

# 수치지형도를 활용한 계획분석구역별 토지이용 정보시스템 구축방안\*

- 포항시 사례지역을 중심으로 -

구 자 훈<sup>1</sup>

## A Study on the Construction Method of the Zone-Based Land Use Information System using Digital Topographic Maps

- The Case of the City of Pohang -

Ja-Hoon Koo<sup>1</sup>

### 요 약

이 연구는 수치지형도와 행정통계를 활용하여 포항시를 사례지역으로 도시계획을 위한 공간분석을 지원하는 구역단위 토지정보시스템을 구축하고자 하는 것이다. 구역단위 토지정보 시스템은 행정동 단위의 공간단위를 기본공간단위로 하고, 이를 활용하여 이 보다 큰 규모의 권역단위, 이보다 작은 규모의 소지역 단위로 구분하여 구축하였다. 시스템 구축과정을 통해서 알게된 사실은, 수치지형도를 활용하여 시스템의 기본도를 구축하는 과정과 행정통계와 연계하여 속성정보를 입력하는 과정에서 기술적인 몇 가지 문제점이 발생한다는 것이었고, 이를 해결하기 위한 처리과정이 제시되었다. 정보시스템의 전체적인 구조는 분석지역 선택이라는 공간단위의 선택이 최상위 메뉴로서 제공되고, 그 하위 메뉴로서 11개의 분석주체의 선택되도록 하였으며, 분석주체는 인구, 토지, 교통, 산업경제 등으로 구분되어 분석지역별로 나뉘어 제공되었다. 그리고 그 하위에 분석항목과 세부항목이 차례로 제공되도록 구축되었다.

주요어; 토지이용정보시스템, 수치지형도, 계획분석구역,

### ABSTRACT

The purpose of this study is to establish a Zone-Based Land Use Information System(ZBLIS) using digital topographic maps and public statistics data with a case for Pohang. The Basic Spatial Units(BSUs) used in ZBLIS is the administrative district units(Dong and Lie), and larger or smaller spatial units than this are brought out from BSUs. In the first step, the structure of ZBLIS is constructed to choose Analysis Zone on the top menu, and in subsequent steps, to choose Analysis

2000년 9월 30일 접수 Received on September 30, 2000

\* 본 연구는 1998년도 한국학술진흥재단 대학부설 연구소과제 연구비에 의하여 연구되었음.

<sup>1</sup> 한동대학교 건설도시환경공학부 교수 (jhkoo@handong.edu)

School of Construction & Urban Environmental Engineering, Handong University

Categories on sub-menu in terms of dialog windows, and then to choose Analysis Sub-categories and Analysis Theme. The 11 Analysis Categories are consisted of Population, Land Use, Transportation, Industry and Economy etc.. In this case study, it is found that there occur some technical problems in the process of making base-map from digital topographic maps, and inputting attribute data to this base map. For each of these problems, some handling method are recommended.

**KEYWORDS:** *Land Use Information System, Digital Topographic Maps, Planning Analysis Zone*

## 서 론

### 1. 연구의 배경 및 목적

현대 산업사회의 발달과 새로운 과학기술의 급격한 진전으로 인하여 토지이용계획 분야에도 새로운 경향이 대두되고 있다. 토지이용계획 분야에 대두된 새로운 경향<sup>1)</sup> 중에서 토지이용 계획과정의 과학화에 가장 큰 영향을 미치고 있는 것은 정보화 시스템의 도입이다 (Kaiser 등, 1995).

토지이용계획 수립과정에서 정보화 시스템이 중요한 요소로 대두되고 있는 이유는, 첫째 컴퓨터의 발달 및 보급으로 다량의 자료 수집, 보관, 배포가 가능하게 되었으며, 둘째 계량분석기법이 도입되고 발전됨에 따라 의사 결정에 필요한 분야의 정보를 보다 조직적으로 공급하는 것이 용이하게 되었으며, 셋째 상황변화에 신속하게 대처할 수 있는 정보체계가 필요하게 된 데에서 비롯되었다(대한국토도시계획학회, 1999; Huxhold, 1991).

토지이용계획을 위한 정보시스템은 지리정보시스템(geographic information system)을 활용하는 방안이 가장 널리 쓰인다. 일반적으로 GIS를 이용하는 토지정보시스템(land information system)은 정보의 기본공간단위(basic spatial unit)에 따라서 필지단위 토지정보시스템(PBLIS; parcel-based land use information system)과 구역단위 토지정보시스템(ZBLIS; Zone-based land use information system)으로 나누어 볼 수 있다. 필지단위 토

지정보시스템은 정보의 기본공간 단위를 개개 필지로 하는 시스템을 의미하며, 구역단위 토지정보시스템은 지역계획 및 도시계획과 같은 광역적 토지이용계획 수립 시에 필요한 계획 분석구역(planning analysis zone) 즉, 센서스 조사구, 소지역, 행정구역 등을 기본공간단위로 하는 정보시스템을 의미한다.

구역단위 토지정보시스템(ZBLIS)을 구축하는 방법은 필지단위 정보시스템(PBLIS)을 이용하여 연산하는 방식과 필지단위 시스템과 별도로 기존 행정통계를 활용하여 구축하는 방안이 있다. 필지단위 정보시스템을 이용하는 방식은 필지단위 정보시스템의 완성이 전제가 되어야 하고, 많은 시간과 노력이 소요되는 단점이 있다. 기존 행정통계를 활용하여 구축하는 방식은 필지단위 정보시스템과 상관없이 별도로 구축되므로, 필지단위 정보시스템의 완성이 전제가 되지 않아도 구축할 수 있는 장점이 있는 반면에 기존 행정구역 단위의 자료를 가공하여 별도로 정보시스템을 구축해야 하는 단점이 있다(구자훈, 1998).

이 연구에서는 기존 행정구역 단위 통계자료를 활용하여 별도의 구역중심 토지정보시스템을 구축하는 것이 작성과정 및 비용 면에서 현실적이고 더 효율적이라는 판단에 의해서 포항시 시범지역을 대상으로 구역단위 토지정보시스템의 시범 구축을 하고자 한다. 이와 같은 연구를 통해서 알 수 있는 것은 첫째 기존의 지형수치지도와 행정통계를 활용하여 구역단위 토지정보시스템을 구축하는 과정을 검증

하고, 둘째 이 과정에서 파생되는 문제점과 이에 대한 대처방안을 살펴보고, 셋째 주사용 부서가 될 도시계획 관련 실무 부서에서 공간분석을 위한 계획정보시스템으로의 사용을 고려한 토지정보시스템의 구조 및 내용에 관한 시사점을 파악하고자 하는 것이다.

