

도시지역의 토지이용 적지분석을 위한 지리정보시스템의 이용

- 구미시를 중심으로 -

이진덕¹ · 이현화¹ · 김성길²

Utilizing Geographic Information System for Analyzing Land Use Suitability in a Urban Area

- A Case Study of Kumi City -

Jin-Duk LEE¹ · Hyun-Hwa LEE¹ · Sung-Gil KIM²

요 약

본 연구는 도시계획의 중요한 의사결정 중의 하나로서 토지이용계획을 위한 적지분석에 지리정보시스템의 접목을 시도한 것이다. 도·농 통합 이전의 구미시 지역을 대상지역으로 하여 관련 환경인자들과 가중치 등의 분석기준을 결정하고, GIS 데이터베이스를 구축하였다. 또한 위성영상처리를 통하여 추출한 토지이용/피복도와 NDVI 식생도를 데이터베이스에 포함시켰다. 중첩법을 이용하여 주거, 상업, 공업, 녹지지역의 토지용도별 적지를 등급별로 도출하였다. 연구지역의 4가지 기능공간에 대한 적지분석 결과는 기존 토지이용 및 도시기본계획상 토지이용구상도와 비교되었다. 더 나은 분석을 위해서는 실제적인 개발계획, 지가자료, 토양자료 등이 포함되어야 하며, 토지이용별 수요추정 자료를 추가한다면 토지이용별 입지 배분 및 분포면적의 신뢰도를 더 높일 수 있을 것이다.

주요어: 지리정보시스템, 토지이용계획, 적지분석, 위성영상처리

ABSTRACT

This study addresses the topic of suitability analysis for helping with land use planning, which is one of important decision-making in urban planning, utilizing geographic information system. Covering the Kumi City before integrating with neighbor county, the site suitabilities for land uses, which are categorized into residential, commercial, industrial and green, were analyzed using the overlay method based upon the database constructed for this study. In the process, assessment criteria which include environmental factors and relative weights were determined and also the land use/cover map and NDVI map which were generated through satellite image processing were included

2001년 11월 26일 접수 Received on November 26, 2001

¹ 금오공과대학교 토목공학과 (jdlee@kumoh.ac.kr)

Dept. of Civil Engineering, Kumoh National University of Technology

² 아키정보기술(주) (archi@archiit.com) Archi Information Technology Co., Ltd.

in the database. The suitability maps by four function spaces were derived according to the grade and compared with the present land use state and the land use concept map of urban master plan. For more accurate analysis, practical developing plan, land price data, soil data should be included. Also if the demand estimation data by each land use had been added, the reliability of location allocation could have been raised.

KEYWORDS: GIS, Land Use Planning, Site Suitability Analysis, Satellite Image Processing

서 론

좁은 국토의 가용토지는 한정되어 있는 반면, 도시화의 진행과 산업활동의 다양화로 인하여 토지이용이 점차 집약적으로 변화하는 상황에서 한정된 토지자원을 효율적으로 이용하고 도시의 질서 있는 성장과 기능의 확보를 위하여 각종 토지이용을 체계적으로 관리하는 것이 필요하며, 이러한 토지이용의 체계적 관리를 위한 기술적 방안으로 토지이용계획을 수립하게 된다. 현재 우리나라에서는 토지이용과 관련하여 23개 법률에서 기본계획 28개와 이를 세분한 계획 25개 등 총 53개의 계획을 수립하고 있으나 계획 수립시 토지의 특성과 잠재력을 효과적으로 분석하고 반영할 수 있는 자료와 분석기법의 부족하여 주요 의사결정 단계에서 계획가의 주관적 판단이 종종 개입하게 됨으로써 객관적이고 과학적인 토지이용계획의 수립이 어려운 실정이다. 종래 대부분의 토지이용계획은 수작업 위주의 자료분석에 의존하고 수집한 공간자료를 통계 등의 문자중심으로 분석하고 있으므로 공간적 맥락에서 이해하기 곤란하고 방대한 양의 자료로부터 종합적인 분석이 어렵다는 문제점을 안고 있었다. 또한 토지이용계획이 빈약한 상태에서 이루어지는 용도지역의 지정은 그 근거가 불분명하고 그 근거가 미약하여 토지이용의 관리가 제대로 이루어지지 못하는 경우를 초래하게 된다(대한국토·도시계획학회, 1996).

지리정보시스템(GIS)을 비롯한 공간분석 관련 정보기술의 발전으로 과거 수작업 위주

의 공간계획의 비효율성이 개선될 수 있게 되었으며, 객관적이고 과학적인 계획대안을 수립함에 있어 효과적인 의사결정 지원수단으로서 지리정보시스템의 활용잠재성이 부각되고 있다. 그리고 국가기본도의 수치지도화 작업이 마무리됨에 따라 공간계획에 필요한 다양한 정보를 데이터베이스로 구축할 수 있는 기반이 조성되었고 이를 계기로 다양한 공간배치 계획에 지리정보시스템을 효과적으로 활용할 수 있는 방안이 모색되고 있다. 지리정보시스템의 다양한 공간분석기능을 이용하여 토지가 갖는 자연잠재력을 가능한 한 유효하게, 그리고 영속적으로 토지이용을 행하고자 하는 환경보전적 차원에서의 토지적합성 분석이 활발히 이루어지고 있다(오정학, 1997; 강성원, 1993).

