

# 수치지형도를 이용한 도시지역 토지이용정보 추출기법에 관한 연구 A Study to Extract Landuse Information from Digital Topographic Map in Urban Area

민숙주\* · 김계현\*\* · 김경순\*\*\*

Min, Sookjoo · Kim, Kyehyun · Kim, Kyoungsoon

## 요 旨

토지이용정보는 토지이용계획, 도시계획, 환경관리 등을 위한 기초자료로 사용되고 있으며, 최근에는 환경문제에 대한 관심이 높아지면서 토지이용정보에 대한 요구가 보다 높아지고 있는 실정이다. 그러나 기존의 토지이용정보 취득방법은 현장조사에 의존하거나 항공사진 또는 위성영상을 이용하므로 촬영시간 및 비용의 소요가 큰 편이다. 특히, 토지이용이 집약적인 도시지역은 도시계획 및 토지관리를 위하여 상세하게 표현된 토지이용정보가 필요하다. 그러므로 본 연구의 목적은 기 제작된 수치지형도를 이용하여 도시지역의 토지이용정보를 상세히 구분하는 기법을 제시하는데 있다. 제시된 기법의 활용가능성을 파악하기 위하여 서울시 일부지역을 대상으로 실험분석을 수행하였다. 실험분석 결과 산림지역을 제외하고 전체적으로 분류 가능한 것으로 파악되었다. 향후 산림지역에 대한 토지이용정보 취득 방법을 보완할 경우 본 연구에서 제시한 방법은 도시관리를 위한 토지이용정보 취득에 효율적으로 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

**핵심용어** : 토지이용정보, 수치지형도, 도시지역

## Abstract

Landuse information is used to plan land use, urban and environmental management as base data. And, demand for landuse information is rising due to ecological consideration. But existing method to extract landuse information from aerial photographs or field survey is consume a lot of time and cost. In urban area where the pattern of landuse is densely aggregated, a landuse information needs to be classified in detail for urban planning and management. Therefore this study aims to examine the method to extract landuse information in detail from 1:1,000 digital topographic data. For the purpose, the method was applied to a part of metropolitan Seoul. The results of study shows that extraction of landuse information except forest area is possible. Forest area is needed to describe smaller spatial unit. For the future, the method of describing forest area is improved it will be effectively applicable for the city maintenance.

**Keywords** : Landuse Information, Digital Topographic data, Urban Area

## 1. 서 론

### 1.1 연구배경 및 목적

토지이용정보는 토지이용계획, 도시계획, 지역계획을 수립하고 공공사업을 추진하는데 기초자료로 사용되며, 환경보전과 관리에 필수적으로 요구된다. 그러므로 각 분야에서는 필요에 따라 토지이용정보를 취득하여 사용하고 있다. 특히 도시지역은 좁은 공간에 많은 사람들이 모여서 다양한 활동을 영위하는 곳으로 집약적인 토지

이용 형태를 보이므로 환경과 생태를 고려한 도시계획을 수립하기 위하여 토지이용정보를 활용하고 있다(권용우 외, 1998; 서울시, 1999).

기존 토지이용정보의 취득은 100% 현장조사에 의존하거나 항공사진, 위성영상자료를 육안판독한 후 현장조사를 수행하는 방법을 사용하였다. 그러나 현장조사에 의존하는 방법은 토지이용정보를 작은 공간단위로 구분하여 분류할 수 있으나 현장조사에 투입되는 인력 및 시간 소요가 크며, 항공사진이나 위성영상을 이용하는 방법은

2004년 8월 11일 접수, 2004년 8월 26일 채택

\* 서울시정개발연구원 도시정보연구센터 초빙 부연구위원 (sjmin@sdi.re.kr)

\*\* 인하대학교 지리정보공학과 교수 (kyehyun@inha.ac.kr)

\*\*\* 인하대학교 지리정보공학과 박사과정 (kyoskim@hanafos.com)

육안판독 후 다시 현장조사를 거치게 되므로 이 또한 비용과 시간소요가 큰 실정이다. 그러므로 도시지역의 토지이용을 상세히 표현하되 기존자료를 이용함으로써 시간과 비용을 절약할 수 있는 토지이용정보의 취득 기법이 요구된다.

이러한 배경에서 본 연구에서는 수치지형도를 이용하여 도시지역의 토지이용정보를 작은 공간단위로 상세히 표현할 수 있는 방법을 모색하여 제기하고 이러한 방법론의 활용 가능성을 제기하였다.

### 1.2 연구방법

국내에서는 전 국토에 대한 데이터베이스 구축의 일환으로 1995년부터 1:1,000, 1:5,000, 1:25,000 축척의 수치지형도를 제작하고 갱신중이다. 수치지형도는 항공사진을 도화하여 제작한 것으로 지상의 지형지물을 코드로 구분하여 표현하고 있으며, 토지이용을 구분할 수 있는 정보들을 포함하고 있다.

그러므로 본 연구에서는 기 제작된 1:1,000 수치지형도를 이용하여 토지이용정보를 취득할 수 있는 방법을 제시하고 활용 가능성을 확인하기 위하여 서울시 일부지역을 대상으로 실험분석 하였다. 실험분석 과정에서는 해당지역의 수치지형도로부터 토지이용정보 관련 레이어를 추출하고 자료를 변환, 편집, 병합한 후 토지이용분류규칙을 적용하도록 하였다. 그림 1은 연구 흐름도이다.

