

[논문]

도시지역 대축척 토지이용현황도 일반화를 통한 소축척 지도 제작의 타당성 연구 - 서울시의 1 : 1,000 토지이용현황도를 대상으로 -

The Validation of Generating the Small Scale Landuse Map through Generalizing Large Scale Landuse Map of Seoul Metropolitan Area

민 숙 주*

목 차

- | | |
|--------------------------|--------------------|
| I. 서론 | IV. 소축척 토지이용현황도 갱신 |
| II. 이론적 고찰 | 실험분석 |
| III. 토지이용현황 자료의 공유가능성 검토 | V. 결론 및 향후 연구과제 |

ABSTRACT

Min, Sookjoo

Seoul city government has published 1:1,000 scale landuse map by using 1:1,000 digital topographic data and conducted field survey for city-scaled urban development plan. Also, National Geographic Information Institute that takes charge in producing and maintaining nationwide digital maps, has been mapped landuse data with different scale of 1:25,000 by interpreting aerial photographs for nationwide land use planning. As a result, these projects duplicated the time and financial investment in map generation.

Therefore, this research aims to examine validation of small scale map generation method as generalizing 1:1,000 scale landuse map into NGI's 1:25,000 landuse map, which will prevent the duplicated investments in map generation of both agencies and enhance the interoperability of these data.

For the purpose of determining the difference of classification and generation method between these agencies' landuse map, we carried out pilot study on Seongdong-Gu, Kwangjin-Gu, Dongdaemun-Gu using classification and symbolization methodology which reclassifies items after comparing among classification items and boundary symbolization. With such a methodology, we

* 서울시정개발연구원 도시정보연구센터 연구원

generated 1:25,000 scale landuse map from Seoul city government's 1:1,000 scale map, and achieved 83% accuracy rate. The more information exchanges between those agencies in near future are recommended to meet more reliable data level.

키워드(Key Words) : 일반화, 소축척지도, 대축척지도, 토지이용현황도
generalization, small scale map, large scale map, landuse map

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

토지이용현황도는 도시계획뿐 아니라 국가의 토지이용계획에도 사용되는 자료로서 1972년부터 국토지리정보원에서¹⁾ 1:25,000 축척의 종이지도로 제작하였고, 1999년부터는 이를 수치화하였다. 그러나 국토지리정보원에서 제작한 토지이용현황도는 전 국토를 대상으로 제작되므로 도시, 평야, 해안, 산악지역 등에서 나타나는 다양한 토지이용을 나타내는 반면 도시지역의 복잡한 토지이용현황을 자세히 표현하지 못한다. 이에 서울시에서는 현지조사를 거쳐 1:1,000 수치지형도 기반의 토지이용현황도를 제작하였다. 두 기관의 토지이용현황도는 항공사진과 수치지도를 이용하여 1차 자료를 생성하고 현지조사를 통하여 토지이용현황을 확인하게 되므로 많은 비용과 시간이 소요된다. 특히 전국을 대상으로 하는 국토지리정보원의 1:25,000 토지이용현황도는 항공사진을 도화하고, 현지조사를 수행하여 구축하므로 고가의 비용과 시간이 요구되어 현재 전 국토의 약 55%만이 구축 완료되었다.

서울시 1:1,000 기반의 토지이용현황도가 환경과 생태를 고려한 도시계획 또는 도시오염관리 등을 위해 제작된 반면, 국토지리정보원의 1:25,000 토지이용현황도는 건설교통부의 국토이용계획이나 국가차원의 토지이용계획, 국가적 자원관리, 농업용수 관리를 위한 분석 등에 사용되어 왔다. 국토지리정보원에 실시한 토지이용현황도에 대한 수요조사에서도 1:25,000의 토지이용현황도의 필요성이 높게 나타나고 있어(국토지리정보원, 1999), 대축척과 소축척의 토지이용현황도가 모두 필요한 실정이다.

그러나 일반화를 통해 대축척지도를 소축척으로 제작하는 경우 도형자료의 표현이 단순화되고 속성자료 또한 재분류되어야 하므로 일반화 수행시 도형과 속성자료에 대한 표현방식과 정확도에 대한 규정이 선행되어야 한다. 특히, 서울시에서 제작한 토지이용현황도는 국토지리정보원의 1:25,000 토지이용현황도보다 대축척임에도 불구하고 8m 이상의 도로경계선만을 표현하고 있어 도로경계선 표현이 국토지리정보원보다 구체적이지 못하는 등의 문제가 있어 이들 도형에 대한 처리방법이 고려되고 이에 대한 타당성이 검증되어야 한다.

1) 국토지리정보원의 전신은 국립지리원이며 2003년부터 그 역할에 대한 규정을 새롭게 하면서 개명한 것이다.

그러므로 본 연구에서는 자료공유를 증대시키고 비용을 절감할 수 있는 방안으로 지방자치단체의 대축척 토지이용현황도를 일반화하여 국가적으로 공동활용할 수 있는 소축척 토지이용현황도로 제작하는 방법을 검토하고 그 타당성을 제기하는 데 목적이 있다. 본 연구에서는 일반화를 통해 소축척의 토지이용현황도를 제작할 수 있는지에 대한 타당성 검토에 초점을 두었으므로 지도의 품질을 증진시킬 수 있는 일반화 방법에 대한 다양한 검토는 논외로 하였다. 또한 현재 1:1,000 기반으로 제작된 대축척의 토지이용현황도는 서울시에서만 보유하고 있어 전국적으로 일반화를 통해 1:25,000 토지이용현황도를 제작하는 데 한계가 있다. 그러나 생태환경을 고려한 도시계획이 중요하게 부각되는 만큼 향후 도시지역에서 대축척의 토지이용현황도를 제작할 것을 고려하여 연구를 수행하였다.

현실적으로 대축척 토지이용현황도는 복잡한 도시지역의 관리와 생태환경을 고려한 계획 등에 필수적으로 필요한 자료이며, 소축척의 토지이용현황도는 전 국토차원의 계획 수립에 사용되므로 두 자료는 모두 필요한 실정이다. 그러므로 지방자치단체에서 대축척으로 제작한 토지이용현황도를 이용하여 1:25,000으로 일반화하여 제작할 경우 많은 비용을 절감할 수 있으며, 기관간의 자료공유와 활용도를 증진시킬 수 있을 것으로 판단되며, 이에 본 연구의 의의가 있다.

2. 연구절차

본 연구는 서울시의 대축척 토지이용현황도를 국토지리정보원의 1:25,000 소축척²⁾ 토지이용현황도로 일반화할 수 있는 방안을 제시하기 위하여 기존에 제기된 일반화 이론에 대하여 고찰하였다. 지도학자들에 의해 제기된 일반화에 대한 개념적 정의와 일반화처리 과정을 설명하고 있는 모델들을 살펴보고, 현실에서 활용되고 있는 구체적인 일반화 기법을 정리하고 본 연구에 적용 가능한 기법에 대해 고찰하였다.

