

생태도시 모형제안을 위한 토지이용적지분석에 관한 연구

- 서울시를 사례로 -

박종화* · 서창완* · 김원주* · 이동근**

Landuse suitability analysis for ecopolis model

- A case study of Seoul city -

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

I. 서 론

환경에 과도한 자원을 의존하지도 않고, 소위 말하는 환경수용능력을 초과하는 과도한 량의 환경오염물질도 배출하지도 않는 도시구조를 발전시키려는 움직임이 1980년대 부터 세계적으로 확산되고 있다. 이러한 도시는 일본과 우리나라에서는 환경도시, 환경보전도시, 환경공생도시, 생태도시 등으로 부르고, Green City, Ecopolis, Ecocity 등의 영어로 표현되고 있다.

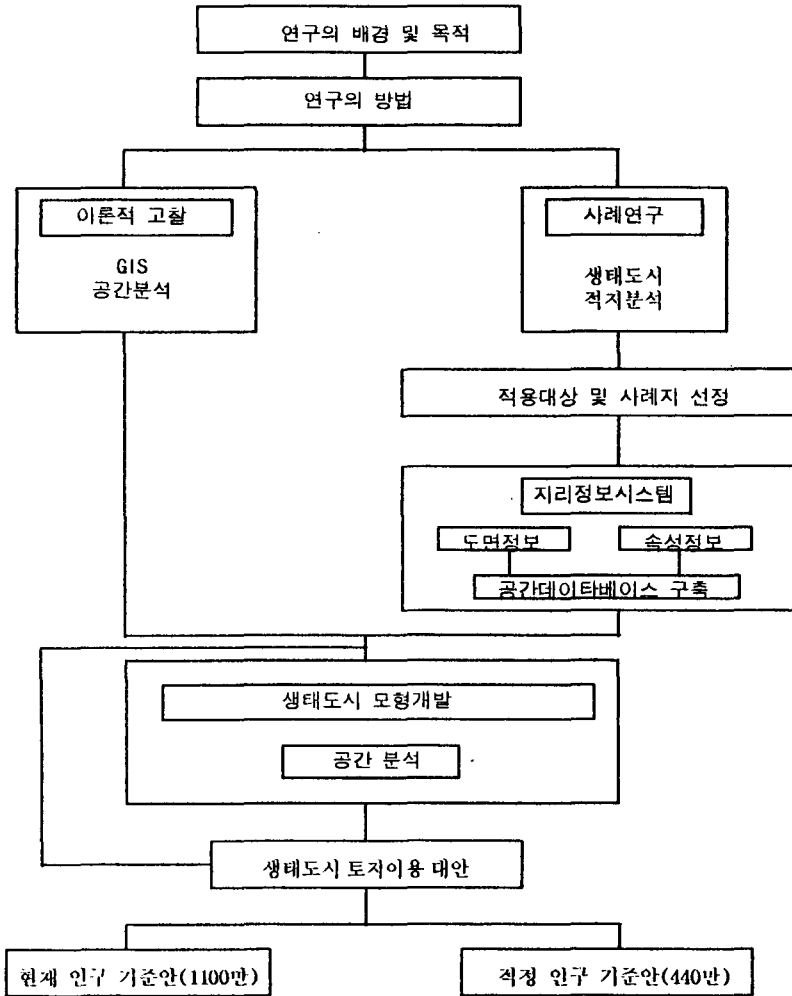
생태도시는 지속가능한 자원 이용 혹은 도시기능을 유지하고, 인간사회가 배출하는 각종 환경부하를 감소시키고, 자연과의 공생을 추구하며, 자연생태계의 다양성과 안정성이 도시 내에서도 실현되도록 추구하는 친환경적 혹은 환경조화형 도시의 건설을 추구하고 있다.

