토양오염 유발시설 현황도	6.68	Ⅱ	1,833
		토양 특성 및 현황도	4.90	Ⅲ	3,505
	지하수 수질 관리 현황	토양지하수 측정망 운영 및 실측 정보	8.50	I	3,756
		지역 및 산업단지별 지하수 현황도	7.64	Ⅱ	1,822
		지역별 약수터 현황	6.60	Ⅲ	1,065
		지하수 오염유발시설 및 유발 물질 현황	6.30	Ⅲ	1,900

1) 업무지원 주제도 우선순위 도출

환경정보 업무현황 분석을 바탕으로 도출된 64개의 세부 업무지원 주제도는 지원 가능한 업무와 주제도 구축에 필요한 자료의 양이 방대하므로 우선순위에 선정에 의한 단계별 구축이 필요하다(채여라, 조현주, 2011; 채여라 외, 2012). 이에 따라 세부 업무 지원 주제도를 대상으로 구축 우선순위 도출을 위한 선·후행 관계분석, 중요도 및 완성도 평가를 통하여 우선순위를 선정하였다. 우선순위 선정을 위해서 같은 요소들을 평가기준들과 비교하여 분석하는 이원비교⁶⁾(Pairwise comparison) 방법을 사용하였다(채여라, 조현주, 2011). 우선순위는 구축대상인 64개 주제도에 대하여 구축 주제도의 중요도 부분의 영향·효과 및 시급성과 완성도 부분의 기 구축 데이터베이스(통계·정책 자료) 활용 및 공감대 형성 등 전체 4개의 항목을 고려하여 평가 기준 및 척도를 정의하고 주제별로 평가를 수행하여 우선순위를 선정하였다. 중요도는 영향·효과 및 시급성을 구분하여 평가하며 영향·효과는 업무 현황 분석에서 활용된 데이터의 수량이 많은 정도에 따라 현 업무개선 효과 및 영향 여부를 판단하여 가중치에 따라 1점에서 5점 사이로 평가하고 시급성은 업무 분석 시 도출된 주제에 대하여 업무의 유무 또는 포함된 업무량에 따라 업무에 따른 시급성이 높은 것으로 판단하여 평가기준에 따라 1점에서 5점 사이로 평가한다. 완성도는 기 구축 데이터베이스 활용 및 공감대 형성 부분으로 구분되어 평가하며 기 구축 데이터베이스 활용은 완성도 높은 주제도 구현을 위하여 기 구축된 데이터의 연도별 축적 정도에 따라 데이터의 완성도가 높다고 판단하고 기준에 따라 1점에서 5점 사이로 평가한다. 또한, 공감대 형성은 도출된 주제도를 구축함에 관련 부서의 공감대 형성정도를 판단하여 1점에서 5점 사이로 평가한다(표 3 참조). <표 3>과 같은 우선순위 평가 방법은 기존의 구축된 다양한 평가대상에 대하여 특정 평가목적에 맞도록 일정 기준을 수립하고 체계적·일괄적으로 평가하는 것으로(전성우 외, 2012) 기존의 다양한 공간정보를 처리하고 공동 활용하는 선행연구에 활용된다(박중화, 2010).

⁶⁾ 이원비교: 기 구축된 환경공간정보 관련 항목을 본 연구를 통하여 도출된 주제도의 목적에 부합되도록 구분하고 항목의 적정성, 중복성 및 중요성 등을 비교 평가 수행

표 3 우선순위 평가 기준

구분	분류	가중치	평가기준 정의				
			5	4	3	2	1
중요성	영향·효과	60%	매우 많음	많음	보통	적음	매우 적음
	시급성	40%	30건 이상	20~30건	11~20건	6~10건	1~5건
완성도	기 구축 데이터베이스 활용	60%	10년 이상	6~9년	4~5년	1~3년	1년 이내
	공감대 형성	40%	전체공감대 예상	조직1/3 불만 예상	조직절반 불만 예상	조직2/3 불만 예상	전체 불만 예상

4개의 평가 기준을 적용한 우선순위 평가는 세부 업무지원 주제도의 영향·효과 및 시급성을 반영한 중요도, 기 구축 통계·정책자료 활용 및 공감대 형성을 반영한 완성도 기준에 따라 도출되었다. 전체 세부 업무지원 주제도 중 법정 자연환경보전지역 9.38점, 야생 동식물 분포 및 보호구역 및 상수원 보호구역 현황 9.20점 등 9점대 이상의 높은 점수를 나타냈다. 또한, 전국철새도래지 및 조류인플루엔자 발생 현황, 폐수종말처리시설 위치 및 수질 현황, 토양지하수 측정망 운영 및 실측 정보 등 총 4개 세부 업무지원 주제도는 8.50점이고 수변구역 현황, 수질측정망현황, 폐광산지역 오염 현황 등 전체 5개 세부 업무지원 주제도가 8.10으로 8점대 이상의 점수를 나타냈다. 가장 낮은 점수로 평가된 항목은 국립공원 재해위험 현황 및 토양의 물리적 특성으로 3.40의 점수를 받았으며, 전체적으로 기 구축 데이터베이스 활용이 부족한 것으로 판단된다(표 2 참조). 도출된 주제도를 바탕으로 중요성과 완성도의 점수 분포에 따른 크게 3개의 그룹 단위로 분류하였다.