## 2. 연구의 내용 및 방법

행정 부서에서 다루는 토지이용 정보시스템은 목적에 따라서 크게 두 가지로 구분할 수 있는데, 첫째는 도시계획의 공간정책을 지원하는 계획정보시스템(PIS; planning information system)과, 두 번째는 필지 단위의 공간정보를 중심으로 민원발급을 지원하는 정보관리시스템(MIS; management information system)으로 구분할 수 있다.

일반적으로 민원발급을 지원하는 정보관리시스템(MIS)은 필지 단위의 정보를 중심으로 도시계획확인원이나 토지형질변경원과 같은 일반 시민을 대상으로 하는 민원 발급 업무에 주로 활용되며, 계획정보시스템(PIS)은 도시계획 부서의 행정가나 전문가들이 지역을 대상으로 하는 공간분석을 주로 지원하는 시스템을 말한다. 이 연구에서 다루는 토지정보시스템은 이 두 가지의 성격 중에서 도시계획 관련 업무 부서의 계획과정을 주로 지원하는 정보시스템 구축을 목적으로 한다.

계획정보시스템(PIS)은 도시의 전역으로 대상으로 하거나 또는 일정한 지역을 대상으로 하는데, 일반적으로는 행정동 단위의 공간단위를 기준으로 계획을 수립하게 된다. 그러나 대상지역의 크기나 계획의 내용에 따라서는 도시전역을 대상으로 하기도 하고 이런 경우에는 행정동 단위보다 큰 권역 단위의 공간단위가 이용되고 1/2,500~1/5,000 스케일의 소축척 지도를 이용하게 된다. 그런가 하면, 도시내의 작은 지역을 대상으로 하는 경우도 있으며, 이런 경우의 공간단위는 행정동 단위 공간단위보다 작은 단위의 정보시스템이 이용되고 1/5,000~1/1,000 스

케일의 대축척 지도가 주로 이용된다(표 1).

TABLE 1. Business type of related information systems of land use planning department

업무유형	축척		정보시스템 유형
	소축척	대축척	
국토이용계획수립	◎	-	소축척 정보시스템
도시재정비	◎	-	
도시기본계획	◎	-	↑
도시계획사업실시계획	○	○	↓
토지구획정리사업	○	○	
택지개발사업 계획수립 및 시행	○	○	대축척 정보시스템
도시계획확인원 민원업무	-	◎	민원발급
토지형질변경	-	◎	정보시스템

\* 포항시(1998a)의 자료를 활용하여 재작성

이 연구는 공간분석을 위한 계획정보시스템을 지원하는 구역단위 토지정보시스템을 구축하는데 있어서, 기존에 작성되어 있는 수치지형도와 행정통계를 활용하여 토지정보시스템을 구축하는 방안에 관한 내용이다. 일반적으로 정보시스템의 구축방안에 관한 논의는 수요분석, 구조설계, 구현 등의 내용이 포괄적으로 포함되어야 하나, 본 연구에서는 이 중에서 정보시스템을 구축하는데 필요한 기본도의 작성과정과 시스템의 구조, 시스템에 포함해야 할 속성정보에 관한 내용을 중심으로 다루고자 한다. 또 이와 같은 시스템 구축과정에서 발생하는 문제점과 처리방안에 관해서 살펴본다. 토지정보시스템 구축에 관한 정책적 시사점을 도출하고자 한다.

정보시스템의 구축 방법은 ArcView 3.1을 기본 응용프로그램으로 활용하였으며, 수치지도를 활용하여 기본도를 구축하는 과정에서는 ArcInfo와 AutoCAD, 수치지도 815<sup>2)</sup> 등의 프로그램을 보조적으로 활용하였다.

## 토지이용 정보시스템의 구축방향

### 1. 이용목적 측면의 시스템 구축방향

일반적으로 토지정보시스템을 이용하는 토지이용 계획가들의 이용 목적은, 첫째 일반목적 자료의 유지관리(the maintenance of general-purpose data), 둘째 특별목적 정보의 추출(the generation of special-purpose information from such data) 등으로 나눌 수 있다. 일반목적 자료의 유지관리란 도시기본계획과 같은 토지이용계획 수립에 필요한 관련 정보를 관리하고, 이용자가 사용 목적에 따라서 원하는 정보를 취합, 가공할 수 있도록 지원하는 시스템을 말한다. 특별목적 정보의 추출이란 일반목적의 토지정보를 활용하여 토지이용계획의 특정단계 또는 특정한 계획을 위한 토지정보시스템을 구축하는 것을 말한다. 예를 들면 시가화조정구역이나 용도지역 조정을 위한 토지정보시스템 또는 입지분석 단계를 중점으로 지원하는 정보시스템을 구축하는 것을 의미한다.

한편, 토지이용계획의 수립과정은 목표 설정단계, 현황조사 분석단계, 용도별 수요예측단계, 용도별 입지배분단계, 계획안 작성단계 등으로 나누어 질 수 있으며(표 2), 각 단계마다 GIS의 활용가능성은 조금씩 달라지게 된다. 토지이용계획의 단계별 GIS의 활용가능성을 살펴보면, 계획수립과정에서 정보시스템의 활용이 가장 필요하고 유용한 단계는 현황조사 분석 단계와 용도별 입지배분단계에서의 활용이라고 볼 수 있다. 용도별 수요예측 단계의 경우에는 별도의 수요예측모형과 연계하여 사용해야하기 때문에 부분 활용만이 가능하고, 계획안 작성단계의 활용은 이전 단계인 용도별 입지배분의 분석 결과를 활용하여 도면을 작성하는 단계라고 볼 수 있기 때문이다(박은관 등, 1998).