본 연구에서는 도시지역의 토지이용계획을 위한 적지분석에서 지리정보시스템의 접목방법을 고찰하고, 실제 대상지역의 토지용도별 적지분석에 적용하여 이의 활용성을 검토하고자 하였다.

토지이용계획에서 지리정보시스템의 활용방안

지리정보시스템을 이용하여 올바른 토지이용계획을 수립하기 위해서는 정확하고 과학적으로 처리된 공간자료와 속성자료 및 토지이용 관련정보가 체계적으로 구축되어야 한다. 토지이용계획은 전 과정에 걸쳐 각 단계별로 의사결정을 필요로 하며, GIS 등 컴퓨터 프로그램은 정보의 저장, 검색, 분석, 출력 등의 작

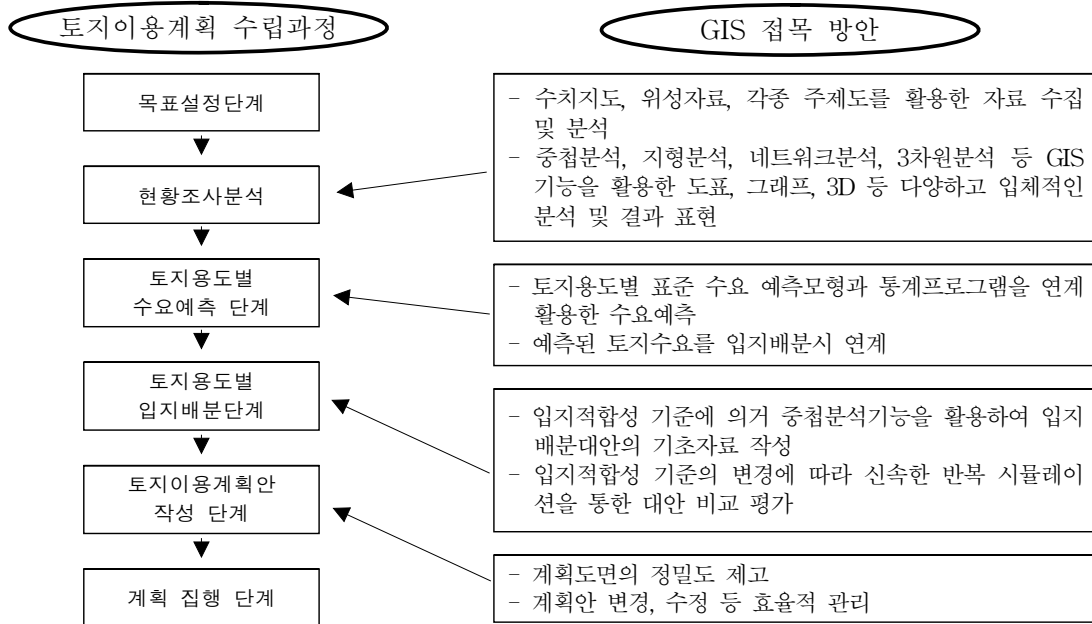


FIGURE 1. Procedure of land use planning utilizing GIS

업을 통해 의사결정을 도와주는 의사결정지원 시스템(decision support system)으로서의 역할을 할 수 있다.

GIS의 다양한 기능과 응용방법을 토지이용 계획에 도입하는 것은 계획과정 각 단계에서 객관적이고 효율적인 자료와 판단근거를 확보함으로써 토지이용계획의 과학성, 객관성, 효율성을 높이기 위한 것이다. 그림 1은 토지이용계획 수립과정의 단계별 지리정보시스템의 활용성을 분석한 내용이다(김영표 등, 1998).

토지이용 적지분석을 위한 평가기준 설정

1. 평가인자 및 가중치 설정

분석과정은 먼저 데이터베이스에서 자연환경인자를 선정하고 다음은 각 인자의 영향범위를 설정하여 등급별로 구분하고 점수를 부여하여 재배열한다. 그 다음에 토지이용에 영향을 미치는 인자들의 중요성을 고려하여 가

중치를 곱한 후 각 인자별 주제도 파일을 만들고, 각각의 주제도를 중첩하여 합산하고 중첩된 결과를 여러 등급으로 분류하여 적합성 분석도를 작성한다.

