

## 생태도시 계획개념을 적용한 서울시 토지이용 적지분석

박종화\*·서창완\*·김원주\*·이동근\*\*

### Land use suitability analysis of Seoul based on ecopolis planning concept

Chong-hwa Park·Chang-wan Seo·Won-joo Kim·Dong-kun Lee

#### 요 약

본 연구의 목적은 서울의 토지이용을 이상적인 생태도시에 근접하는 도시구조로 변화시키도록 하기 위하여 기존의 자연환경 및 인문·사회환경의 데이터 베이스를 구축하고, GIS를 분석도구로 활용하여 토지이용 용도별 적지분석을 시행한 후, 용도별 토지소요량을 적지에 배분시키는 방법을 연구하는 것이다. 분석의 목표는 생태도시 개념에 따라 도시밀도를 고밀화하고 공공 교통시스템에 가까이 주거, 상업, 공업용지를 배분하고, 농경지를 확충하고, 녹지면적의 증가 및 체계화 등에 의하여 에너지 절약, 환경부하 감소, 자원 순환 및 환경 공생형 도시를 조성하는 것이다.

본 연구에서 토지이용 적지분석은 두가지 대안으로 발전시켰는데, 첫째는 기존 인구(1,100만)를 수용하는 대안이며, 둘째는 자연 및 사회환경을 감안한 서울시의 적정 환경용량으로 추출된 인구규모(440만)를 수용하는 대안이다.

**ABSTRACT :** The purpose of this study was to carry out land use suitability analysis of Seoul Metropolitan City based on ecopolis planning concept or environmentally sound and sustainable development. Objectives of the analyses were to save energy by increasing urban density and allocating urban land use types near to public transportation system, to increase food producing capacity by restoring fertile agricultural lands, and to enhance urban ecosystem by expanding and networking parks and green spaces.

This study has two phases. First, the land use suitability analyses for commercial, industrial, residential, agricultural, and green spaces were carried out. Second, required urban land use types were allocated based on ESSD concept. Two alternative land use plans were developed based on two population sizes; existing population of 11million and 4.4million derived by the application of emergency theory of T. Odum.

\*서울대학교 환경대학원(Grad. School of Environmental Studies, Seoul National U., San 56-1 Shinlim-dong, Kwanak-gu, Seoul 151-742, Korea, Tel.(02)880-5664)

\*\*상명여자대학교 조경학과(Dept. of L.A., Sangmyung Univ., San 98-20, Anso-dong, Chonan City, Chungnam, Korea, Tel.(0417)568-2238)

\*\*\*본 연구는 한국환경기술개발원의 「국토환경종합계획 작성에 관한 연구」의 위탁과제로 연구되었음.

## 서 론

과도한 자원에 의존하지 않고, 과도한 량의 환경 오염물질도 배출하지도 않아서 환경수용능력을 초과하지 않으며, 인간과 자연이 어우러져 사는 이상적인 도시구조를 발전시키는 것을 목적으로 하는 연구가 최근에 활발하게 진행되고 있다. 이러한 도시는 일본과 우리나라에서는 환경도시, 환경보전도시, 환경공생도시, 생태도시 등으로, 외국에서는 Green City, Ecopolis, Ecocity 등으로 부르고 있다(박종화 1995, 양병이 1992). 생태도시에 관한 연구는 지속가능한 자원 이용 혹은 도시기능을 유지하고, 인간사회가 배출하는 각종 환경부하를 감소시키고, 자연과의 공생을 추구하며, 자연생태계의 다양성과 안정성이 도시내에서도 실현되도록 추구하는 친환경적 혹은 환경조화형 도시의 건설을 추구하고 있다(환경부 1996).

日本建設省都市環境問題研究會(1993)는 생태도시를 다음의 세가지 유형으로 구분하고 있다. 첫째, 에너지 절약·재순환형 도시는 자원과 에너지의 이용효율을 제고하고, 환경부하를 감소시키는 것을 목적으로 에너지와 자원을 재순환하고, 자연에너지를 유효하게 이용하는 도시구조를 말한다. 둘째, 물순환형 도시는 직정한 수환경을 조성하므로써 도시주변에 대한 환경부하를 감소시키고, 윤택한 수변공간을 창출하는 도시구조를 말한다. 셋째, 도시기후완화·자연공생형 도시는 도시열섬현상의 완화, 도시형 생태계의 보전 등에 의하여 도시생활의 질을 향상시키고, 환경부하를 경감시키는 도시구조를 말한다.

도시는 인구의 증가에 따라서 점진적으로 경제적 효율성을 극대화시키는 방향으로 토지의 용도 및 구조로 변하게 된다. 그러나 단기적 이익의 극대화 추구는 장기적으로 환경부하, 에너지의 소비 효율성, 생태계 보전의 측면에서 불리한 상태가 초래된다. 지난 반세기 동안의 급격한 산업화, 도시화 과정을 경험하고 있는 서울도 생태도시의 이상에서

보면 개선의 필요성이 크다. 서울시의 면적은 전국토의 0.6%에 해당하는 605.74km<sup>2</sup>로서 25개 자치구에 526개동을 가지고 있다. 1995년 3월 1일 현재 3,455,665세대에 인구 10,798,700명으로서 전국민의 1/4이 거주하고 있다. 1970~1975년 동안의 서울의 연평균 인구증가율은 4.8%로서 전국 평균 증가율의 약 2배에 달하던 것이 1985~1990년 기간동안 1.4배로 감소하고 있어, 서울의 인구증가추세는 안정화되고 있음을 알 수 있다(서울시정개발연구원 1994).