그룹 I에서는 주요 환경현안 및 업무활용도와 같이 국민에게 미치는 파급효과가 높은 항목으로 전체 구축 대상의 35.7%를 차지한다. 분류된 항목을 살펴보면 기후변화취약성 평가도, 철새도래지 및 조류 인플루엔자 발생현황, 가축매몰지 오염현황, 상수원 보호구역, 수변구역 등 25건에 해당하며 대분류, 중분류 및 세부 업무지원 주제도에서 고르게 선별되었다. 그룹 II에서는 환경통계 및 정보 자료를 기반으로 하여 국가환경지도로 완성도가 높은 항목으로 전체 구축 대상의 27.2%를 차지한다. 분류된 항목으로는 국립공원 및 우수생태지역 현황, 멸종위기종 현황도, 환경기초시설 위치 및 설치현황, 전국 토양오염우려지역 현황도 등 19건에 해당한다. 마지막으로 그룹 III은 수요자의 요구사항 반영을 해야 하는 환경정책에 기반을 두어 국가환경지도로 전체 구축 대상의

37.1%에 해당하며 전국 자산가치평가도, 지역 특색과 연계된 대기통계 현황, 신재생에너지 개발입지 현황, 하수관거 시설도 등 26건을 포함하고 있다.

2) 국가환경지도시스템 활용 데이터베이스 현황 분석

환경정보 관련 업무 현황 분석을 통해서 도출된 세부 업무지원 주제도의 활용 데이터베이스 분석을 위하여 현재 환경부 실·국, 산하 및 유관기관의 전체 환경정보 제공 시스템 및 환경 주제도 총 17개를 대상으로 하였다. 이 중에서 환경부 시스템은 환경공간정보서비스, 화학물질배출량정보공개시스템, 대기오염도실시간공개시스템, 물환경정보시스템, 토양지하수종합정보시스템, 국가상수도정보시스템, 국가소음정보시스템, 환경통계포털, 환경영향평가 정보지원시스템 등 총 9개를 포함하며, 환경 주제도는 토지피복지도, 생태자연도, 국토환경성평가지도, KLIS(용도지역지구도), 수치지형도, 수치임상도, 토양도, 지질도 등 총 8개를 포함한다(표 4 참조).

환경부 및 산하·유관기관의 전체 17개 시스템 및 환경 주제도에서 제공하는 정보 중 공간정보를 포함하고 있는 환경 정보들은 총 2,379개로 조사되었다. 분석 대상별로 환경공간정보서비스 20개(토지피복지도, 생태자연도, 국토환경성평가지도, 환경용도지역지구도 등), 화학물질배출량정보공개시스템 6개(배출·이동량 정보(대기, 수계 토양, 폐수, 폐기물 등)), 대기오염도실시간공개시스템 30개(실시간 대기정보, 황사발생 현황, 미세먼지 예보, 오염도 통계 등), 물환경정보시스템 24개(수질 일반측정망, 수질 총량측정망, 수생태 건강성 등), 토양지하수 종합정보시스템 45개(토양측정망, 토양실태조사, 지하수 측정망, 지하수 통계현황, 골프장 농약사용량 통계현황 등), 국가상수도정보시스템 112개(수돗물 수질, 상수도 통계, 수도시설 현황 등), 국가소음정보시스템 18개(환경소음 자동/수동 측정망, 항공기소음, 철도소음, 도로진동 등), 환경통계포털 584개(국립공원 기본통계, 화학물질 유통량 조사, 환경오염 배출업소조사, 대기오염물질 배출현황 등), 환경영향평가 정보지원시스템 1개(사전환경성검토), 토지피복지도 70개(대분류 7개, 중분류 22개, 세분류 41개), 생태자연도 4개(1등급, 2등급, 3등급, 별도관리지역), 국토환경성평가지도 65개(생태경관보전지역, 습지보호지역, 야생 동·식물보호구역, 공원자연보존지구 등), KLIS용도지역지구도 281개(국토/용도지역, 건축/재해위험구역, 도시재개발/재개발구역, 백두대간보호/용도지역 등), 수치지형도 680개(도로경계, 고속국도, 인도, 터널, 정거장 등), 수치임상도 4개(임상 구분, 영급, 경급, 소밀도), 토양도 389개(광산, 금곡, 대본, 대흥, 녹산, 남원 등), 지질도 46개(도로, 등고선, 철도,

단층 등)의 환경 정보를 포함하고 있음을 확인하였다.

조사된 2,379개의 환경공간정보에 대하여 환경 지도화의 필요성 및 가능성을 분석하였으며 환경정보 관련성, 정보의 공간적 범위, 공간정보화의 유무, 정보 제공 기간, 파일 형태, 자료 가공 가능 여부 및 활용 가능 여부 등 6가지의 고려 사항을 기준으로 분석을 수행하였다. 이와 같은 분석 과정을 거쳐 총 1,314개의 활용 가능한 정보를 선별하였다. 이를 기반으로 9개의 시스템을 대상으로 활용 가능 정보 각각의 세부 항목에 대한 분석을 수행하여 총 39,331개의 세부 항목을 분석하였다(표 4 참조). 예를 들어, 국가상수도정보시스템은 총 자료수는 112개이고, 이중 국가환경지도시스템에 활용 가능한 정보는 76개(정수장별 수질, 취수시설 위치 및 현황 등)이며 세부항목으로는 정수장의 검출 및 조사 항목별 수질(예: 일반세균, 납, 수은, 염소이온, 망간 등) 등으로 구분되어 총 11,757개의 세부 항목으로 구성된다. 환경통계포털의 경우 총 584개 환경공간정보 중 활용 가능 정보는 국립공원 기본통계, 환경관리구역, 환경오염물질 배출, 수질 등 285개이고 총 15,360개(국립공원 특별보호구역, 내륙습지, 황사발생현황, 하천수의 수질현황 등) 세부 항목을 포함한다.

