

## 토지피복지도 활용확산 방안<sup>1)</sup>

김은형\*, 박준구\*\*

(경원대학교 도시계획/조경학부 부교수, 메타GIS컨설팅 연구개발팀장)

*Eun-Hyung Kim, Jun-Gu Park*

It is assumed that Land cover data can be a useful information to encourage environment in the spatial decision making process. This study aims to use the direction of Land Cover dataset of Ministry of Environment

### 1. 서 론

점차 사회가 고도화 되어감에 따라 점점 국토환경정책의 중요성이 증대되고 있으며, “개발”과 “보존”이라는 갈등의 양상에서 보다 효율적인 의사결정 및 정책계획이 요구되고 있다. 이에 환경부에서는 친환경적인 국토이용·관리 및 효율적이고 효과적인 환경정책 수립을 위해 환경정보화 기반구축을 도모와 환경부문의 기본주체도<sup>2)</sup>로서의 토지피복지도 구축사업을 추진하게 되었다.

토지피복지도 구축사업은 제1차 토지피복지도 구축사업(1999)을 시점으로 현재 제5차 토지피복지도 구축사업(2004)을 추진하였으며, 이에 따라 다양한 분야에서 토지피복지도를 활용할 수 있는 기반이 조성되었다.

현재까지의 토지피복지도 추진사업이 토지피복지도의 생산에 초점을 두었다고 한다면, 향후 토지피복지도는 다양한 응용분야에 활용할 수 있도록 활용의 확산에 대한 논의가 이루어져야 할 것이다. 이에 토지피복지도 활용 확산을 극대화를 목표로 토지피복지도 활용확산 방안을 제시하도록 한다.

### 2. 국외 토지피복지도의 구축 사례

토지피복지도의 활용확산을 위해 국외 토지피복지도의 추진현황을 살펴보도록 한다. 고찰 대상 국가는 미국, 영국, 유럽연합(EU)을 중점적으로 살펴보았다.

미국의 경우 FGDC의 지구피복실무그룹(ECWG : Earth Cover Working Group)과 토지특성 컨소시엄인 MRLC(Multi-Resolution Land Characteristics Consortium)가 협력하여 토지피복지도를 생산하고 있다. 현재 미국의 토지피복지도인 NLCD는 미국전역을 구축한 버전인 NLCD 1992와 NLCD 2001이 있다. NLCD 1992는 1990년대 중반의 Landsat TM 위성영상 이용하여 21개 class로 나누어진 토지피복분류가 미국 전역을 대상으로 구축하였다. 공간해상도는 30m이며 Albers Conic Equal Area와 NAD 83 투영으로 구축이 되었다. TM multi-band 모자이크는 무감독분류 알고리즘을 통해 진행되었다. 기본적으로 NLCD

1) 본 연구는 “2004년 토지피복지도 학술연구” 일환으로 수행된 것임.

2) 환경부, 인공위성영상자료를 이용한 토지피복분류, 1999.11, pp. I-2

1992는 주(state)단위를 기반으로 제공되어지며, 8-bit binary 파일과 GeoTIFF 파일로 제공된다. 한편, NLCD 2001도 Landsat을 기반의 생산되지만, NLCD 2001은 NLCD 1992에 비해 한층 발전된 정보 및 정확성을 바탕으로 생산되고 있다. NLCD 2001은 토지피복데이터 외에 2가지의 독립적인 데이터를 제공한다. 즉, 불침투성(imperviousness) 데이터와 임관(forest canopy) 데이터를 제공하고 있다. NLCD 2001에서 제공되는 두 데이터 정보를 통하여 사용자는 보다 정량적이고, 과학적인 토지피복정보를 활용할 수 있다.