도시녹지 및 공원의 상태는 생태도시로서의 최소 기준은 물론 외국의 주요 도시에 비해서도 불량한 실정이다. 서울시(1994a)의 공원현황은 1993년 12월 현재 계획공원이 1,351개소이고, 전체면적은 150.36km<sup>2</sup>로서 서울시 행정구역의 24.8%를 차지하고 있다. 공원시설이 구비되고, 일상적 도보권에 위치한 근린공원과 어린이공원은 시민 1인당 2.5m<sup>2</sup>에 불과하다. 서울시의 산림면적은 1994년 현재 159.51km<sup>2</sup>로서 전체 면적의 26.3%를 차지하며, 1985년도 산림면적 164.18km<sup>2</sup>에 비해서 약간 감소되었다. 서울시의 경지면적은 1993년 현재는 9.63km<sup>2</sup>(1.59%), 밭 12.22km<sup>2</sup>(2.02%)로서 행정구역의 3.61%에 불과한 실정이며, 향후에도 감소추세는 지속될 것이다. 야생생물종들은 도시화, 산업화에 따라 산림면적이 감소하고 환경오염, 개발사업 등으로 서식지가 파괴됨에 따라 감소경향을 보이고 있어 180여종이 감소추세에 있거나 멸종위기에 처한 상태인 것으로 밝혀졌다(서울시 1994b).

본 연구의 목적은 서울을 주변지역에 대한 환경부하를 저감시키고, 자연과 공생할 수 있는 이상적인 생태도시에 근접하는 토지이용 및 도시구조로 변화시키도록 하기 위하여 기존의 자연환경 및 인문·사회환경의 데이터 베이스를 구축하고, 기존 인구(1100만)를 생태도시 형태로 공간적 재배분을 하는 대안과 자연 및 사회환경을 감안한 서울시의 적정 환경용량으로 추출된 인구규모(440만)를 수용하는 토지이용계획안을 작성하기 위한 토지이용

적지분석을 시행하는 것이다.

## 연구의 방법

### □ 생태도시 계획개념 및 계획지표

본 연구는 GIS를 활용하여 서울의 토지이용 및 도시구조를 생태도시 계획개념에 입각하여 변화시키는 것을 전제로 하는 모형연구 기법을 이용한다. 본 연구에서는 기존의 공원, 녹지를 보전하여 도시생태계의 안정을 꾀할 수 있는 자연공생형 도시를 추구하고, 주거지역을 고밀화하고, 현존하는 서울의 도심, 부도심, 지구중심과 기존 도로망 및 전철을 활용하여 재배치하여 에너지의 절약형 구조로 변화시키고, 기존의 시가와 구역중에서 고밀화로 인하여 발생하는 여유 공간중 농업생산성이 양호한 토지를 농경지로 활용하여 식량자급기반을 향상시키는 것을 목적으로 토지이용 적지분석을 시행하고, 적정 배분시키도록 한다.

본 연구의 토지이용 적지분석의 기준이 되는 인구 규모는 두가지 대안을 이용한다. 첫째, 기존의 서울 인구 규모인 1100만명을 모두 수용하는 토지이용 대안을 수립한다. 둘째, 미국의 Howard T. Odum(1996)이 창안한 Emergy이론에 입각한 서울시 인구환경용량을 수용하여 생태도시 개념을 충족시킬 수 있는 토지이용 대안을 수립한다. 즉 태양, 바람, 비, 강 등의 자연환경 에너지원으로 인구환경용량을 시산하면 서울시의 인구수용능력은 약 55만명으로서 현재 인구의 약 1/20정도 수준이다. 이를 선진국형 생태도시로 개발한다는 가정하에 자연에너지원 이외에 석탄, 도시가스, 석유, 전기 등의 경제적 에너지, 수입된 재화·용역 등의 자연환경 자원의 8배의 Emergy가 투입되는 것을 가정하면 인구환경용량은 440만명이 될 수 있다(이동근 1995, Jorgensen 1995).

본 연구에서 적지분석을 시행하고, 소요량을 배분하는 주거, 상업, 공업용지의 원단위는 현재의 서울시의 용도별 토지이용현황을 기준으로 한다. 따

라서 계획인구 1100만인 경우에는 현재 서울시의 토지이용구조를 공간적으로 재편하게 되며, 440만명의 경우에는 인구에 비례하여 소요면적이 감소되는 것으로 설정하였다. 생태도시는 토지의 고밀 이용을 추구하고 있으며, 장래 예상할 수 있는 원단위의 향상은 토지의 고밀이용에 의하여 해결할 수 있는 것을 전제로 판단하였기 때문이다.

### □ 분석용 시스템

사해연구지역의 GIS 데이터 베이스 구축 및 적지분석 작업은 세계적으로 가장 대표적인 ARC/INFO V7.0.4를 이용하였고, TM 위성영상(1994년 5월 20일)을 이용한 서울시의 NDVI(Normalized Difference Vegetation Index) 식생지수 분석은 IDRISI V4.1을 사용하였다(박종화 1992, 박종화 등 1995). 전체적인 분석모형은 <Fig.1>에서 보는 바와 같이 ARC/INFO의 AML(Arc Macro Language)을 이용하여 메뉴방식의 GUI(Graphic User Interface)환경으로 수행하였다.

### □ 적지분석 과정

본 연구의 토지이용 적지분석은 다음의 <Fig.2>에서 보는 바와 같이 크게 5단계로 구성된다. 첫째, 서울을 생태도시로 전환하기 위하여 기존 녹지의 보전, 에너지 절약형 도시구조의 개편 및 식량자급기반의 확충 등의 적지분석의 기본 방향을 설정한다. 둘째, 서울의 자연환경, 사회·경제환경 및 도시계획사항과 관련된 자료를 수집하여 데이터 베이스를 구축한다. 셋째, 자연녹지, 농경지, 주거지, 상업지, 공업지의 판단기준을 설정하여 각 용도별 적합성을 평가한다. 넷째, 인구규모를 현재인구인 1100만 및 생태도시로서의 적정 규모인 440만을 기준으로 생태도시의 이상에 근접하고, 현대적인 도시기능의 수행에 필요한 용량의 토지를 각 용도별로 배분한다. 이 작업은 각 용도별 공간요구도가 충족될 때까지 반복시행한다.