표 4 환경공간정보 데이터베이스 현황

시스템	공간정보 기반 자료		세부 항목 수
	전체 자료 수(개)	활용가능 자료 수(개)	
환경공간정보서비스	20	20	88
화학물질배출량정보공개시스템	6	4	418
대기오염도실시간공개시스템	30	9	420
물환경정보시스템	24	19	1,652
토양지하수종합정보시스템	45	23	5,758
국가상수도정보시스템	112	76	11,757
국가소음정보시스템	18	13	125
환경통계포털	584	285	15,360
환경영향평가정보지원시스템	1	1	2,841
토지피복지도	22	22	22
생태자연도	4	4	4
국토환경성평가지도	65	65	65
KLIS(용도지역지구)	281	182	182
수치지형도	680	152	152
수치임상도	4	4	4
토양도	389	389	389
지질도	46	46	46
계	2,379	1,314	39,331

3) 데이터베이스 표준화 및 코드화 방안

전송된 환경공간정보 데이터베이스는 각 시스템 및 주제도별로 다량의 자료가 산재되어 있어 자료 중에서 찾고 있는 정보에 대한 체계적인 검색 지원 및 자료의 통합 관리가 필요하다. 본 연구의 주요 관점인 환경공간정보를 활용하여 국가환경지도시스템을 구축하기 위해서는 기본적으로 동일 좌표, 위계, 위상 및 데이터 구성 등 공간정보의 데이터 속성일 일치시켜야 한다. 이를 위하여 다양한 구축 목적, 형태 및 자료 유형으로 구축된 기존 정보에 대하여 공간정보 구축 표준화 및 코드화가 필수적으로 선행되어야 한다. 이처럼 환경정보의 표준화를 통한 통합 관리가 이루어짐에 따라 국가환경지도시스템 구축을 위한 효율을 높이고, 상호 운용성을 확보할 수 있다.

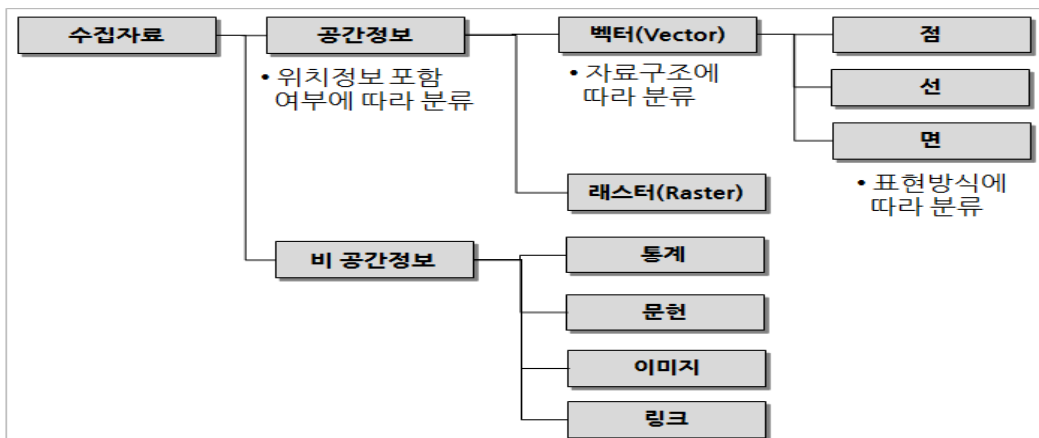
환경정보 표준화를 위한 데이터베이스의 코드화 방안 수립을 위해서 공간정보 기반의 활용 가능한 환경정보 데이터베이스의 공통적인 항목을 추출하기 위한 분석을 수행하였다. 분석된 공통 항목마다 고유의 식별코드를 부여한 코드체계를 정의하여 산재되어 있는 자료를 체계적으로 관리하고 효율적으로 운영할 수 있다. 정보의 특징과 유형 등을 담은 분류 코드체계를 총 9가지 항목으로 정리하였다. 첫 번째 항목은 시스템명 및 주제도명으로 시스템 및 주제도의 고유 코드를 정의하여 첫째 코드로 나타낸다. 둘째 항목으로는 제공 기관을 정의하며 자료를 관리하거나 제공하는 기관의 고유 코드를 나타낸다. 셋째와 넷째 항목으로 공간단위 1과 2를 정의한다. 공간단위 1은 자료 대상의 행정구역별 범위에 대하여 자료 연도는 고유 코드로 나타낸다. 공간단위 2는 자료 대상의 용도별 범위에 대하여 고유 코드로 정의한 것이다. 다섯째 항목은 자료 주기를 나타낸 것으로 자료가 생성되거나 제공되는 주기를 정의한 것이다. 여섯째 항목인 자료 연도는 자료가 조사되어 기록된 시기를 나타낸 것이다. 일곱째 항목으로는 공간정보 및 위치정보를 정의하며 각 정보의 유형에 따른 고유 코드를 정의하여 나타낸다. 여덟째 항목인 자료 형태는 제공되는 자료 형태에 따라 구분하여 고유 코드로 나타낸다. 마지막으로 고유 번호는 각 자료의 번호를 정의하여 3자리 숫자로 나타낸 것이다. 이처럼 정의된 코드체계를 기반으로 시스템 및 주제도의 정보들을 구분하여 나타낼 수 있는 총 9개 항목의 조합으로 구성된 필드를 생성하여 아래와 같이 구성하였다(그림 2 참조).

그림 2 데이터베이스 코드화 예시

SGIS	-	1b	-	CC	-	00	-	YMD	-	2000	-	PG2	-	TG000	-	001
↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓		↓
시스템명/ 주제도명		제공기관		공간단위1		공간단위2		자료 주기		자료 년도		공간정보/ 위치정보		자료형태		고유 번호

환경정보 데이터베이스 코드화를 통하여 분석된 공간정보 기반의 활용 가능한 환경 정보는 타 공간정보와 연계하여 활용할 수 있도록 표준화 체계를 수립한다. 공간정보의 표준화는 먼저 국가공간정보 유통체계 표준을 준수하며, 비 공간자료 중 공간자료로 구현해야 하는 경우 위치 속성을 바탕으로 표준화된 정보로 구축한다(그림 3 참조). 공간정보의 경우 자료의 활용에 용이하게 자료형태, 좌표계, 시공간 범위 및 해상도에 대하여 표준화를 수행한다. 공간정보로의 구축 시 벡터파일의 경우 SHP파일, 래스터 파일의 경우 Geo Tiff파일 형태로 저장하고, 좌표계는 세계측지계를 사용하며 현재 국가기준인 ITRF2000(International Terrestrial Frame) 또는 GRS80(Geodetic Reference System)의 TM(Transverse Mercator) 중부원점을 기준으로 정립한다. 비 공간정보의 경우 통계 자료는 공간 범위를 가지는 경우가 있으므로 행정구역 단위의 통계값의 경우 공간정보로 전환하여 활용할 수 있다. 문헌 정보는 내부 내용 중 공간정보로 구축이 가능한 내용을 분석하여 작성한다.