본 연구는 생태도시 모형제안을 위한 토지이용 적지분석에 관한 것이며, 그 대상지역으로는 서울시로 한다. 연구의 목적은 서울시의 인구 환경용량을 기초로 어떠한 도시 모습이 환경부하를 저감시키며, 자연과 공생할 수 있는지에 대해 자연환경 및 인문·사회환경을 토대로 한 토지이용 적지분석과 토지이용 배분에 있다. 분석의 도구로는 공간분석과 관리에 있어서 강력한 기능을 가지고 있는 지리정보체계(GIS)중 하나인 Arc/Info를 이용하여 모형과 그 적용성을 살펴보고자 한다.

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

** 한국환경기술개발원(Koera Environmental Technology Research Institute, 9-2 Samsung-dong, Kangnam-gu, Seoul 135-090, Koera, Tel. (02)518-9521)

그림 1. 연구진행과정



1. 서울시 환경현황

서울시의 전체 면적은 전국토의 0.6%에 해당하는 605.74km²로서 25개 자치구에 526개동이 있다. '95. 3. 1 현재 3,455,665세대에 인구 10,798,700명으로 전국민의 1/4이 거주하고 있다. 1970~1975년 동안의 서울의 연평균 인구증가율은 4.8%로 전국의 약 2배에 달하던 것이 1985~1990년 기간동안 1.4배로 감소하고 있어, 서울의 인구증가추세가 안정화 단계에 들어 있음을 보여준다.

서울시의 공원현황을 살펴보면, 1993년 12월 현재 계획공원이 1,351개소이고 전체면적은 150.36km²로서 서울시 행정구역의 24.8%를 차지하고 있으나, 실제 공원시설이 되어 있으며 가까운 거리에 있어 서울시민이 걸어서 이용할 수 있는 근린공원이나 어린이공원 만을 따져본다면, 시민 1인당 2.5m²에 불과한 공원을 갖고 있다.

'94년 현재 서울시의 산림면적은 159.51km²로 전체 면적의 26.3%를 차지하나 '85년도 산림면적이 164.18km²에 비해 약간 감소되었다. '93년도 경지현황을 보면, 시 전체면적 605.36km²중 논이 9.63km²(0.16%)이고 밭이 12.22km²(0.2%)로 총 경지면적이 21.85km² 3.6%에 불과한 실정이며, 앞으로 감소추세를 보일 것으로 예상된다. 야생생물종들은 도시화, 산업화에 따라 산림면적이 감소하고 환경오염, 개발사업 등으로 휴식지가 파괴됨에 따라 감소경향을 보이고 있어 180여종이 감소추세에 있거나 멸종위기에 처한 상태인 것으로 밝혀 졌다.