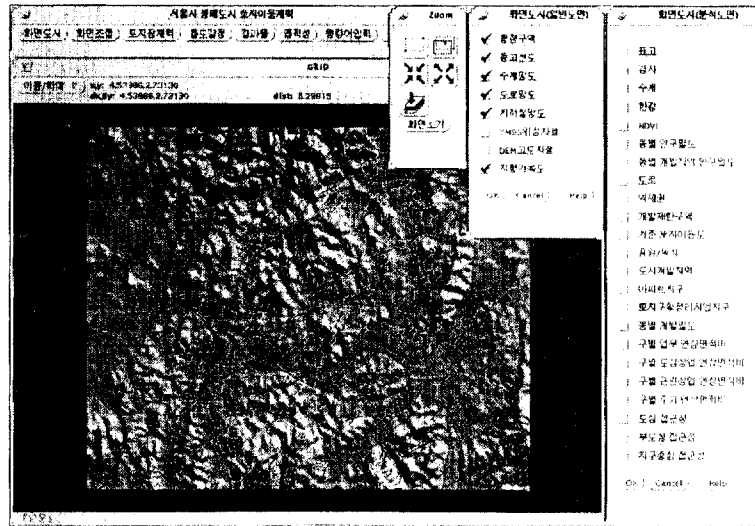


Fig. 1 An example of menu-driven GUI environment

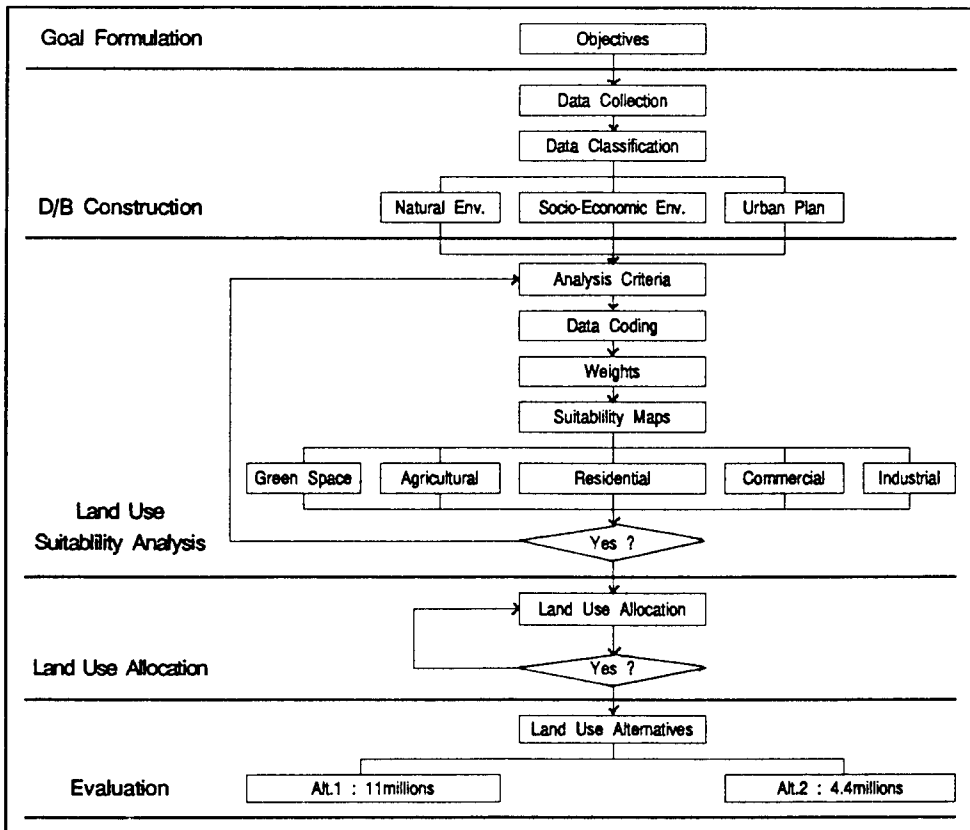


Fig. 2 Flow diagram of the land use suitability analysis for Seoul ecopolis

□ 자료의 수집 및 분류

본 사례지역을 대상으로 구축하는 데이터 베이스는 <Table 1>에서 보는 바와 같이 크게 자연환경, 인문·사회환경, 제도적 여건, 기존 토지이용계획 및 현황, 중심지 접근성의 다섯가지 유형으로 구분된다. 각 유형에 속하는 수치자료 및 명목자료는 생태도시 조성을 위한 토지적합성의 관점에서 범주

화 작업을 시행하였다. 즉 모든 수치자료는 5단계로 구분하여 생태도시의 조성 적합정도를 1-5로 부여하였으며, 가중치를 활용하여 잠재적지의 정도를 다각적으로 검토할 수 있게 하였다. 명목자료는 적지분석작업의 후반부인 용도배분 작업시의 중요한 평가항목으로 활용하였다.