가중치를 결정하는 방법에는 크게 전문가적 판단에 의한 방법과 통계적 수단을 이용하는 방법이 있다. 전문가적 판단에 의한 방법은 어떠한 대상지에 있어서 전문가가 중요한 요소를 설정하고 이들 요소간의 상대적 중요도를 전문가적 판단에 기초하여 결정하는 것으로서 가중치를 모두 동일하게 설정하는 경우와 서로 다르게 설정하는 경우가 있다(오정학, 1997). 상이한 가중치는 각 요소가 어떤 목적에 기여하는 바가 현저히 차이가 난다고 판단될 때 적용되어지나 요소간의 상대적 중요도의 판정이 어렵고 뚜렷하게 나타나는 인자가 없을 경우에는 동일한 가중치를 적용하는 것이 오히려 안전한 방법일 수 있다.

통계적 수단을 이용한 가중치 부여방법에는 쌍체비교법과 회귀분석법이 있다. 쌍체비교법은 요소들의 두 개씩 쌍으로 비교하여 중요한 요소

를 선택하도록 하고 이 결과를 종합하여 요소별 가중치를 결정하는 방법이고, 회귀분석법은 각 요소의 크기에 대한 자료를 수집하여 회귀분석을 하여 가중치를 결정하는 방법이다.

본 연구에서는 적지분석을 수행한 선행연구에서 부여한 가중치를 종합하여 그 비중을 백분율로 나타낸 다음, 종합하여 평균값을 적용하였다.(강성원, 1993; 오정학, 1997; 박종화, 1996; 박재홍, 1997)

2. 분석 기준

표고, 경사, 사면방향, 수계, 지질, 식생활력

도, 도로접근성의 총 7개의 인자가 분석에 고려되었으며, 등급은 삼림을 제외하고 모두 4개의 등급으로 구분하였다. 주거지역, 상업지역, 공업지역에 있어서는 도로로부터의 접근성이 가장 중요하게 고려되었고, 지질과 토양에서 가중치를 낮게 부여하여 자연환경요소보다는 인문, 사회환경적 요소가 높게 부각된 반면, 녹지지역에 있어서는 경사도와 표고 등의 자연환경적 요소에 중요도를 높게 부여하여 분석기준을 설정하였다.

환경인자별 등급구분과 토지이용 형태에 따른 토지이용별 적합성 분석기준은 표 1과 같다.

TABLE 1. The criteria for suitability analysis classified by land uses

환경인자	토지이용	주거지역				상업지역				공업지역				녹지지역			
		등급	구분내용	점수	가중치	등급	구분내용	점수	가중치	등급	구분내용	점수	가중치	등급	구분내용	점수	가중치
표고	1	50m이하	3	7	1	50m이하	3	8	1	50m이하	3	8	1	400m이상	3	8	
	2	50~100m	2		2	50~100m	2		2	50~100m	2		2	100~400m	2		
	3	100~400m	1		3	100~400m	1		3	100~400m	1		3	50~100m	1		
	4	400m이상	0		4	400m이상	0		4	400m이상	0		4	50m이하	0		
경사	1	10%이하	3	9	1	10%이하	3	8	1	10%이하	3	8	1	45%이상	3	12	
	2	10~25%	2		2	10~25%	2		2	10~25%	2		2	25~45%	2		
	3	25~45%	1		3	25~45%	1		3	25~45%	1		3	10~25%	1		
	4	45%이상	0		4	45%이상	0		4	45%이상	0		4	10%이하	0		
사면방향	1	H, S, SE	3	8	1	H, S, SE	3	5	1	H, S, SE	3	5	1	NW, N	3	3	
	2	SW, E	2		2	SW, E	2		2	SW, E	2		2	W, NE	2		
	3	W, NE	1		3	W, NE	1		3	W, NE	1		3	SW, E	1		
	4	NW, N	0		4	NW, N	0		4	NW, N	0		4	H, S, SE	0		
지질	1	2km 이상	2	2	1	2km 이상	2	3	1	2km 이상	2	3	1	2km 이상	2	3	
	2	1~2km	1		2	1~2km	1		2	1~2km	1		2	1~2km	1		
	3	1km 이내	0		3	1km 이내	0		3	1km 이내	0		3	1km 이내	0		
식생활력	1	0.1이하	2	4	1	0.1이하	2	2	1	0.1이하	2	3	1	0.4이상	2	8	
	2	0.1~0.4	1		2	0.1~0.4	1		2	0.1~0.4	1		2	0.1~0.4	1		
	3	0.4이상	0		3	0.4이상	0		3	0.4이상	0		3	0.1이하	0		
수계	1	100m이내	3	6	1	100m이내	3	7	1	100m이내	3	7	1	300m이상	3	6	
	2	100~200m	2		2	100~200m	2		2	100~200m	2		2	200~300m	2		
	3	200~300m	1		3	200~300m	1		3	200~300m	1		3	100~200m	1		
	4	300m이상	0		4	300m이상	0		4	300m이상	0		4	100m이내	0		
도로접근성	1	125m이내	3	14	1	125m이내	3	14	1	125m이내	3	14	1	375m이상	3	3	
	2	125~250m	2		2	125~250m	2		2	125~250m	2		2	250~375m	2		
	3	250~375m	1		3	250~375m	1		3	250~375m	1		3	125~250m	1		
	4	375m이상	0		4	375m이상	0		4	375m이상	0		4	125m이내	0		
토지피복(토지이용)	1	Built up	3	3	1	Built up	3	3	1	Built up	3	3	1	water forest	3	3	
	2	Grass &	2		2	Grass &	2		2	Grass &	2		2	Agriculture&	2		
	3	Agriculture	1		3	Agriculture	1		3	Agriculture	1		3	Grass	1		
	4	forest water	0		4	forest water	0		4	forest water	0		4	Built up	0		