2. 생태도시모형

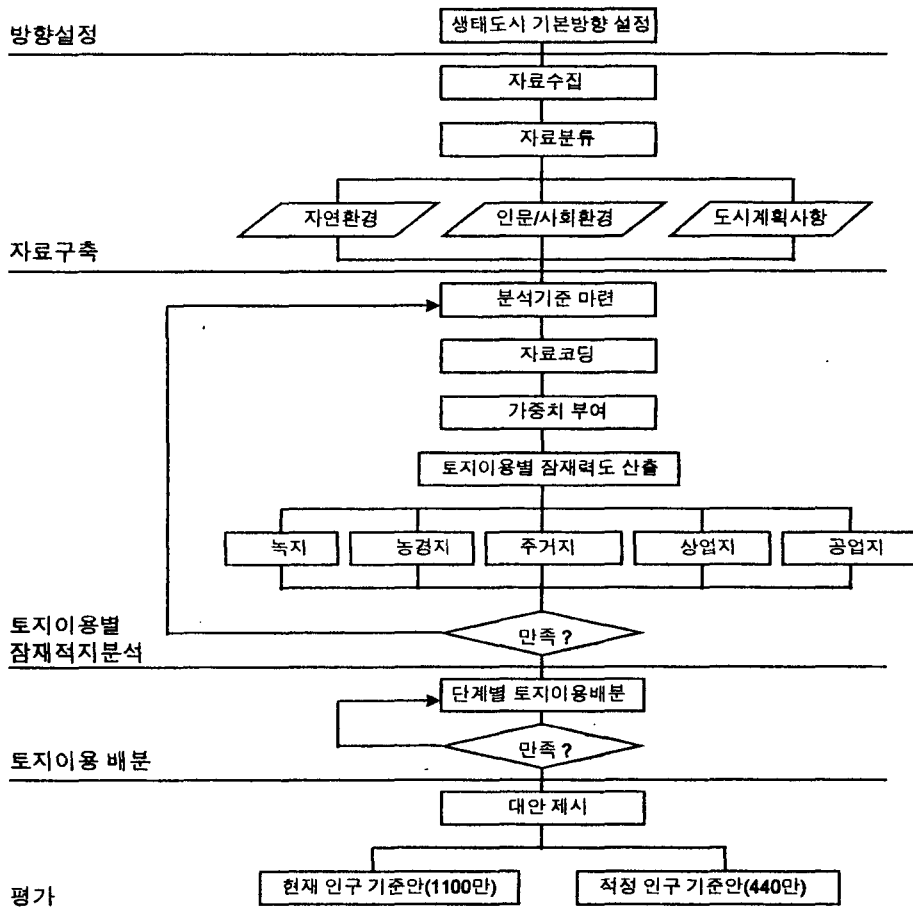
생태도시란 환경에 과도한 자원을 의존하지도 않고, 소위 말하는 환경수용능력을 초과하는 과도한 량의 환경오염물질도 배출하지도 않는 도시구조를 말하는 것으로 생태도시를 다음의 세가지 유형, 즉 환경부하의 저감, 자연과의 공생을 배려한 환경도시의 실현을 위해서는 도시를 하나의 순환계로 생각하는 순환계로서의 도시, 도시가 자연위에, 혹은 자연속에 입지하고 있다는 관점에서 도시를 만드는 도시기후완화·자연공생형 도시, 도시기능의 수행 및 자원과 에너지의 이용효율을 극대화하고, 도시에서의 각종 환경오염물질 배출에 따른 환경부하를 최소화하고, 자연생태계를 잘 정비하고, 장애자와 노약자의 생활에 편리한 도시를 만드는 것을 기본목표로 하는 에너지 절약·재순환형 도시로 구분할 수 있다.

생태도시에 맞는 서울시 인구환경용량을 미국의 Howard T. Odum이 창안한 Emergy이론에 따라 자연환경에너지원(태양, 바람, 비, 강)으로 인구환경용량을 시산하면 인구수용능력은 약 55만명으로 현재 인구의 약 1/20정도 수준이며, 이를 선진국형 생태도시로 개발한다는 가정하에 자연에너지원, 경제적 에너지원(석탄, 도시가스, 석유, 전기소비량), 수입된 재화·용역 등 자연환경 자원의 8배의 Emergy가 투자될 경우 약 440만명으로 분석된다.

II. 생태도시 토지이용 적지분석모형

서울시를 생태도시로 유도하는 것은 쉬운 것은 아니다. 본 연구에서는 자연보전의 측면에서의 녹지 및 농경지의 조성이 적합한 적지와 적정 용량의 규모를 가진 상업지, 주거지, 공업지의 적지를 상호 연결시켜 생태도시 모형을 제안한다.

그림 2. 생태도시 토지이용 적지분석 모형도



1. 자료의 수집 및 분류

자료는 크게 자연환경, 인문·사회환경, 제도적여건, 기존 토지이용사항 그리고 도시계획사항으로 나누고 이에 필요한 자료를 수집하고 자료의 분류는 수집 및 분류된 자료를 가지고 자료의 내용을 분석을 위해 범주화를 시킨다. 먼저 자료들은 그 성격에 따라 크게 수치자료와 명목자료로 나누고 수치자료의 경우 그 내용을 5단계로 나눈다. 수치자료의 경우 자료를 수치화시켜 그 값의 크기로 나타낼 수 있고, 또한 가중치를 두어 잠재적지의 정도를 다각적으로 검토할 수 있게 한다. 명목자료의 경우 적지배분을 위한 중요한 평가항목으로 둔다.