두 기관의 토지이용현황도는 축척에 따른 도형 표현의 특징과 분류체계, 최소 지도화 단위 등에 차이가 있으므로 일반화 수행시 이를 고려하기 위하여 두 자료의 차이를 비교하고 그 문제점을 제시하였다.

선행된 이론적 고찰과 두 기관자료의 특성분석을 토대로 본 연구에 적합한 일반화 방법론을 채택하고 이를 실험분석하도록 하였다.

실험분석결과 도출된 정확도를 통하여 대축척 토지이용현황도의 소축척 지도로의 일반화 가능성을 제기하도록 하였다.

II. 이론적 고찰

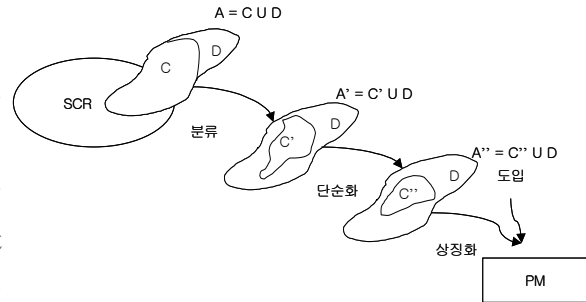
지도는 실세계 지형지물을 상징화, 일반화하여 도면에 표현해야 하므로 축척에 따라 정보량을 감소시키는 일반화 기법에 대한 연구가 지도학 분야에서는 오랫동안 수행되어 왔다(이희연, 1995). 20

2) 1:25,000 축척은 일반적으로 중축척 지도에 해당한다(이희연, 1995). 그러나 본 논문에서는 상대적 개념으로서 1:25,000 축척의 토지이용현황도를 소축척으로 1:1,000 기반의 토지이용현황도를 대축척으로 표현하여 대축척 토지이용현황도, 소축척 토지이용현황도로 언급한다.

세기 들어 수치지도가 등장하면서 대축척 수치지도를 소축척적으로 제작하기 위해 수치지도 일반화 기법에 대한 연구가 활발히 진행되고 이를 자동화하려는 시도들이 진행되고 있다.

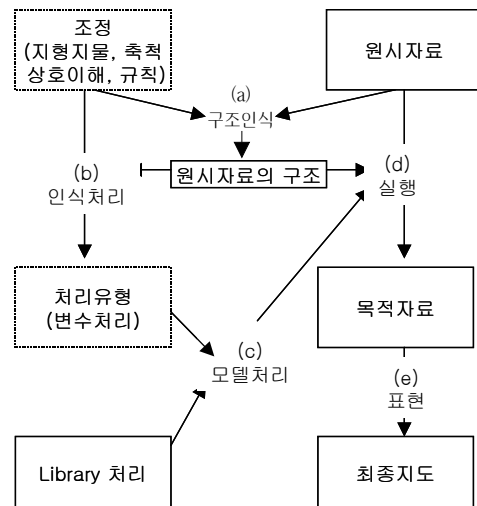
수치지도의 일반화는 크게 세 가지 유형으로 나누어 설명되는데(Galanda, 2003), 첫째, 실세계의 사물을 지도로 표현하기 위해 소수의 자료만을 선택하는 과정에 중심을 둔 객체 일반화(object generalization), 둘째, 생성된 수치지도의 자료를 삭감하거나 해상도를 감소시켜 새로운 자료를 생성하는 모델 일반화, 셋째, 시각적인 효과를 위해 심볼의 중복을 없애고 축척에 맞게 표현 형식을 조절하는 등 공간자료를 변화시키는 지도학적 일반화(cartographic generalization)가 그것이다. 일반화작업을 수행할 경우에 세 가지 유형의 일반화가 순차적으로 실행된다. 일반화 작업을 수행하기 위해서 지도학자들은 개념적 모델을 제시하였는데 개념적 모델로 널리 알려진 것은 Ratajski 모델과 Morrison 모델, Brassel and Weibel 모델 등이 있다(McMaster et al., 1992). Ratajski는 일반화 처리과정을 양적인 일반화와 질적인 일반화 처리과정으로 나누고, 축척의 변화에 따라 자료의 양과 부호를 변화시키는 양적 일반화 과정을 거친 후, 어느 정도 수준으로 도형이 일반화되면 형태가 추상적으로 변화하는 질적인 일반화 과정을 수행하게 된다고 보았다. Morrison은 일반화의 기본 요소 분류(classification), 단순화(simplification), 기호화(symbolization), 도입(induction) 사이의 관계를 개념적으로 정립하였다(<그림 1> 참조). Morrison은 지도학자가 인식한 실세계(SCR : sensory elements of the cartographer's reality)는 나름대로 재분류되고 단순화, 상징화 처리되어

최종 지도(PM : physical map)로 만들어진다는 원리를 도식화하여 설명하였다.



<그림 1> Morrison이 제시한 일반화 과정

Brassel과 Weibel은 일반화 과정을 5가지 독립된 자료처리과정으로 설명하고 있다. 지상의 구조를 인식하는 과정, 이를 처리하는 과정, 모델링하는 과정, 실행하는 과정 그리고 이를 표현하는 과정으로 설정하고 이들과의 관계는 아래 <그림 2>와 같이 설명하고 있다.



<그림 2> Brassel과 Weibel의 일반화 과정

위에서 설명한 일반화 모델은 수치자료의 처리과정을 모델화한 것으로 일반화 과정이 실세계를

인식한 지도학자에 의해 단순화하고, 상징화되어 최종 지도로 표현된다는 것으로 설명하고 있다. 이러한 개념적 모델들은 1960년대부터 꾸준히 제기되어 왔으며, 이를 적용하기 위해 정보의 제거, 단순화, 병합 또는 분류, 상징화의 기술적인 문제들도 정리되고 있다(Grunreich, 1991). 주로 사용되고 있는 이들 일반화 기법의 몇가지 특징만을 정리해 보면 다음과 같다(<표 1> 참조).

① 선택적 일반화

선택적 일반화란 원하는 정보만을 선택하거나 불필요한 정보를 삭제해나가는 방법으로 정보의 중요성에 따라 덜 중요한 정보로부터 차례로 감소시키는 방법. 이때 정보 선택의 기준은 제작할 지도의 축척과 사용목적에 따라 결정

② 제거

길이가 짧거나 폭이 좁은 도로, 작은 섬, 작은 건물 등 일정 크기 이하의 지형지물을 차례로 제거해나가는 방법

③ 단순화

너무 세밀하거나 과장되게 표현된 부분으로부터 제거해 나가는 방법임. 세밀하게 표현된 부분을 제거하되 그 지형지물의 특징적인 부분을 살리면서 제거

④ 병합

인접해 있으면서 하나의 성질로 묶일 수 있는 유사한 지형지물을 하나로 결합해내는 방법

⑤ 분류와 상징화

유사한 지리적 속성을 가진 지형지물을 그룹화하여 새로운 그룹을 만들고 상위의 분류체계 속성을 부여하는 방법

국내에서도 이들 일반화 기법을 선택적으로 활용하여 대축척 수치지도를 소축척으로 제작하고자 하는 연구가 시도되었으며, 그 결과에 따라 도로, 건물, 철도, 하천, 경지, 시설물, 지형 등을 선택적으로 제거하거나 단순화하는 자동화 프로그램을 개발하기도 하였다(국토지리정보원, 1998). 또한 최병길 등(2001)은 수치지도에 나타난 건물의 일반화에 관한 연구를 수행하여 선택적으로 건물을 삭제하고, 건물의 단순화, 과장화, 병합화를 적용하여 건물을 일반화하는 방안을 제기하였다.