그림 3 공간정보 표준화 체계도



III. 국가환경지도시스템 구축의 단계별 이행계획

총 64개의 국가환경지도시스템의 주제도를 실질적으로 구축하기 위하여 2장에서 전술된 내용과 같이 기존의 개별적 환경부 시스템에서 구축된 데이터베이스의 표준화 및 코드화를 통하여 신규 구축되는 국가환경지도시스템의 업무지원 주제도에 활용 가능한 공동활용 공간정보 형태로 전환하는 것이 선행되어야 한다. 즉 기존의 개별적 구축된 데이터베이스는 총 39,331개로 숫자, 자료 저장 형태 및 세부 구성이 매우 다양하다. 그러므로 단계별 방안을 수립하여 활용성, 필요성 등을 우선순위를 적용하여야 한다. 또한, 현실적으로 총 64개의 주제도를 단기간에 구축하는 방법보다는 구축의 순서를 마련하여 활용성이 높은 주제도를 먼저 구축하여 일반 환경 관련 업무에서의 활용을 점진적으로 확대하는 방안이 현실적 방안이 될 것이다. 이를 위하여 <표 3>의 우선순위 평가 기준을 적용하여 선정된 <표 2>의 우선순위 그룹을 바탕으로 단계별 이행계획을 수립하였다(표 5 참조). 효율적인 국가환경지도시스템을 구축하기 위하여 총 3단계가 필요하다. 1단계에서는 주요 환경현안 및 파급효과가 큰 세부 업무지원 주제도를 구축하고 주제도를 직접 활용할 수 있는 웹 전용 시범 시스템을 개설하는 것이다. 1단계 1차년도에는 전술된 세부 업무지원 주제도 우선순위 평가 중 그룹 I 24식을 구축하기 위한 기존 시스템과 환경 주제도의 데이터베이스에 대한 공간정보 표준화 및 코드화를 적용하고 개별 데이터베이스 및 세부 업무지원 주제도에 대한 메타데이터를 구축한다. 더불어 개별 24개 세부 업무지원 주제도에 대한 등급 의미, 분석 및 작성 방법, 활용 데이터베이스 구성, 관련 참고 문헌 및 법령정보 등을 제작한다. 이를 기반으로 24개 세부 업무지원 주제도의 실질적인 환경행정 활용을 위한 Web GIS(Geographic Information System) 기반의 제공 서비스 시스템을 개발한다. 1단계 2차년도 구축 대상으로는 우선순위 평가 중 그룹 II 11식의 세부 업무지원 주제도를 구축하고 Web GIS를 반영한 오픈 플랫폼 기반의 시험 시스템을 개발한다. 1단계 1차년도에 구축한 세부 업무지원 주제도의 데이터베이스를 갱신하고 현행화한다. 1단계 1차년도와 동일하게 11개 세부 업무지원 주제도 구축을 위하여 기존 시스템과 환경 주제도의 데이터베이스에 대한 공간정보 표준화 및 코드화를 적용하고 개별 데이터베이스 및 11개 세부 업무지원 주제도에 대한 메타데이터 구축한다. 또한, 1단계 1차년에 구축한 Web GIS 기반의 제공 서비스 시스템을 개선하여 오픈 플랫폼 기반의 시험 시스템을 개발한다. 1단계에서 구축된 전체 세부 업무지원 주제도 35개를 대상으로 하는 시험 시스템의 활용

가이드북 및 사용자 지침서 등 환경행정 업무를 지원할 방안을 도출한다.

2단계에서는 전술된 우선순위 평가 그룹Ⅲ 19식에 해당하는 주제도를 구축하고 다양한 환경 주제를 접목한 수요자 중심 맞춤형 온라인 활용서비스를 개발한다. 2단계 1차년도 구축 대상으로 선정된 19개 세부 업무지원 주제도를 구축하고 1단계에 구축한 Web 시스템을 개선하여 사용자 맞춤형 환경지도 제공 시스템으로 고도화한다. 이에 따라 국가환경지도시스템 구축 대상으로 선정된 세부 업무지원 주제도 19개를 구축한다. 또한, 1단계에서 구축한 오픈 플랫폼 기반의 시험 시스템의 기능을 개선하여 고도화하고 사용자 맞춤형 환경지도 갤러리 구현 및 Database Warehouse 구축을 수행한다. 그리고 1단계 및 2단계 1차년에 구축된 전체 세부 업무지원 주제도 64개를 대상으로 하는 파일럿 시스템의 활용 가이드북 및 사용자 지침서 등 업무 환경행정 업무 지원 방안을 도출한다. 2단계 2차년도에서는 구축된 64개(세부 업무지원 주제도 60개 및 기초공간정보 4개) 주제도에 대한 갱신·현행화 및 양방향 환경정보 제공을 위한 오픈 플랫폼 기반의 시스템을 개발한다. 먼저 1, 2단계에서 구축된 세부 업무지원 주제도 데이터베이스를 갱신하고 현행화하며 1단계 및 2단계 1차년도까지 구축된 오픈 플랫폼 기반의 활용 시스템을 다양한 수용자 활용이 가능하도록 기능을 개선한다. 클라우드 GIS 적용을 통한 국가환경지도시스템 전체 데이터베이스 활용 체계를 구축하고 특정 GIS 소프트웨어에 의존하지 않는 오픈 소스 기반의 환경지도 서비스를 구현한다.