연구지역의 토지이용 적지분석

1. 자료 처리

대상지역의 환경인자에 관련된 정보자료를 수집하고 입력하여 각각의 자료 레이어(layer)를 구축하였다. 사례 대상지의 자연물리적 요인조사는 국립지리원에서 발행한 축척 1/5,000 수치지형도를 조사자료의 기준으로 사용하였고, 분석에 필요한 각각의 레이어를 수치지도에서 추출하여 이용하였다. 그 외의 주제도로는 한국자원연구소 발행 1/50,000 지질도, 그리고 위성영상자료로부터 처리한 토지이용 분류도와 식생활력 분석도를 사용하였다. 사례연구 지역으로 도농통합 이전의 구미시 행정구역에 대하여 주거, 상업, 공업, 녹지지역으로 구분하여 지리정보시스템을 도입하여 토지이용별 적지분석을 행하였다.

GIS 구축을 위한 응용 도구로서 사용된 소프트웨어로는 MicroStation을 기반으로 하는 Intergraph사의 MGE를 기본으로 하였고 관계형 데이터베이스 ORACLE V7.0을 사용하여 데이터베이스를 구축하였다. 위성영상의 자료 처리는 PCI EASI/PACE를 사용하였다.

2. 원격탐사에 의한 토지이용 및 식생 정보 추출

토지피복/토지이용 분류도를 작성하기 위해 사용된 자료는 JERS-1 OPS 위성영상(1997. 9월)의 VNIR의 3개 밴드이며, 공간해상력은 18m×18m이다. 위성영상의 기하보정은 영상대 지도(image to map)의 방법을 사용하였고, 분석의 정확도를 높이기 위해 위성영상의 수역권을 밴드 3과 밴드 1을 이용한 밴드간 연산을 통해 분리 후 제거하였다. 분류항목은 도시지역, 삼림, 초지, 농경지, 나대지로 구분하여 그림 2와 같이 감독분류 방법으로 행하였다(이진덕 등, 2000).

입지선정시 자연환경의 보존을 고려하기 위해 Landsat TM 자료의 band 3과 band 4를 이용하여 식 (1)과 같은 밴드간 연산을 적용, 그림 3과 같은 표준식생지수(NDVI) 분포도를 작성하였다.

$$NDVI_{TM} = \frac{TM_4 - TM_3}{TM_4 + TM_3} \quad (1)$$

여기서 TM_3 : Landsat TM 자료의 band 3
 TM_4 : Landsat TM 자료의 band 4

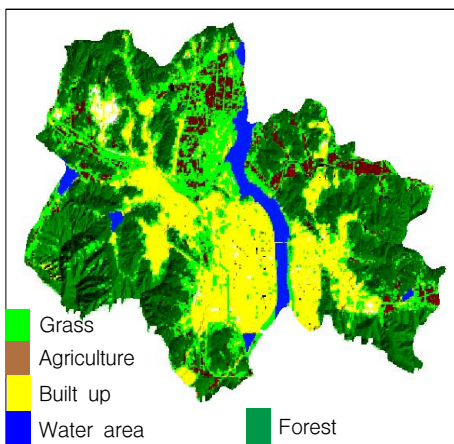


FIGURE 2. Land use/ cover map

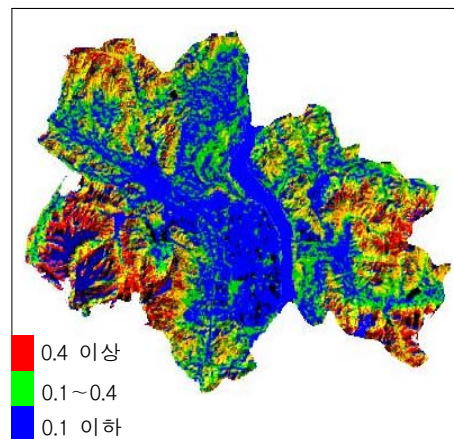


FIGURE 3. NDVI analysis map

3. 지형 및 환경 분석

1/5,000 수치지도의 등고선도를 이용하여 생성된 격자망의 DEM으로부터 표 1에 나타난 분석기준에 따라 표고, 경사도, 사면방향 등 지형분석도를 각각 작성하여 등급별로 그림 4(a), (b), (c)에 나타내었다.