표 1. 자료 수집 및 분류

구 분	자 료 명	내 용
자연환경	표고	☞ 0~10(1), 10~50(2), 50~100(3), 100~300(4), 300m이상(5)
	경사	☞ 0~5(1), 5~10(2), 10~20(3), 20~30(4), 30° 이상(5)
	수계	☞ 0~50(1), 50~100(2), 100~300(3), 300~500(4), 500m이상(5)
	한강 식생지수(NDVI)	☞ 한강내수면 부분 ☞ 0~30(1), 30~60(2), 60~100(3), 100~150(4), 150이상(5)
인문·사회 환경	동별 인구밀도	☞ 0~10000(1), 10000~20000(2), 20000~30000(3), 30000~50000(4), 50000인/km ² 이상(5)
	도로	☞ 0~100(1), 100~300(2), 300~500(3), 500~1000(4), 1000m이상(5)
	역세권	☞ 0~300(1), 300~500(2), 500~1000(3), 1000~3000(4), 3000m이상(5)
제도적 여건	개발제한구역	☞ 개발제한구역내
기존 토지이용 사항	기존 토지이용 공원·녹지	☞ 주거, 상업, 공업, 녹지, 도시업무 ☞ 자연공원, 근린공원
	도시개발지역	☞ 도시개발지역
	아파트개발지역	☞ 아파트개발지구
	토지구획정리 사업지구	☞ 토지구획정리사업지구
	동별 개발지역 인구밀도	☞ 0~10000(1), 10000~20000(2), 20000~30000(3), 30000~50000(4), 50000인/km ² 이상(5)
	동별 개발밀도	☞ 0~20(1), 20~40(2), 40~60(3), 60~80(4), 80~100%(5)
	구별 업무 연상면적비	☞ 0~5(1), 5~10(2), 10~15(3), 15~20(4), 20%이상(5)
	구별 도심상업 연상면적비	☞ 0~3(1), 3~5(2), 5~10(3), 10~15(4), 15%이상(5)
구별 근린상업 연상면적비	☞ 0~12(1), 12~15(2), 15~18(3), 18~20(4), 20%이상(5)	
구별 주거 연상면적비	☞ 0~50(1), 50~60(2), 60~70(3), 70~80(4), 80%이상(5)	
도시계획사 항	도심 접근성	☞ 0~1000(1), 1000~3000(2), 3000~5000(3), 5000~10000(4), 10000m이상(5)
	부도심 접근성	☞ 0~1000(1), 1000~2000(2), 2000~3000(3), 3000~5000(4), 5000m이상(5)
	지구중심 접근성	☞ 0~500(1), 500~1000(2), 1000~2000(3), 2000~3000(4), 3000m이상(5)

2. 토지이용 분석

토지이용 분석은 크게 잠재적지의 분석과정과 토지이용배분과정으로 나눈다.

잠재적지 분석과정은 기존의 적지분석과정과 유사한 것으로 각각의 적지에 관련된 항목들을 수치화하고, 그 다음으로 가중치를 부여하여 각 항목들을 중첩하여 가장 높은 값을 가지는 곳을 적지로 선택한다. 이때 중첩된 값은 0~9단계로 나누어 진다.

토지이용 배분과정은 각각의 적지분석한 결과를 대상으로 토지의 이용을 배분하는 것으로 여기서는 명목자료들이 주요 평가항목으로 다루어 진다.