3단계에서는 국가환경지도시스템 구축의 활용 확대를 위하여 국가환경지도시스템의 갱신 및 유지·보수를 포함한 효율적인 운영관리를 시행한다. 국가환경지도시스템에서 제공되는 64개 세부 업무지원 주제도의 현행화 및 유지·보수를 수행하고 안정적인 국가환경지도시스템의 운영방안을 통해 시스템을 유지 및 관리한다. 또한 환경부, 타 중앙부처 및 지자체(광역 및 기초)의 환경행정 지원을 위한 오픈 플랫폼 기반의 시스템 기능을 개선하고 지자체와 민간에서 작성되는 국가환경지도에 대한 행정적 지원 체계를 마련한다. 그리고 대국민, 학계 및 산업계 활용 확대를 위한 서비스 모델을 개발한다.

표 5 단계별 구축 세부계획 수립단계 및 연차별 국가환경지도시스템 구축 업무

단계	년도	업무	업무 내용
1단계	1차년	국가환경지도시스템 주제도 구축(24개)	- 24개 주제도에 대한 데이터베이스 구축(그룹 I) - 24개 세부 업무지원 주제도에 대한 메타데이터 구축
		웹 전용 시범서비스	- 주제도 활용을 위한 Web 전용 시범 서비스 시스템 개발
	2차년	국가환경지도시스템 주제도 구축(11개)	- 11개 주제도에 대한 데이터베이스 구축(그룹 II) - 11개 공간정보 표준화 적용, 코드화 적용 및 개별 데이터베이스 구축 및 메타데이터 구축
		시험 오픈 플랫폼 시스템	- 주제도 활용을 위한 Web 전용 시범 서비스 시스템 개발
2단계	1차년	국가환경지도시스템 주제도 구축(19개)	- 19개 주제도에 대한 데이터베이스 구축(그룹 III) - 19개 공간정보 표준화 적용, 코드화 적용 및 개별 데이터베이스 구축 및 메타데이터 구축
		오픈 플랫폼 기능 개선	- 사용자 맞춤형 환경지도 갤러리 구현 및 Database Warehouse 구축
	2차년	양방향 오픈 플랫폼 고도화	- 클라우드 GIS 적용을 통한 국가환경지도시스템 전체 데이터베이스 활용 체계 구축
3단계	1차년	지자체 및 민간 환경행정 지원 시스템 구축	- 환경부, 타 중앙부처 및 지자체(광역 및 기초)의 환경행정 지원을 오픈플랫폼 시스템 기능개선

IV. 국가환경지도시스템 업무지원 주제도 정책적 활용 방안

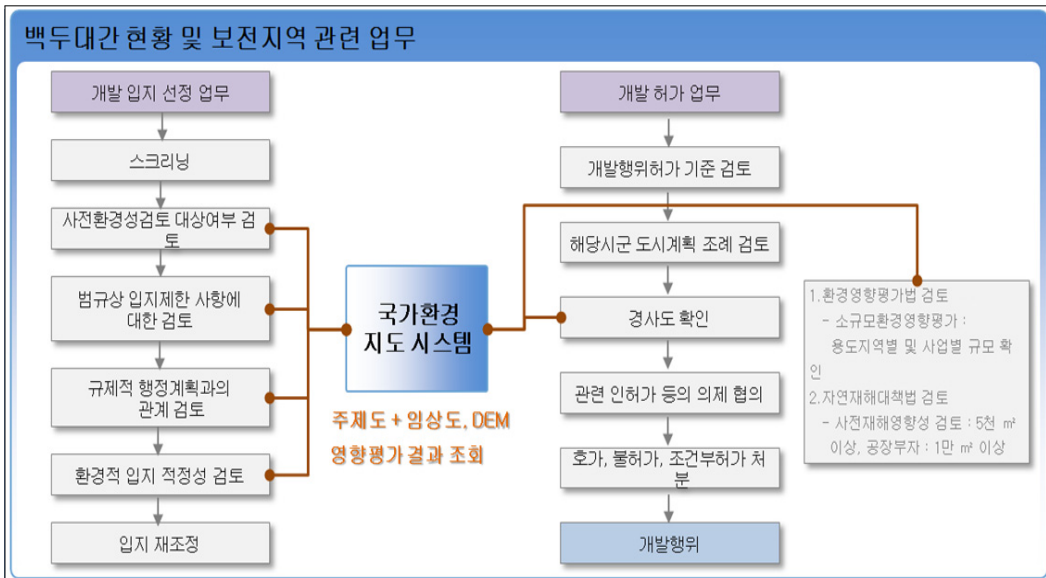
국가환경지도시스템은 해당 업무 관련 단순 지도를 제공하는 것이 아니라, 주제도 제작방법, 데이터 분석 방법, 활용 기초데이터, 관련 문헌, 법령정보 및 업무지원 주제도를 함께 제공함으로써 정책 관련자, 연구자를 비롯하여 국민들의 정보에 대한 활용 및 이해를 증진하기 위함이다. 본 연구에서는 전체 64개의 업무지원 주제도 중에서 전술된 ‘담당자 설문조사를 통한 업무 분석’을 통하여 선정된 것으로 ‘백두대간, 정맥 및 기맥 현황 및 보전지역’과 ‘토양지하수 측정망 운영 및 실측 정보’에 대한 사례를 들어 정책적 활용에 대한 부분을 고찰하고자 한다. ‘백두대간, 정맥 및 기맥 현황 및 보전지역’은 환경영향평가 및 전략환경영향평가 등에서 산지능선의 효율적 보전을 위하여 정확한 위치정보뿐만 아니라 능선축 주변의 자연환경 현황 정보를 함께 필요로 한다. ‘토양지하수 측정망 운영 및 실측 정보’는 현업에서 토양 현황과 지하수 실측정보가 환경행정 및 관련 업무에 반드시 함께 고려되어야 하지만, 현실적으로 개별 시스템을 통하

여 정보가 산재되어 있다. 이러한 문제를 국가환경지도시스템을 통하여 해결하고 정책적 활용에 대하여 고찰하였다.