영국의 토지피복지도(Land Cover Map of Great Britain, 이하 LCMGB)는 생태·수자원센터(CEH<sup>3</sup> : Centre for Ecology & Hydrology,)에서 생산된다. CEH는 영국의 환경청(Natural Environment Research Council) 산하기구로서 토지, 토양 및 수질에 관련된 연구 및 기초자료 수집/생산하는 기관이다. CEH에서 생산하는 토지피복지도는 크게 두 종류의 데이터가 있다. 하나는 유럽연합의 표준에 입각한 토지피복데이터인 CORINE-GB 데이터 셋이고, 다른 하나는 LCM(1990/2000)이다. CORINE-GB 데이터 셋은 LCM 1990을 기반으로 제작되었으며, 유럽연합에서 요구하는 방식으로 제작된 토지피복데이터이다. LCM은 영국내에서 활용하기 위해 제작된 데이터로서 크게 LCM 1990과 LCM 2000으로 구분된다. LCM 1990은 25m 해상도를 지닌 데이터와 1km 해상도를 지닌 데이터로 제공된다. 25m 해상도를 지닌 토지피복지도의 경우 25개의 토지피복분류 정보를 가지고 있고, 1km의 경우 17개의 토지피복정보를 가지고 있다. 두 데이터(25m & 1km) 모두 래스터 형태로 공급된다. 특징적인 것은 1km 데이터의 경우 자체 포맷인 CIS 포맷을 활용하고 있으며, 25m 데이터는 기본적으로 GeoTiff 파일로 제공하고 있다. LCM 1990과 달리 LCM 2000은 벡터데이터 및 래스터 데이터 형태로 생산되고 있다. LCM 2000은 LCM 1990과 제작방식이 달라 두 데이터(LCM 1990 & LCM 2000)을 동시에 활용하는 것은 어렵다. LCM 2000 벡터데이터는 Shape 파일 외에 범례정보를 포함하고 있는 파일을 제공하고 있다. 이 파일은 Arcview에서 범례정보로 활용되는 \*.avl 파일로 제공된다. 사용자는 avl 파일을 통해 일관성 있는 범례정보를 활용할 수 있다. 이외 LCM 2000은 인구통계 정보, 고도, 향, 경사 등의 정보를 제공하여, 종합적인 토지피복정보를 활용할 수 있도록 하고 있다.

유럽연합의 CORINE(Coordination of Information on the Environment)은 유럽연합 국가들의 환경정보를 일관성 있게 구축하고, 활용하기 위해 만들어졌다. 현재 CORINE은 환경관리 및 의사결정 지원을 위해 CLC(Corine Land Cover) 프로젝트를 추진하고 있다. 현재 CLC 데이터는 90과 CLC2000 두 개의 데이터셋이 있으며, 1:100,000 축척으로 생산된다. 유럽연합의 토지피복지도는 다른 국가와는 달리 토지피복변화정보를 이용하여 갱신하는 체계를 가지고 있다. 즉, CLC90에서 CLC2000으로 갱신함은 토지피복변화량이 추가된 것을 의미한다. 이를 다른 관점에서 보면, 토지피복변화량은 최근의 데이터에서 과거의 데이터를 뺀 부분이 된다. 유럽연합에서는 이러한 개념을 활용하여 CLC 데이터를 갱신하고 있는 동시에, 시계열 토지피복변화정보를 따로 구축하고 있다.

**Corine Land Cover Change**  
= CLC2000 - CLC90(rev)  
\* 여기서 "\*"의 의미는 교차(intersect)를 의미함

3) <http://www.ceh.ac.uk/>

한편, 국외에서 토지피복지도의 정확성 평가기준 및 방법이 마련되어 있으며, 이에 따라 토지피복지도의 정확성을 사용자에게 제시하고 있다. 토지피복지도는 위성영상으로부터 제작되기 때문에 측량기반의 지리정보와 비교하였을 때 위치정확성은 상대적으로 낮다. 이에 국외에서는 토지피복지도의 정확성의 한계와 오차 가능성을 사용자에게 명시하고 있으며, 사용자는 이를 인식하고 데이터를 사용할 수 있게 하고 있다.

<표 1> 국외 토지피복지도 데이터 정확성 기준 및 평가방법

	미국	영국	유럽연합
데이터 정확성 기준	85% 토지분류 정확성	85% 토지분류 정확성	85% 토지분류 정확성
데이터 정확성 평가 방법	-샘플링 평가, 트레이닝 평가 -각 토지피복정보별 평가와 전체 토지피복 정보에 대한 평가 수행	-토지피복정보분류 중심의 평가	-제작사양기반의 정확성 검토 :위상일관성, 선형요소 폭, 토지분류의 정확성 등

이상, 국외 토지피복지도에 대하여 살펴보았다. 이상의 내용을 국내 토지피복지도와 비교하면, 국외 토지피복지도는 다음과 같은 시사점이 있음을 알 수 있다.

- ① 토지피복지도의 표현 및 속성구조
- ② 토지피복정보외의 부가정보 제공
- ③ 효율적 데이터 갱신을 위한 갱신체계
- ④ 데이터정확성 기준 및 평가를 통한 정확성 명시

### 3. 국내 토지피복지도 추진현황 및 활용사례

토지피복분류(Land Cover Classification)는 위성영상의 가장 대표적이고 전형적인 응용 방법의 하나로, 숲, 초지, 콘크리트 포장과 같은 대지 표면의 물리적 상황을 분류한 것이다.<sup>4)</sup> 이러한 토지피복분류체계를 기반으로 디지털화한 데이터 셋이 토지피복지도이다. 환경부에서는 토지이용상태를 기준으로 획일적으로 적용하는 토지이용 측면보다는 토지피복 유형을 중시하는 토지피복분류가 유용하기 때문에 환경부에서는 환경업무에 적합한 토지피복분류지도를 작성하게 되었으며, 수질정책지원시스템, 대기정책지원시스템 등 각종 환경정책분야에서 활용하고 있다. 토지피복지도는 피복정보의 활용을 고려하여, 피복분류를 대·중·세분류별로 구분하여 제작되었다. 즉, 대분류 토지피복지도는 국가적 환경정책 수립에 활용할 수 있도록 제작되었으며, 중분류 토지피복지도는 종합환경정책 수립을 위한 환경부 및 광역지자체 환경행정업무에, 세분류 토지피복지도는 지자체의 지역환경행정업무에 활용할 수 있다. 이러한 토지피복지도의 구축현황은 다음과 같다.