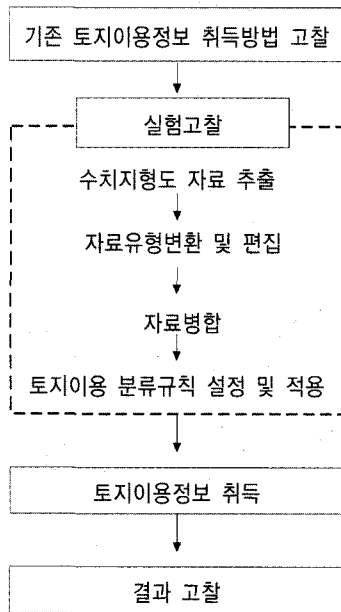


그림 1. 연구흐름도

## 2. 기존 토지이용정보 취득 기법

토지이용정보는 현장조사를 통하여 직접 취득하는 방법과 항공사진 또는 수치지형도, 위성영상과 같은 자료를 이용하여 수집하는 간접 취득방법이 있다. 토지이용정보 취득방법의 선택은 사용목적에 일차적으로 의존하게 되며, 사용 자료의 선택은 방법과 목적을 모두 고려하여 결정하게 된다. 기존의 토지이용정보의 취득방법은 현장조사 등을 통하여 위의 두가지 방법이 모두 사용되었다. 두가지 취득방법의 활용사례와 특징을 살펴보면 다음과 같다.

### 2.1 현장조사를 통한 정보취득

현장조사를 통하여 정보를 직접 취득한 사례는 국내에서 지가관리를 위해 실시하는 토지이용 조사에서 볼 수 있다. 국내 각 지방자치단체는 토지관리의 일환으로 공시지가를 산정하고 이를 지가현황도로 제작하고 있다. 공시지가의 산정에는 토지이용정보가 기초자료로 활용되므로 지방자치단체에서는 현장조사를 거쳐 필지별로 토지이용현황을 파악한다. 현장조사에서 수집된 토지이용현황은 지가현황도에 하나의 속성으로 입력되어 관리되고 있으며, 국가에서는 1999년 이를 전산화하여 1:1,000, 1:5,000 축척의 토지특성도로 제작하였다(국토개발연구원, 1998).

그러나 토지특성도의 근간이 되는 필지선은 지적도 원본의 경계선을 사용하지 않고 지방자치단체에서 나름대로 복사하여 보완하던 지적도 복사본의 필지선을 사용함으로써 지상의 지형지물 경계와 필지선이 일치하지 않으며, 필지선의 분할이나 합병정보도 일부 누락되어 있다.

### 2.2 일차 수집자료를 이용한 간접 정보취득

간접적 토지이용정보의 취득방법은 위성영상, 항공사진, 수치지형도를 토대로 일차 정보를 취득하고 확인을 위해 현장조사를 수행한다. 위성영상자료와 항공사진을 이용하는 방법은 기존에 널리 활용되고 있으며, 국내에서는 전 국토에 대한 수치지형도가 구축되면서 최근 수치지형도를 이용하여 토지이용정보를 취득하고 있다.

#### 2.2.1 위성영상을 이용하는 방법

위성영상자료는 지표에 대한 정보를 화소값으로 저장하고 있으므로 토지이용정보를 추출하기 위해서는 동일 토지이용으로 판단되는 화소값을 군집화하여 분리한다. 그러므로 엄밀한 의미에서 위성영상자료를 이용한 토지이용정보는 토지의 물리적 상태인 토지피복정보를 표현한다고 할 수 있다.

국내 환경부에서는 Landsat TM 위성영상을 이용해 토지정보를 표현한 토지피복도를 제작하였으며, 미국에서도 위성영상자료를 이용하여 연방정부 차원에서 AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) 자료와 Landsat TM 자료를 이용하여 전 국토에 대한 토지피복도를 제작하여 보급하고 있다(환경부, 2002; Brown et al., 1999; USGS web site).

위성영상을 이용한 토지피복정보 취득기법에 대한 연구는 1972년 Landsat 위성영상 발사 후 활발히 진행되어 왔으며, Hung(2002), Gamba 외(2001, 2003), 양인태 외(1999)의 연구에서 찾아볼 수 있다. Hung은 VIS (Vegetation-Impervious surface-Soil) 모델을 이용하여 한 화소 안에 혼합되어 있는 토지피복정보를 분리하였으며, Gamba 외(2001)는 신경망알고리즘과 뉴로-퍼지 알고리즘을 이용해 도시지역의 토지피복분류 정확도를 향상시킬 수 있는 방법을 제시하였다. 양인태 외(1999)는 항목간에 경계가 모호하거나 분류 항목간 중복도가 높은 경우에 퍼지집합 이론을 사용하였다.

### 2.2.2 항공사진을 이용하는 방법

항공사진에는 모든 지형지물이 현실세계와 같은 형태로 나타나게 되므로 전문가의 육안판독으로 토지이용을 분류하며, 전문가의 숙련정도가 토지이용정보 취득결과에 영향을 준다. 그러나 항공사진에서는 공공시설물이나 주택의 종류, 건물의 이용용도 등은 파악하기 어려우므로 토지이용의 구체적인 내용을 파악하는데 어려움이 있다. 그러므로 현장조사 또는 문서자료와 같은 참조자료를 통하여 토지이용정보의 정확도를 확보하게 된다.

국내 국토지리정보원에서는 1:37,500 축척의 항공사진을 통해 일차 토지이용을 분류한 후 현장조사를 통해 토지이용정보를 취득하는 기법으로 1:25,000 축척의 토지이용현황도를 제작하였다. 항공사진을 통한 토지이용 분류시에는 사진측량에서 사용되는 입체도화기를 이용하므로 기존의 지형도제작에 사용된 이론적 기술들이 적용된다(국토지리정보원, 1999).