Table 1 Data collection and classification

Data Types	Data Elements	Coding Schemes
Natural Environment	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Elevation</li> <li>•Slope</li> <li>•Distance to Rivers &amp; Streams</li> <li>•Han River</li> <li>•Vegetation Vitality(NDVI)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☞ 0~10(1), 10~50(2), 50~100(3), 100~300(4), &gt;300m(5)</li> <li>☞ 0~5(1), 5~10(2), 10~20(3), 20~30(4), &gt;30° (5)</li> <li>☞ 0~50(1), 50~100(2), 100~300(3), 300~500(4), &gt;500m(5)</li> <li>☞ Stream bed of the Han River</li> <li>☞ 0~30(1), 30~60(2), 60~100(3), 100~150(4), &gt;150(5)</li> </ul>
Socio-economic Environment	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Population Density of Dong</li> <li>•Distance to Major Roads</li> <li>•Distance to Subway Stations</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☞ 0~10000(1), 10000~20000(2), 20000~30000(3), 30000~50000(4), &gt;50000person/km(5)</li> <li>☞ 0~100(1), 100~300(2), 300~500(3), 500~1000(4), &gt;1000m(5)</li> <li>☞ 0~300(1), 300~500(2), 500~1000(3), 1000~3000(4), &gt;3000m(5)</li> </ul>
Exclusionary Conditions	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Green belt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☞ Green belt</li> </ul>
Land Use Regulations	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Existing Land Use Types</li> <li>•Parks·Green Spaces</li> <li>•Urban Builtup Areas</li> <li>•Apartment Housing Districts</li> <li>•Public Subdivision Areas</li> <li>•Population Density for Builtup Areas of Dong</li> <li>•Percentage of Builtup Areas of Dong</li> <li>•Percentage of Floor Area for Business to all Floor Area of Gu</li> <li>•Percentage of Floor Area for Central Commercial to All Floor Area of Gu</li> <li>•Percentage of Floor Area for Neighborhood Commercial to All Floor Area of Gu</li> <li>•Percentage of Floor Area for Residential to All Floor Area of Gu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☞ Residential, Commercial, Industrial, Open space, Business</li> <li>☞ Nature Parks, Neighborhood Parks</li> <li>☞ Urban builtup areas</li> <li>☞ Apartment Housing Districts</li> <li>☞ Public Subdivision Project Areas</li> <li>☞ 0~10000(1), 10000~20000(2), 20000~30000(3), 30000~50000(4), &gt;50000person/km(5)</li> <li>☞ 0~20(1), 20~40(2), 40~60(3), 60~80(4), 80~100%(5)</li> <li>☞ 0~5(1), 5~10(2), 10~15(3), 15~20(4), &gt;20%(5)</li> <li>☞ 0~3(1), 3~5(2), 5~10(3), 10~15(4), &gt;15%(5)</li> <li>☞ 0~12(1), 12~15(2), 15~18(3), 18~20(4), &gt;20%(5)</li> <li>☞ 0~50(1), 50~60(2), 60~70(3), 70~80(4), &gt;80%(5)</li> </ul>
Accessibility	<ul style="list-style-type: none"> <li>•CBD</li> <li>•Sub. CBD</li> <li>•District Centers</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>☞ 0~1(1), 1~3(2), 3~5(3), 5~10(4), &gt;10km(5)</li> <li>☞ 0~1(1), 1~2(2), 2~3(3), 3~5(4), &gt;5km(5)</li> <li>☞ 0~0.5(1), 0.5~1(2), 1~2(3), 2~3(4), &gt;3km(5)</li> </ul>

## 서울시 토지이용 적지분석

### □ 적지분석 과정

토지이용 적지분석은 각 용도별 잠재적지의 분석 과정과 용도별 배분과정의 두단계로 구분된다. 즉 잠재적지 분석과정은 협의의 적지분석과정으로서

자연녹지, 농경지, 주거지, 상업지, 공업지의 각 적지평가와 관련된 항목들을 수치화하고, 그 다음으로 가중치를 부여하여 각 항목들을 중첩하여 가장 높은 값을 가지는 곳을 적지로 선택한다. 이때 중첩된 값은 0~9단계로 나누어 진다. 각 토지이용의 잠재적지는 <Fig.4>에 제시하였다. 그러나 이 작업

**토지이용배분**

잠재적지 :  농경지  주거지  상업지  공업지 결과안 :  2

--- 제도화 여건

1. 개발제한구역

--- 기존 토지이용사항

1. 기존 토지이용 

0	1	2	4	7	9	10	12	13	14	15	16	17	18	19	20
---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

2. 공원/녹지

3. 도시개발지역

4. 아파트개발지역

5. 토지구획정리사업지구

6. 구별 업무 연상면적비(이상) 

0-5%	5-10%	10-15%	15-20%	20이상
------	-------	--------	--------	------

7. 구별 도심상업 연상면적비(이상) 

0-3%	3-5%	5-10%	10-15%	15이상
------	------	-------	--------	------

8. 구별 근린상업 연상면적비(이상) 

0-12%	12-15%	15-18%	18-20%	20이상
-------	--------	--------	--------	------

9. 구별 주거 연상면적비(이상) 

0-50%	50-60%	60-70%	70-80%	80이상
-------	--------	--------	--------	------

잠재력도 대안  2 (이상) 

0	1	2	3	4	5	6	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

기타결정되지 않은 토지의 포함여부

갱신(Overwrite)여부 

<input checked="" type="checkbox"/> 녹지	<input type="checkbox"/> 농경지	<input type="checkbox"/> 주거지	<input type="checkbox"/> 상업지	<input type="checkbox"/> 공업지
--	------------------------------	------------------------------	------------------------------	------------------------------

--- 결과 ---

	녹지	농경지	주거지	상업지	공업지	한강	기타	
면적	218.2	78.97	237.9	17.45	15.02	38.46	0	(606.09 Km <sup>2</sup> )
비율	36.01	13.02	39.25	2.880	2.479	6.345	0	(100)

선택 토지이용 초기화

전체 토지이용 초기화

OK Cancel Help

Fig. 3 An example of land use allocation : green belt, existing land use type(natural forest area) 3, parks and green spaces, and suitability potential score of 7 or higher for green spaces were all allocated to green space.