위와 같은 연구들은 크게 일반화 과정에 대한 개념적인 모델링 부분과 일반화에 필요한 기술적 부분들에 대한 연구로 분류된다. 그러나 실제적인 일반화 작업을 수행하기 위해서는 일반화 과정을 모델링하고 그 과정에서 사용되는 일반화 기법이 설명되는 것이 필요하다.

<표 1> 일반화 방법의 예

일반화 방법	예	일반화 방법	예
제거		병합	
단순화		분류의 상징화	

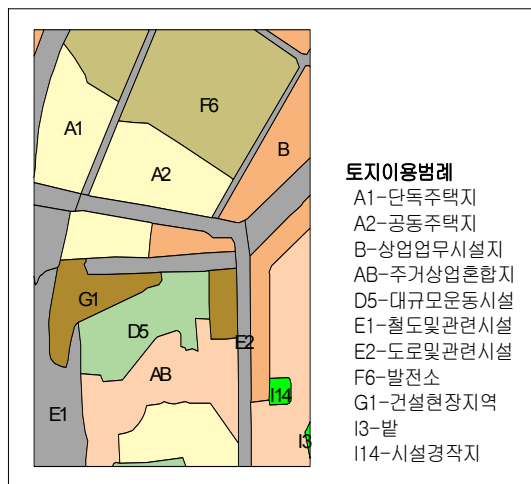
출처 : Esri white paper, 1996

Ⅲ. 토지이용현황 자료의 공유가능성 검토

1. 두 기관 토지이용현황 자료의 특징

1) 서울시 대축척 토지이용현황도

서울시의 토지이용현황도는, 토지피복상황에 기초하여 토지의 이용상황을 표현하고 있으며, 1999년부터 1차 제작되어 2차 자료를 보완중이다. 토지이용현황도는 서울시의 비옴현황을 조사하고 지도화하는 과정에서 생성된 주제도로 1:1,000 수치지형도를 1:3,000으로 축소하여 서울시 전 지역을 하나의 주제도레이어로 제작하였다. 제작에 있어 토지이용의 경계는 8m 이상의 도로를 기준으로 하되 현장조사를 통하여 더욱 세분화할 때는 최소 지도화단위를 10m×10m로 하고 있다(서울특별시, 2000). <그림 3>은 1:1,000 수치지형도 한 도엽에 해당하는 지역으로 도로에 의해 세분화되고 있는 토지이용현황도의 예를 잘 보여주고 있다. 한 도엽에 해당하는 지역 내에서 11개의 토지이용현황이 나타나고 있다.



<그림 3> 서울시 1:1,000 토지이용현황도(성동구)

토지이용현황도는 그림에서와 같이 도로를 기

준으로 분류되어 있으며, 도로 블록 내에서 AB(주거상업 혼합지), G1(건설현장지역), D5(대규모 운동시설) 등의 분류가 세분화된 경우에는 부지안 도로선이나 콘크리트돌담, 철책, 인도 등이 경계가 되고 있다. 이 자료에서는 토지이용을 세분화하여 42개의 유형으로 구분하고 있는데 이는 <표 2>와 같이 대, 중, 소 분류체계를 갖추고 있다.

<표 2> 서울시 토지이용현황도 분류체계

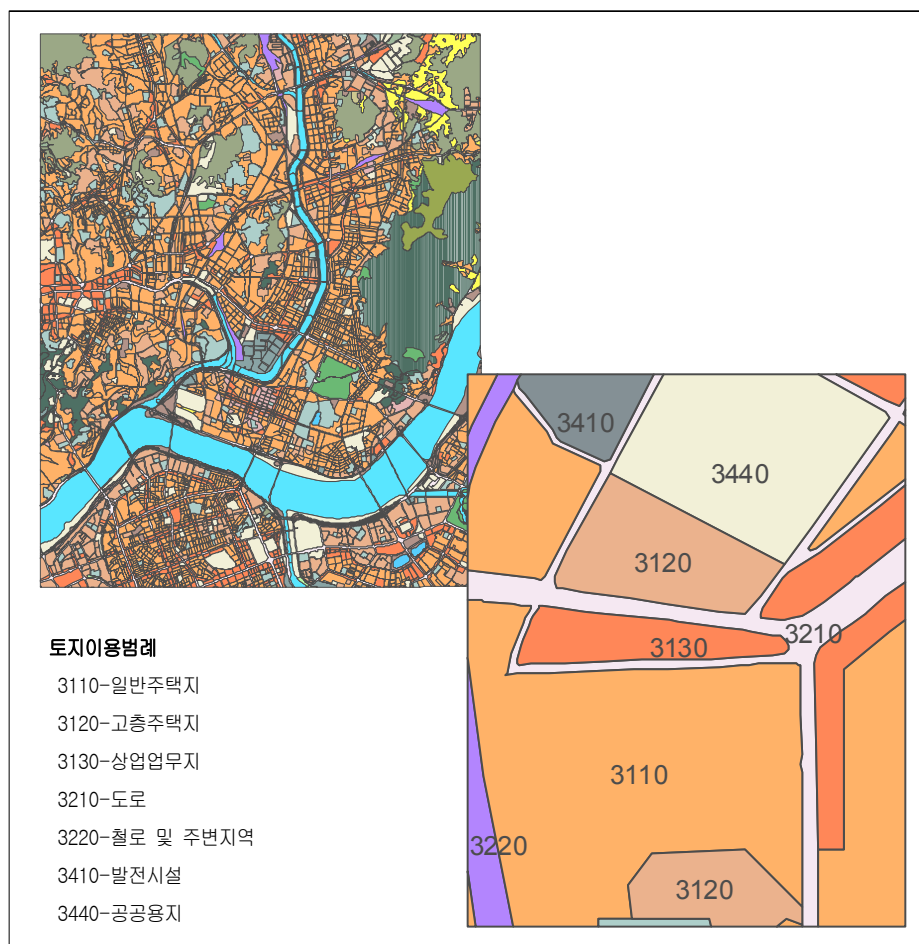
대분류	중분류	소분류
도시화 지역	주택지	단독주택지
		공동주택지
		농촌형취락지
	상업·업무 시설지	상업·업무 시설지
	주거·상업 혼합지	주거·상업 혼합지
	공업지	공업지
	공공용도지	교육시설
		행정기관
		병원 및 요양기관
		연구기관
		대규모 운동시설
	교통시설지	철도 및 관련시설
		도로 및 관련시설
		공항 및 관련시설
	도시부양 시설지	하수처리장
		유수지
		배수지
		쓰레기매립장
		정수장
		발전소
		쓰레기소각장
		농수산물시장
		쓰레기 중간집하장
	나지	건설현장지역
		건설현장이 아닌 나지
녹지 및 오픈 스페이스 지역	녹지 및 오픈스페이스	군사시설
		조사 불가능지
		산림
		논
		밭
		시설경작지
		과수원
		방목지
		묘포장
		조경수목 식재지
		묘지
		골프장
		식물원
		문화유적지
		호안블럭
		초지
		하천 및 호소
		하천 및 호소