1. 백두대간 현황 및 보전지역 관련 업무 활용 방안

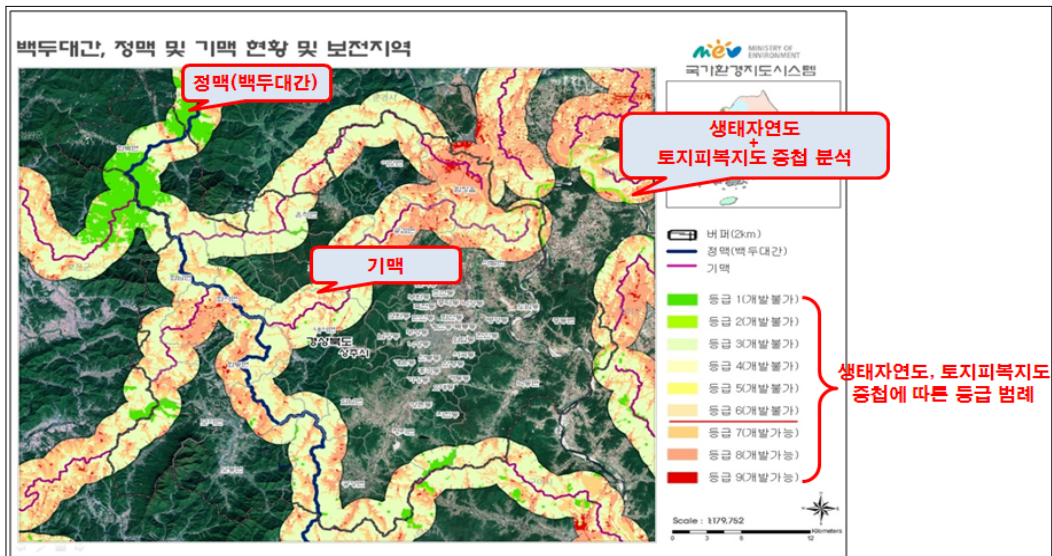
백두대간은 백두대간 보호에 관한 법률에 따라 산림청장의 지정·고시에 따라 보호구역으로 지정되어 있다. 기존의 백두대간 및 산지능선 관련 환경업무는 백두대간 보호지역의 행위제한에 대한 것으로 주로 핵심구역과 완충구역으로 구분되어 제한된다. 구역 안에서의 개발행위에 대하여는 산림청장의 협의를 있어야 하며 그 과정에서 환경부 장관의 의견을 청취해야 하는 단계를 거쳐야 한다. 이러한 기존의 업무를 처리하기 위해서는 산림청의 임상도, 환경부의 생태자연도 및 토지피복지도, 국토지리정보원의 수치항공사진 등이 필요하며, 이를 개별적으로 획득하고 공동활용 공간정보로 가공하여야 한다. 그러나 국가환경지도시스템을 통하여 업무지원 주제로 구축되면 기본적으로 백두대간 정맥, 기맥의 정확한 위치를 바탕으로 주변 자연환경 현황 및 보전지역의 주제도는 개발행위 예정지의 적합성을 판단해야 하는 의견청취나 관련 업무 수행시 판단의 기초 자료로 활용될 수 있다(그림 4 참조).

그림 4 국가환경지도시스템을 이용한 백두대간 현황 및 보전지역 업무 활용 사례



업무에 필요한 기초 자료에 대하여 백두대간 인근 지역을 포함하는 경계, 생태자연도의 1~3등급 지역 및 중분류 토지피복도의 산림, 농경, 도시지역을 구분한 자료를 중첩하여 분석을 수행한다. 그 결과에 따라 생태자연도 1등급 지역 중 산림, 농경, 도시지역, 생태자연도 2등급지역 중 산림, 농경, 도시 지역과 같은 방식으로 총 9개 등급으로 구분하여 시각적으로 등급화하여 표현할 수 있다. 이와 같은 결과를 기반으로 업무 수행 시 쉽게 개발 가능 지역 및 지역 내 토지피복, 생태 현황을 파악할 수 있으며 필요에 따라 개발예정지, 기개발지 등의 정보를 추가하여 업무에 필요한 정보를 도출할 수 있다(그림 5 참조).

그림 5 백두대간 정맥, 기맥 현황 및 보전지역 주제도 예시



또한, 개발행위 예정지가 백두대간 보호지역이 아닐 경우 사업자는 개발하고자 하는 지역이 백두대간에 미치는 영향을 판단해야 한다. 이때 사업자는 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」에 따라 개발을 할 때 도시계획 사업을 제외하고는 각 지자체의 특별시장, 광역시장, 시장 등 자치단체의 장에게 허가를 받아야 한다. 개발 허가를 신청 받는 경우 자치단체장은 도시·군 계획과의 영향 관계, 허가 규모 여부, 주변 환경과 조화 여부, 기타 사항에 대한 검토를 수행해야 할 필요가 있다. 위와 같은 업무 수행 시 본 주제도와 더불어 DEM(Digital Elevation Model), 임상도, 영향평가 결과 등의 정보