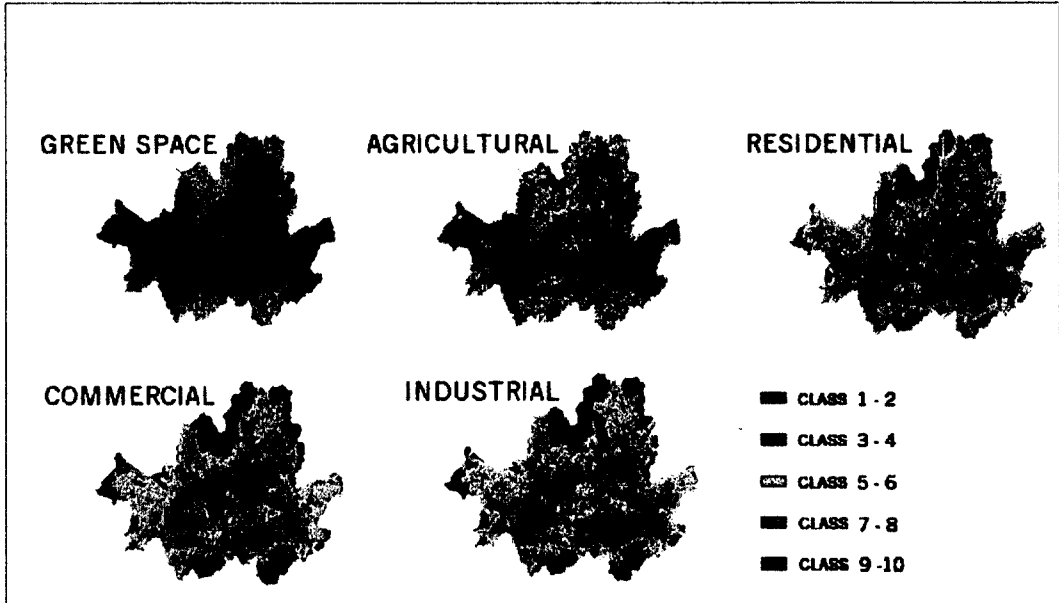


Fig. 4 Land use suitability maps for green space, agricultural, residential, commercial, and industrial zone

의 결과물은 동일 토지가 두가지 이상의 용도에 적합한 것으로 평가되는 경우가 많기 때문에 최선의 잠재 용도를 부여하는 작업, 즉 용도별 배분작업이 필요하다.

각각의 용도별 적지분석 결과를 이용하여 토지의 최적용도를 선정하는 용도별 배분작업은 명목자료를 중심으로 진행된다. <Fig.3>는 현재의 개발제한구역, 공원·녹지 전부와 녹지 잠재적지 분석 결과 7등급 이상인 토지를 녹지를 배분하는 과정을 보여준다. 이 작업은 각 용도별 적정 토지면적이 배정될 때까지 평가기준을 변경하면서 반복 시행하게 된다.

□ 잠재 적지분석

- **잠재 녹지** : 자연환경요인중 표고와 경사가 급하고, 수계에 가깝고, 현재의 식생지수(NDVI)가 양호하면 적합성이 높은 것으로 평가한다. 가중치는 식생지수에 가장 높은 3을

부여하고, 다음으로 수계에 2, 기타요소는 1을 부여하여 기존의 양호한 녹지 및 하천요소의 보전에 중점을 두었다.

- **잠재 농경지** : 자연환경요소중 표고는 낮고, 경사는 완만하고, 수계에 가깝고, 식생지수(NDVI)는 낮을수록 적합성이 높은 것으로 평가한다. 가중치는 경사와 식생지수에 2를 부여하고, 기타요소는 1을 부여하여 잔존녹지 및 완경사 지역을 농경지로 복구하고자 하였다.
- **잠재 주거지** : 자연환경요인중 표고는 낮고, 경사는 완만하고, 수계는 멀고, 식생지수는 낮을수록 높은 값을 가지며, 인문·사회환경요인으로는 도로에서 가깝고, 역세권에서 가까울수록 높은 값을 가지며, 도시기반시설 접근성요인으로는 지구중심에 가까울수록 높은 값을 가지게 하였다. 가중치는 도로에 가장 높은 3을 부여하고, 역세권과 지구중심에 2를 부여하고, 기타요소는 1을 부여하여 교통 등의 도시기반

시설의 접근성을 강조하였다.

- **잠재 상업지** : 자연환경요인중 표고는 낮고, 경사는 완만하고, 수계는 멀고, 식생지수는 낮을수록 높은 값을 부여하였으며, 인문·사회환경요인으로는 도로에서 가깝고, 역세권에서 가까울수록 높은 값을 부여하였으며, 도시기반시설 접근성요인으로는 도심, 부도심 및 지구중심에 가까울수록 높은 값을 부여하였다. 가중치는 역세권에 가장 높은 3을 부여하고, 도로와 도심, 부도심 및 지구중심에 2를 부여하고, 기타요소는 1을 부여하여 상업지역을 도심상업 및 전철 중심의 근린상업으로 특성화하였다.
- **잠재 공업지** : 자연환경요인 중 표고는 낮고, 경사는 완만하고, 수계는 멀고, 식생지수는 낮을수록 높은 값을 부여하였고, 인문·사회환경요인으로는 도로에서 가깝고, 역세권에서 가까울수록 높은 값을 부여하였으며, 도시기반시설 접근성요인으로는 부도심 및 지구중심에 가까울수록 높은 값을 부여하였다. 가중치는 도로

와 부도심에 가장 높은 3을 부여하고, 역세권과 지구중심 접근성에 2를 부여하고, 기타요소는 1을 부여하여 공업지역이 부도심 교통요지에 근접하여 배치되도록 하였다.

## 용도별 토지이용 배분

### □ 대안 1 : 현재인구 1100만 기준

대안 1은 현재인구를 기준으로 하여 기존의 토지 이용상황을 고려하여 산출된 용도별 토지 수요량을 생태도시 계획개념에 입각하여 재배분하는 것이다. 각 용도별 적지분석 결과를 이용하여 <Table 2>와 같이 용도별 토지 소요량에 근접할 때까지 배분기준을 반복적으로 조정하여 배분하는 방법을 이용하였다.

1단계로 기존녹지의 보전을 위해 개발제한구역이나 기존 공원·녹지를 녹지지역으로 확보하고, 이어서 기존의 토지이용이나 도시하부구조를 고려하여 공업지역을 배정하였다. 2단계로 상업지와 주거지를 배정하였고, 3단계로 농경지를 배정하였다. 4

Table 2 Land Use Allocation Alternative 1 : Population of 11 million

Steps	Zones	Land Use Allocation Criteria
1	Green Space Industrial	· Green belt and all existing parks and green spaces · Areas industrial suitability potential of 8 or higher and also belong to existing industrial zone
2	Commercial Residential	· Areas commercial suitability of 8 or higher and also belong to existing builtup areas · Areas residential suitability of 5 or higher and also belong to existing builtup areas
3	Agricultural	· Areas agricultural suitability of 7 or higher
4	Industrial Green Space	· Areas industrial suitability of 6 or higher and existing land use of industrial, but previously allocated to residential · All areas not yet allocated to any use
5	Residential Others	· Areas commercial suitability of lower than 9, but previously allocated to commercial · Return to existing land uses in Yeoido, Kimpo Airport, Yongsan, Chamsil Sports Complex



단계는 현재까지 배분된 각 토지이용용도별 면적과 기존 용도와의 차이를 조정하는 단계로서 주거지의 일부를 공업지로 재배정하였고, 여타지역을 모두 녹지로 배정하였다. 마지막으로 5단계에서 상업지역으로 배정된 토지중 적합성이 낮은 토지를 주거지역으로 변경하고, 현재의 개발지역중 용도를 변경하는 것이 현실적으로 곤란한 대형 시설물은 기존 용도를 유지하도록 환원시켜 토지이용 용도별 배분작업을 완료하였다.