미국 오스틴시에서도 1990년 토지이용경계선으로는 필지를 사용하고, 토지이용 속성은 항공사진에서 취득하는 기법을 사용하여 토지이용도를 제작하였다(USGS, 1999; Austin city website). 이러한 방법은 국내에서 필지기반으로 작성한 토지특성도와 항공사진을 기반으로 작성한 토지이용도제작 제작기법이 혼합된 것이다.

### 2.2.3 수치지형도를 이용하는 방법

수치지형도를 이용하여 토지이용정보를 취득하는 방법은 수치지형도가 표현하고 있는 지형지물의 경계와 위

치를 이용하는 방법으로 현재 비용, 방법상의 문제로 서울시에서만 시도되었다.

서울시는 수치지형도에서 토지이용경계를 육안으로 구분하여 일차 토지이용 경계를 생성한 후 현지조사 과정을 거쳐 토지이용정보를 확인하는 방법으로 1:3,000의 토지이용현황도를 제작하였다. 그러나 서울시에서는 육안으로 수치지형도에서 토지이용 경계선을 구분한 후 현장조사 과정을 거쳐 속성을 확인하고 있으므로 수치지형도가 갖고 있는 다양한 지형지물 정보를 충분히 이용하기 보다는 현장조사에 많이 의존하고 있는 것으로 판단된다.

국토지리정보원에서도 1999년 장기적인 대안으로 1:5,000 수치지형도를 이용하여 토지이용을 구분할 수 있는 방안을 제시하였다. 그러나 토지이용정보 구분을 위한 코드선별, 경계선들에 대한 기하학적 편집, 위상편집 등에 대한 기술적인 문제들을 구체적으로 제시하지는 못하였으며 현실화되지 못한 상태이다.

수치지형도에는 토지이용과 관련된 정보를 포함하여 다양한 정보가 지형지물 코드로 표현되고 있으므로 현장조사에 의존하지 않고 토지이용정보를 취득하기 위해서는 수치지형도의 지형지물 코드를 분리하고 지형지물의 경계선을 편집하기 위한 방법이 제시되어야 한다.

## 3. 수치지형도 분석

국토지리정보원에서는 1995년부터 1:1,000, 1:5,000, 1:25,000 축척의 수치지형도를 제작하였다. 1:1,000 수치지형도는 지형지물을 데이터의 기본단위로 하며, 속성값에 의해 그 특성을 세분화하고 있다. 그러나 1:1,000의 수치지형도 또한 속성정보를 GIS 자료형식이 아닌 하나의 레이어 코드로 표현하고 있다는 한계를 갖고 있다.

수치지형도상의 도형은 점, 선, 면, 심볼 등으로 표현되는데 여기에는 위상정보가 없으며, 면으로 표현되어야 하는 정보 또한 선으로 표현되는 경우가 존재한다. 그러므로 GIS를 이용하여 수치지형도를 분석하기 위해서는 선형의 자료를 면의 형태로 변환시키고, 텍스트나 심볼은 점 유형의 도형에 연결시켜 지형지물의 속성을 나타낼 수 있도록 하여야 한다.

1:1,000 수치지형도의 지형지물코드와 속성코드는 대·중·소 분류의 계층적 코드체계를 갖도록 하고 있다. 지형지물 코드중 대분류와 중분류는 알파벳 한자리로 표현하고, 소분류는 숫자 세 자리로 표현하고 있다. 이는 1998년에 제기된 국가기본도 및 수치지형도 표준(안)에서 제기한 것이며, 속성부호는 지형지물부호에서 알파벳 한자리를 확장하여 부여할 수 있도록 함으로써 총 여섯

자리로 표현하도록 하였다. 그러나 현재 국토지리정보원에서 제공하고 있는 지형지물코드는 기존의 속성부호까지 지형지물부호에 통합하여 총 370여개이며, 다섯자리 또는 여섯자리가 혼합적으로 사용되는 코드를 제공하고 있다. 다음 표 1은 국토지리정보원에서 현재 제공하고 있는 지형지물 코드분류체계이다(국토지리정보원, 2003).

표 1. 지형지물 코드분류 체계

대분류	중분류	소분류	소분류 항목수
A 시설물	AA 건물 및 관련지물	AAA001-AAC006	95
	AB 문화 및 오락	AB001-ABC003	21
	AC 처리시설	ACA001	7
	AD 도로	AD001-AD0036	16
	AE 도로시설	AE001-AE999	46
	AF 철도	AFA001-AF020	7
	AG 철도시설	AG001-AG999	6
	AH 산업시설	AH001-AH999	9
	AI 주거시설	AI001-AI999	3
	AJ 농경시설	AJ001-AJ999	6
	AK 상업시설	AK001-AK999	3
	AZ 기타	AZ001-AZ150	43
	B 수계	BA 내륙수계	BA001-BA999
BB 내륙수계 시설물		BB0011-BB999	12
BC 해양		BC0011-BC0042	7
C 지형/지질	CA 고도	CA0011-CA0021	7
	CC 지형	CC001-CC999	6
D 식생	DA 농작물재배지	DA001-DAA003	4
	DB 목장 및 방목	DB001-DB0011	2
	DC 숲	DC001-DC0015	6
	DD 경관	DD001-DD0013	4
	DZ 기타	DZ001-DZ0102	5
E 행정/경계	EA 행정구역	EA0011-DA0018	10
	ZC 주기	ZC001-ZC601	28
Z 일반	ZD 도곽	ZD001-ZD002	2
	계	-	370

#### 4. 수치지형도 이용한 토지이용정보 추출기법

기준에 대축적으로 토지이용정보를 표현한 토지특성도는 토지이용경계를 표현하고 있는 필지가 지표상의 지형지물 경계 일치하지 않으며, 토지이용정보의 확인이 현장조사에 의존한다는 단점이 있다. 또한 항공사진을 이용하거나 수치지형도를 이용한 방법들은 일차 육안판독 후 현장조사를 통해 토지이용정보를 보완하고 있으므로 현장조사에 의한 의존도가 높다.