가. 잠재 적지분석

□ 잠재 녹지

잠재 녹지 적지분석 기준으로는 자연환경요인 중 표고는 높을수록, 경사는 높을수록, 수계는 가까울수록, 식생지수는 높을수록 높은 값을 가지며, 식생지수에 가장 높은 가중치 3를 두고, 다음으로 수계에 2를, 그리고 기타는 가중치 1을 가지게 하여 기존 녹지가 잔존한 지역이나 하천코리도에 중점을 두었다.

□ 잠재 농경지

잠재 농경지 적지분석 기준으로는 자연환경요인 중 표고는 낮을수록, 경사는 낮을수록, 수계는 가까울수록, 식생지수는 낮을수록 높은 값을 가지며, 경사와 식생지수에 가중치 2를 두고, 그리고 기타는 가중치 1을 가지게 하여 기존 녹지가 잔존한 지역이나 경사에 중점을 두었다.

□ 잠재 주거지

잠재 주거지 적지분석 기준으로는 자연환경요인 중 표고는 낮을수록, 경사는 낮을수록, 수계는 멀수록, 식생지수는 낮을수록 높은 값을 가지며, 인문·사회환경요인으로는 도로로부터 가까울수록, 역세권으로부터 가까울수록 높은 값을 가지며, 도시계획적요인으로는 지구중심에 가까울수록 높은 값을 가지게 하였다. 도로에 가장 높은 가중치 3을 두고, 역세권과 지구중심에 가중치 2를 두고, 그리고 기타는 가중치 1을 가지게 하여 교통이나 기타 공공 서비스로부터 접근성에 중점을 두었다.

□ 잠재 상업지

잠재 상업지 적지분석 기준으로는 자연환경요인 중 표고는 낮을수록, 경사는 낮을수록, 수계는 멀수록, 식생지수는 낮을수록 높은 값을 가지며, 인문·사회환경요인으로는 도로로부터 가까울수록, 역세권으로부터 가까울수록 높은 값을 가지며, 도시계획적요인으로는 도심, 부도심 및 지구중심에 가까울수록 높은 값을 가지게 하였다. 역세권에 가장 높은 가중치 3을 두고, 도로와 도심, 부도심 및 지구중심에 가중치 2를 두고, 그리고 기타는 가중치 1을 가지게 하여 교통 결절점으로서의 접근성에 중점을 두었다.

□ 잠재 공업지

잠재 공업지 적지분석 기준으로는 자연환경요인 중 표고는 낮을수록, 경사는 낮을수록, 수계는 멀수록, 식생지수는 낮을수록 높은 값을 가지며, 인문·사회환경요인으로는 도로로부터 가까울수록, 역세권으로부터 가까울수록 높은 값을 가지며, 도시계획적요인으로는 부도심 및 지구중심에 가까울수록 높은 값을 가지게 하였다. 도로와 부도심에 가장 높은 가중치 3을 두고, 역세권과 지구중심 접근성에 가중치 2를 두고, 그리고 기타는 가중치 1을 가지게 하여 교통 결절점으로서의 접근성에 중점을 두었다.

나. 토지이용배분

□ 대안 1 (현재인구 1100만기준)

대안 1은 현재인구를 기준으로 하여 기존의 토지이용상황을 고려하여 현재인구밀도를 유지하면서 토지이용 배분을 꺾은 것으로 현재의 토지이용을 재배분한 것이다. 이는 현 토지이용 상태에서 최대한의 생태적인 토지이용을 고려할 수 있는 안을 모색해 보는 것에 그 목적이 있다.