4) 한국환경정책·평가연구원, 인공위성영상자료를 이용한 토지피복분류, 1999.11

<표 2> 토지피복지도 구축현황

	대분류	중분류	세분류
구축대상지역	80,90년대 말 남북한 지역	남한 전체	6개 시범지역
구축현황	974도엽	782도엽 (비교분석용 아리랑 영상 2도엽)	7도엽
도엽구획	1:50,000 도곽단위 (경위도 각 15")	1:25,000도곽단위 (경위도 각 7'30")	1:5,000도곽단위 (경위도 각 1'30")
제공포맷	COT, GeoTiff	Shp, GeoTiff	MDB, GeoTiff
추진기간	1998 ~ 2001	2000 ~ 2004	2000 ~ 2001 (시범사업 추진)

한편, 국내 토지피복지도의 활용사례는 토지피복지도를 활용한 선행연구와 정책 등을 통해 고찰하였다. <표 3>은 국내 토지피복지도의 활용사례를 종합한 것이다.

<표 3> 국내 토지피복지도 활용사례 종합

분야	선행연구명	활용형태	
환경정책	계획	• 국가환경종합계획	• 토지피복변화관측
	계획	• 통일시대를 대비한 국토환경관리 방안	• 토지피복변화관측
	평가/모델	• 관리지역의 환경보전성 평가를 위한 토지적성평가 방법 연구	• 경계설정
	정보생산	• 환경통계자료 작성	• 토지피복변화관측
자연환경	관리	• 백두대간의 효율적 관리	• 분석대상/기준 설정시 참조
	계획	• DMZ 일원의 환경보전 기본방향 연구	• 분석대상/기준 설정시 참조
	정보생산	• 기초 생태자연도 작성에 관한 연구	• 원시자료로 활용
	평가/모델	• 습지의 평가방안에 관한연구	• 경계설정 • 분석대상/기준 설정시 참조
대기보전	관리	• 기후변화에 따른 식생부문 변화예측	• 경계설정 • 토지피복변화관측
	정보생산	• 대기보전정책수립지원시스템 구축	• 분석대상/기준 설정시 참조
수질보전	평가/모델	• GIS와 HEC-HMS 결합에 의한 홍수유출 해석에 관한 연구	• 분석대상/기준 설정시 참조
	관리	• 비점오염원 관리를 위한 토지피복지도의 제작과 활용사례연구	• 분석대상/기준 설정시 참조
	계획	• 팔당상수원 비점오염원 최적관리사업 타당성 조사 및 기본계획 수립	• 토지피복통계정보

조사된 내용을 기반으로 국내 토지피복지도 활용을 살펴보면, 크게 4개의 분야에서 활용되고 있음을 알 수 있다. 즉, 환경정책, 자연환경, 대기보전, 수질보전분야에서 토지피복지도

를 활용하고 있다. 활용형태는 크게 토지피복변화관측, 경계설정, 분석대상 및 기준설정, 원시자료, 토지피복통계정보 등으로 구분된다.

- ① 토지피복변화관측 : 시계열이 다른 토지피복지도의 변화량 활용
- ② 경계설정 : 해당분야의 분석을 위한 지역경계설정
- ③ 분석대상/기준 설정 : 분석지표로서 토지피복정보 활용
- ④ 정보생산 : 해당 정보생산을 위해 원시자료로서 토지피복지도 활용
- ⑤ 토지피복통계정보 : 토지피복분류별 면적, 비율 등과 같은 통계정보 활용

활용되는 토지피복데이터는 환경정책분야의 경우 주로 대분류 토지피복데이터가 활용되고 있으며, 나머지 분야에서는 중분류 토지피복데이터가 활용되고 있다.

#### 4. 국내 토지피복지도 활용확산을 위한 고려사항

앞서 국내 토지피복지도 추진현황에서 제시하였듯이 현재 토지피복지도는 크게 대/중/세분류 토지피복지도로 구분되며 이중 대분류와 중분류 토지피복지도는 사업이 완료된 상태이다.(세분류 토지피복지도의 경우 6개지역에 대한 시범사업만 추진된 상태이다.)