2) 국토지리정보원 소축척 토지이용현황도

국가적 차원에서 제작된 국토지리정보원의 토지이용현황도는 항공사진을 이용하여 토지피복과 이용상황을 지도화하였다. 1:25,000 수치지형도 제작용 항공사진을 이용하여 1차 도화를 한 후 현장조사를 통하여 토지이용 속성을 확인, 입력하였다(국토지리정보원, 1999). 토지이용경계는 수치지형도의 주요 지형지물 경계선을 이용하고 있으며, 최소 지도화단위는 100m×100m로 설정하고 있으나 필요에 따라 주요한 토지이용으로 판단될 경우 그 이하의 영역도 분류하도록 명시하고 있

다. <그림 4>는 1:25,000 수치지형도 한 도엽과 1:1,000 한 도곽에 해당하는 지역을 표시하였다. 1:1,000 한 도엽에 해당하는 지역은 서울시 토지이용현황을 보여준 <그림 3>과 동일한 지역이다. 동일지역 내에 토지이용형태가 7가지로 분류되고 있다.

국토지리정보원의 토지이용현황도는 항공사진을 판독하여 토지이용현황을 구분한 것이므로 도로중심선, 인도, 건물담장 등이 토지이용의 경계로 이용되었으며, 토지이용을 36개의 항목으로 세분화하고 있다(<표 3> 참조).



<그림 4> 국토지리정보원 1:25,000 토지이용현황도(성동구 일대)

〈표 3〉 국토지리정보원의 토지이용분류체계

대분류	중분류	세분류
농지	논	경지정리답
		미경지정리답
	밭	보통·특수작물
		과수원·기타
임지	초지	자연 초지
		목초지
	임목지	침엽수림
		활엽수림
		혼합수림
	기타	골프장
		공원묘지
		유원지
도시 및 주거지	주거지 및 상업지	일반주택지
		고층주택지
		상업·업무지
		나대지 및 인공녹지
	교통시설	도로
		철로 및 주변 지역
		공항
		항만
	공업지	공업용지
		공업나지·기타
	공공시설물	발전시설
		처리장
		교육·군사시설
		공공용지
	기타시설	양어장·양식장
		채석장
		매립지
		광천지
수계	습지	갯벌
		염전
	하천	하천
	호소	호소
		댐
	기타	백사장 등

2. 일반화를 위한 고려사항

위에서 언급된 토지이용 자료들은 사용목적에 따라 축척, 분류체계, 원시자료에 차이가 있다. 축

척과 분류체계의 차이는 표현되는 지도화단위(mapping unit)와 분류항목의 세분화에 차이를 갖게 하므로 이에 대한 고려가 필요하다.

1) 축척에 따른 도형자료의 표현

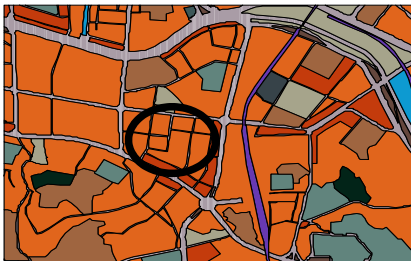
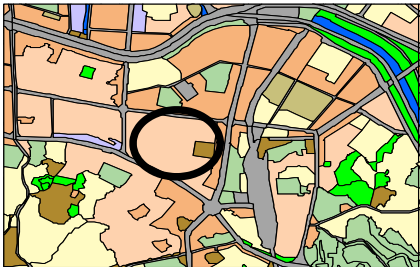
수치지도에서 축척의 차이는 공간자료의 정확도와 속성자료 세분화의 차이를 나타내며 다른 축척간의 공간자료 변환은 일반화 기법을 사용한다(김계현, 2000). 대축척에서 소축척으로의 일반화는 축척의 변환에 따라 경계선을 구성하는 점들의 수를 소축척의 정확도를 유지하도록 하면서 감소시키는 기법이 사용된다. 그러나 이러한 과정에서 공간정확도와 속성정확도가 유지되고, 축척에 따른 지형지물의 논리적단계가 유지되어야 한다(국토지리정보원, 1998). 토지이용현황도와 같은 주제도의 공간정확도는 최소지도화단위로 평가될 수 있으며, 논리적 단계는 일정폭의 도로나 하천이 대축척에서는 실폭으로, 소축척에서는 단선으로 표현되도록 하는 것을 의미한다.

서울시의 토지이용현황도는 1:1,000 수치지형도를 기반으로 제작하며 주요 토지이용경계선으로는 8m 도로를 이용하고 있는 반면, 국토지리정보원의 토지이용현황도는 항공사진을 이용하여 1:25,000으로 제작하였으며, 주요 경계는 도로를 이용하되 그 도로의 표현한계는 수치지도작업내규(국토지리정보, 1995)에 따라 표현하고 있다.³⁾ 그러므로 도로의 표현은 국토지리정보원의 토지이용현황도가 더욱 상세히 표현하고 있어 지도의 축척에 따른 경계선 표현의 논리성에 위배되고 있다. 그러나 최소 지도화단위를 비교해 볼 때 서울

3) 수치지도 작업내규에서 1:25,000 수치지형도의 경우 6m폭 이상의 도로를 실폭으로 표현하도록 하고 있으며, 1.6~3m의 소형차도는 연장이 25m 이상일 경우 표현하도록 하고 있다.

시는 10m×10m를 국토지리정보원은 100×100m로 최소지도화단위를 규정하고 있어 서울시 토지이용현황도를 1:25,000의 토지이용현황도로 일반화하는 데 논리적 연계성이 성립된다.

이상에서 볼 때 서울시 토지이용현황도를 1:25,000의 국토지리정보원의 토지이용현황도로 일반화하는 데 6m-8m 폭의 도로는 실폭으로 표현되지 않으며, 토지이용이 동일한 경우 도로선이 표현되지 않을 수 있다. 그러나 국토지리정보원의 토지이용현황도에서 표현된 도로는 토지이용현황 경계선이 되기도 하지만 <그림 5>에서와 같이 토지이용에 차이가 없는 경우에도 도로가 실폭으로 표현되고 있어 도로화율의 파악과 같은 경우를 제외하고는 일반화에 문제가 되지 않을 것으로 판단된다. 그 외의 토지이용현황은 서울시 토지이용현황도가 분류내용이 세분화되어 있는 것을 볼 수 있다.