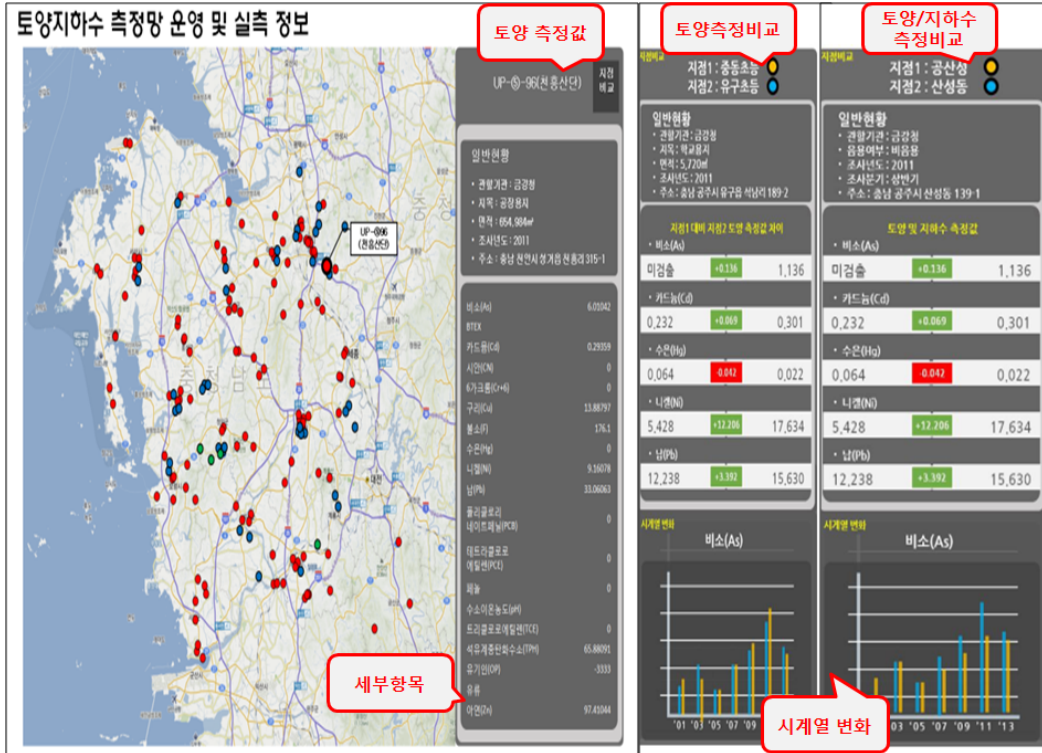
를 중첩하여 경사도 및 해당 지역의 표고, 산림조사 내용, 인근 영향평가 대상지역의 결과 등의 정보를 확인할 수 있다. 이를 통해 더욱 정확하고 객관적인 결과를 도출하는 것이 가능하다.

2. 토양지하수 측정망 운영 관련 활용 방안

토양환경은 「토양환경보전법」에 따라 토양오염물질, 토양오염관리대상시설 관리, 특정오염관리대상시설, 토양정밀조사 등을 수행하여 10년 주기로 토양보전기본계획을 수립하고 토양오염도 측정 및 표토의 침식 현황 등을 조사해야 한다. 또한, 지하수의 경우 효율적인 보전 및 관리를 위해 지하수에 관한 종합적인 계획 및 시책을 마련해야 한다. 지하수의 조사는 국토교통부와 지자체에서 담당하지만 지하수의 수질관리 및 정화계획은 환경부에서 수립하여 국토교통부에 통보한다. 이에 따라 환경부는 별도의 토양지하수의 질을 측정하고 이를 활용하여 다양한 업무를 수행하여야 한다. 이러한 기존의 토양지하수 관련 업무에 필요한 정보는 환경부의 지하수 관측망 자료 및 농촌진흥청의 토양도 자료 등이 필요하다. 또한, 지하수 변화의 특성을 파악하기 위하여 지하수 측정 관정의 정확한 위치 및 시계열 측정값이 필수적이다.

토양오염은 특성상 비가시적이며 오염의 시점 및 정도 그리고 지질의 복잡성과 지하수의 다양한 흐름으로 인해 향후 오염이 어떻게 진행될지 파악하기 쉽지 않다는 점을 고려하여 지점별 측정값을 쉽게 비교할 수 있는 주제도가 필요하다. 또한, 토양이 오염된 지역에 대하여 복원 공사를 시행하여 오염물질을 제거하더라도 다시 오염물질이 흡착되어 녹아 나오고, 여러 오염물질이 혼합하여 영향을 끼치는 경우가 많아 토양지하수의 관리는 무엇보다 지속적인 현장오염원 관리와 이상 징후 파악이 중요하다. 이와 같은 토양지하수 관련 업무에서 국가환경지도시스템을 통해 구축된 토양지하수 측정망 운영 및 실측 정보 활용 주제도는 유사한 주변 환경의 측정지점의 측정값을 비교하여 특정 지역의 이상 징후 파악을 위한 기초 자료로 제공될 수 있다. 또한 사용자가 원하는 항목에 대한 시계열적 변화를 같이 제공하여 주변 환경 중에서 오염의 원인이 될 수 있는 대상물을 확인하는 기초 자료로 활용될 수 있다. 토양 실태조사 시 실태조사 예정지역 선정, 실태조사 결과보고, 정밀조사 결과보고, 조사결과 종합 분석을 수행을 위한 각각의 업무에서 본 주제도는 기초 자료 및 판단을 위한 근거 자료 활용될 수 있다(그림 6 참조).

그림 6 토양지하수 측정망 운영 및 실측 정보 예시



IV. 결론 및 토의

환경 관련 정보는 현재 문헌·통계 중심의 일차원적인 수치 위주의 정보형태에서 제공되고 있으며, 자연환경, 물환경, 기후·대기환경 등 분야별로 산재되어 있어 사용자가 원하는 정보를 활용하는데 어려움이 발생한다. 이러한 현재의 문제를 해결하기 위하여 인포그래픽 기반의 공간정보로 기존정보를 전환하는 것은 기존 정보의 활용을 보다 편리하게 하고 활용을 확대하기 위함이다. 더불어 더욱 정확한 환경정책 수립을 지원 하는 것이다. 이를 위하여 본 연구에서는 산재된 분야별 정보를 공간정보 기반의 표준화 및 코드화를 적용한 공동활용 데이터베이스 구축과 환경업무를 지원하는 업무지원 주제를 인포그래픽 형태의 공간정보 기반으로 구축하는 방안을 수립하였다.