그러므로 본 연구에서는 항공사진과 수치지형도를 육안판독하고 현장 조사하는 과정에서 발생하는 시간과 비

용소요를 줄이며, 복잡한 토지이용을 대축적으로 상세하게 표현할 수 있는 토지이용 취득방법을 연구하였다. 특히 수치지형도가 갖고 있는 다양한 정보를 추출하여 토지이용정보를 취득하는 과정에 연구중점을 두었다. 그러나 수치지형도에는 토지이용정보의 경계로 활용할 수 있는 경계정보가 처리시설경계코드, 하천경계코드, 재배지경계코드, 숲경계코드 등으로 제한되어 있으므로 토지이용경계는 새롭게 생성하여야 한다. 그러므로 본 연구에서는 통계청에서 수치지형도의 도로, 하천 등의 지형지물을 이용해 생성한 자료인 기초단위구를 토지이용경계로 활용하였다.

#### 4.1 대상지역 및 자료

본 연구에서는 도시의 복잡한 토지이용을 잘 표현하고 있는 서울시 서대문구, 마포구 일대 16.7km<sup>2</sup>를 선택하여 실험분석 하였다. 실험분석지역은 상가와 빌딩이 밀집해 있으며, 전통가옥과 대형빌딩이 혼재하고, 개인주택과 작은 상가들이 밀집하는 등 복잡한 공간구조를 지니고 있다. 그림 2에 나타난 빗금친 부분은 연구대상지역을 나타낸다.

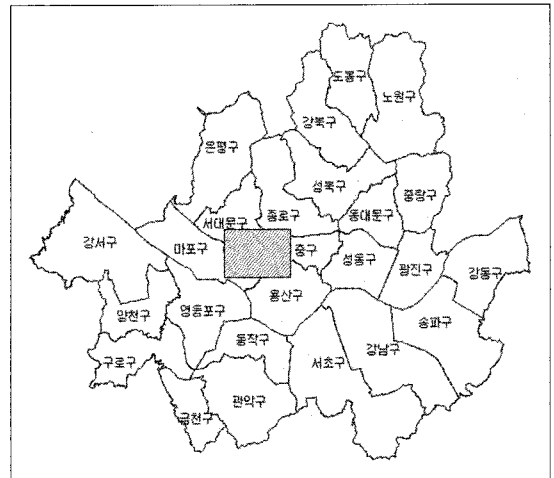


그림 2. 연구대상지역

연구대상지역을 실험분석하기 위해서는 1:1,000 수치지형도 66도엽을 사용하였으며, 수치지형도의 총 370여 개 레이어 중 113개 레이어를 활용하였다. 토지이용정보를 취득하는 경계로는 통계청에서 통계조사 단위로 사용하고 있는 기초단위구자료를 사용하였다. 기초단위구는 통계청에서 1:1,000 수치지형도의 3m 도로중심선과 하천 등 준항구적 시설물을 경계로 블록을 생성하고 일부 건물의 밀집도가 높은 지역은 담장 등을 이용해 블록을

세분화하였다. 기초단위구는 통계조사의 최소단위이므로 토지이용정보의 경계로 이용하여 향후 활용성을 높이고자 하였다.

### 4.2 토지이용정보 추출절차

1:1,000 수치지형도로부터 토지이용정보를 포함한 레이어를 추출하고, 자료를 유형변환, 편집, 병합한 후 기초단위구 자료와 중첩하였다. 중첩된 자료는 토지이용결정규칙을 적용하여 단독주택, 공동주택, 상업업무시설지 등으로 토지이용을 구분하였다. 토지이용정보의 분류항목은 기존 서울시와 국토지리정보원의 토지이용분류항목을 참고로 하되 수치지형도로부터 추출 가능하다고 판단된 22개 항목을 선정하여 본 연구에 적용하였다. 그림 3은 토지이용정보 추출 절차를 나타낸 것이다.

토지이용 결정규칙은 실험분석과정을 거쳐 수립하였으며, 결정규칙의 적용은 ArcObject 기반의 프로그램으로 구현하였다.

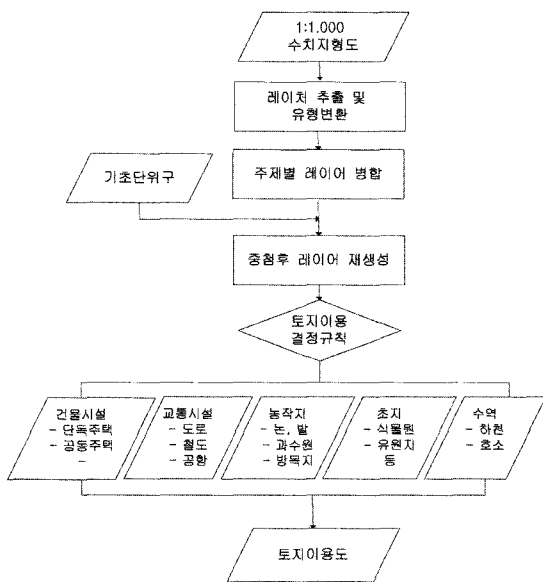


그림 3. 토지이용정보 추출절차

### 4.3 레이어추출 및 유형변환

#### 4.3.1 레이어추출

수치지형도를 이용하여 토지이용정보를 취득하기 위해서는 370여 지형지물 코드 중 113개의 코드를 추출하였다.

