

# 통계단위를 활용한 도시지역 상세 토지이용 분류기법

## A Method of Detailed Urban Land Use Classification Using a Statistical Unit

민숙주\* · 김계현\*\*

Min, Sookjoo · Kim, Kyehyun

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

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

### 요 지

토지이용정보는 토지이용계획, 도시계획, 환경관리 등을 위한 기초자료로 사용되고 있으며, 최근에는 인구가 밀집된 도시지역에서 환경문제를 고려한 정책 수립을 위하여 상세한 토지이용정보를 필요로 하고 있다. 그러므로 본 연구에서는 작은 공간단위로 토지이용을 구분하기 위하여 통계단위자료와 기 제작된 수치지형도를 활용하여 도시지역의 토지이용 분류기법을 제시하였다. 제시된 분류기법의 활용 가능성을 확인하기 위하여 서울시 일부지역을 대상으로 실험분석하였으며, 그 결과 산림지역을 제외하고 전체적으로 높은 정확도를 보였다. 향후 산림지역에 대한 토지이용정보 취득 방법을 보완할 경우 본 연구에서 제시한 방법은 도시지역 토지이용정보 취득에 효율적으로 사용될 수 있을 것으로 판단된다. 또한 통계단위와 토지이용정보 구분단위가 일치하므로 다양한 통계집계자료와 함께 분석하는데 유용하게 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

### 1. 서론

도시지역은 좁은 공간에 많은 사람들이 모여서 활동하므로 높은 인구밀도와 집약적인 토지이용 형태를 보이고 있다(권용우 외, 1998). 최근 들어서는 심각한 환경문제로 인하여 환경과 생태를 고려한 도시계획을 수립하고 있으며 이를 위하여 작은 공간단위로 표현된 토지이용정보를 필요로 하고 있다(서울시, 1999).

기존에는 토지이용정보를 취득하는데 현장조사, 항공사진 판독, 위성영상자료 판독 등의 방법을 활용하였으나 이들 방법은 100% 현장조사에 의존하거나 판독 후 필수적으로 현장조사를 동반하게 되므로 인력 및 시간, 비용 등의 소요가 크다. 그러므로 도시지역의 토지이용을 작은

공간단위로 상세히 표현하기 위해서는 시간과 비용을 절약할 수 있는 토지이용정보의 취득 기법이 요구된다.

이러한 배경에서 본 연구에서는 통계단위자료와 수치지형도를 이용하여 도시지역의 토지이용정보를 작은 공간단위로 상세히 표현할 수 있는 방법을 제시하고 서울시 일부지역을 대상으로 실험분석하여 방법론의 활용 가능성을 제기하였다. 실험분석 과정에서는 해당지역의 통계단위자료와 수치지형도를 자료변환, 편집, 중첩한 후 토지이용분류규칙을 적용하도록 하였다.

### 2. 기존 토지이용정보 취득 기법

토지이용정보는 현장조사를 통하여 직접 취

득하는 방법과 항공사진 또는 수치지형도, 위성영상과 같은 자료를 이용하여 수집하는 간접 취득 방법이 있다. 토지이용정보 취득방법의 선택은 사용목적에 일차적으로 의존하게 되며, 사용 자료의 선택은 방법과 목적을 모두 고려하여 결정하게 된다. 기존의 토지이용정보의 취득방법은 직접취득방법과 간접취득방법이 모두 사용되었다.

현장조사를 통하여 정보를 직접 취득한 경우는 지가관리를 위해 수집된 토지이용현황 조사 자료를 1:1,000, 1:5,000 축척의 토지특성도로 제작한 사례에서 볼 수 있다(국토개발연구원, 1998). 지가관리에는 지방자치단체에서 현장조사를 거쳐 필지별로 토지이용현황을 기록한 자료를 기초자료로 활용하도록 하고 있다. 그러나 조사의 근간이 되는 필지선은 현실 지형지물 경계선과 일치하지 않고 있어 토지이용경계로 활용하는데 한계가 있다.