□ 대안 2 : 인구 440만명 기준

대안 2는 생태도시의 이상을 적극적으로 실현하는 대안으로서 전술한 바와 같이 Eenergy이론에 입각하여 서울시의 환경용량으로 추계된 440만 인구를 기준으로 토지이용을 생태도시계획 개념을 적용하여 대폭적으로 개편하는 것이다. 용도별 토지이용 원단위는 대안 1과 동일하게 적용하므로써 주거, 상업, 공업 용지중 적합성이 낮은 토지를 자연 녹지 혹은 농경지로 배정하여 농업생산기반과 녹지축을 강화하게 된다.

용도별 토지이용배분과정은 전술한 바와 같이 적지분석 결과를 이용하여 <Table 3>과 같이 용도별 소요량에 근접할 때까지 배정기준을 반복적으로 조

정하여 배정하였다. 1단계는 대안 1과 동일한 배정 기준을 적용하여 개발제한구역 및 기존 공업·녹지를 녹지지역으로 확보하였고, 기존 공업지역중 공업지역 적합성 8이상인 토지를 공업지역으로 배정하였다. 2단계에서는 기존 개발지역중 상업지 적합성 9이상은 상업지역으로, 농경지 적합성 8이상은 농경지로 배정하였다. 3단계에서는 녹지 적합성 2이상인 토지 및 농경지로 배정된 지역중 잠재력이 낮은 토지를 녹지로 변경하였다. 4단계는 현재까지 배정된 용도별 면적을 검토한 결과 주거지가 부족하여 타용도로 배정되지 않은 토지를 주거용지로 배정하였고, 대안 1과 마찬가지로 현재의 개발지역중 용도를 변경하는 것이 현실적으로 곤란한 대형 시설물은 기존 용도를 유지하도록 환원시켜 용도별 토지배분을 완료하였다.

결과 및 고찰

□ 기존토지이용

서울시의 1994년 현재 토지이용계획도 <Fig.5>에 입각한 토지이용현황은 <Table 4>에서 보는 바와 같이 주거지역 45.30%, 녹지 41.32%, 상업지역 3.20% 및 공업지역 4.40%를 점하고 있다. 전

Table 3 Land Use Allocation Alternative 2 : Population of 4.4 million

Steps	Zones	Land Use Allocation Criteria
1	Green Space Industrial	· Green belt and all existing parks and green spaces · Areas industrial suitability potential of 8 or higher and also belong to existing industrial zone
2	Commercial Agricultural	· Areas commercial suitability of 9 or higher · Areas agricultural suitability of 8 or higher
3	Green Space	· Areas green space suitability of 2 or higher · Areas green space suitability of 2 or higher, but previously allocated to agricultural
4	Residential Others	· All areas not yet allocated to any use · Return to existing land uses in Yeoido, Kimpo Airport, Yongsan, Chamsil Sports Complex

Table 4 Summary Table of Land Use Allocations

		Total	Residential	Green Space	Agricultural	Commercial	Industrial	Others (Han River)
Present ( '94)	Area(km <sup>2</sup> )	666	301.56	275.41	0	21.47	29.80	38.46
	Percent(%)	100	45.30	41.32	0	3.20	4.40	5.78
Alt. 1	Area(km <sup>2</sup> )	606	237.9	218.2	78.97	17.45	15.02	38.46
	Percent(%)	100	39.28	36.01	13.02	2.88	2.48	6.34
Alt. 2	Area(km <sup>2</sup> )	606	117.01	324.5	100.6	17.41	8.02	38.46
	Percent(%)	100	19.32	53.55	16.60	2.87	1.32	6.34

cf) Present('94) total area(666km<sup>2</sup>) is the urban plan area, alt.1 and 2 total area(606km<sup>2</sup>) is the administration area.

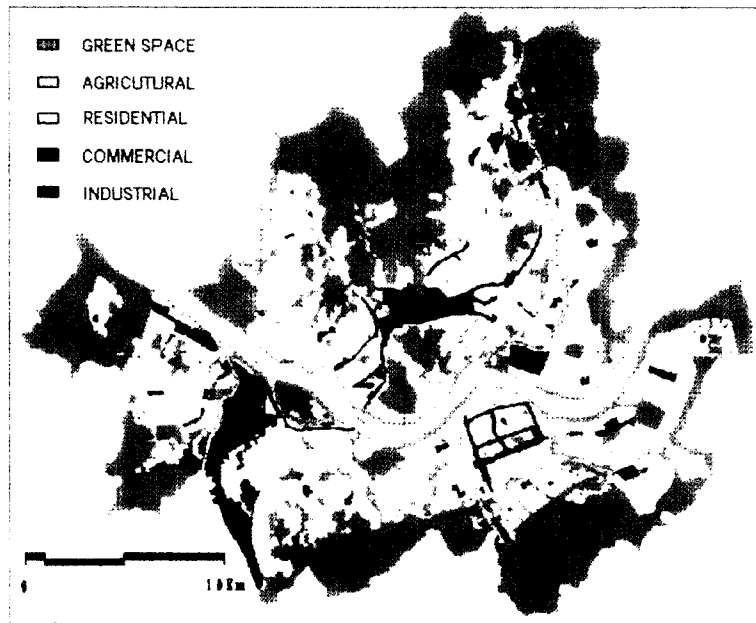


Fig. 5 Land use map : Present

술한 바와 같이 서울시의 농경지 면적은 3.61%에 달하지만 이 표에서는 녹지에 포함되어 있다. 현재 서울시는 농산물 자급기반이 열악하고, 급경사 혹은 개발제한구역 등으로 인하여 시가화가 불가능한 토지 이외의 대부분이 개발되어 생태도시의 이상과는 먼 토지이용형태를 갖고 있다.