따라서 이 연구에서는 이용목적 측면에서는 일반목적 자료의 유지관리 측면에 맞도록

하며, 이용단계에 있어서는 가장 활용 수요가 많은 단계인 현황조사 분석 단계와 용도별 입지 배분 시에 활용될 수 있는 정보체계를 구축하고자 한다.

TABLE 2. Possibilities of GIS application in land use planning

계획단계	활용 가능성	GIS활용의 세부내용
현황 조사분석	활용 가능	-수치지도, 위성자료 등을 이용한 자료수집분석 -중첩분석, 지형분석, 네트워크분석 등을 활용한 분석 및 결과 표현
용도별 수요예측	부분 활용	-용도별 표준 수요예측모형과 통계, 연산프로그램을 이용한 예측 -예측된 토지수요의 입지배분
용도별 입지배분	활용 가능	-용도별 입지적합성 기준에 의거해 입지배분 대안의 기초 자료 -기준변경에 따른 신속한 반복 시 뮬레이션을 통한 대안 비교 평가
계획안 작성	활용 가능	-계획도면의 정밀도 제고 -계획안 변경수정 등 관리

자료; 박은관 등(1998)

### 2. 기본공간단위의 설정

구역단위 토지정보시스템의 구축과정은 기본공간단위(basic spatial units)를 어떻게 설정하느냐 하는 문제가 대두된다. 계획분석구역(PAZ; planning analysis zone)의 공간단위는 첫째 자료수집 및 분석이 가능한 통계 분석의 단위이면서, 둘째 정책적으로 관리할 수 있는 정책적 공간 단위의 구분과 일치하도록 나누는 것이 필요하다. 구역단위 시스템의 가장 기본적인 공간단위는 행정구역 단위를 들 수 있다. 행정구역단위의 공간단위는 기초적인 행정 통계자료의 공간구분 단위이기 때문이며, 이를 토대로 기타 다양한 계획분석구역(PAZ)의 정보 추출 및 가공이 가능하게 되기 때문이다.

포항시 토지정보시스템을 구성하기 위한 공간단위는 행정동별, 권역별, 소지역별로 나

누어서 자료를 구축하고자 한다. 행정동별 자료는 통계자료의 공간단위를 고려하여 시가화 구역의 경우에는 25개 행정동 경계를 중심으로 공간단위가 나누어질 수 있고, 비시가화구역의 경우에는 196개 법정리 경계를 기준으로 공간단위를 구분하여 설정할 수 있다(구자훈, 1998)

행정동 단위의 공간분석단계보다 큰 규모의 계획분석구역은 도시기본계획상의 생활권 단위, 도시공간구조상의 권역 단위 그리고 도시교통기본계획상의 교통존 단위 등을 들 수 있는데, 이 공간단위들의 경우에는 행정동 단위의 통계자료를 기본으로 그룹핑(grouping)하여 정보를 취득할 수 있기 때문에 시스템 구축에 큰 문제가 되지 않는다. 이 연구에서는 이 중에서 포항시 도시기본계획의 도시공간구조의 권역 구분법과 명칭에 따라서 10개의 권역 별로 나누어서 자료를 구축하고자 한다(표 3).

TABLE 3. An example of planning analysis zones

도시기본계획		교 통	권역의 구분
대생활권	중생활권	분석 존	
북 부	장 량	I	1. 장량
	중 양	II	2. 중앙
중 부	용 흥	III	3. 용흥      도심
	상 대	IV	4. 상대
남 부	공 단	V	5. 공단
	흥 해	VI	6. 흥해/신항만 부도심
북 부	청 하	VII	8. 청하 도농거점
	기 계	VIII	9. 기계 도농거점
남 부	오 천	VIII	7. 연일/오천 부도심
	구룡포	IX	10. 구룡포 도농거점

자료: 포항시(1996), 포항시(1998b)

토지정보시스템의 기본공간단위(BSU) 구성에 있어서 가장 문제가 될 수 있는 경우는 행정동보다 작은 단위의 규모를 대상으로 하는

소지역에 관한 기준 설정에 관한 것이다. 행정구역보다 작은 소지역(small area)<sup>3)</sup>의 공간구분은 일반적으로 행정구역의 변천에 상관없이 일정 단위의 그리드 데이터를 구성하는 방식을 가장 많이 사용한다. 물론 소지역 통계의 경우에도 필지단위 정보시스템을 이용하여 필요한 부분의 정보를 취득할 수도 있겠지만, 여기서는 앞에서 일반적인 구역단위 정보시스템의 구축필요성에 관해서 제기한 관점에 따라서 별도로 수치지형도와 행정구역별 행정통계를 활용하여 정보시스템을 구축하는 방안에 관하여 논의하기로 한다.

행정구역 단위보다 작은 공간단위를 대상으로 하는 통계의 기본 공간단위는, 첫째 대상지역을 일정 간격으로 나눈 그리드(grid) 공간단위를 정보시스템의 기본 단위로 사용하는 방안과 둘째 지형적 특성이 일정한 공간단위를 대상으로 하는 단일분석구역(UAZ; uniform analysis zone)이라는 개념에 의한 구분법을 들 수 있다. 그리드 공간단위에 의한 통계란 미국과 유럽의 그리드(grid)통계와 일본의 지역메쉬(mesh)통계와 같은 정방형의 격자구조로 나눈 공간단위를 기준으로 사용하는 방안이다(김영표와 한선희, 1999).

단일분석구역(UAZ)의 개념이란 지형적 특성이 일정한 단위구역으로서, 예를 들면, 경사, 행정구역, 조닝 규제, 고속도로와의 거리 등이 동일한 특성을 갖는 일단의 구역을 일컫는 말이다(박은관 등, 1998). 단일분석구역은 토지이용 계획상의 주요 특성이 동일하므로 계획수립 과정상 효율적으로 이용할 수 있는 장점이 있는 반면에, 구역을 구분하는 데에 대한 기준 설정이 일정하지 않고, 또, 공간구분에 많은 노력과 시간이 들어가야 하기 때문에 일반목적의 자료관리를 위한 시스템으로는 적합하지 않은 단점이 있다.

이 연구에서는 소지역 공간정보를 위한 기준단위로 그리드 공간단위를 사용하되, 국토연구원 연구결과를 참조하여 도시지역의 경우

에는 500m×500m, 비도시지역의 경우에는 1 km×1km의 단위를 기준으로 공간단위를 나누었다(김영표와 한선희, 1999). 그리드 데이터의 구축방법은 ArcView의 Extension인 Spatial Analysis의 Grid data의 개념을 활용하여 구축하였다.