지질은 단층지역과의 이격거리에 따라 단층지역으로부터 2km 이상 떨어진 지역을 1등급, 1~2km의 지역은 2등급, 1km 이내의 지역은 3등급으로 구분하였다(그림 4(d)).

토지이용/토지피복의 경우 주거·상업·공업 지역에서는 기존시가지, 초지, 경작지, 산림지역 및 수역의 순으로 4개 등급으로 구분하였으며, 녹지지역은 이와 반대로 부여하였다(그림 2). 식생활력도 분석에서는 NDVI 값이 0 이하인 지역을 제외한 0.1이하의 지역에 대해 1등급, 0.1~0.4의 지역을 2등급, 0.4 이상의 지역을 3등급으로 분류하였다(그림 3).

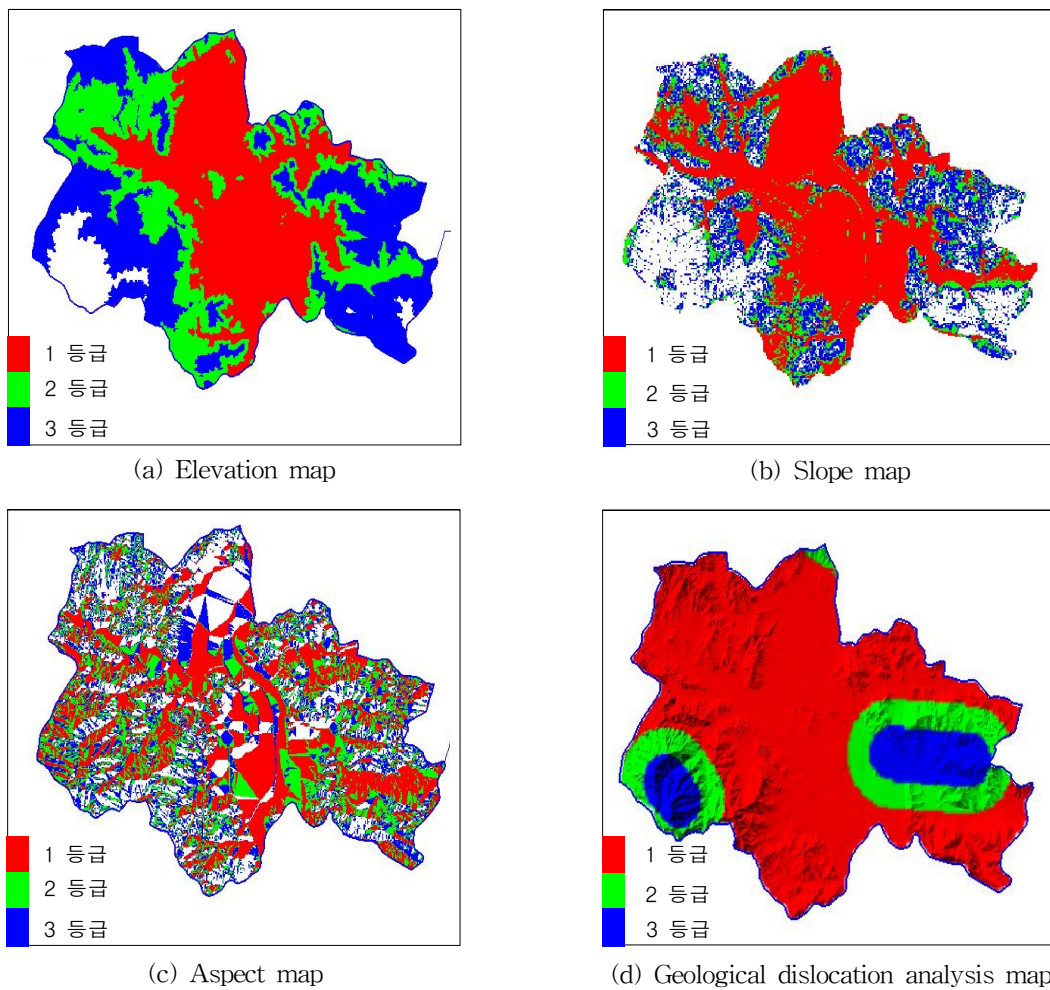


FIGURE 4. Thematic maps for natural environmental analysis

도로접근성 분석은 국도와 시도(광로, 대로, 중로급)로부터 125m 이내 지역을 1등급, 100~250m지역을 2등급, 250~375m의 지역을 3등급, 그 이상의 범위는 4등급으로 구분하였다. 소로의 경우 50m 이내 1등급, 50~100m지역 2등급, 100~150m지역을 3등급, 150m를 벗어나는 지역은 4등급으로 구분하였다.(그림 5(a))