□ 대안 1 : 인구 1100만명 기준

생태도시 계획기법을 적용하여 에너지 절약, 식량자급기반 확충 및 환경공생도시 조성 목표를 감안하여 서울시의 토지이용을 재편하는 토지이용 대안은 <Fig.6>과 같다. 현재와 현저히 상이한 점은 첫째, 한강, 안양천, 탄천, 중랑천변의 충적토지의

생태도시 계획개념을 적용한 서울시 토지이용 적지분석

상당부분은 농경지로 복구되고, 평창동 일대 및 송파구 석촌호수 지역의 개발지는 녹지로 전환되는

것으로 나타났다. 그러나 여의도는 공업지역으로 구분되는 결과를 초래하고 있다.

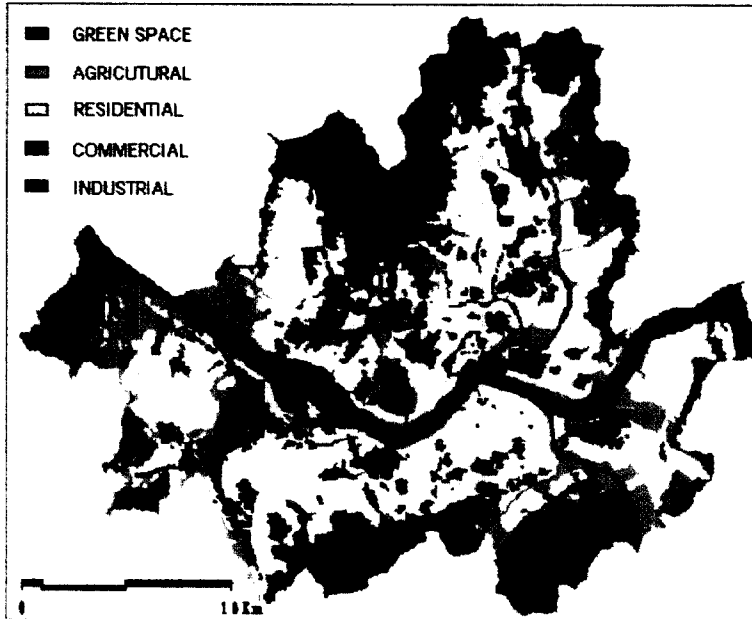


Fig. 6 Land use plan : Alternative 1(population 11 million)

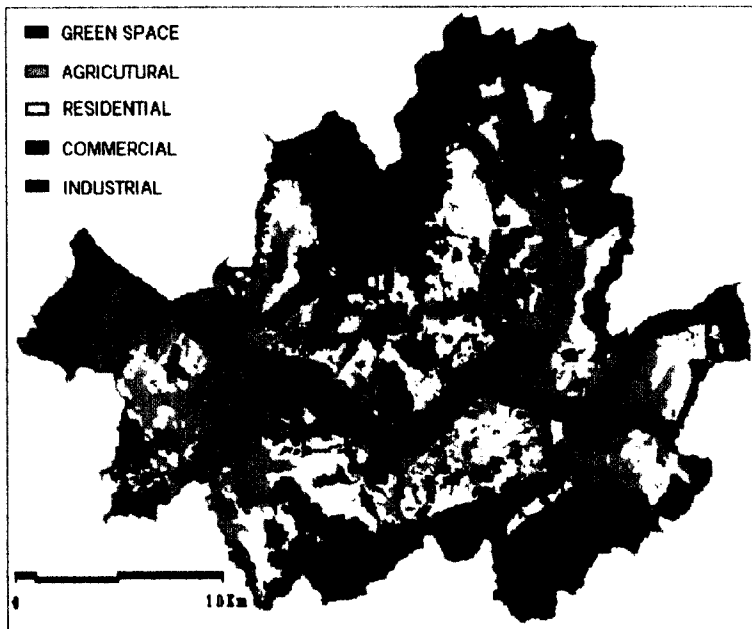


Fig. 7 Land use plan : Alternative 2(population 4.4 million)

대안 1의 용도별 토지이용배정 결과는 <Table 4>에서 보는 바와 같이 기존 토지이용과 유사하다. 전술한 바와 같이 1993년 현재 21.85km<sup>2</sup>에 불과한 농경지는 이 표에서는 녹지에 포함되어 있고, 내안 1은 89.97km<sup>2</sup>를 농경지로 배정하여 식량생산 기반을 현저히 확대시켰다. 또한 하천변 토지의 녹지배정을 유도하여 서울의 수계를 이용한 도시녹지축의 연결성을 강화하여 환경공생도시의 이념에 근접하고자 하였다.

#### □ 대안 2 : 인구 440만명 기준

Emergy이론을 적용하여 산출된 서울의 인구 환경용량 440만을 기준으로 하여 획기적인 생태도시를 조성하는 토지이용 대안은 <Fig.7>과 같다. 기존 주거용지중 지구중심 및 역세권 접근성이 불량한 토지의 상당부분은 녹지 혹은 농경지로 배정되었으며, 그 결과 하천변의 대부분은 녹지로 배정되어 하천환경축이 현저히 강화되었고, 하천변 배후 평탄지의 상당부분은 농경지로 배정되었다.

대안 2의 용도별 배정현황은 <Table 4>에서 보는 바와 같이 인구규모를 기존 인구의 40% 수준인 440만으로 설정하였기 때문에 주거지역 및 공업지역이 이에 비례하여 감소되었다. 대신에 녹지와 농경지는 대안 1에 비해서 각 48.7% 및 27.4% 증가하였고, 기존의 녹지면적에 비하면 54.3% 증가된 것이다. 이 대안은 식량생산 기반의 확충, 녹지면적의 증대 및 도시녹지축의 보강에 의하여 생태도시 개념의 구현에 적합한 상태로 개편된 것이다.