단독주택지는 4층 이하의 일반주택(AAA001)만을 추출하고, 공동주택지는 연립주택(AAA002), 아파트(AAA003) 레이어를 추출하였다. 상업·업무시설지는 빌딩코드

(AAA008)에 유치원, 유아원(AAB115), 학원(AAB117) 등 상업업무시설로 분류될 수 있는 건물코드(AAB117-223 등)를 중첩하여 총 40개 레이어를 추출하였다. 그 외 공업지는 2개 레이어, 교육시설은 2개 레이어, 행정기관은 29개 레이어, 병원 및 요양기관은 1개 레이어, 대규모 운동시설은 1개 레이어, 처리시설관련 7개 레이어, 발전소는 3개 레이어, 건설현장지역은 1개 레이어 코드를 선택하였다. 철도와 도로, 공항관련 시설은 교통지에 해당하는 토지이용으로 12개 레이어를 수치지형도로부터 추출하였으며, 공항은 하나의 레이어를 추출하였다. 식생과 관련된 토지이용항목은 논, 밭, 과수원, 문화유적지, 산림 등이 있으며, 수역에 포함되는 항목은 하천, 호소 등이다. 표 2는 토지이용정보 추출에 사용된 수치지형도 코드수이며, 이들 중 중복되어 사용된 ZC002(주거)코드를 제외하면 총 119개의 코드가 사용되었다.

표 2. 토지이용정보 추출에 사용된 수치지형도 코드 수

분류가능항목	사용된 코드 수	분류가능항목	사용된 코드 수
단독주택지	1	건설현장지역	1
공동주택지	2	철도 및 관련시설	8
상업업무시설지	40	도로 및 관련시설	3
주거상업혼합지	0	공항 및 관련시설	1
공업지	2	논	2
교육시설	2	밭	2
행정기관	29	과수원	2
병원 및 요양기관	1	문화유적지	2
대규모 운동시설	1	산림	5
처리시설	7	하천	4
발전소	3	호소	1

#### 4.3.2 유형변환

수치지형도 레이어는 자료유형이 점, 선, 면, 점과 연결되어 있는 문자와 기호 등으로 이루어져 있어 이들 자료를 자료 편집과정 없이 토지이용분류에 사용하기 어렵다. 그러므로 수치지형도에서 추출한 레이어는 자료의 유형변환 및 구조화편집 등의 과정을 거쳐 GIS자료로 변환하고 속성자료와 연결하거나 중첩분석을 실시하였다.

선형 데이터인 주택, 빌딩 레이어는 데이터 추출 후 GIS S/W를 사용하여 면 형태의 데이터로 변환하였다. 아울러 빌딩의 용도나 기타 시설물, 행정관청, 교육기관, 병원, 과수원, 묘지 등을 나타내고 있는 점 유형의 데이터는 유형의 변환 없이 GIS 데이터로 변환한 후 면형 자료인 빌딩 레이어와 중첩하여 빌딩용도를 구분하는 데 활용하였다.

그러나 문자와 기호로 입력된 ZC002, ZC003, ZC004,

ZC009 레이어 코드는 대형 건물의 명칭과 문화유적지 명칭 등 주요 목표건물의 고유명사를 기록하며, 캐드데이터의 블록형태로 입력되어 있다. 그러므로 토지이용분류에 이용하기 위해 자료의 유형변환과 속성연결과정을 거치도록 하였다. ZC002 자료는 면 유형으로 변환된 빌딩(AAA008) 자료와 중첩시켜 빌딩의 토지이용을 구분할 수 있도록 하였고 ZC003, ZC004, ZC009 코드는 문화유적, 처리장시설, 산업시설 등을 표현하는 블록자료로서 ZC002와 동일한 처리과정을 거쳐 중첩되는 빌딩만을 처리시설 레이어로 생성하였다.

**4.4 주제별 레이어 병합**

변환된 자료들은 동일한 토지이용 항목에 해당하는 레이어별로 병합하여 주제레이어를 생성하였다. 그림 4는 주제별 레이어 병합과정을 나타낸 것이다. 면유형의 자료 중 아파트, 연립주택 레이어는 토지이용이 공동주택으로 분류될 자료이므로 하나의 레이어로 병합하였고, 단독주택지에 해당하는 레이어는 일반주택 레이어를 사용하였다. 그 외 상업업무시설지 레이어는 면유형의 빌딩레이어 AAA008과 방송국, 금융업 등을 나타내는 점유형의 AAB200, AAB430 레이어를 중첩하여 추출한 면유형의 자료를 병합하여 생성하였다.

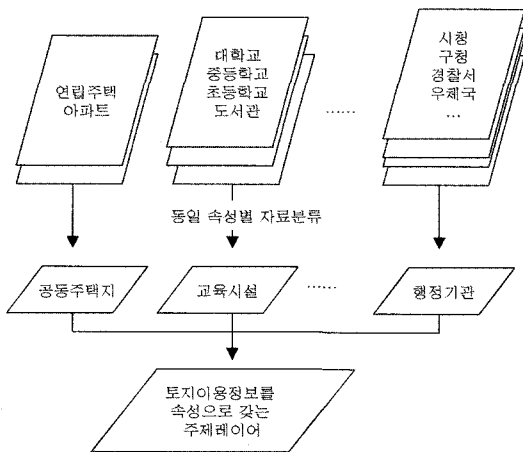


그림 4. 주제별 레이어 병합과정

**4.5 중첩 후 레이어 재생성**

생성된 주제레이어 만으로는 토지이용경계가 생성되지 않는다. 그러므로 수치지형도의 도로중심선, 하천중심선을 기초로 만들어진 통계청의 기초단위구를 경계로 토지이용을 결정하도록 하였다. 토지이용을 결정하기 위하여 기초단위구 자료와 주제레이어 자료를 중첩하였다.