## 시스템의 구축과정 및 내용

### 1. 기본도의 작성과정

GIS를 이용한 토지정보시스템을 구축하기 위해서는 수치지형도의 변환 또는 가공, 편집이 필요하다. 국가에서 작성한 수치지형도는 캐드분야의 교환표준 포맷인 DXF(data exchange format) 포맷으로 제작되어 있다. 그러나 현재 작성되어 있는 수치지형도는 종이 지형도의 지형지물, 주기 등을 단순히 레이어로 분류하여 입력하였기 때문에 GIS 자료로 이용하는 데는 여러 문제가 발생한다. 이러한 수치지형도를 GIS 데이터로 만들기 위해서는 자료변환(conversion), 위상구조(topology) 생성, 공간자료와 속성자료의 연계, 편집 등의 구조화 편집과정을 거쳐야 한다(구자훈, 1998 ; 박은관 등, 1998).

TABLE 4. Example of framework data

종 류	구축방법
자연 환경	T I N 등고선, 표고점, 하천, 호수 등을 내삽(interpolation)하여 제작
표 고	TIN 자료를 이용하여 분석
경 사	"
수 계 망	관련 레이어를 추출하여 편집
유 역	TIN 자료를 이용하여 surface modelling
지형단면	TIN 자료를 이용하여 분석
인문 환경	건물현황 관련 레이어를 추출하여 편집
도 로 망	"

자료; 박은관 등(1998)을 참조하여 수정

수치지형도에서 선정해야 할 필요 레이어는 기본적으로 국가에서 선정한 프레임워크 데이터(표 4)<sup>4)</sup>에다가 토지정보라는 주제도를 작성하기 위해서 추가적으로 필요한 세부 항목은 표 6과 같이 추가하였다(구자훈, 1998).

### 2. 기본도 작성과정 및 문제점

수치지형도에서 등고선을 추출하고, 이 dxf-화일을 바로 Arcview에서 Shape 파일로 바꾸게 되면, 등고선에 들어 있는 높이 값이 전부 0의 값을 갖게 된다. 이는 등고선의 높이 정보는 등고선 레이어와는 다른 '주기' 레이어에 있기 때문이다. 이 문제를 해결하기 위해서는 등고선을 추출한 dxf파일을 Arc-info에서 coverage를 형성하고, 높이 값을 속성 값으로 받아들인 후 다시 ArcView로 불러들여 작성하여야 한다<sup>5)</sup>.

표고, 경사, 향 분석에 관한 주제도를 작성하기 위하여는 표고데이터를 ArcView의 3D Analyst를 이용하여 contour를 형성하고, 이 자료를 다시 Tin으로 바꾼 후 Grid data로 바꾸어서 원하는 분석을 하여야 한다. Tin 작업을 하는 경우에 주의할 점은 대상 지역에 해안선이 있는 경우에는 등고선 레이어와 별도로 있는 해안선 레이어를 등고선 레이어와 결합해야 한다는 것이다.

행정 경계를 추출하는데 있어서 가장 큰 문제점은 현재 1/5,000축척의 수치지형도에서 행정경계를 그대로 추출하여 사용할 수 없다는 것이다. 즉, 수치지형도의 레이어 구조에는 행정경계에 관한 레이어 명이 있으나, 포함시 지역을 대상으로 시도해 본 결과 행정경계 레이어가 폐곡선을 완전히 이루고 있지 않아서 수치지형도에서 추출한 행정경계 레이어를 정보시스템의 경계로 활용하기 위해서는 완전 폐곡선을 이루도록 수정하여 사용하여야 한다.

이 때문에 행정구역 레이어는 별도로 작성되어야 하는데, 이를 위해서는 행정구역도를

디지털화하여 결합하는 방법을 생각할 수 있으나, 기존의 행정구역도는 1/50,000의 축척으로 매우 부정확하기 때문에 수치지형도와 연계하는 데는 정확성의 문제가 발생한다. 이를 위해 이 연구에서는 행정구역도의 행정 경계를 수치지형도에 별도의 레이어를 새로 생성해서 도면과 지형지물을 눈으로 확인하면서 입력시키는 방법을 사용하였다.

수치지형도의 도로 정보에는 레이어 구분이 고속국도, 일반국도, 특별광역시도, 시도, 군도 등과 같이 관리주체를 중심으로 구분되어 있다. 그러나 토지이용계획을 위한 도로의 구분에 있어서는 지역간 간선도로, 도시내 간선도로, 기타 일반 도로와 같은 기능상의 구분이 필요하게 된다.

지역간 간선도로는 일반적으로 국도로 구분되어 있어서 이를 활용하여 추출할 수 있으나, 실제로 수치지형도에서 국도 레이어를 추출해 보면 선들이 제대로 연결되어 있지 않아서 별도의 가공을 통해서만 활용이 가능하다. 시내에 있는 모든 도로는 수치지형도에는 시도로 구분되어 있어서 도시내 간선도로와 같은 기능상의 도로 구분은 별도의 작업이 필요하다. 이를 위해서 이 연구에서는 dxf-파일을 CAD프로그램에서 불러들여 필요한 도로들의 도형을 수정하고, 공간 속성값도 원하는 내용으로 변경한 후 다시 shape파일로 불러들이는 방법을 채택하였다.

건물 레이어의 경우에는 현행 수치지형도에는 주택 레이어와 주택외 레이어로만 분리되어 있는 반면에 토지이용계획을 지원하기 위해서는 공공행정시설, 문화복지시설 등의 다양한 도시계획시설 구분이 필요하다. 이를 위해서 이 연구에서는 지형지적도의 각종 시설에 관한 시설명 레이어를 도형정보의 건물 중앙부에 있는 포인트정보와 연계하여 속성값을 결합시키는 과정을 거치는 과정을 통해 시스템을 구축하였다<sup>6)</sup>.