토지피복지도는 지표면의 현 상황을 가장 잘 반영하기 때문에 지점오염원 관리, 도시정책 등 다양한 분야의 기초자료로 활용가능하다. 예를 들어 위성영상에 의한 식생분류 자료는 직접적 조사에 비해 세부적인 자료를 얻을 수 없다는 단점이 있으나 넓은 지역에 대한 자료의 수집이 가능하고 인간의 접근이 곤란한 지역에 대한 조사가 이루어 질 수 있으며, 동일 지역에 대한 주기적인 조사가 실시될 수 있다는 점에서 큰 의의가 있다. 제도적으로 환경영향평가 작성시 사용되는 대기모델링의 경우 일반적으로 반경 2km를 영향 반경으로 하여 예측하고 있다. 이에 중분류 토지피복지도를 활용한다면 환경지표 또는 분석정보 제공으로서 가치가 있다. 이러한 토지피복지도의 활용이 확산되기 위해선 활용의 용이성, 정보의 정확성 등의 여러 가지 요소를 고려해야 한다. 이에 현재 구축된 토지피복지도의 이슈사항에 대해서 살펴보도록 한다.

가. 데이터 모델 : 벡터형태로 생산되는 중분류 토지피복지도의 경우 속성정보가 토지피복분류코드와 기하정보로 구성되어 있다. 한편, 영국의 경우, 토지피복분류코드 외에 토지피복분류의 면적, 해당 토지피복분류 갱신이력, UFID, 색상정보 등 다양한 정보로 설계되어 있다. 토지피복지도의 핵심정보가 토지피복분류지만, 응용적 측면에서 본다면 최소한의 속성정보에 대한 고려가 필요하다.

나. 데이터의 정보표현성 : 현재 중분류 토지피복지도는 Shape 파일로 구축되어 있다. 구축된 Shape은 색상정보가 없이 토지피복경계 폴리곤으로만 구성되어 있다. 현재 토지피복지도의 단순한 정보표현은 토지피복분류만 제공하기 때문에 주변참조정보에 대한 필요성이 있다. 사용자 입장에서 보면 도로, 행정경계 등 기초지형지물에 대한 정보가 제공됨으로서 보다 효과적인 정보전달의 목적을 달성할 수 있을 것이다.

- 다. 토지피복정보의 일관성 문제 : 토지피복지도는 위성영상으로부터 제작된다. 그러므로 일관성 있는 토지피복지도의 구축을 위해선 동일한 위성영상을 사용하는 것이 바람직하다. 그러나 현재 추진된 중분류 토지피복지도의 사업의 경우 4대강 권역별로 구축이 추진되었으며, 이때 사용된 위성영상이 틀리다. 또한, 영상촬영시기도 틀리므로 각 권역별 토지피복지도간의 상호비교 분석은 어느 정도 오류가 있음을 감안해야 한다.
- 라. 토지피복지도의 정확성 : 국외 사례에서 볼 수 있듯이 토지피복지도의 정확성은 주로 토지피복분류에 대한 정확성에 초점을 두고 있다. 즉, 피복분류의 경계설정, 분류된 정보의 피복정의 정확성 등에 대한 정확성이 중요하다. 국내의 경우 토지피복분류의 정확성을 높이기 위해 현지조사 또는 참조자료를 통하여 피복분류를 수행하고 있지만, 토지피복분류의 정확성 기준 및 평가에 대한 지침이 없으며, 토지피복지도 공급시 정확성에 대한 명시를 사용자에게 제공하여, 사용자로 하여금 목적에 맞는 토지피복지도를 활용할 수 있게끔 하는 것이 중요하다.
- 마. 토지피복지도의 갱신 : 토지피복지도의 활용의 핵심은 시계열 토지피복정보에 있다고 해도 과언이 아니다. 시계열 토지피복정보를 활용하기 위해선 구축 시점이 다른 토지피복지도가 필요하다. 이에 현재의 구축된 토지피복지도만으로는 시계열 토지피복정보의 활용에는 한계가 있다. 이에 지속적인 토지피복지도의 갱신이 필요하다. 그러면 모든 토지피복지도에 대한 갱신이 필요한 것인가. 이에 대해선 보다 효과적인 갱신체계를 고려하는 것이 필요하다. 이에 대해 토지피복변화 정보를 추출하고 이를 갱신에 고려하는 유럽연합의 갱신체계는 시사하는 바가 크다.
- 바. 토지피복분류 정보별 활용 및 연속적인 데이터 구축 : 현재 환경행정업무 및 학술분야에서의 토지피복지도의 활용을 고찰하면, 토지피복지도의 전체적 정보를 활용하기보다는 토지피복지도에서 가지고 있는 특정 피복분류 정보를 추출하여 활용하고 있다. 현재 토지피복지도는 도엽단위별로 생산되고 있으므로, 토지피복분류 정보별로 활용하기 위해선 추가적인 가공이 필요하다. 이에 서비스적 차원에서 토지피복분류 정보별로 추출하여 제공하도록 하며, 이러한 서비스를 제공하기 위해선 도엽단위의 토지피복지도 구축을 연속적인 데이터베이스 차원에서의 구축을 고려해야 할 것이다.