수계접근성 분석에서는 낙동강 본류와 1/5,000 지형도상 실폭하천으로부터 100m 이내 지역은 1등급, 100~200m 2등급, 200~300m의 범위는 3등급, 300m를 벗어나는 지역은 4등급으로 구분하였으며, 실개천과 같은 세류로부터 50m 이내 지역은 2등급, 50~100m지역은 3등급, 그 이상의 지역은 4등급으로 구분하였다.(그림 5(b))

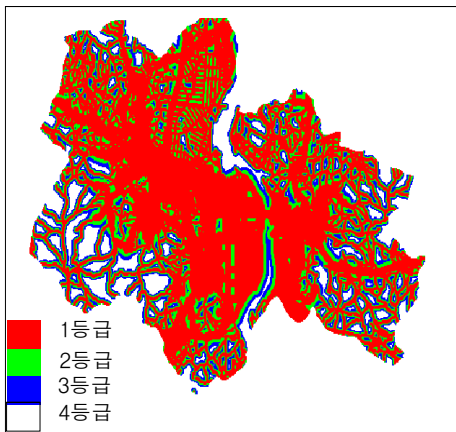
4. 토지이용별 적지 분석

토지이용별 적합성 분석의 결과, 주거지역은 주로 도로변과 경사가 낮고 기존의 토지이용이 택지인 지역이 비교적 높게 나타났으며 낙동강 수변 및 구미천 등의 수변에 연한 지역에서 또한 높은 등급으로 나타난 반면, 표고가 높고 도로로부터 먼 산지는 부적지로 분석되었다.

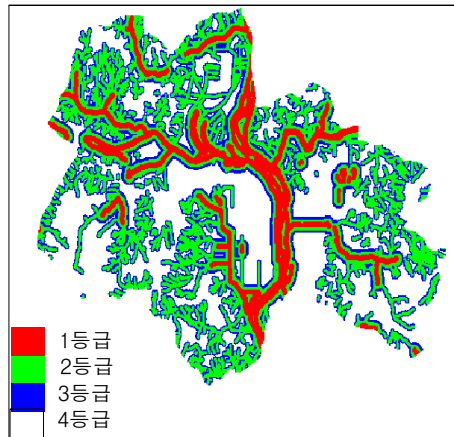
상업지역은 주거지역과 유사한 패턴을 나타내었으며, 도로변과 기존 토지이용이 시가지인 지역에서 높게 나타났다. 다만 토지이용이 임야이거나 접근성이 떨어지는 지역은 주거지역보다 부적지가 많은 것으로 분석되었다. 남동부의 대로변은 현재 택지개발지구(구평, 진평, 인의지구)로 조성되고 있는 바, 많은 부분이 상업 적지로 분석되어 일부 주거적지와 혼재되어 나타났다.

공업지역의 경우 역시 주거·상업지역과 유사한 양상을 나타내어 도로로부터 접근성이 낮거나 표고가 높은 지역은 부적지로 나타났으며, 기존 1, 2, 3 공단 지역과 대부분 일치하고 있음을 확인할 수 있다. 다만 서북부의 원호·봉곡·도량·괴평지구 등 이미 신항 주거지로 개발되었거나 개발될 넓은 지역이 공업적지로 분석되었다.

또한 주거, 상업, 공업용도의 1등급 분석지역이 많은 부분에서 혼재되어 나타나거나 일부지역에서 토지이용현황과 달리 토지이용 상호간에 뒤바뀌어 나타나는 양상도 보이고 있다. 이는 본 연구에서 각 용도별 수요추정을 행하지 않고 분석한 결과에 일부 기인하는 것으로 사료된다.