### 3. 속성값의 입력과정 및 문제점

이 연구에서 관심이 있는 계획분석구역별 토지이용 정보의 기준이 되는 공간단위는 행정동 단위의 속성값이다. 행정동을 하나의 공간단위로 하여 속성값을 부여하기 위해서는 지도정보상의 행정동 경계와 통계연보 상의 행정동을 일치시키는 일이 필요하게 되는데 이때에도 몇 가지 문제점이 발견되었다. 첫째 문제점은 행정구역이 시간이 흐름에 따라서 변화하게 된 문제이다. 포항시의 예를 보면, 1985년도의 행정구역에는 총 37개의 읍면동 구역이 있다가, 1990년부터는 총 39개로 늘어나게 되는데, 이런 경우에 가능한 현재의 행정구역에 맞도록 공간단위를 통일한 후 정보를 구축하는 것이 필요하다<sup>7)</sup>.

행정구역 단위로 속성값을 매칭시킬 때 발생하는 문제점은 통계연보의 행정구역과 지도상의 행정구역의 구분이 서로 상이한 경우가 있다는 것이다. 예를 들면, 행정통계의 자료에는 행정리의 경우에 남송1리, 남송2리, 남송3리 등으로 세분화되어 있지만, 행정 경계도에 나와있는 도형정보에는 남송리라는 통합 경계 정보만을 가지고 있어서, 부득이 통합된 경계 정보에 맞추어 속성값을 부여하여야 한다.

이 밖에 또 다른 문제점은 통계연보 상의 통계가 일정한 공간단위로 통일되어 있지 않다는 점이다. 예를 들면, 인구에 관한 통계값은 분동단위로 자세히 들어가 있으나, 면적에 관한 통계는 통합동 단위로 되어 있어서 속성값 입력 및 공간 분석에 많은 어려움이 있었다. 속성값 입력과정에서는 또 다른 문제점은 지형 정보상의 실제 면적과 통계연보 상의 면적이 서로 상이하게 나타난다는 것이다. 정확한 도형정보와 통계정보라면 이 값이 동일하게 나타나야 하나, 서로 상이하게 나타나는 문제점이 발생하며, 이 연구에서는 다른 행정 통계와의 호환성을 위해서 도형정보에 의한 실제 면적값 대신에 통계연보 상의 면적을 기준으로 분석을 하였다.

## 시스템의 구성 및 내용

### 1. 시스템의 구조

포항시 토지정보시스템의 전체적인 구조는 어떤 정보분류를 상위의 개념으로 두느냐에 따라 두 가지 방식의 대안을 생각할 수 있다. 첫 번째 대안은 상위 메뉴를 분석지역의 특성에 따라 4개로 구분하고, 그 하위 메뉴로 도시계획 수립을 위해 필요한 인구정보, 토지이용현황, 교통계획 등의 분석주제를 하위로 배치하는 방식이다. 두 번째 대안은 도시계획 수립을 위해 필요한 11개 분석주제를 상위메뉴로 하고, 그 하위 메뉴로 행정동별, 권역별, 소지역별 등 4개 항목의 분석지역의 특성에 따른 분류항목을 배치하는 방식이다.

분석지역의 분류를 상위 메뉴로 하는 대안 1은 공간단위별로 상위 메뉴가 구성되므로, 같은 지역에 대하여 여러 주제도를 자유로이 중첩하여 분석할 수 있는 체계를 갖추게 되는데 장점이 있는 반면에, 행정동별, 권역별 주제도의 경우에는 하위 주제의 계층이 비교적 명확히 드러나지만, 그 외의 소지역이나 기타 정보의 경우에는 하위 정보의 계층구조가 명확하지 않은 단점이 있다. 분석주제 선정을 상위메뉴로 하는 대안 2의 경우에는 기본 도면(base map)이나 분석기법이 주제별로 다양하게 첨가될 수 있는 장점이 있는 반면에, 분석지역의 위치 및 지역의 스케일이 서로 다른 데이터를 중첩하여 분석하기가 번거롭고, 주제가 세분되어 첨가될수록 많은 계층 구조가 발생하여 ArcView와 같은 GIS프로그램으로는 계층구조의 인터페이스가 복잡하고 다루기 어려워지는 단점이 있다. 이 연구에서는 여러 주제도를 자유로이 중첩 분석할 수 있고, ArcView와 같은 GIS범용 프로그램에서 활용이 용이한 대안 1을 시스템의 전체적인 구조로 선택하였다(표 5).

TABLE 5. The structure of urban information system (Alternative 1)

분석지역 선택	행정동	권역	소지역	기타 자료
분석주제 설정	인구	인구	인구	Tin 또는 Raster Image
	토지현황	토지현황	토지현황	
	교통	교통	교통	
	산업경제	산업경제	산업경제	
	· · · 총 11개 항목	· · · 총 11개 항목	· · · 총 11개 항목	
분석항목 선택	View 형태로 제공	View 형태로 제공	View 형태로 제공	
세부항목 선택	Theme 형태로 제공	Theme 형태로 제공	Theme 형태로 제공	

분석지역의 구분은 모든 공간분석의 기준이 되는 행정동과 큰 규모의 지역분석을 위한 권역, 도시내 작은 지역을 대상으로 하는 소지역 등의 공간적 구분에다가 위성사진이나 항공측량사진 등의 레스터 이미지를 관리하는 기타 자료 등으로 구분하였다. 분석지역의 구분은 ArcView의 최상위 메인 메뉴에서 선택할 수 있도록 메뉴가 제공된다. 원하는 지역의 종류를 선택하게 되면, 그 밑으로 분석주제들이 풀다운 메뉴의 형식으로 제공된다. 분석주제를 선택하게 되면 필요한 분석항목이 대화창을 통해서 제공되며, 대화창에서 원하는 분석항목을 선택하면 원하는 내용이 ArcView에서 하나의 뷰(view)의 형식으로 제공된다. 원하는 세부 항목은 선택된 뷰 창에서 제공되는 주제(theme) 형식으로 제공되고 원하는 주제도의 박스를 선택함으로써 원하는 정보를 볼 수 있게 된다. 또, 여기에 필요시 원하는 주제의 변경이나 첨가 등이 가능하게 된다.