하나의 기초단위구 내에 존재하는 건물들은 동일한 토지이용경계 내에 위치한다는 정보를 갖도록 하기 위하여 새로운 속성필드를 생성시킨 후 동일 속성값을 부여하였다. 도로는 수치지형도로부터 8m 이상의 도로만을 면형자료로 변환시켜 중첩하였다.

중첩처리된 건물들은 각각 토지이용정보를 속성으로 갖고 있어 이후 토지이용 결정규칙을 적용하는데 사용되도록 하였다.

**4.6 토지이용정보의 결정**

**4.6.1 결정기준 검토**

본 연구에서는 수치지형도를 편집, 병합하여 생성한 최종레이어를 이용하여 토지이용을 분류하기 위해서는 동일 기초단위구 경계 내에 존재하는 지형지물의 면적을 계산한 후 가장 우세한 분포를 보이는 토지이용 항목을 대표토지이용으로 결정하도록 하였다. 우세 토지이용을 결정하는 기준을 설정하기 위하여 한가지 토지이용이 전체면적의 70% 이상을 차지할 때와 50% 이상을 차지할 때 토지이용정보가 어떻게 나타나는지 실험분석 하였다. 50%, 70%의 기준은 국내기관들에서 사용하는 토지이용분류 항목 정의서를 분석한 후 결정한 수치이다.

그림 5는 타당성 검증을 위해 선택한 서울시청 주변의 50개 블록이다. A 그림의 번호는 블록별로 고유번호를 부여한 것이며, B 그림은 블록의 토지이용을 분류하기 위해 편집 처리한 건물군 자료이다. 건물군 자료의 면적을 이용하여 블록 내에서 한가지 토지이용이 차지하는 비율을 산정하였다.

토지이용분류 기준을 50%로 부여하였을 때와 70%로 부여하였을 때 블록별로 결정되는 토지이용 항목을 분석하였다. 50개 블록을 두 가지 기준으로 분류하였을 때 블록 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 19, 20, 28, 32, 37, 41, 43, 49 등 15개 블록에서 토지이용 분류결과에 차이가 나타났다. 50% 기준에서는 상업지 또는 주거지로 분류되는 블록들이 70% 기준으로 분류한 결과에서는 주거상업혼합지로 분류되었다. 50%를 기준으로 할 때는 두개의 토지이용이 50%선과 40%선에서 혼합되어 있는 경우 거의 유사한 분포비율을 가짐에도 불구하고 40% 비율을 차지하는 토지이용이 무시된다. 그러나 70%를 기준으로 할 때는 두가지 토지이용이 혼합되어 있는 상황을 그대로 나타낼 수 있는 장점이 있었다. 블록 6과 9, 19, 20, 32, 37, 41, 43, 49 등이 이러한 경우로 상업업무시설지와 단독주택지가 차지하는 면적의 차이가 5% 정도의 차이가 있다. 50% 기준에서는 상업업무시설지 또는 단독주택지 등 근소하게 낮은 비율을 차지하는 토지이용이 무시되고 있으나 70% 기준에서는 혼합지로 분류되므로

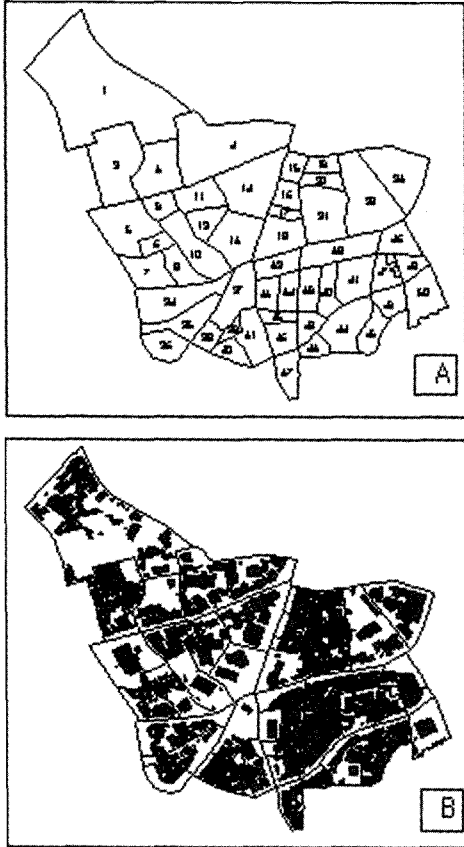


그림 5. 분류기준 설정을 위한 분석자료

근소한 차이로 인해 토지이용 정보가 과소평가되는 오차를 줄일 수 있는 것으로 판단되었다.

이상의 결과로 볼 때, 근소한 차이의 토지이용을 과소평가하는 오류를 줄이기 위해서는 70%를 토지이용분류의 기준수치로 설정하는 것이 적합하다고 판단되었다. 모든 토지이용이 70% 미만의 분포를 보이는 블록의 경우는 각 토지이용의 비율을 고려하여 분류 기준수치를 세부적으로 설정해야 할 것으로 판단되었다.

#### 4.6.2 결정기준 설정

본 연구에서는 실험분석을 통해 도출된 기준에 근거하여 토지이용의 과소평가 오류를 줄일 수 있도록 고려하였다. 그 결과 동일 경계 내에서 우세한 토지이용 속성을 대표 토지이용으로 결정하는 규칙 하에서 적용되는 기준수치를 세부적으로 적용하기 위하여 70%, 50~70%, 30~50%, 30% 미만 등 네가지로 기준수치를 제시하였고, 다섯가지 방법으로 적용하도록 하였다.