(a) The map of accessibility to roads



(b) The map of accessibility to waters

FIGURE 5. Thematic maps for humane environmental analysis

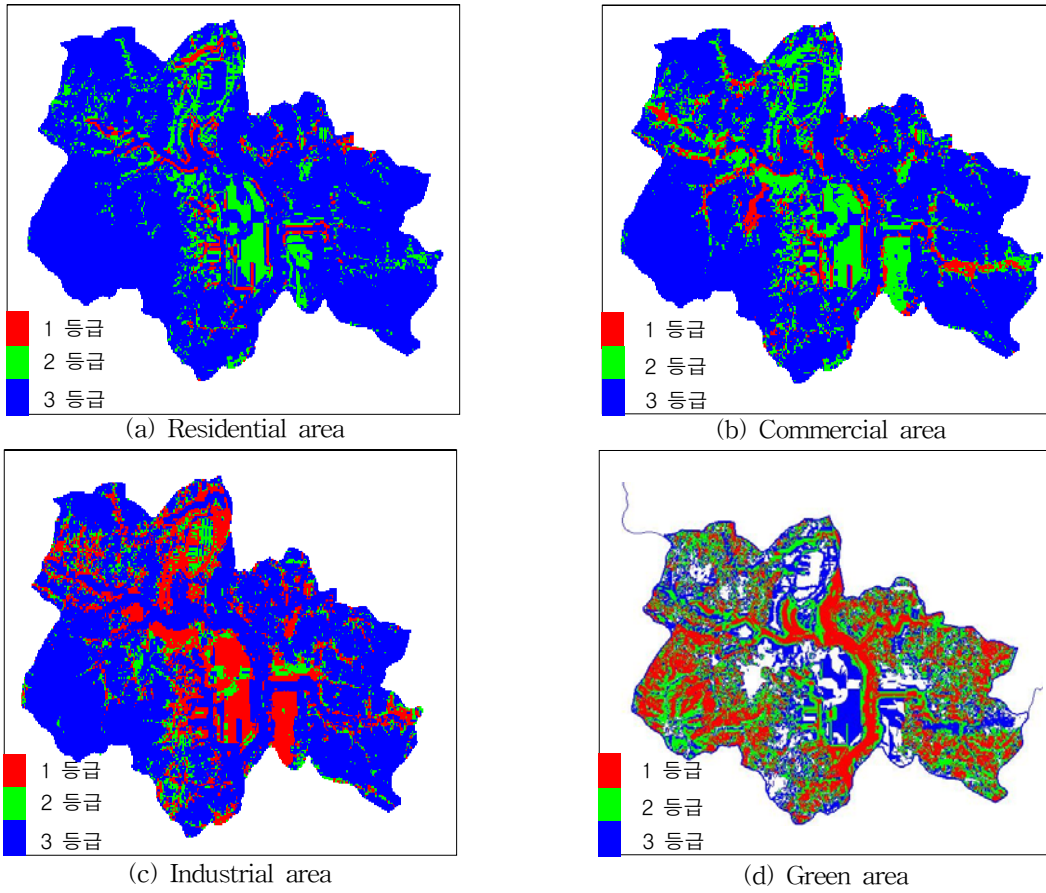


FIGURE 6. The result maps of suitability analysis by land uses

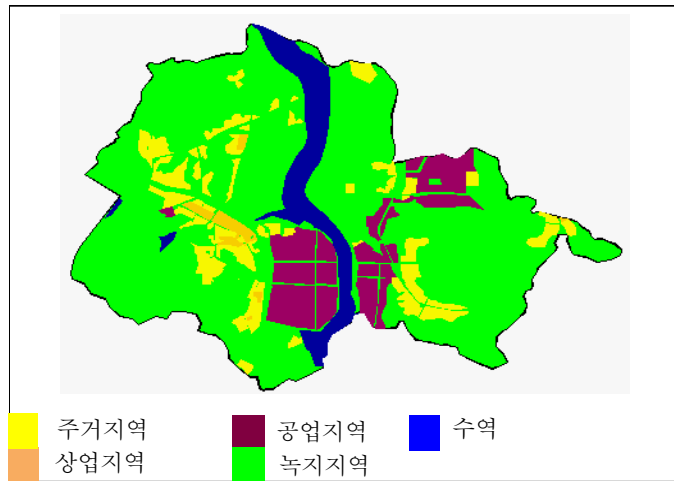


FIGURE 7. Basic concept map of land use on Kumi master plan

녹지지역은 주거·상업·공업 적지를 제외한 모든 지역에 해당된다. 지형, 도로접근성 등의 모든 인자면에서 가장 불리한 위치, 기타 상수원 보호구역 등이 이에 포함되며, 2016년 구미시 도시기본계획의 녹지지역과 대부분 일치하는 경향을 확인할 수 있었다. 그러나 녹지 2등급지가 주거·상업·공업 적지라도 양호하여 토지이용상 혼란이 초래될 것으로 예상되는 지역이 많으므로 장래 도시화할 것인지, 농업 및 녹지목적으로 보존할 것인지에 대한 분석을 통하여 효율적인 토지이용에 신중을 기해야 할 것이다.

최적지의 종합 분석은 각 토지이용별 적지 선정 과정에서 생성된 각 용도별 등급을 고려하여 중첩하여 행하여 토지이용이 상충되는 부분을 처리하기 위해서는 토지이용별 소요면적 자료와 개발의 기본방향을 검토하여 용도 지역간의 마찰을 최소한으로 유도하여 결정해야 할 것이다.

구미시는 낙동강을 중심으로 강동, 강서 지역에 대단위 공업단지가 입지해 있고 공단 주변으로 배후주거지가 형성되어 있으며, 현재 공단개발 및 도시화에 의해 인구증가가 지속적으로 이루어지고 있어 도심외곽지역으로 토지구획정리사업이나 택지개발사업 등을 통하여 급속한 시가지 개발이 이루어지고 있다.