## 5. 토지피복지도 활용확산을 위한 발전방안

이상의 국외 토지피복지도 사례 및 국내 토지피복지도 현황과 고려사항을 통해 국내 토지피복지도의 현 위치를 파악할 수 있다. 본 단락에서는 토지피복지도 활용이라는 관점에서 크게 데이터, 유통 및 서비스 측면으로 토지피복지도의 발전방향을 제시하도록 한다.

### 5.1 데이터의 개선 및 정비

우선 토지피복지도의 활성화를 위해선 토지피복지도가 아닌 토지피복정보로서 활용이 이루어져야 한다. 앞서 국내외 토지피복지도 및 활용사례에서 언급하였듯이 현재의 국내 토지피복 벡터데이터의 속성은 토지피복분류정보만 제공하고 있다. 이에 비하여 영국에서는 토지피복분류정보 외에 유일식별코드, 픽셀 정보 등의 속성정보를 제공하고 있다. 사용자 측

면에서 보면, 토지피복분류정보 외에 부가된 정보가 필요할 것이다. 특히, 유일식별코드의 존재는 토지피복지도의 활성화의 기반이 되는 부분이며, 피쳐중심의 토지피복지도로 발전할 수 있는 기반이 된다. 한편, 피쳐중심의 토지피복정보로 발전하기 위해선 연속적인 (seemless) 정보로 구축되어야 할 것이며, 데이터 모델에 기반한 데이터베이스로 구축되어야 할 것이다.

또한, 점차 웹상에서 지리정보를 활용이 증가되고 있는 추세에 따라 웹상에서 토지피복지도를 활용할 수 있는 기반을 마련해야 할 것이다. 이는 토지피복지도를 GML화하여 활용할 수 있도록 하는 방안이 필요하다.

토지피복지도의 대표적인 활용은 토지피복의 변화에 대한 추이이다. 이를 위해선 시계열이 다른 토지피복지도 생산이 필요하다. 즉, 일정 주기별로 토지피복지도를 개정 및 정보갱신이 필요하다. 현재 국외의 경우 10년 단위로 토지피복데이터를 구축하고 있다. 이에 국내에서도 일정주기별로 토지피복지도의 갱신이 이루어져야 할 것이다.

- 토지피복지도에서 피쳐중심의 토지피복정보로 개선
- 중분류 토지피복지도 데이터 모델 설계
- 토지피복정보의 데이터베이스 구축
- 토지피복정보의 GML 추진
- 시계열 토지피복정보의 구축을 위한 갱신

### 5.2 유통측면

토지피복지도를 활성화하기 위해선 토지피복지도를 토지피복정보로서 개선하는 것도 중요하지만, 사용자가 토지피복지도에 효율적으로 접근할 수 있는 유통을 고려해야 한다. 현재 대분류 토지피복지도의 경우 국가지리정보유통망을 통해서 공급되고 있으며, 중분류 및 세분류는 환경부를 통해서 공급하고 있다. 앞서 토지피복지도의 활용수요에서 살펴본바와 같이 중분류 토지피복지도의 활용수요가 높을 것으로 예상된다. 이에 대분류 토지피복지도 뿐만 아니라 중분류 토지피복지도도 국가지리정보유통망을 통한 공급이 필요하다.

• MetaData가 있음 • 데이터서비스 가능 • WebGIS 서비스	D	D1	D2	D3	D4
• MetaData가 있음 • 데이터서비스 가능 • 검색/필독	C	C1	C2	C3	C4
• MetaData가 없음 • 데이터 서비스 가능 • 조회(View)	B	B1	B2 현지의 단계	B3	B4
• MetaData가 없음 • 데이터 서비스 없음	A	A1	A2	A3	A4
Contents		1	2	3	4
데이터 공급		• 내부적 데이터 활용 및 유관기관과의 공유	• 오프라인 양식에 의한 미디어 공급	• 온라인 양식에 의한 부분적인 온라인 공급	• 온라인 공급 • 전자적 거래

<그림 1> 토지피복지도의 유통단계

<그림 1>은 현재의 토지피복지도의 유통단계를 제시한 것이다. 현재 토지피복지도의 유통단계(B2)를 보면 오프라인 양식에 의한 미디어 공급을 수행하고 있으며, 정보검색 및 활용에 필요한 메타데이터가 없는 실정이다. 향후 유통단계는 B2->C2->D4로 발전하는 것이

이상적일 것이다. 이를 위해선 메타데이터 구축이 선행되어야 한다. 또한 온라인으로 토지피복지도를 공급할 수 있는 체계를 구축하여야 할 것이다.