① 첫번째 - 토지이용 분류항목이 동일 경계 내에서

70%를 차지하는 경우는 이를 대표 토지이용으로 결정하였다.

② 두번째 - 두가지 이상의 토지이용 항목 중 한가지의 토지이용이 50% 이상 70% 미만이고, 다른 것은 30% 미만인 경우 50% 이상을 차지하는 항목을 대표 토지이용으로 결정하였다.

③ 세번째 - 두가지 이상의 항목이 30%이상 70% 이하의 수준에서 혼재하는 경우는 세가지 세부 경우를 고려하여 결정하였다. 우세한 두 비율이 단독주택과 공동주택이면 조금이라도 우세한 항목으로 결정하고, 우세한 두 항목중 한 항목만 단독주택 또는 공동주택이며 나머지 한 항목이 공업지, 행정기관, 상업업무시설, 병원 및 요양기관, 대규모운동장, 처리시설, 발전시설, 건설현장이면 주거상업혼합지역이라는 항목으로 토지이용을 결정하였다. 그 외 우세한 두 항목에 공업지, 행정기관, 상업업무시설, 병원 및 요양기관, 대규모운동장, 처리시설, 발전시설, 건설현장이 포함되면 토지이용을 상업지역으로 결정하였다.

④ 네번째 - 세 번째 경우와 다르게 가장 비율이 높은 하나의 항목은 30% 이상 50% 미만을 차지하는데 그 외의 항목들은 모두 30% 미만의 수준에서 혼재하는 경우가 있다. 이러한 경우에는 분류항목의 비율을 재계산하여 결정하도록 하였다. 분류항목 중 주거지역에 해당하는 단독주택과 공동주택을 하나의 그룹으로 지정하고 그 외 기타시설들의 비율을 합산하였다. 단독주택과 공동주택의 비율을 합한 결과가 70%를 넘는 경우는 두 항목중 조금이라도 비율이 높은 항목으로 토지이용을 결정하였다. 단독주택과 공동주택의 비율을 합한 결과가 30%를 넘지 않는 경우는 상업업무지로 결정하고, 합한 결과가 30% 이상 70% 미만일 경우는 주거상업 혼합지로 결정하였다.

⑤ 다섯번째 - 모든 항목이 30% 미만의 수준에서 혼재하는 경우에는 상대적으로 분포비율이 우세한 두 항목의 종류에 따라 토지이용을 재 결정하도록 하였다.

토지이용분류는 다섯가지 경우의 수를 순차적으로 적용하면서 진행된다. 먼저 블록 내 토지이용 항목들을 검색하고, 동일 항목들의 면적을 합산한 후, 항목별 면적 비율을 계산하도록 하였다. 계산된 비율은 5가지 토지이용 분류기준을 적용한 후 대표 토지이용을 결정하게 된다. 교통시설지는 기존 수치지형도의 8m 이상 실폭도로를 추출하여 그대로 사용하고, 산림지역은 경계선이 수치지형도에서 누락된 경우가 많아 산림관련 심볼코드만을 추출한 후 면적에 상관없이 토지이용을 우선 설정하였다. 그림 6은 토지이용 분류적용 흐름도이다.

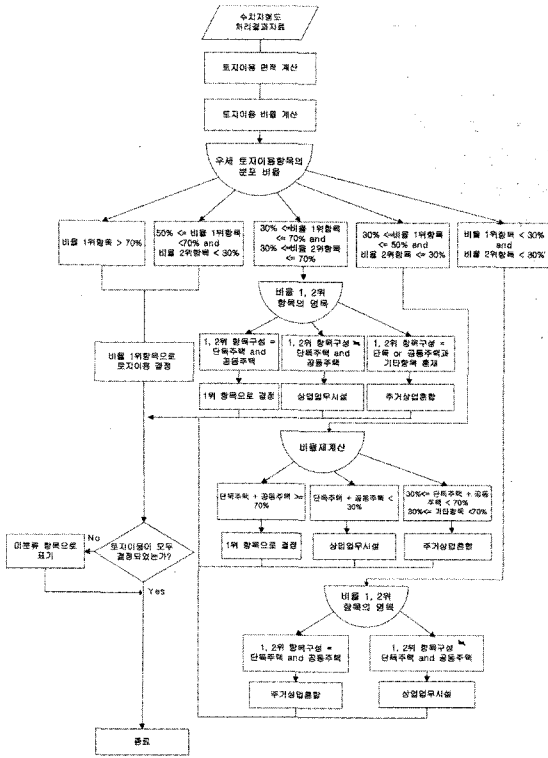


그림 6. 토지이용 분류적용 흐름도

### 5. 토지이용정보 추출기법의 적용결과

수치지형도로부터 추출한 레이어를 편집, 병합하고 기초단위구 자료를 중첩하여 토지이용분류 결정규칙을 적용한 결과 그림 7과 같은 13개 항목의 토지이용정보를 추출하였다. 추출된 토지이용정보는 행정기관, 상업업무시설지, 주거상업혼합지, 건설현장지, 문화유적지, 교육시설, 병원, 공동주택지, 단독주택지, 도로, 철도, 산림, 대규모운동시설 등이다.



그림 7. 토지이용정보 추출기법 적용결과

분류결과에서는 6개 폴리곤이 미분류된 것을 볼 수 있는데 이는 어느 토지이용도 우세하지 않아 특정 토지이용으로 지정하기 어려운 경우와 실험대상지역 경계에서 폴리곤이 잘려 토지이용정보를 추출하기 어려운 경우이다. 이들 지역은 토지이용의 면적분포비율을 테이블에서 확인한 후, 참고자료인 항공사진, 교통지도, 지번약도에 서 확인한 후 속성을 지정하였다.