표 2. 토지이용 배분과정(대안 1)

단 계	구 분	내 용
1 단계	녹 지 공업지	· 개발제한구역과 기존의 공원 및 녹지지역 · 도시개발지역내 기존 공업지역이고 가중치를 고려한 잠재력 8이상인 지역
2 단계	상업지 주거지	· 도시개발지역내 가중치를 고려한 잠재력 8이상인 지역 · 도시개발지역내 가중치를 고려한 잠재력 5이상인 지역
3 단계	농경지	· 가중치를 고려한 잠재력 7이상
4 단계	공업지 녹 지	· 주거지로 배분된 지역중 기존토지이용이 공업지역이고 가중치를 고려한 잠재력 6이상인 지역 · 기타 토지지역
5 단계	주거지 기 타	· 상업지로 배분된 지역중 가중치를 고려한 잠재력이 9 이상인 지역을 제외한 지역 · 기존 토지이용중 여의도, 공항, 용산, 종합운동장을 고려

□ 대안 2 (인구 440만명 기준)

대안 2는 서울시가 현재 가지고 있는 모든 자원들을 고려할 때 생태도시로 조성되기 위해서는 인구 440만명의 규모가 가장 적합하다는 판단하에 현재의 인구밀도를 그대로 유지하면서 현재의 서울시 도시계획구역안에서 토지를 재배분하는 것으로 대안 1보다 상대적으로 보다 넓은 지역의 공공용지(Open Space)를 확보할 수 있어 녹지축과 자족자금을 위한 농경지의 확보를 꾀할 수 있는 안이다.

표 3. 토지이용 배분과정(대안 2)

단 계	구 분	내 용
1 단계	녹 지 공업지	· 개발제한구역과 기존의 공원 및 녹지지역 · 도시개발지역내 기존 공업지역이고 가중치를 고려하지 않은 잠재력 8이상인 지역
2 단계	상업지 농경지	· 도시개발지역내 가중치를 고려하지 않은 잠재력 9이상인 지역 · 가중치를 고려한 잠재력 8이상
3 단계	녹 지	· 가중치를 고려한 잠재력 2이상인 지역 · 농경지로 배분된 지역중 가중치를 고려한 잠재력 2이상인 지역
4 단계	주거지 기 타	· 기타 토지지역 · 기존 토지이용중 여의도, 공항, 용산, 종합운동장을 고려

표 4. 토지이용 배분

구 분		합계	주거지	녹 지	농경지	상업지	공업지	기타(한강)
현재 ('94)	면적(km ²)	666	301.56	275.41	0	21.47	29.80	38.46
	비율(%)	100	45.30	41.32	0	3.20	4.40	5.78
대안 1	면적(km ²)	606	237.9	218.2	78.97	17.45	15.02	38.46
	비율(%)	100	39.28	36.01	13.02	2.88	2.48	6.34
대안 2	면적(km ²)	606	117.01	324.5	100.6	17.41	8.02	38.46
	비율(%)	100	19.32	53.55	16.60	2.87	1.32	6.34

사진 1. 대안 1(현재인구 기준)

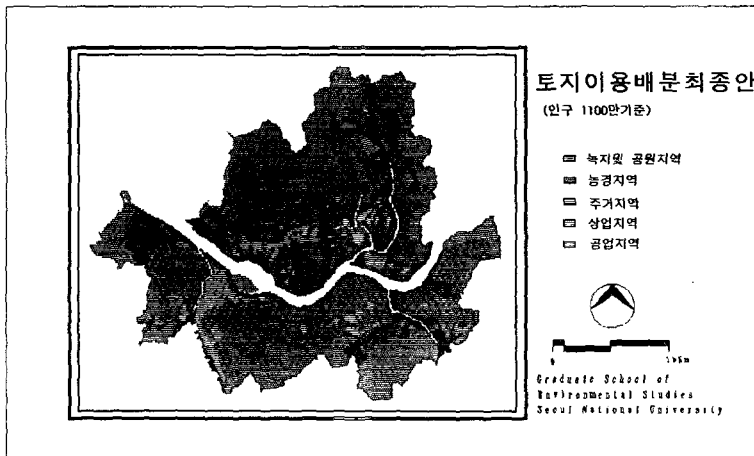
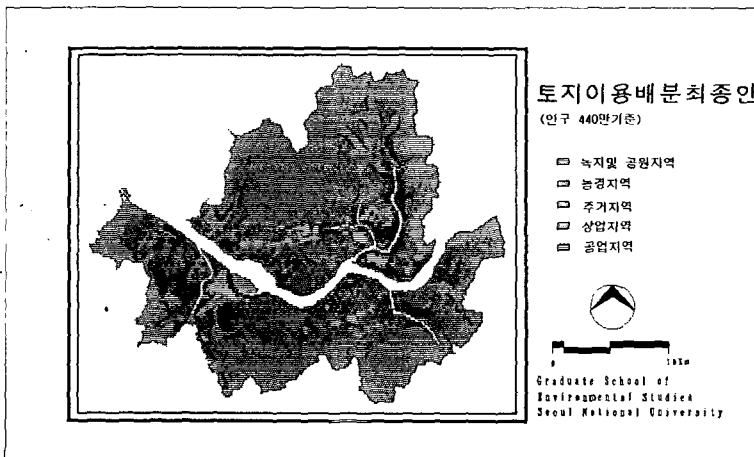