- 메타데이터의 구축
- 국가지리정보유통망을 통한 중분류 토지피복지도 공급
- 온라인을 통한 토지피복지도 공급체계 고려

### 5.3 서비스 측면

국외의 경우 토지피복데이터 뿐만 아니라 토지피복에 관련된 부수적 정보를 제공함을 알 수 있다. 즉, 지형의 경사, 향, 고도와 같은 정보와 인구통계 등과 같이 토지피복데이터와 많이 활용되는 정보를 제공하고 있다. 또한, 웹매핑 서비스를 도입하여 웹상에서 토지피복 데이터를 조회할 수 있도록 하고, 나아가 데이터를 획득까지 고려하고 있다. 향후 토지피복 지도를 활성화하기 위해선 국외에서 제공하고 있는 사용자 중심의 서비스를 제공해야 할 필요가 있다.

- 토지피복지도의 웹상 활용을 위한 웹 맵핑 서비스 개발
- 다양한 부가정보 서비스 제공
- 토지피복지도를 쉽게 활용할 수 있는 가이드 제공

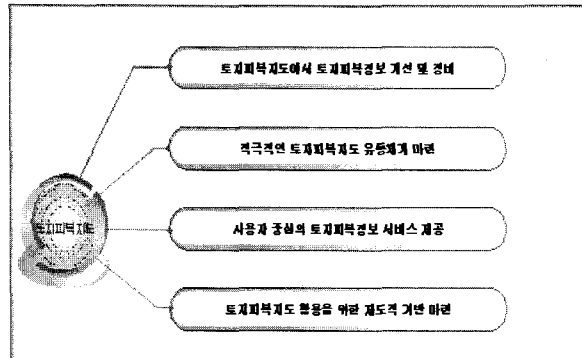
### 5.4 토지피복지도 활용 제도적 측면

토지피복지도는 국내에 유일한 토지의 물리적인 특성을 나타낸 데이터로서 비오염원 분석, 사전환경성 평가, 국토환경성 평가, 국토종합계획 수립 등 많은 분야에 활용될 수 있는 데이터이다. 이러한 토지피복지도를 환경행정 일선에서 활용되기 위해선 제도적 기반이 고려되어야 한다. 토지피복지도와 유사정보인 토지이용현황도의 경우 국토이용관리법 제14조(용도지역관리의무)2항 및 동법시행령 제12조9(토지이용상황조사)에 의하여 '국토 및 토지이용계획수립을 위한 기초자료를 제공'이라고 명시되어 있어 활용상의 근거를 제시하고 있다. 이에 토지피복지도 법제도 측면에서 활용의 근거를 마련할 필요가 있다.

### 5.5 토지피복지도 발전방향

이상의 내용을 종합하여 토지피복지도의 발전방향을 제시하도록 한다. <그림 2>은 앞서 제시한 내용을 종합한 토지피복지도의 발전방향이다. 기본적으로 향후 토지피복지도 발전방향은 활용의 활성화를 위하여 추진된다. 이를 위해 토지피복지도의 개념에서 토지피복정보로의 개념으로 확대하여 개선 및 정비를 추진하도록 한다. 한편, 적극적인 토지피복지도 유통체계를 마련하여 활용의 기반을 조성하도록 하며, 사용자 중심의 토지피복정보 서비스를 제공하여 서비스를 확산하도록 한다. 마지막으로 토지피복지도의 활용을 위한 제도적 기반을 마련하여 토지피복지도의 활용을 유도하도록 한다.





<그림 2> 토지피복지도 발전방향

## 6. 토지피복지도 활용확산을 위한 추진전략

본 단락에서는 앞서 제시한 토지피복지도 발전방향을 기반으로 토지피복지도 활용확산을 위한 추진전략을 제시하도록 한다.

### 6.1 토지피복지도 개선 및 정비

토지피복지도 개선 및 정비는 기존의 지도성격의 토지피복지도를 토지피복정보로서 발전시키는 것을 의미한다. 이를 위한 전략적 추진수요는 다음과 같다.

- 토지피복정보 갱신/관리/활용을 위한 UFID 개발
- 중분류 벡터데이터의 수직적 파생에 따른 대분류 토지피복정보 생산
- 시계열성 토지피복정보 구축
- 3차원 토지피복정보 개발
- 피쳐중심의 연속적인 한 토지피복데이터베이스 구축
- 토지피복지도 GML화

#### 가. 토지피복정보 갱신/관리/활용을 위한 UFID 개발

피쳐정보에 부여되는 유일식별자(UFID)는 피쳐를 인식하고 활용하는 기반이 되는 정보이다. 영국의 토지피복 벡터데이터는 폴리곤마다 유일식별코드를 부여하여 갱신 및 관리에 활용하고 있다. 사용자는 유일식별코드를 활용하여 타 정보와의 연계를 수행할 수 있으며, 토지피복정보 생산자 유일식별코드를 활용하여 토지피복정보를 갱신 및 관리를 용이하게 할 수 있다.