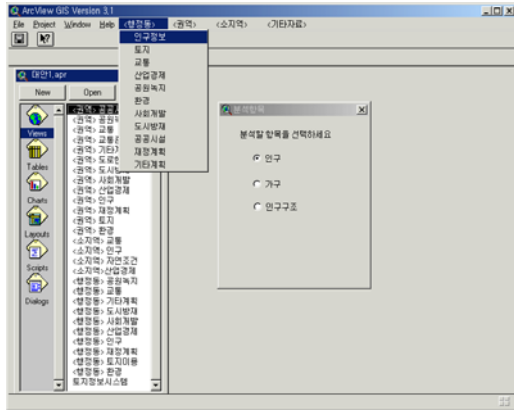


FIGURE 1. A sample figure of command window for the selection of area and item

2. 속성정보의 내용

도시계획을 지원하기 위한 토지정보시스템의 속성정보는 도시기본계획 수립을 위한 11개의 세부 항목의 내용을 포함하도록 하였다(표 6). 이를 속성정보의 위계와 시스템의 구조와 연계하여 간략히 설명하면 다음과 같다. 메인 메뉴에서 분석지역을 선택하고 이어서 풀다운 메뉴 형식으로 제공되는 분석주제에서 인구정보를 선택하게 되면, 그 분석주제에서 제공할 수 있는 분석항목, 즉 인구분포, 가구분포, 인구구조 등이 대화창을 통해서 뷰의 형식으로 제공된다. 대화창에서 분석항목을 선택하게 되면 제공되는 뷰 안에는 세부항목이 주제 형식으로 제공되어 선택할 수 있게 된다. 이와 같은 방식으로 두 번째 분석주제인 토지 현황에서 열한번째 분석주제인 기타 계획에 이르기까지 각각의 분석 주제 안에는 뷰의 형식으로 제공되는 분석항목 리스트가 대화창을 통해 제공되고 선택된 뷰 안에 원하는 관련 세부 항목이 주제의 형식으로 제공되도록 시스템이 구성되어 있다.

TABLE 6. List and contents of attribute data

분석 주제	분석 항목	세부 항목
1) 인구	① 인구분포	인구수, 증가율, 밀도
	② 가구분포	가구당 인구수, 변화율
	③ 인구구조	성별, 연령별, 소득별
2) 토지	① 자연조건	지형, 경사, 토양, 식생, 수계
	② 토지자원	기/미개발지, 개발불능지
	③ 토지이용	개발밀도, 지목, 지가, 소유
	④ 법적규제	용도지역/법적규제
3) 교통	① 도로현황	도로구조/교통량, V/C비
	② 통행패턴	통행횟수, 차량통행수
	③ 교통존	교통량 현황
4) 산업 경제	① 산업체	종사자, 사업자수...
	② 농업현황	농지면적, 진흥지역, 생산량
	③ 어업현황	어가수, 어가인구, 어선보유
	④ 농/공단지	위치, 규모 등
	⑤ 상업시설,	시장, 소매점, 금융기관
	⑥ 관광	사업체수, 관광객수
5) 공원 녹지	① 공원계획	위치, 기능, 규모
	② 녹지/광장	위치, 기능, 규모
6) 환경	① 주택	주택보급율, 유형, 소유형태
	② 상수도	급수인구, 급수율, 공업용수...
	③ 하수도/청소	발생량, 처리시설, 배출시설,
	④ 에너지	전력, 무연탄, 석유, 천연가스
	⑤ 환경오염	대기오염, 수질오염
7) 사회 개발	① 의료보건	의사수, 병의원수, 병상수.
	② 사회복지	탁아소, 육아원, 양노원,
	③ 교육시설	취학인구, 각급학교 분포현황
	④ 문화시설	도서관, 시민회관, 과학관, 극장
	⑤ 체육여가	운동장, 체육관, 유원지
8) 도시 방재	① 도시방재	수해, 태풍, 화재.
	② 방재시설	방수, 방화, 방조, 방풍
9) 공공 시설	① 공공시설	공용의청사, 소방서, 우체국
	② 기타시설	묘지, 도살장
10) 재정 계획	① 회계결산	일반회계, 특별회계
	② 세목	세목구성, 1인당세부담 등
	③ 단계별	단계별 재정수요/조달방안
11) 기타 계획	① 경관계획	자연, 주거지, 상업경관
	② 관광개발	산림휴양권, 근교관광권

### 3. 시스템의 예시

이상에서 설명한 내용을 토대로 정보시스템의 구성을 살펴보면 다음과 같다. 토지정보시스템의 첫 번째 위계는 분석지역을 선택하는 것이 되고, 이어서 분석주제와 분석 항목을 선택하게 된다. 토지정보시스템의 예시를 보여주기 위해서 여기서는 분석지역에서 행정동을 선택한 경우, 권역을 선택한 경우, 소지역 및 기타를 선택한 경우의 순서대로 차례로 살펴보면 다음과 같다.

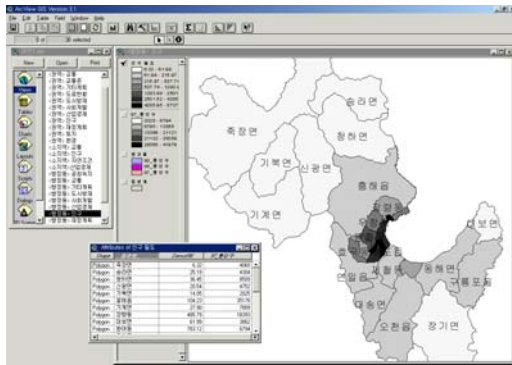


FIGURE 2. An example of population density by administrative dong

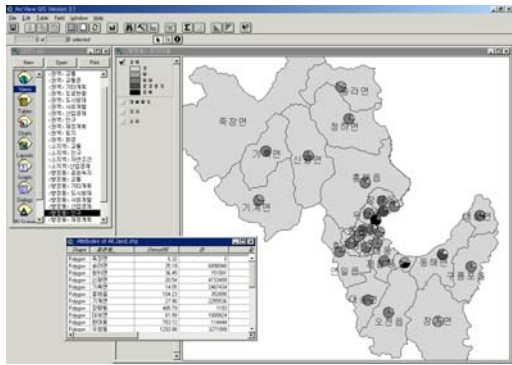


FIGURE 3. An Example of land use status by administrative dong

분석지역의 선택에서 행정동을 선택하고 분석주제에서 인구와 토지이용을 선택한 예를 살펴보면 그림 2와 그림 3과 같다. 그림 2에서는

행정동 별 인구밀도를 보여준 예로서 필요시 해당 지역의 데이터도 ArcView에서 제공하는 표의 형식으로 볼 수 있게 된다. 이와 같은 표현방식의 특징은 앞으로 살펴볼 대부분의 예시에서도 동일하게 적용된다.