<그림 5> 실폭 도로는 표현되어 있으나 토지이용에 영향을 주지 않는 경우

2) 분류항목의 설정

동일한 분류체계내에서 세분류의 중분류로의 변환, 중분류의 대분류로의 변환은 분류코드만을 참조하여 자료를 융합하고 너무 복잡한 선을 제거하여 일반화 작업을 수행한다. 그러나 토지이용현황도는 제작 주체간의 사용목적에 따라 분류항목에 차이가 있으며, 특히, 국가 중앙기관에서 제작한 1:25,000의 토지이용현황도는 여러 기관과 사용자를 고려하고 있어 도시지역이 주를 이루는 지방자치단체에서는 볼 수 없는 갯벌, 댐, 염전, 백사장과 같은 토지이용항목이 포함되어 있다. 또한 분류항목 “공동주택지”와 “고층주택지”와 같이 일부 항목은 두 기관에서 정의하고 있는 정의서에 차이가 있어 재규정이 필요하다.

또한 일부 항목은 1:25,000의 토지이용현황도가 더욱 세분화되어 있는 것으로 나타난다. 1:25,000 토지이용현황도와 토지피복도에서 “침엽수림”, “활엽수림”, “혼합수림”으로 세분화되고 있는 항목이 서울시에서는 “산림”이란 한 항목으로 분류되며, 수계(水系)의 경우 서울시에서는 “하천 및 호소” 항목이 1:25,000 토지이용현황도에서는 “하천”, “호소”, “갯벌”, “염전”, “댐”, “백사장” 등으로 분류하고 있다. 이러한 경우 다른 참조자료를 이용하여 세분화를 수행하여야 한다. 또한 서울랜드나 드림랜드와 같은 유원지와 녹지가 함께 표현되는 항목의 경우 서울시 토지이용현황도에서는 기구 시설 등을 모두 녹지로 표현하고 있으나 1:25,000의 토지이용현황도는 유원지라는 항목을 설정하여 놀이시설이 존재하는 영역을 분류하고 있음을 볼 수 있다. 그러므로 서울시의 토지이용현황도를 일반화할 경우 분류항목들간의 일치화과정을 선행한 후 일반화를 수행하여야 한다.

<표 4>는 참조자료를 사용하여 서울시 토지이용 현황도의 분류를 특별히 고려해야 할 항목들이다. 특정 지역에서만 나타나는 항목은 분류체계 일치화 과정에서 제외하여도 무방할 것으로 판단되며, 세분화가 필요한 항목들은 이후 일반화 과정시 고려되어야 한다.

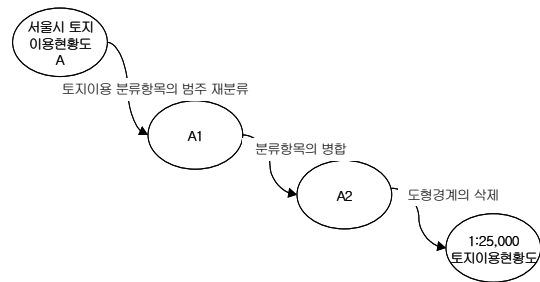
<표 4> 토지이용현황도 일반화시 고려해야 할 분류항목

분 류	서울시 토지이용 현황도의 항목	1:25,000 토지이용 현황도의 항목
세분화가 필요한 항목	산림	침엽수림, 활엽수림, 혼합림
	녹지	유원지, 녹지
특정 지역에만 나타는 항목	-	갯벌, 염전, 댐, 백사장

3. 소축적 지도로의 일반화 방법

1) 일반화 방법의 선택

본 연구는 1:1,000 기반으로 제작된 주제도를 소축적으로 일반화하려는 것으로 기존에 국내에서 연구된 바 있는 도로, 철도, 지류 등 선형지형 지물의 자료량을 삭감하고 도형선을 단순화하는 것과는 차별성을 갖는다. 주제도의 일반화는 단순히 도형의 정보량만을 삭감하기보다는 토지이용 분류 항목인 속성정보를 일치시켜야 하는 문제가 제기되므로 속성정보의 일반화가 주요하게 제기된다. 본 연구에서는 일반화 모델 중 일반화의 요소들간의 관계를 절차적으로 나타낸 Morrison의 모델에 기반하여 일반화 절차를 수립하였다. 본 연구에서는 도형자료는 속성정보의 일반화에 따라 경계를 삭제하는 제거기법과 속성정보의 병합화와 상징화 기법을 사용하여 속성정보를 일반화하도록 하였다(<그림 6> 참조).



<그림 6> 일반화 절차 및 방법

2) 토지이용경계의 일반화

1:3,000으로 표현된 토지이용경계선을 1:25,000으로 일반화하는 것이므로 토지분류 최소화 단위는 1:25,000 토지이용현황도와 같이 100m×100m로 하여 병합방법과 분류화 상징화방법을 사용한다. 이때 작은 면적의 토지이용항목은 다른 항목에 완전히 포함되어 있는 경우는 그 항목을 둘러싸고 있는 항목으로 표현되도록 하며, 여러 항목이 100m×100m 이하의 지역으로 몰려 있는 경우 가장 넓은 면적을 차지하는 토지이용항목을 표현하도록 한다. 토지이용의 세분화가 필요한 “산림”과 “녹지” 항목의 경우는 1:1,000 수치지형도의 경계선과 지형지물 코드를 이용하여 세분화한다. 산림을 “침엽수림”, “활엽수림”, “혼합수림”으로 구분하는 데 사용하는 경계선은 1:1,000 수치지형도의 “DC001” 코드를 추출하여 사용하고 그 속성 항목은 “DC0011-침엽수”, “DC0012-활엽수”, “DC0013-혼합림” 코드를 이용하여 구분하도록 한다(<그림 7> 참조).

공원 내에 대단위 놀이기구가 설치되어 있는 어린이대공원, 드림랜드, 용마공원 등은 1:25,000 토지이용현황도에서는 유원지로 구분하고 있는데 서울시의 경우 녹지 또는 상업용지로 구분되어 있다. 그러므로 일반화시 서울공원현황 중 위락시

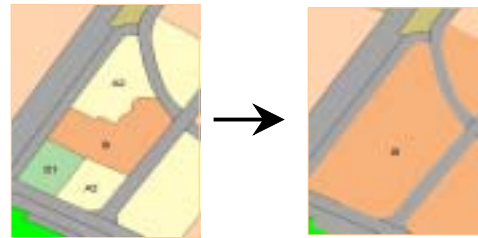
설4)로 구분되는 공원의 경우는 분리할 필요가 있다, 녹지 내에 유원지를 구분하기 위한 경계선은 서울시 토지이용현황도에 존재하고 있다. 그러므로 그 위치만을 서울시 “공원관리현황Ⅱ” 책자와 기타 대축척의 지도를 참조하여 그 위치를 파악하여 속성을 수정하고 경계선은 수정하지 않도록 한다.