사진 2. 대안 2(인구 440만명 기준)



Ⅲ. 결 론

생태도시라는 이상도시를 건설하는 것은 자원 및 폐기물의 재순환이 원활하게 될 수 있는 소규모의 취락 혹은 중소도시에 적합한 것이 사실이다. 서울과 같은 거대도시를 이상적인 생태도시로 단기간 내에 전환시키는 것은 현실적으로 불가능하다. 따라서 현재의 서울을 생태도시의 이상에 근접한 방향으로 개선시키는 점진적 접근방법과, 환경용량에 맞는 아주 이상적인 인구규모로서 440만 인구규모를 설정하고, 이에 따른 생태도시의 안을 내고자 하였다.

본 연구에서는 기존의 토지이용 적지분석모형을 확장시켜 각각의 토지이용들을 적정하게 배분하는데 그 중점을 두었으나 생물다양성을 고려한 자연환경여건과 기타 인문·사회환경의 고려와 모형 개발시 분석기준 및 근거의 마련이 필요하다. 또한 도시는 형태나 구조에 따라 에너지 사용량이 다르기 때문에 에너지와 자연이용의 효율을 높일 수 있도록 하는 고밀도 도시(Compact city)를 선호하기도 한다. 따라서 생태도시 모형제안시 각 도시의 특성에 따라 어떠한 생태적·경제적 도시구조가 갖는 것이 바람직한 것인가에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

1. 박종화, 1992, "위성영상자료를 이용한 서울시 도시녹지의 분석", 「환경논총」 제 30권, pp.210~230.
2. 시정개발연구원, 1993, "서울도시기본계획의 검토와 보완과제", 시정연 93-R-9, p80-82
3. 양병이, 1992, "환경보전도시(Ecopolis)조성을 위한 계획 방향", 한국조경학회 창립20주년기념 공동심포지움 pp.3~14.
4. 최봉문, 1992, "도시지리정보체계를 이용한 공간변동의 파악기법에 관한 연구", 한양대학교 대학원 박사학위논문
5. David L. Whitley, Wei-Ning Xing and J. Jeffrey Young, 1993, *Use a GIS "Melting Pot" to Assess Land Use Suitability*, GIS World July 1993
6. Joseph K. Berry and Joyce K. Berry, 1988, *Assessing Spatial Impacts of Land Use Plans*, Journal of Environmental Management(1988)27, 1-9.
7. Jun Chen, Peng Gong, Ross T. Newkirk and Gary Davidson, *ZOMAP: A Knowledge-Bases Geographical Information System for Zoning*
8. Tim Lesser, Wei-Ning, Owen Furuseth, John McGee, Jian Lu, *Conflict Provention in Land Use Planning using a GIS-Based Support System.*