분석지역의 선택에서 권역을 선택하고 하위메뉴인 분석주제에서 자연지형과 교통존 정보를 선택한 예를 살펴보면 그림 4 및 그림 5와 같다. 권역별 교통존 정보는 행정단위 통계를 합성하여 가공해낸 자료이다.

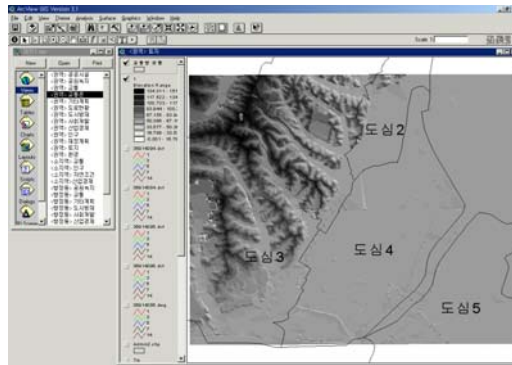


FIGURE 4. An example of topographic data (height) by planning analysis zone

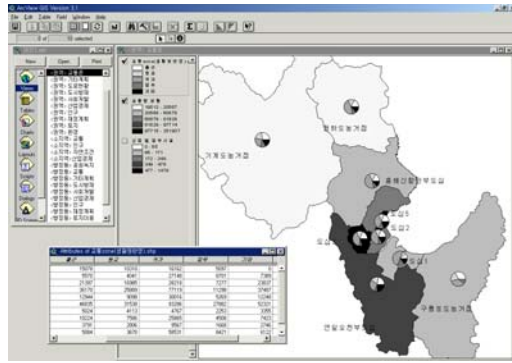


FIGURE 5. An example of transportation data by planning analysis zone

분석지역의 선택에서는 소지역을 선택하고, 분석주제에 있어서는 경사도와 인구밀도의 정보를 그리드 정보를 찾아본 예를 살펴보면 그림 6 및 그림 7과 같다. 그림 6과 그림 7에서 보여

지는 그리드 간격은 시가지 지역의 경우로서 500m×500m로 처리되었다.

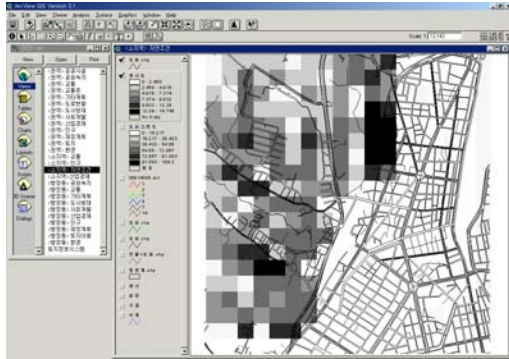


FIGURE 6. An example of land slope data of small analysis area

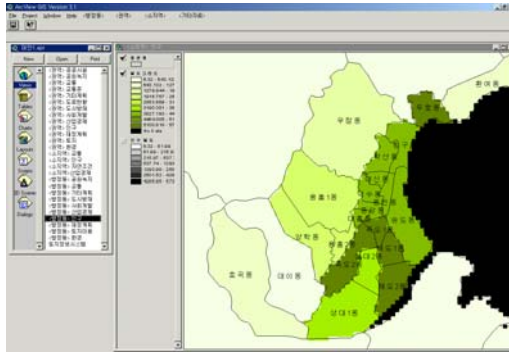


FIGURE 7. An example of population density data by small analysis area

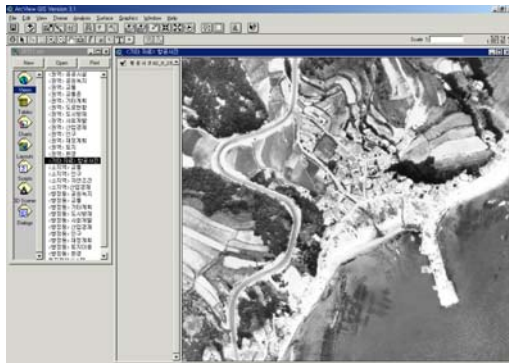


FIGURE 8. An example of aerial photographs in the extra category

마지막으로 분석지역의 선택에서 기타 정보를 선택하고, 그 하위에서 현재 확보되어 있는 항공사진 정보의 예를 나타낸 것으로 그림 8과 같다. 이 경우에는 현재는 대축척의 항공사진이나 인공위성 사진 등의 자료가 많지 않으나, 앞으로 점차 풍부한 자료를 수록할 수 있게 될 것이다.

## 결 론

이 연구는 기존에 완성되어 있는 수치지형도와 행정통계를 활용하여 구역단위 토지정보 시스템을 구축하고자 하는 연구이다. 토지정보 시스템의 구축방향은 이용목적 측면에서 보면 일반목적의 자료유지 관리와 특별목적의 정보 추출을 위한 시스템으로 구분할 수 있는데, 이 연구에서는 토지이용계획이나 시가지정비계획과 같은 도시계획 관련 행정부서 공간분석을 지원하는 일반목적의 토지정보시스템을 구축하고자 하였으며, 포항시를 사례지역으로 하여 구축하였다.

수치지형도와 행정통계를 활용하여 구역단위 정보시스템을 구축하는 과정에서는 몇 가지 문제점이 발견되었는데, 기본도를 작성하는 과정에서는 등고선의 높이값 추출 문제, 해안선 추출 문제, 행정구역 경계 삼입 문제, 기능상의 구분으로 도로정보를 추출하는 문제, 건물정보에서 속성값을 결합하는 문제 등이 제기되었다.

속성정보의 입력과정에서는 행정동 단위의 변화에 따른 문제, 행정지도와 통계연보의 공간단위 구분의 불일치 문제, 도형정보의 행정구역 면적과 통계연보상의 면적의 불일치 문제 등이 제기되었다.