#### 나. 중분류 벡터데이터의 수직적 파생에 따른 대분류 벡터데이터 생산

국내 토지피복지도는 토지피복분류체계 및 축척에 따라 3개의 데이터 셋으로 개발되고 있다. 이 중 벡터데이터로 변환하여 개발하는 데이터는 중분류 토지피복지도이다. 현재 대분류 토지피복지도에 대한 벡터화 계획은 없으나, 향후 대분류 토지피복지도의 벡터화가 추

진된다고 한다면, 중분류 토지피복 벡터데이터를 활용하여 대분류 토지피복데이터를 생산할 수 있을 것이다. 이러한 개념을 데이터의 수직적 파생이라고 한다. 예를 들면 대분류의 시가화전조지역은 중분류의 6개의 폴리곤의 집합에 의해서 구현될 수 있다.

#### 다. 피쳐중심의 연속적인 토지피복데이터베이스 구축

현재의 중분류 토지피복 벡터데이터는 도엽단위의 Shape 파일로 구축되어 있다. 도엽단위로 구축되어 있는 중분류 토지피복 벡터데이터를 피쳐중심으로 설계하고, 이를 데이터베이스화하여 연속적인 토지피복데이터베이스를 구축하도록 한다. 이를 위해선 현재의 중분류 토지피복 벡터데이터의 속성을 재설계하도록 한다. 즉, 영국의 토지피복데이터의 속성정보와 같이 토지피복분류코드 외의 정보를 추가하여 데이터베이스를 설계하도록 한다.

#### 라. 시계열성 토지피복정보 구축

토지피복지도 활용의 핵심은 시계열이 다른 토지피복지도를 이용한 토지피복 변화의 추이라고 해도 과언이 아니다. 유럽연합의 경우 시계열성이 다른 토지피복지도를 이용한 토지피복변화 데이터를 생산하고 있다. 시계열성 토지피복정보 구축은 일정갱신주기를 설정하여 토지피복지도를 구축하면 될 것이다. 그러나 단순히 데이터의 개정 및 갱신을 한다고 해서 시계열성 토지피복정보가 구축하게 되는 것은 아니다. 구축된 토지피복지도의 이력관리, 토지피복변화 부분에 대한 관리, 시간적 스키마를 이용한 데이터베이스 설계 등 시계열 정보를 생성/관리/활용할 수 있는 방안이 고려되어야 할 것이다.

#### 마. 3차원 토지피복정보 개발

토지피복지도의 활용은 다양한 데이터와의 통합활용에서 그 효과가 배가될 수 있을 것이다. 이에 기존의 구축되어 있는 지리정보와 토지피복지도와 연계하여 새로운 지리정보를 생산하도록 한다. 환경부에서는 3차원 지형표현이 가능한 수치표고데이터(DEM)을 생산하고 있다. 이에 토지피복지도와 DEM을 상호연계하여 3차원 토지피복정보를 생산/공급하도록 한다. 3차원 토지피복정보를 제공함에 따라 보다 토지피복정보를 효과적으로 전달할 수 있는 동시에, 토지피복정보의 변화량을 3차원으로 표현한다면 더욱 가시적인 정보활용효과를 기대할 수 있을 것이다.

#### 바. 토지피복지도 GML화

GML은 공간과 비 공간적 지리정보 모두를 인코딩하기 위하여 사용될 수 있는 언어이며, World Wide Web Consortium (W3C)에서 인터넷상의 정보유통 표준으로 자리잡고 있는 XML에 그 기초를 두고 있어 지리정보가 인터넷에서 바로 공유될 수 있는 상태로 표현하는데 사용 가능하다. 이에 토지피복정보를 웹상에서 활용하고, 상호교환을 위한 GML 개발을 추진하도록 한다.

### 6.2 적극적인 토지피복지도 유통체계 마련

토지피복지도 활용을 극대화하기 위해선 토지피복정보의 개선 및 정비도 중요하지만, 구축된 토지피복정보에 대한 사용자 접근이 용이하여야 한다. 대분류 토지피복지도는 국가지리정보유통망을 통하여 제공되고 있다. 이러한 상황을 감안한다면 토지피복지도의 물리적

유통환경은 어느 정도 마련되었다고 판단된다. 이에 보다 효과적인 유통기반을 마련하기 위해선 메타데이터 구축과 동시에 중분류 토지피복정보도 국가지리정보유통망을 통해 제공하도록 한다.