## 결 론

본 연구는 GIS의 공간정보 분석능력을 활용하여 환경부하의 감소, 에너지 절약, 순환형 및 환경공생형 도시체계 구축 등의 생태도시 계획목표를 달성하는 것을 목적으로 서울시를 대상으로 토지이용 적지분석을 시행하고, 기존 인구(1100만) 및 환경

용량(440만) 규모의 인구를 수용하는 토지이용계획 대안을 제시하였다. 이 작업에서는 특히 기존의 도시기반시설을 중심으로 주거, 상업, 공업 용지를 재배치하고, 농경지 면적을 확대하고, 녹지의 연결성을 향상시키는 데 주력하였다. 본 연구의 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

첫째, 기존의 서울 인구 1100만을 수용하되 토지이용을 재배치하는 대안의 경우에도 주거지역을 역세권 및 지구중심을 중심으로 재배치하여 63.7km<sup>2</sup> 축소시키고, 농경지 면적을 57.1km<sup>2</sup>를 확장할 수 있었다. 또한 평창동 및 송파동 지역은 녹지로 변화되어 녹지보전 혹은 주거환경 개선 가능성이 확인되었다.

둘째, 환경부하를 적정범위로 감소시키는 것을 목적으로 채택된 440만 인구를 기준으로 서울의 토지이용을 생태도시 계획기법에 입각하여 재편하는 대안에 의하면 서울의 한강, 안양천, 탄천, 중랑천은 훌륭한 하천녹지축을 구성하고, 100km<sup>2</sup> 정도의 우량 농경지를 확보할 수 있는 것으로 판명되었다.

셋째, 본 연구는 ARC/INFO의 AML을 이용하여 메뉴 방식의 GUI 환경을 구축하여 GIS의 공간정보분석 능력을 활용함으로써 전통적인 토지이용계획 수립 방법으로는 불가능한 토지이용 적지분석 및 용도별 배분작업을 수행할 수 있었다. 또한 종래의 생태도시 연구가 에너지 절약형 주거단지계획 혹은 도시기본계획에서의 적용 가능성 제안 등의 초보적인 수준에서 멈추는 한계를 극복할 수 있었다.

넷째, 인구 1100만에 육박하는 서울을 자본주의 경제체제 하에서 단기간에 생태도시 계획 목표의 달성에 적합한 토지이용 구조로 개편하는 것은 현실적으로 불가능하다. 따라서 향후의 도시계획 재정비 혹은 도시기본계획 수립시에는 시민의 환경의식 향상을 반영하여 점진적으로 생태도시의 이상에 근접하는 형태로 개선시키도록 하여야 할 것이다. 그러나 신도시의 설계시에는 제약조건을 극복하는

것이 상당히 용이하여 본 연구의 접근방법의 유용성이 상당히 클 것으로 예상된다.

다섯째, 연구의 시간적 제약 혹은 자료 부족 등의 이유로 분석작업을 단순화한 결과 용도별로 배분된 토지가 소요량에 근접하는 것으로 판단되는 시점에서 종료할 수 밖에 없었으며, 기존의 대형 도시기반 시설의 입지가 생태도시 계획기법의 관점에서 적합하지 않은 것으로 판단될 경우의 현실과 분석내용 간의 괴리를 극복할 수 있는 방안에 대한 연구가 필요한 것으로 판단된다. 본 연구에서는 김포비행장, 용산가족공원, 여의도 등은 기존의 용도를 유지하는 것으로 해결하였다.

## 참 고 문 헌

- 박종화, 1992, “위성영상자료를 이용한 서울시 도시녹지의 분석”, [환경논총], 제30권, pp.210-230.
- 박종화, 1995, “生態都市 造成의 必要性和 方案”, 『서울시정의 당면과제와 정책방향』, 서울시정개발연구원 개원3주년 기념 세미나, pp.67-90.
- 박종화, 명수정, 박영임, 1995, “GIS 및 원격탐사 기법을 이용한 북한산 국립공원 주변부의 추이 대 탐지”, 『한국GIS학회지』 3-2 : pp.91-102.
- 서울시정개발연구원, 1993, “서울도시기본계획의 검토와 보완과제”, 시정연 93-R-9, pp.80-82.
- 서울시, 1994a, 공원현황 I.
- \_\_\_\_\_, 1994b, “서울의 환경”, 서울특별시 환경백서.
- \_\_\_\_\_, 1994, “인구구조와 라이프스타일의 변화”, 서울21세기구상 1994년 주제별 워크샵.
- 양병이, 1992, 환경보전도시(Ecopolis)조성을 위한 계획 방향”, 한국조경학회 창립 20주년 기념 공동심포지움 pp.3-14.
- 이동근 외, 1995, 국토환경종합계획에 관한 연구, 한국환경기술개발연구원.
- 최봉문, 1992, “도시지리정보체계를 이용한 공간변동의 파악기법에 관한 연구”, 한양대학교 대학원 박사학위논문.
- 환경부, 1996, 생태도시 조성 기본계획 수립을 위한 용역사업 최종 보고서.
- 日本建設省都市環境問題研究會 編, 1993, 環境共生都市づくり : エコシテイ.ガイド, 東京 : ぎょうせい.
- Berry, Joseph K. and Joyce K. Berry, 1988, “Assessing Spatial Impacts of Land Use Plans”, Journal of Environmental Management, 27, pp.1-9.
- Gordon, David ed. 1990, Green Cities : Ecologically Sound Approaches to Urban Space, Montreal : Black Rose Books.
- Jorgensen, Sven J., S. N. Nielson, H. Mejer, 1995, “Emergy, environ, exergy and ecological modelling”, Ecological Modelling 77. pp. 99-109.
- Odum, Howard P, 1996, Environmental Accounting, New York : John Wiley.
- Whitley, David L., Wei-Ning Xing and J. Jeffrey Young, 1993, “Melting Pot : Use a GIS to Assess Land Use Suitability”, GIS World, Vol.6, NO.7, pp.48-51