구역단위 시스템을 구축하는데 있어서 중요한 문제는 통계자료의 기본공간단위(BSU) 설정에 관한 문제이다. 이 연구에서는 행정동 단위의 공간단위를 기본공간단위로 하였으며, 이를 활용하여, 행정동 단위보다 큰 권역별 공간단위의 정보를 구성하거나 행정동 단위보다 작은

소지역 공간단위로서 그리드 단위(비시가지의 경우 1km×1km, 시가지의 경우에 500m×500m)의 공간정보를 구축하는 방안이 채택되었다.

정보시스템의 구조는 분석지역의 선택을 최상위 메뉴로 하고 그 하위 메뉴로서 인구, 토지, 교통 등의 11개 항목의 분석주제가 제공되고, 각각의 분석주제별로 2개내지 6개의 분석항목이 제공되고, 각 분석항목마다 구체적인 세부항목이 제공되는 체계로 정보시스템이 구성되었다.

이 연구의 의의는 기존에 작성되어 있는 수치지도와 행정통계를 활용하여 구역단위 토지정보시스템을 구축과정에서 발생하는 문제점 등을 시범사례 구축을 통해서 찾아내고 이에 관한 방향을 제시하여, 앞으로 행정 부서에 도시계획을 지원하는 토지정보 시스템의 구축에 관한 시범사례를 구축해 보았다는 의미를 들 수 있다.

그러나 이 연구의 한계는 토지정보시스템 구축을 위한 별도의 사용자 인터페이스를 구성하여 전용 시스템을 구축하지 못하고, ArcView와 같은 범용 GIS프로그램을 활용하여 부분적인 사용자 인터페이스를 구축하였다는 점에서 활용 면에서의 한계가 있다. 또, 정보시스템에 관한 수요분석, 구조설계, 구축, 테스트의 전 과정에 관한 포괄적인 내용이 포함되어야 하나, 주로 수치지형도를 이용한 방식과 시스템 설계를 위한 구조설계 부분에 집중되어 있다는 한계를 들 수 있다.

## ▶ 주

- 1) 토지이용계획의 변화추세는 첫째 지방정부의 권한 강화와 민간자본의 참여 확대, 둘째 환경문제에 대한 의식증대와 개발반대운동의 확산, 셋째 이해집단들의 영향력 증대, 넷째 보전 및 재사용 활성화와 복합용도지구의 확산, 다섯째 정보화시스템의 적극적 도입 등이 있다(대한국토도시계획학회, 1999).
- 2) 수치지도 815는 한동대학교 GIS연구소에서 개발한 수치지도 검색·관리 프로그램이다.
- 3) ‘소지역’이라는 용어는 1929년 핀란드의 지리학자 그라노(J.G. Grano)가 1km<sup>2</sup> 격자를 이용하여 자연현상과 인문현상의 지리적 자료를 작성하고 분석한 논문 「소지역 통계」에서 유래하였다(김영표와 한선희, 1999, 참조).
- 4) 프레임워크 데이터란 응용분야에 따라 여러 종류의 지리정보를 구축하거나 활용할 때, 공동적으로 참조되거나 이용되는 기본적인 자료와 체계를 말한다(최병남 등, 1997).
- 5) 이에 관한 처리과정은 다음과 같다.
  - 등고선data // dxfar // build (line으로)
  - coverage에 aat와 acode 생성
  - joinitem [in\_file] [join\_file] [out\_file] [relate\_item] [start\_item] {LINEAR/ORDERED/LINK}
  - build // arcshape
- 6) DXF의 TEXT는 ARC/INFO의 ANNOTATION이나, XCODE.DBF 파일로 변환된다. 이 경우 도형정보와 TEXT 정보는 서로 다른 레이어에 있게 된다(예; 건물정보는 A1 레이어, 시설명 정보는 A2 레이어에 있을 경우 다음과 같은 절차를 통해 구축할 수 있다).
  - A1을 DXFARC 명령어를 이용 poligon 커버리지로 만든다. => 예) bldg
  - A2를 DXFARC 명령어를 이용 POINT 커버리지로 만든다. => 예) name
  - POINT 커버리지 name과 TEXT 정보를 결합한다.  
"JOINITEM name.PAT name.XCODE name.PAT name\_ID name\_ID LINEAR"
  - ARCEDIT에서 name 커버리지를 열어서 bldg 커버리지로 지번 정보를 전송  
"[ARC] ARCEDIT // DISP 4 //

DRAWENV ALL  
 EDIT name // EF LABEL // SEL ALL  
 PUT bldg // SAVE // QUIT"  
 - TOPOLOGY를 재구성한다. → CLEAN

7) 이 연구에서는 변경 이전의 행정경계에 관한 정확한 정보를 구하기가 어려워서 일단은 1985년과 1990년의 행정동 경계를 당시의 상황에 맞도록 입력하여 정보를 구축하였다.

**KAGIS**

### 참고문헌

- 구자훈. 1998. 지형수치지도를 활용한 표준분 석구역 설정 및 토지이용 정보체계의 구축 방법론. 한국GIS학회지 6(2):169-182.
- 구자훈. 2000. 지속가능한 개발관점에서 본 포항시 도시구조 패턴에 관한 연구. 대한국토 도시계획학회지 35(2):43-57.
- 김영표, 한선희. 1999. GIS를 이용한 국가통계 정보의 활용도 제고방안. 국토연구원.
- 대한국토도시계획학회. 1999. 토지이용계획론. 보성각.
- 박은관, 최병남, 김대중. 1998. 토지이용계획을 위한 GIS 활용방안 연구. 국토연구원.
- 최병남, 홍상기, 김대중, 최홍준. 1997. 공간정보 데이터베이스 구축을 위한 실험연구. 국토개발연구원.
- 포항시. 1998a. 포항시 GIS 기본계획 수립 연구.
- 포항시. 1998b. 포항시 도시교통정비기본계획.
- 포항시. 1996. 포항시 도시기본계획.
- Huxhold, W.E. 1991. An Introduction to Urban Geographic Information System. Oxford University Press Inc., New York.
- Kasier, E.J., D.R. Godschalk and F.S. Chapin. 1995. Urban Land Use Planning (4th ed.). University of Illinois Press, Chicago. **KAGIS**