간접적 토지이용정보 취득방법은 위성영상, 항공사진, 수치지형도를 토대로 일차 정보를 취득하고 현장조사를 통해 이를 확인하는 과정을 거친다. 그러나 위성영상자료를 이용하는 방법은 위성영상자료가 갖는 화소값을 군집화하여 분리함으로써 엄밀한 의미의 토지피복정보를 취득하는 것이다. 국내 환경부와 미국 지질조사국((United States Geological Survey)에서 제작하는 토지피복도는 위성영상을 활용한 사례이며 도시지역의 토지이용을 상세히 분류하고 있지 못하다(환경부, 2002; USGS web site). 항공사진을 이용한 토지이용정보의 취득은 전문가의 육안판독에 의해 토지이용을 분류하므로 전문가의 숙련정도가 토지이용정보 취득결과에 영향을 준다. 국내 국토지리정보원과 미국 오스틴시와 같은 지방정부에서 항공사진을 이용해 토지이용 정보를 취득하고 있으나 일차 육안판독 후 현장 조사과정을 수행한다(국립지리원, 1999; Austin city website). 수치지형도를 이용하여 토지이용 정보를 취득하는 방법은 수치지형도가 표현하고 있는 지형지물의 경계와 위치를 이용하는 방법으로 현재 비용, 방법상의 문제로 서울시에서만 시도되고 있는 실정이다.

위에서 서술할 바와 같이 기존의 토지이용정

보 취득은 현실의 지형지물 경계를 제대로 반영하지 못하거나 도시지역의 토지이용을 상세히 구분하고 있지 못하다. 또한 토지이용정보를 작은 공간단위로 표현하고 있어도 현장조사에 대한 의존력이 크므로 비용과 시간의 소요가 큰 실정이다.

### 3. 통계단위를 활용한 토지이용정보 추출기법

본 연구에서는 항공사진과 수치지형도를 육안판독하고 현장 조사하는 과정에서 발생하는 시간과 비용소요를 줄이며, 복잡한 토지이용을 작은 공간단위로 상세하게 표현할 수 있는 토지이용 취득방법을 제기하였다. 서울시 서대문구, 마포구 일대 16.7㎢를 선택하여 실험분석 하였다. 실험분석 자료로는 통계단위자료와 1:1,000 수치지형도 66도엽을 활용하였다.

#### 3.1 통계단위자료

본 연구에서는 통계단위자료인 기초단위구 자료를 토지이용경계로 활용하였다. 통계단위는 통계생성을 위해 정보를 수집, 분석하는 단위를 의미하며, 기초단위구는 통계청에서 지역에 맞는 통계자료를 생성하기 위하여 사용하는 통계조사 및 집계 단위로서 2001년에 새롭게 설정된 통계단위이다. 기존의 통계집계 방식은 행정경계를 기준으로 통계를 집계하는 조사구 방식이 사용되었다. 그러나 조사구 방식은 행정구역의 변화에 따라 많은 예산과 인력을 사용하여 조사구를 재 작성해야하는 문제점과, 통계자료를 시계열분석에 사용할 수 없는 문제가 있었다. 이에 통계청에서는 기존 조사구의 문제점을 보완하고 수치지형도의 도형정보에 각종 통계를 연계하여 고품질의 통계자료를 제공하고자 기초단위구 개념을 도입하였다(통계청, 2002).

기초단위구의 구분은 수치지형도상의 도로, 하천, 능선 등 변화가 적은 지형지물을 경계로 하고 있으며, 특히 대도시지역은 3m이상의 실폭 도로를 기준으로 하되 건물밀집도 또는 면적을 고려하여 생성하였다. 서울시의 기초단위구는

3m 이상의 도로와 도시 주요 시설물에 의해 구분되고 있다.

### 3.2 토지이용정보 추출절차

본 연구에서 활용한 기초단위구 자료는 폴리곤 형태의 자료이며, 특별히 편집과정을 필요로 하지 않는다. 그러나 수치지형도는 지형지물의 속성정보를 GIS 자료형식이 아닌 하나의 레이어 코드로 표현하는 한계를 갖고 있어 토지이용정보 추출을 위하여 자료의 변환, 편집과정을 거치도록 하였다.

토지이용정보 추출을 위하여 수치지형도로부터 113개 레이어를 추출하고, 자료 유형의 변환, 편집 후 기초단위구 자료와 중첩하였다. 중첩된 자료는 토지이용 결정규칙을 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.