3) 토지이용 분류항목의 일반화

서울시 토지이용현황도에 표현되고 있는 토지이용 분류항목을 1:25,000 토지이용현황도에 일치화시키기 위해서는 분류항목을 1:1 또는 1:다(多)로 일치화시켜야 한다. <표 5>는 서울시



완전 포함관계의 변환



여러 항목의 혼재시 변환

<그림 7> 개체간의 일반화 변환의 예

<표 5> 토지이용 분류항목의 일치화

서울시 분류항목	1:25,000 토지이용현황도
단독주택지	일반주택지
농촌형취락지	
주거·상업혼합지	
공동주택지	고층주택지
상업·업무시설지	상업·업무지
농수산물시장	
공업지	공업용지
교육시설, 군사시설	교육·군사시설
행정기관	공공용지
병원 및 요양기관	
연구기관	
대규모 운동시설	
조사 불가능지	
하수처리장	처리장
유수지	
배수지	
정수장	
쓰레기소각장	
쓰레기중간집하장	매립지
쓰레기매립장	
발전소	발전시설
공항 및 관련시설	공항

서울시 분류항목	1:25,000 토지이용현황도
건설현장지역	나지 및 인공녹지
건설현장이 아닌 나지	
묘포장	
조경수목 식재지	
호안블럭	
과수원	과수원 기타
초지	자연초지
방목지	
철도 및 관련시설	철로 및 주변지역
도로 및 관련시설	도로
산림	침엽수림
	활엽수림
식물원	혼합수림
문화유적지	
논	경지정리답
	미경지정리답
밭	밭
시설경작지	
묘지	공원묘지
골프장	골프장
하천 및 호소	호소
	하천

4) 서울특별시에서 발행하고 있는 공원현황 책자에서는 공원을 근린공원, 유료공원, 위락공원으로 분리하고 있으며, 위치도를 첨부하고 있다.

토지이용현황도의 분류항목이 1:25,000 토지이용현황도로 일치되어야 하는 항목을 나타내고 있다. 표 안에 나타나 있는 항목은 서울시에서 나타난 항목만을 일치시킨 것이며, 서울시와 같이 대도시 지역에 나타나지 않는 항만 또는 백사장 등의 항목은 나열하지 않았다.

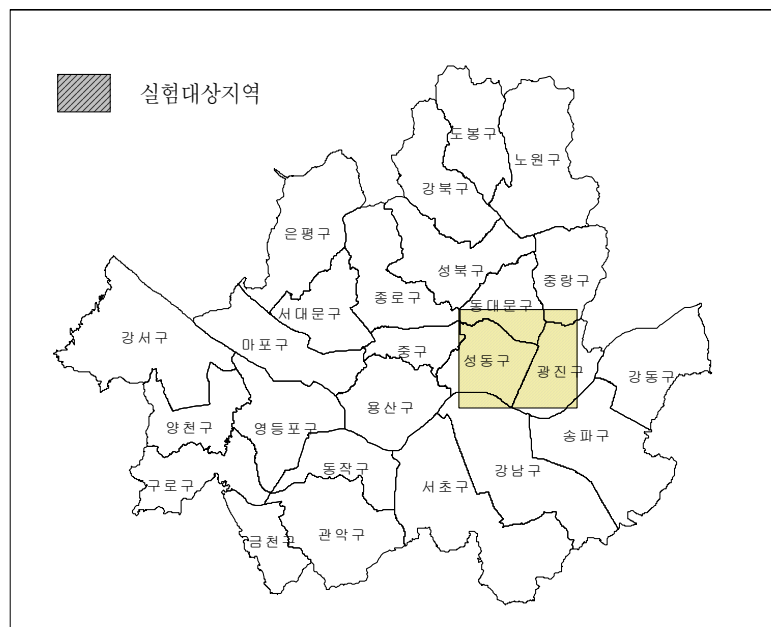
IV. 소축척 토지이용현황도 갱신 실험분석

1. 실험대상지역

서울지역은 총면적 605.52km²로 서울시 전 지역에 대해 수치지형도를 비롯해 각종 주제도가 데이터베이스로 구축되어 있으며, 2,102도엽의 수치지형도에 기반하여 토지이용현황도를 제작하여 데이터의 양이 방대하다. 그러므로 본 연구에서는 토지이용현황도의 갱신 가능성을 검토하기 위하

여 서울시 성동구의 금호동과 옥수동을 제외한 전 지역, 광진구 일부지역, 동대문구 일부지역과 그 외 구 경계에 있는 지역을 대상으로 실험분석하였다. 실험분석 지역은 <그림 8>과 같으며 총 면적 36km²에 해당한다. 구별로 포함된 면적은 성동구 약 14.6km²(전체면적의 86%), 광진구 12.7km²(전체면적의 72.5%), 동대문구 5.5km²(전체면적의 약 38%)이며, 기타 3.4km² 정도는 이들 구와 경계하고 있는 지역인 강남구와 중랑구의 면적이다.

각 자치구는 지형적 위치와 주력 산업이 다르므로 공장, 유원지와 같은 토지이용 형태는 성동구, 영등포구 등에서 나타나며 그 외의 구에서는 찾아보기 힘들다. 그러므로 본 연구에서는 실험지역을 선택하는 데 있어 주거지, 상업업무지를 비롯하여 공업지, 공공용도지, 교통시설지, 도시부양시설, 특수지, 녹지 및 오픈스페이스, 하천 및 호소 등 다양한 토지이용을 나타내는 지역을 선택하



<그림 8> 연구대상지역

기 위하여 성동구와 광진구, 동대문구 일대를 선택하였다. 실험지역에서는 도심지보다 토지이용 형태가 다양하여 여러 가지 항목을 비교해볼 수 있는 장점이 있다.

2. 자료

본 연구에서는 서울시에서 제작한 토지이용현황도를 일반화하여 국토지리정보원의 1:25,000 토지이용현황도를 제작하는 방법을 실험분석하였으며, 이때 두 기관의 자료를 모두 사용하였다. 또한 경계선에 대한 검증을 위해서는 서울시 1:1,000 수치지형도를 사용하였다. 이들 자료들의 각기 제작시기와 원시자료 취득시기는 다음 <표 6>과 같다.

<표 6> 실험분석에 사용된 자료

사용자료	제작시기 (년)	원시자료	원시자료 생성시기	도엽 수
1:1,000 수치지형도	1997 2001	항공사진	1996 2000	150 32
1:3,000 토지피복도	1999	수치지형도	1997	도엽내 일부지역 (1:1,000 150도 엽에 해당)
1:25,000 토지이용현황도	2000	항공사진	1996	1도엽

1:3,000 서울시 토지이용현황도는 1997년 제작된 수치지형도를 이용하되 1999년 현지확인된 사항을 토대로 제작되었고, 1:25,000 토지이용현황도는 1996년 항공사진을 이용하되 2000년도 현지조사 후 제작되었으므로 1년간 변화된 토지이용에 차이가 존재할 수 있다. 그러므로 본 연구에서는 1년간 변화된 지역의 토지이용을 파악하기 위하여 1997년 제작된 수치지형도와 2001년 제작

된 수치지형도를 모두 참조하되 지형도를 중첩하여 육안으로 변화된 지역을 확인하고자 하였으나 자료확보의 문제로 2000년 제작된 수치지형도 32도엽만을 확인용으로 사용하였고, 그 외 부분은 2001년 제작된 1:5,000 지적·임야약도를 참조하였다.