그림 7은 2016년 구미도시계획상 토지이용 구분의 경계, 규모 등을 개념적으로 표현한 도시기본구상도로서 연구지역인 도·농 통합이전의 구미도시계획구역에 한하여 제시한 것이다(구미시, 1998). 그림 7의 북동부 지역은 현재 구미 제 4공단으로 계획, 조성되고 있어 그림 6의 분석결과와 차이가 있으며, 그림 6에서 주거, 상업, 공업용도의 1등급 분석지역이 많은 부분에서 혼재되어 나타나는 것을 제외하면 전반적으로 4가지 기능공간에 대한 토지이용분포에서 그림 7의 구상도와 유사한 패턴을 나타내고 있다.

본 연구는 단지 자연환경 및 인문환경 조

건에 따른 토지이용별 적합성 분석기준에 근거, GIS를 활용한 적지분석을 위주로 한 것이므로 토지이용별 수요추정 데이터를 고려하지 않았다. 토지이용별 수요추정에 따른 소요면적 자료를 처리과정에 추가, 분석할 수 있다면 더욱 정확하고 유효한 용도별 입지배분이 가능할 것이고, 여기에 장래 도시개발의 기본방향 등을 반영한다면 토지이용 적지가 상충되는 부분을 효율적으로 배분할 수 있을 것으로 사료된다.

결 론

5 역의 토지이용계획에 있어서 지리정보시스템의 적용방안을 고찰하고 토지이용별 적지분석에 적합한 모형 및 환경인자 평가기준을 설정하여 도시지역에 사례 적용한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 관련 환경자료의 데이터베이스를 구축하고 종합, 중첩하는 방식으로 주거용도, 상업용도, 공업용도, 녹지용도별 4가지 기능공간에 대한 적지를 도출하였으며, 도시기본계획상 토지이용구상도 및 기존의 토지이용과 비교하였다. GIS에 의한 적지분석 자료는 향후 도시계획의 기본방향 수립 등 의사결정을 위한 참고자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.
2. 본 연구의 문제점으로 지가자료, 토양자료 등이 누락되었고 분석모형화 과정에서 평가인자 설정 및 상대적 중요도의 객관화, 그리고 종합화 과정의 합리화를 제고하여야 할 것이다. 또한 토지이용별 수요추정 데이터가 처리과정에 추가, 분석될 수 있다면 더욱 유효한 입지배분이 가능할 것이다.
3. 최적지의 종합분석은 각 토지이용별 적지 선정 과정에서 생성된 각 용도별 등급을 고려하여 중첩하여 행하여야 할 것이되, 토지이용이 상충되는 부분을 처

리하기 위해서는 토지이용별 소요면적 자료와 개발의 기본방향을 고려하여 용도지역간의 마찰을 최소한으로 유도하여 결정해야 할 것이다. **KAGIS**

참고문헌

- 대한국토·도시계획학회. 1996. 토지이용계획론. 보성각. 482pp.
- 강성원. 1993. GIS를 이용한 토지이용 적지분석에 관한 연구: 안성 도시계획구역을 대상으로. 한양대 환경대학원 석사학위논문. 31-54쪽.
- 구미시. 1998. 2016년 구미도시기본계획. 111-138쪽.
- 김영표 외 2인. 1998. 토지이용계획을 위한 GIS 활용방안 연구. 국토개발연구원.
- 김영표 외 2인. 1997. 입지선정을 위한 GIS 활용방안 연구. 국토개발연구원. 87-95쪽.
- 오정학. 1997. 지리정보시스템(GIS)을 활용한 환경친화적 토지이용 방안: 경산시를 사례 지역으로. 경북대 석사학위논문. 23-26쪽.
- 박경훈, 정성관, 최원명. 2000. 도농통합시의 지속가능한 개발을 위한 지역특성 분석. 한국지리정보학회지 3(2):37-47.
- 박종화 외 3인. 1996. 생태도시 계획이념을 적용한 서울시 토지이용 적지분석. 한국GIS학회지 4(2):107-119.
- 박재홍 외 1인. 1997. 토지적합성 분석을 위한 지리정보시스템 활용방안. 국토계획 32(1):136.
- 이진덕, 연상호, 김성길. 2000. GIS를 활용한 폐기물 매립지의 적지분석 사례연구. 한국지리정보학회지 3(3):33-49.
- Avery, T. E. and G. L. Berlin. 1992. Fundamentals of Remote Sensing and Airphoto Interpretation. 5th edition. Macmillan Publishing Company, pp.447-448.
- David, L.W. and W. Xiang. 1993. A GIS-Based Method for Integrating Expert Knowledge into Land Suitability Analysis. URISA Proceeding Vol. II, pp.24-36.
- Kaiser, E., J. Godschalkb and F. S. Chanpin Jr. 1995. Urban Land Use Planning, 4th edition, Chircage. University of Illinois Press.
- Wayne C. Zipperer and Carol G. Anderson. 1991. An Assessment of Residential Development in a Rural Community, Technical Papers. ACSM-ASPRS Annual Convention 4:257-263. **KAGIS**