추출된 정보의 정확도를 평가하기 위하여 총 면적의 7%(1.16km<sup>2</sup>)를 선택하여 참조자료 및 현장조사를 수행하였다. 그 결과 단독주택과 공동주택은 비교적 누락된 경우가 없는 것으로 나타났으나 상업업무시설과 교육시설은 단독주택으로 잘못 분류된 경우가 나타났다. 교육시설은 수치지형도상에 교육기관 심볼이 누락되면서 잘못 분류되었으며, 상업업무시설은 상업업무시설지에 포함된 주차장 등의 공간이 면적계산에서 누락되면서 단독주택이 차지하는 면적보다 분포비율이 낮은 것으로 판단되어 잘못분류된 것이다.

산림지로 분류된 지역은 산림지역이 과대평가되는 오류가 나타났다. 산림으로 분류된 블록의 경우는 주로 교육시설, 공공용지 등과 혼재하는 경우가 대부분이나 블록전체를 산림으로 구분함으로써 다른 토지이용을 과소평가하게 하였다. 그와는 반대로 산림이 차지하는 지역이 일부본인 경우 과소평가되어 분류되지 못한 경우도 나타났다. 그러므로 산림지의 경우 블록내에서 토지이용경계가 세분화되어야 하며, 누락되지 않도록 참조자료를 확인해야 할 필요성이 제기되었다.

### 6. 결 론

본 연구에서 제기한 토지이용 분류방법을 적용하여 실험분석한 결과 행정기관, 상업업무시설지, 주거상업혼합지, 건설현장지, 문화유적지, 교육시설, 병원, 공동주택지, 단독주택지, 도로, 철도, 산림, 대규모운동시설 등 13개 항목의 토지이용정보를 추출하였으며, 산림을 제외한 항목들이 높은 분류정확도를 나타내었다. 산림항목은 지역이 과대평가되어 수치지형도를 이용하여 토지이용을 구분하는데 한계가 있는 것으로 나타났다. 그러므로 산림을 제외한 항목들을 분류하는데 있어서는 본 연구에서 제기한 기법이 기존에 현장조사에 의존하는 방법이나 항공사진, 위성영상, 수치지형도 자료를 육안판독하는 방법보다 시간, 비용 측면에서 효율적인 것으로 판단된다. 기존에 방법들은 토지이용정보의 판단을 현장조사에 대다수 의존함으로써 조사자들의 경험과 숙련도에 따라 판단이 달라질 수 있다. 그러나 본 연구에서는 수치지형도에 표현된 내용을 기초로 토지이용을 결정함으로써 판단



자의 주관적 개입이 감소될 수 있을 것으로 기대된다.

그러나 몇가지 사항들은 향후 지속적인 연구를 필요로 한다. 첫째, 산림지역의 경우 블록별로 토지이용 정보를 구분하는데는 무리가 있으므로 산림이 차지하고 있는 절대적인 경계를 기준으로 블록 내에서도 세분화되는 것이 필요하다. 둘째, 수치지형도에서 표현이 누락되어 토지 이용정보 추출에 영향을 미칠 수 있는 정보들을 분류하고 토지이용정보 취득시 오분류를 최소화 할 수 있는 방안이 제기되어야 하겠다. 향후 지속적인 연구를 통하여 산림지역 경계를 세분화하고 일부 누락된 정보를 보완할 경우 본 연구에서 제시한 방법은 도시관리를 위한 토지 이용정보 취득에 보다 비용경제적으로 사용될 것으로 사료된다.

### 참고문헌

1. 권용우 외, 1998, 도시의 이해, 박영사,
2. 국토개발연구원, 1998, 토지이용현황도 세부지침.
3. 국토지리정보원, 2003, 1:1,000 수치지형도 레이어 코드.
4. 국토지리정보원, 2002, 지리정보 표준화 기반연구 -수치지도 통합 표준화 연구-
5. 국토지리정보원, 1999, '98 주제도 시범 제작사업-토지이용현황도 및 도로망도-
6. 국토지리정보원, 1995, 수치지도작성 작업내규.
7. 서울특별시, 2000, 도시생태 개념의 도시계획에의 적용을 위한 서울시 비오름 현황조사 및 생태도시 조성지침 수립.
8. 서울특별시, 1999, 서울시 도시계획정보관리시스템 기초데이터 구축 연구.
9. 양인태, 김홍규, 신계종, 1999, "퍼지집합 이론을 이용한 Landsat TM 영상의 감독분류 정확도 향상", 대한토목학회논문집, 19권 3호, pp. 445-455. 산업경제연구, Vol 7, No. 1, pp. 47-78.
10. 환경부, 2002, 인공위성영상자료를 이용한 토지피복지도 구축.
11. Brown, J., T. Loveland, D. Ohlen, and Z. Zhu. 1999, "The global land-cover characteristics data-base: The users' perspective", Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 65, pp. 1069-1074.
12. Galanda, M., 2003, Automated Polygon Generalization in a Multi Agent System, Ph. D. Dissertation, University Zürich.
13. Gamba, P., and B. Houshmand, 2001, "An efficient neural classification chain of SAR and optical urban images", International Journal of Remote sensing, Vol. 22, No. 8, pp. 1535-1553.
14. Hung, M. C., and M. K. Ridd, 2002, "A subpixel classifier for urban land-cover mapping based on a maximum-likelihood approach and expert system rules", Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 68, No. 11, pp. 1173-1180.
15. USGS, 1999, "High-resolution land use and land cover mapping", Fact sheet 189-99.
16. Austin city website: [www.ci.austin.tx.us](http://www.ci.austin.tx.us).
17. USGS website: [www.usgw.gov](http://www.usgw.gov).