- 토지피복지도의 메타데이터 설계 및 구축
- 국가지리정보유통기구를 통한 중분류 토지피복지도 공급

### 6.3 사용자 중심의 토지피복정보 서비스 제공

현재 국내 토지피복지도는 파일단위로 생산되고 있으므로, 사용자가 원하는 지역 또는 원하는 피복정보만 추출·제공하는 것은 불가능하다. 이에 비하여 국외에서는 토지피복지도를 파일 및 데이터베이스 형태로 구축하여 제공하고 있다. 영국에서는 사용자가 원하는 포맷으로 변환하여 공급하는 서비스를 수행하고 있으며, 1km LCM 데이터의 경우 자체 포맷인 CIS 포맷으로 제공하고 있다. 특히, GIS 소프트웨어가 없는 사용자를 위하여 CIS 틀을 제공하여 CIS 포맷을 로딩하고, 간단한 데이터 조작이 가능하도록 하고 있다. 한편, 미국은 웹상에서 토지피복데이터(NLCD)를 조회 및 다운로드할 수 있도록 “National Map MRLC Viewer”를 구축·서비스하고 있다.

사용자 중심의 토지피복정보 서비스 제공에 따라 보다 토지피복지도의 활용성을 증대하고, 활용기반을 마련하도록 한다. 이에 추진해야할 내용은 다음과 같다.

- 사용자 요구에 따른 다양한 포맷변환 서비스 제공
- 토지피복지도 웹맵서비스 개발
- 토지피복지도 부가정보서비스 제공
- 토지피복 변화 시뮬레이션 서비스제공

### 6.4 토지피복지도 활용을 위한 제도적 기반마련

토지피복지도의 활용을 활성화하기 위해선 효과적으로 활용할 수 있는 법제도적 뒷받침이 요구된다. 우선 토지피복지도 활용을 위한 법적근거를 마련하여 토지피복지도의 활성화를 유도하도록 하며, 토지피복지도의 효과적 구축 및 활용을 위한 표준을 개발 및 정비하도록 하며, 토지피복지도 유통 및 활용을 위한 지침을 마련하여 토지피복지도의 활성화를 유도하도록 한다.

- 토지피복지도 데이터 모델 표준개발
- 토지피복지도 활용 가이드 개발
- 토지피복지도 활용을 위한 제도개선
- 토지피복지도 정확성 기준 및 평가지침개발
- 토지피복지도 갱신지침 개발

## 7. 결 론

토지피복지도는 시계열에 따른 토지피복 변화정보를 통해 효율적인 환경정책 및 다양한 환경연구에 기초정보 구축할 수 있는 동시에 국민에게 객관적이고 과학적인 환경정보를 제공하여 환경정책을 이해할 수 있는 지리정보이다. 그동안 추진된 토지피복지도 사업이 토지피복지도 생산에 초점을 두었다면, 마련된 기초를 토대로 토지피복지도의 지속적인 갱신을 통해 정보의 품질을 높이고, 다양한 서비스 개선을 통하여 토지피복지도 활용의 극대화를 이루어야 할 것이다.

토지피복지도의 비용효과를 향상시키기 위해선 시계열 토지피복정보를 지속적으로 생산·갱신해야 하는 동시에 최신의 토지피복정보를 서비스를 할 수 있는 개선방안이 마련되어야 할 것이다. 이에 향후 토지피복지도의 효율성을 높이기 위한 사업을 추진하기 위해선 선택과 집중에 대한 고려가 필요하다. 즉, 활용성이 높은 정보인 중분류 토지피복지도의 지속적인 갱신, 환경정책에 기초자료인 세분류 토지피복지도의 구축, 토지피복정보의 서비스 개선, 국토개발에 있어서 토지피복지도 활용의 제도화 등의 과제를 중점적으로 고려할 것을 제안하는 바이다.

## 참고문헌

1. 이상익. 비점오염원 관리를 위한 토지피복지도의 제작과 활용사례 연구" 환경기술정보 6호
2. 환경부. 2001. "세분류 토지피복지도 제작지침(안)"
3. 환경부. 2003. "인공위성 영상자료를 이용한 토지피복지도 구축(4차): 낙동강 권역 토지피복지도 구축 사업"
4. 환경부. 1999. "인공위성영상자료를 이용한 토지피복분류"
5. 환경부. 1999. "인공위성영상자료를 이용한 토지피복분류도 구축"
6. 환경부. 2002. "인공위성영상자료를 이용한 토지피복지도 구축"
7. EPA(European Environment Agency). 2000. "CORINE Land cover technology guide-Addendum 2000."
8. Wickham. J.D., S.V. Stehman, J.H. Smith, L. Yang. 2004. "Thematic Accuracy of the 1992 National Land-Cover Data for the Western United States. Remote Sensing of Environment" Vol. 91. pp. 452-468.