본 연구에서는 기존의 수치 위주의 정보를 공간정보로 전환하는 기술적 방법과 더

불어 국가환경지도시스템이 구축되어 지원해야 되는 환경 관련 업무를 직접 분석하여 업무지원 주제도를 기획하였다. 또한 효율적 구축을 위하여 단계별 이행방안 및 수립 방안을 제시하였으며 실질적 정책 수립 및 이행평가에서의 활용방안을 연구하였다. 이를 위하여 환경부 실·국의 담당과 및 산하·유관기관의 업무에 대한 자료를 수집하여 환경관련 업무에 직간접적으로 활용할 수 있는 환경정보 현황에 대하여 분석하였다. 분석된 총 275개의 업무 현황 자료를 통해 업무와 관련한 국가환경지도를 위한 총 64건의 업무지원 주제도를 도출하고, 총 16개 중 주제를 구성하였다. 업무지원 주제도 구축을 위한 우선순위를 선정하였으며, 업무지원 주제도 구축을 위한 정보 연계를 위해서 환경부 및 산하·유관기관의 전체 17개 시스템 및 환경 주제도를 분석하였다. 이 결과에 따라 활용 가능한 공간정보 총 1,314개 및 세부 항목 총 38,419개의 환경공간정보 데이터베이스를 선별하고 표준화를 위한 코드화 방안을 수립하였다. 이를 기반으로 한 이 연구에서는 국가환경지도시스템 구축을 위한 단계별 이행계획을 제시하였다. 최종적으로 국가환경지도시스템이 구축됨에 따른 정책적 활용을 위한 방안으로 백두대간 및 토양지하수와 관련한 업무의 활용 예시를 통해 제안하였다.

국가환경지도시스템 구축을 통해 분야별로 산재되어 있는 다양한 환경정보들이 동일 분야 및 타 분야 정보 간의 융·복합으로 통합되어 제공된다면 향후 발생할 각종 환경문제의 현황분석 및 정책수립을 위한 의사결정의 정확성 및 신속성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다. 이에 따라 환경과 관련된 신뢰성과 일관성을 높여 공신력 있는 정보의 효율적 획득이 가능하며 다양한 환경부 및 산하·유관기관에서 공동으로 활용할 수 있을 것으로 판단된다. 국가환경지도시스템이 구축되어 지속적으로 발전하고 다양한 분야에서 활용될 수 있도록 통합 정보를 지원하기 위한 체계가 마련되어야 하며 지속적인 유지·보수 및 활용을 위한 연구가 필요하다고 판단된다.

참고문헌

- 건설교통부. 2006. 「국토통합정보시스템 구축 세부추진계획」.
- 국토지리정보원. 2007. 「대한민국 국가지도집」.
- 르몽드 디플로마티크. 2011. 「르몽드 환경 아틀라스」. 한겨레출판사. pp. 1-108.
- 박종화. 2010. “AHP의사결정 기법을 이용한 국토공간정보 조사의 우선순위와 중요도 분석 연구”. 「한국지적학회지」 26(1): 207-230
- 변종봉. 2006. 「환경지리정보체계(EGIS) 성과분석 연구 : IT BSC 분석방법론을 중심으로」. 서울대학교 박사학위 논문, pp. 1-207.
- 송영배. 2002. “환경정보시스템: 환경정보, GIS, third party application과의 연계 및 통합”. 「측량」 63: 100-102.
- 오충원, 황철수. 2008. “국가지도집의 제작 및 발간 과정”. 「대한지리학회 2008년 연례학술대회 및 정기총회」. 한국과학기술회관, pp. 147-150.
- 이계원. 2002. “IS를 이용한 환경정보시스템 개발에 관한 연구”. 「국토연구」 35: 97-111.
- 이동근, 전성우, 이상문. 2004. “토지환경성평가의 이론 및 기준·지도 작성에 관한 연구”. 「한국환경보존학회지」 7(1): 116-127.
- 이민부. 2008. “국가지도집 발간의 의의와 전망”. 「대한지리학회 2008년 연례학술대회 및 정기총회」. 한국과학기술회관, pp. 131- 135.
- 이종수. 2007. “국토환경지리정보 고도화 전략 연구”. 「환경정책연구」 6(2): 98-122.
- 전성우, 이명진, 이정호, 박용하, 이은진, 김근한, 박송미. 2012. 「기후변화 적응 정보 통합지원 체계 구축에 관한 연구」. 한국환경정책·평가연구원.
- 채여라, 조현주. 2011. 「기후변화 적응대책 우선순위 평가 방법론 분석」. 한국환경정책·평가연구원
- 채여라, 강정은, 배현주, 이진영, 조광우, 조현주. 2012. 「부문별 기후변화 적응대책 우선순위 평가 연구」. 한국환경정책·평가연구원.
- 환경부. 2012. 「토지피복지도에 대한 국민 이해도·활용도 향상을 위한 연구」.
- _____. 2014. 「국토환경지도시스템 구축 기본계획 수립 연구」.
- Bakker, N. J., C. P. J. M. van Elzakker, F. J. Ormeling. 1987. “National atlases and development”, *ITC Journal*, 1: 83-92.
- Ormeling, F. J. 1979. “The Purposes and Use of National Atlases. in The Purpose and Use of National and Regional Atlases, Gutsell B.V.(ed.)”. *Cartographica monograph*

16(1): 11-23.

Symons, T. H. B. 1979. "Some thoughts on the Nature and Value of National and Regional Atlases", in *The Purpose and Use of National and Regional Atlases*, Gutsell B. V. (ed.), *Cartographica monograph* 23: 1-10.

미국 플로리다 물 아틀라스. <http://www.wateratlas.usf.edu/atlasoflakes/florida/>

베를린 환경 아틀라스.

http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/edua_index.shtml

북미 환경 아틀라스. <http://www.cec.org/naatlas>

호주 리빙 아틀라스. <http://www.ala.org.au/>