3. 결과

1) 매칭된 토지이용항목

서울시 토지이용현황도에 표현된 분류항목은 총 42가지이며, 분석지역에서 나타난 토지이용항목은 30가지이다. 30가지의 분류항목은 1:25,000

<표 7> 일반화에 적용된 토지이용현황도 항목

1:1,000 토지이용현황도 분류항목	1:25,000 토지이용현황도
단독주택지, 주거·상업혼합지	일반주택지(주거상업혼합지)
공동주택지	고층주택지
상업·업무시설지, 농수산물시장	상업·업무지
공업지	공업용지
교육시설, 군사시설	교육·군사시설
행정기관, 병원 및 요양기관, 연구기관, 대규모 운동시설	공공용지
하수처리장, 유수지, 정수장, 쓰레기소각장	처리장
쓰레기매립장	100m×100m 미만으로 병합됨
발전소	발전시설
1:1,000 토지이용현황도 분류항목	1:25,000 토지이용현황도
건설현장지역, 건설현장이 아닌 나지, 묘포장, 초지, 조경수목 식재지, 호안블럭	나지 및 인공녹지
철도 및 관련시설	철로 및 주변지역
도로 및 관련시설	도로
산림	혼합수림
밭, 시설경작지	밭
하천 및 호소	호소
	하천

의 토지이용현황도로 제작될 때 생성된 분류항목은 16가지이나 쓰레기 매립장은 100m×100m 미만의 면적으로 다른 속성의 토지이용으로 병합되어 총 15가지 항목으로 제작되었다(<표 7 참조>). 산림은 혼합수림만 존재하므로 세분화하지 않았으며, 하천 및 호소는 육안으로 판단이 가능하므로 호소는 육안으로 분별하여 새로운 속성을 입력하는 방법으로 일반화 지도에 세분화하도록 하였다.

2) 속성의 일치도

본 연구에서는 서울시 토지이용현황도를 1:25,000으로 일반화를 수행한 후 기존 1:25,000 토지이용현황도와 일반화 결과물을 평가하였다. 먼저 육안으로도 두드러지는 몇가지 사항을 살펴본다. <그림 9>는 1:25,000 토지이용현황도와 일반화 결과물을 대조한 그림이다.

아래 그림에서 육안상으로 드러나는 몇가지 특징을 살펴볼 수 있다. 가장 큰 특징으로는 국토지리정보원의 토지이용현황도는 1:25,000 축척으

로 제작되었음에도 도로망에 의해 블록이 세분화되어 있음을 볼 수 있다. 단일 토지이용항목에서도 도로망에 의해 블록이 나뉘어져 있다는 것이다. 그러나 동일한 토지이용을 나타내는 지역이 실폭도로에 의해 구분되고 있으므로 문제되지 않는 것으로 판단된다. 두 번째로는 중랑천을 따라 형성된 하천변 공원이 국토지리정보원의 토지이용현황도에서는 분류되지 않은 채 하천으로 분류되어 있으나 일반화 결과물에서는 하천변을 따라 형성된 공원이 나지 및 인공녹지로 구분되고 있다. 하천변을 따라 형성된 공원은 도시지역의 주요한 녹지공간으로 인식되고 있으며, 서울시의 경우 한강을 비롯하여 주요 하천에 조성되고 있으므로 이는 독립적인 녹지공간으로 인식하도록 하였다.

정량적 평가를 위하여 표본추출 대상지역을 동일한 구역으로 나누고, 각 구역으로부터 표본을 추출하는 계통적 추출법을 이용하였다. 계통적 추출법은 일정한 간격으로 표본을 선택하므로 전 지역에 대하여 골고루 표본을 추출할 수 있다는 장



<그림 9> 일반화 수행 결과 비교

점이 있어(Congalton et. al, 1999) 본 연구지역과 같이 다양한 토지이용형태가 전 지역에 걸쳐 고루 분포하고 있는 자료를 평가하는 데 유용하다고 판단되었다. 표본 추출 간격은 실험분석 대상지역을 20×30의 격자로 나누고, 각 격자의 중심점에서 일반화 결과 지도와 국토지리정보원에서 제작한 1 : 25,000 토지이용현황도의 분류항목의 일치성을 비교하도록 하였다. 본 연구에서는 토지이용현황도라는 주제도를 대상으로 하는 만큼 1 : 1,000 한 도엽내에 토지이용 분류항목이 5-9개의 항목으로 표현되고 있으므로 세분화된 격자의 1 : 1,000 한 도엽을 4등분한 후 한 지점에서의 정확도를 측정하였다. 하나의 격자 내에 주로 1-4항목이 포함되어 있으므로 600개 전 지점에 대한 표본 추출결과 실험분석 대상지에 포함된 토지이용분류 항목이 한번 이상 확인되었다.

시험지역 격자 내에서 선택된 총 600개 지점 중 약 500개의 속성이 일치하여 총 83%의 정확도를 보였다. 일치하지 않는 원인을 분석한 결과 불일치하는 12개 지점 속성은 아파트와 같은 대단위 건물이 구축되는 등 지형변화에 의한 것으로 판단되었다. 지형변화에 의한 속성의 불일치를 확인하기 위하여 1 : 1,000 토지이용현황도 제작에 사용된 1997년 수치지형도와 2001년 수치지형도를 일반화 결과물과 중첩하였다. 그러나 2001년 제작된 수치지형도는 32도엽에 불과하므로 32도엽 외의 지역에 있어 속성불일치 지역은 2001년 제작된 1 : 5,000 지번·임야 약도를 참조하여 변화사항을 확인하였다. 불일치하는 속성 중 50개는 주거지와 상업지가 혼합되어 있는 지역에서 속성의 불일치가 있었으며, 38개는 유원지와 하천변의 녹지 등 세분화의 차이에서 오는 불일치로 일반화 결과지

도에서 나타나는 토지이용이 1 : 25,000의 토지이용현황도에서는 표현되지 않고 있는 것으로 나타났다. 이 외에 검증과정에서 도로폭 표현의 차이에 의한 속성 불일치와 철도 폭 표현의 차이에서 오는 불일치는 불일치에서 제외하였다. 또한 본 연구에서는 대축척 지도를 일반화하는 데 있어 속성에 따라 경계선을 제거하고 이를 병합, 상징화하는 기법을 사용하고 있어 존재하는 경계선의 위치정확도는 수치지형도의 위치정확도를 그대로 유지하므로 이에 대한 평가는 수행하지 않았다.

V. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 서울시 토지이용현황도를 일반화하여 국토지리정보원의 1 : 25,000 토지이용현황도의 분류체계와 일치하도록 하는 방안을 제시하고, 이를 실험 분석한 결과 정확도 83% 수준에서 일반화 결과가 소축척 토지이용현황도와 일치함을 확인할 수 있었다. 이러한 정확도는 자료의 속성정확도를 의미하는 것이며, 토지이용경계는 대축척 토지이용현황도의 경계선이 가지는 위치정확도를 그대로 유지하고 있어 소축척 토지이용현황도의 도형정확도를 만족시킬 수 있다. 그러므로 향후 대축척 토지이용현황도의 일반화를 통한 소축척 토지이용현황도 제작의 가능성을 보여주고 있다.

그러나 본 연구결과에서 보여진 17%의 오류는 일반화를 통한 지도제작을 현실화하기 위해 해결되어야만 하며, 이를 위해서는 향후 몇가지 문제가 고려되어야 한다.

첫째, 두 기관의 분류항목의 정의를 좀 더 수치적으로 근사하도록 조정하고 현장조사자료는 기

존 통계자료나 문헌자료를 이용하여 보완하는 것이 필요하다. 서울시의 토지이용 분류항목인 주거·상업 혼합지는 “주거용 건물과 상업용 건물이 각각 30% 이상을 차지하는 블록”이라고 정의하고 있으나 30%에 대한 판단이 현지조사자의 육안판단에 의존하므로 결과의 일관성이 떨어질 수 있다. 그러므로 혼합지의 경우 주거용 빌딩과 상업용 빌딩의 분포에 대한 참고자료를 보완적으로 활용하는 것이 필요하다. 국토지리정보원의 상업·업무지는 “상업지나 업무지가 블록의 2/3 이상을 차지할 때 분류한다”고 규정하고 있으나 서울시와 마찬가지로 70%에 대한 결정이 현지조사자에게 위임되므로 이를 보완할 만한 방법이 강구되어야 한다.

둘째, 1:25,000의 토지이용현황도에 존재하는 분류항목이 서울시 대축척 토지이용현황도에 존재하지 않는 경우 일반화의 논리성에 위배되므로 상호 일치 가능한 방법의 모색이 필요하다. “유원지”는 대단위 위락시설이 포함된 어린이 대공원, 드림랜드, 용마랜드 등은 서울시 분류항목에 존재하지 않으나 1:25,000 국토지리정보원의 분류항목에는 존재하고 있다. 이런 위락시설들은 녹지공간 내에 상당히 넓게 차지하고 있으므로 따로 분류하는 것이 필요할 것으로 판단되며, 1:25,000 토지이용현황도와는 논리적 관계도 성립될 수 있다.

셋째, 일부 항목의 세분화가 요구된다. 대축척 지도에 나타나지 않는 항목은 일반화를 수행한 후에도 표현될 수 없으므로 이에 대한 고려가 필요하다. 서울시 토지이용현황도에는 산림지역에 대한 분류가 단일 항목으로 되어 있으나 국토지리정

보원의 분류항목은 침엽수림, 활엽수림, 혼합수림으로 구분하고 있어 일반화 결과에서도 세 항목의 구분이 불가능하다. 또한 하천변의 녹지 공간을 1:25,000에서 표현해야 할 것으로 판단된다.

서울시의 대축척 토지이용현황도는 환경과 생태를 고려한 도시계획과 도시관리를 위한 자료로 제작되었으나 국토지리정보원의 토지이용현황도는 국토이용계획과 불특정 다수의 사용자를 위해 제작됨으로써 분류체계에 차이가 존재하여, 이를 모두 일치시키는 데 한계가 있다. 또한 두 기관의 토지이용 분류체계는 항목에 대한 정의에 차이가 있으나 본 연구에서는 정의의 차이에서 오는 문제는 고려치 못하였으며, 여러 가지 일반화 방법을 비교·평가하지 못하였다. 그러므로 향후 좀 더 높은 정확도를 기대하기 위해서는 두 기관의 토지이용분류항목 정의서를 일치시키거나 조화시킬 수 있는 방법이 제기되어야 하며, 최적의 일반화 방법을 도출할 수 있는 연구가 필요할 것으로 판단된다. 더불어 토지이용현황도 이외의 주제도에서도 일반화를 통하여 대축척지도를 소축척으로 제작하기 위해서는 자료들간의 도형정확도와 속성정의의 차이에서 오는 문제점을 분석하고 해결할 수 있는 방안이 제시된 후 기술적인 기법을 모색해야 할것으로 판단된다.

본 연구는 대축척 토지이용현황도를 이용하여 소축척 지도를 제작할 수 있는 방안을 분석하고 가능성을 제기함으로써 국내 대축척 토지이용현황도 활용증진에 기여할 것으로 판단되며, 토지이용현황도에 적합한 일반화 기법연구의 토대가 될 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- 국토지리정보원, 1999, 『주제도 시범제작 : 토지이용현황도 및 도로망도』
- , 1998, 『대축척 수치지도의 소축척 변환연구(I)』
- , 1995, 『수치지도작성작업내규』
- 김계현, 2000, 『GIS 개론』, 대영사
- 민숙주, 김계현, 1999, “토지이용현황도 구축방안에 관한 연구”, 한국GIS학회 추계논문발표집, pp. 72-76
- 서울시, 2000, 『서울시 비오톱 현황조사 및 생태도시 조성 지침 수립』
- 서울특별시, 2002, 『공원관리현황 I, II』
- 성지문화사, 2001, 『서울 1 : 5,000 지적·임야 약도』
- 이희연, 1995, 『지도학 : 주제도제작의 원리와 기법』
- 최병길, 김영근, 정수호, 2001, “수치지도에서 건물의 일반화에 관한 연구”, 『대한토목학회논문집』, 제21권 1호, pp. 135-144
- Congalton, R. G. and K. Green, 1999, *Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practice*, CRC Press
- Esri, 1996, *Esri White Paper: Automation of Map Generalization-the Cutting- Edge Technology*
- Galanda, M., 2003, *Automated Polygon Generalization in a Multi Agent System*, Ph. D. Dissertation, University Zürich
- Grunreich, D., 1995, “Development of computer assisted generalization on the basis of cartographic model theory”, Muller, J. C., J. P. Langrange and R. Weibel(ed.), *GIS and Generalization-Methodology and Practice*, Taylor & Francis
- McMaster, R. B and K. S. Shea, 1992, *Generalization in Digital Cartography*, Association of American Geographer
- Martines. S. A, “A cartographic and database approach for land cover/use mapping and generalization from remotely sensed data”, *International Journal of Remote Sensing*, Vol 21, No. 9, pp. 1825-1842
- Muller, J. C., J. P. Langrange and R. Weibel, 1995, *GIS and Generalization -Methodology and Practice*, Taylor & Francis