### 3.3 토지이용정보의 결정

기초단위구 자료와 수치지형도를 중첩하여 생성된 최종레이어에서 토지이용정보를 취득하기 위해서는 동일 기초단위구 경계 내에 존재하는 지형지물의 면적을 계산한 후 가장 우세한 분포를 보이는 토지이용 항목을 대표토지이용으로 결정하도록 하였다. 우세 토지이용을 결정하는 기준은 실험분석지역 중 일부구역을 대상으로 현지조사 및 분석에 근거하여 70%, 50~70%, 30~50%, 30% 미만 등 네가지로 기준수치를 제시하였고, 다섯가지 방법으로 적용하도록 하였다.

첫 번째, 토지이용 분류항목이 동일 경계 내에서 70%를 차지하는 경우는 이를 대표 토지이용으로 결정하였다. 두 번째, 두가지 이상의 토지이용 항목 중 한가지의 토지이용이 50%이상 70%미만이고, 다른 것은 30% 미만인 경우 50% 이상을 차지하는 항목을 대표 토지이용으로 결정하였다. 세 번째, 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 항목 중 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. 네 번째, 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 항목 중 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. 다섯 번째, 모든 항목이 30% 미만의 수준에서 혼재하는 경우에는 상대적으로 분포비율이 우세한 두 항목의 종류에 따라 토지이용을 재결정하도록 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.

#### 4. 토지이용정보 추출기법의 적용 결과

실험분석 결과 13개 항목의 토지이용정보를 추출하였다. 추출된 토지이용정보는 행정기관, 상업업무시설지, 주거상업혼합지, 건설현장지, 문화유적지, 교육시설, 병원, 공동주택지, 단독주택지, 도로, 철도, 산림, 대규모운동시설 등이다.

분류결과에서는 6개 폴리곤이 미분류되었는데 이는 여러 토지이용이 혼재하여 특정 토지이용으로 판단하기 어려운 경우와 실험대상지역 경계에서 폴리곤이 잘려 토지이용정보를 추출하기 어려운 경우이다. 이들 지역은 토지이용의 면적분포비율을 테이블에서 확인한 후, 참고자료인 항공사진, 교통지도, 지번약도에서 확인한 후 속성을 지정하였다.



토지이용정보 추출기법 적용결과

총 면적의 7%(1.16km<sup>2</sup>)에 대하여 참조자료 및 현장조사 방법을 통하여 정확도를 평가하였다. 그 결과 단독주택과 공동주택은 비교적 누락된 경우가 없는 것으로 나타났으나 상업업무시설과 교육시설은 수치지형도상에 심볼 및 주기 누락 등으로 잘못 분류된 것으로 나타났다.

산림지로 분류된 지역은 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 토지이용 경계가 세분화되어야 하며, 누락되지 않도록 참조자료를 확인해야 할 필요성이 제기되었다.

#### 5. 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.

그러므로 본 연구에서 제기한 방법은 산림을 제외한 항목들에서 토지이용을 작은 공간단위로 상세히 구분하고 있는 것으로 나타났다. 기존에 현장조사에 의존하는 방법이나 항공사진, 위성영상, 수치지형도 자료를 육안판독하는 방법보다 시간, 비용 측면에서 효율적인 것으로 판단된다.

그러나 산림지역의 경우 블록별로 토지이용정보를 구분하는데는 우리가 있으므로 산림이 차지하고 있는 절대적인 경계를 기준으로 블록내에서도 세분화되는 것이 필요하다. 또한 수치지형도에서 표현이 누락되어 토지이용정보 추출에 영향을 미칠 수 있는 정보들을 분류하고 토지이용정보 취득시 오분류를 최소화 할 수 있는 방안이 제기되어야 하겠다.

#### 참고문헌

1. 권용우 외, 1998, 도시의 이해, 박영사
2. 국토개발연구원, 1998, 토지이용현황도 세부 지침.
3. 국토지리정보원, 1999, '98 주제도 시범 제작사업-토지이용현황도 및 도로망도-
4. 서울특별시, 2000, 도시생태 개념의 도시계획에의 적용을 위한 서울시 비오톱 현황조사 및 생태도시 조성지침 수립.
5. 서울특별시, 1999, 서울시 도시계획정보관리 시스템 기초데이터 구축 연구.
6. 환경부, 2002, 인공위성영상자료를 이용한 토지피복지도 구축.
7. 통계청 website: [www.nso.go.kr](http://www.nso.go.kr)
8. Austin city website: [www.ci.austin.tx.us](http://www.ci.austin.tx.us)
9. USGS website: [www.usgw.gov](http://www.usgw.gov)