

## 자연환경관리 GIS를 이용한 서울시 생태·자연도 작성 연구

김윤종\* · 조용현\* · 김경민\*\*

### Development of the mapping method for Urban Ecological Map for Seoul' using Natural Environment Management GIS

Youn-Jong Kim\* · Yong-Hyeon Cho\* · Kyoung-Min Kim\*\*

#### 요 약

본 연구는 서울시 생태·자연도의 작성방안 마련을 위한 기초연구로서 도시생태계에 적합한 생태적 보전가치 평가모형의 개발이 시도되었으며, 서울시 소재 관악산을 대상지로 하여 생물종 현황자료 및 자연환경 GIS자료를 이용한 보전가치 평가결과를 토대로 생태·자연도가 시험적으로 작성되었다. 연구 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 법정 생태·자연도 등급기준의 문제점은 전국규모의 우수생태계 중심의 등급기준으로서 도시생태계의 보전가치를 평가하기에는 미흡하며, 등급기준이 모두 정성적이다. 그리고 법정 생태·자연도 상의 별도관리지역 체계는 효과적인 도시생태계 관리에 부적합하다는 점이다. 둘째, 앞으로 생태·자연도 등급기준의 개선방향은 1등급의 경우 복원대상지역과 시관리야생동·식물 및 서식지를 포함하고, 2등급에 생태통로지역을 추가하는 것이 필요하다. 셋째, 생태·자연도 평가과정은 순수 보전가치 평가에 의한 생태등급 평가와 행위규제를 포함하는 생태·자연도 작성 과정을 분리하는 것이 바람직하다. 평가모형 개발에서는 위계분석기법에 의한 평가인자 선정과 쌍체비교기법에 의한 가중치 선정 과정을 거치는 것이 평가모형의 객관성 논란을 줄이는 방법이 될 수 있다. 넷째, 시생태·자연도는 도시생태계의 규모 및 특성에 맞게 구역별 행위규제기준이 재조정되어야 할 것이다.

**ABSTRACT** : This was a preliminary research to develop the mapping method for the Urban Ecological Map. This research provided preliminary evaluation model for ecological conservation. The model was applied to Mt. Kwanak in Seoul, and the Urban Ecological Map was produced and tested. The results are as follows:

First, some problems were found in the legal Ecological Map: insufficient and only qualitative criteria for evaluation of the conservation value in an urban area, and exclusion of the areas designated by other laws. Secondly, in order to improve the evaluation criteria for Ecological Map, some missed sites should be added to the legal list of valuable sites. Those are needed for ecological

restoration, conservation of wildlife habitats managed by a city government, and establishment of eco-corridor. Third, the efficient mapping process for Urban Ecological Map must have two steps. On the first step an ecological evaluation should be done based on pure conservation value. On the second one the Ecological Map for legal action control should be made. And the Analytic Hierarchy Process is considered as a helpful technique for improving the objectivity of evaluation model. Fourth, the legal action control system for Urban Ecological Map should be reviewed.

## 1. 서 론

도시녹지는 도시생태계를 보전하고 보호하는 하나의 골격으로서 환경보전, 재난의 방재, 동·식물의 서식장소, 경관요소, 휴양장소로서 큰 가치를 지니고 있다. 그러므로 개발압력이 항상 가해지는 도시내에서 생태적 가치가 있다고 판단되는 지역은 우선적으로 보전할 필요가 있다. 또한 잠재가치는 있으나 현재 심각하게 훼손된 지역은 원상으로 복원해주는 노력이 요구된다.

본 연구의 목적은 이러한 노력의 과정에서 가장 시급한 도시생태계에 적합한 보전가치 평가체계를 구축하고, 효율적 생태계 관리를 위한 생태·자연도의 작성 및 활용방안 마련에 있다. 이를 위해 본 연구에서는 서울시 소재 관악산을 대상으로 생물종 현황자료 및 공간자료를 이용하여 도시생태계에 적합한 보전가치 평가모형의 개발을 시도하였고 평가결과를 토대로 생태·자연도를 시험적으로 작성하였다.

여기서 생태·자연도란 자연환경보전법에서 이미 그 제작이 의무화된 지도로서 산, 하천, 습지, 호소, 농지, 도시, 해양 등에 대해 자연환경을 생태적 가치, 자연성, 경관적 가치 등에 따라 등급화하여 특정 기준에 의해 작성된 지도를 말한다. 동법에 의하면 생태·자연도는 법에 정한 조사결과를 기초로 하여 법에 정한 등급권역기준에 따라 제작되며 각종 개발계획의 수립이나

시행에 활용함을 그 목적으로 하고 있다. 한편 지자체에서도 생태·자연도를 작성할 수 있는데, 이 경우 시생태·자연도라 불리우며, 서울시 자연환경보전조례에 따르면 주기적인 생태계기초조사결과를 GIS로 구축하여 관리·운영하도록 하고 있으며, 이를 이용하여 시생태·자연도를 작성하도록 규정하고 있다.

## 2. 연구 방법

본 연구에서는 법규에 규정된 시생태·자연도의 문제점을 분석하고, 이를 해결하기 위한 대안적 차원에서 생태·자연도 등급기준 개선안을 우선 마련하였다. 이를 근거로 최종적으로는 서울시 도시 생태·자연도를 작성하였는데, 이 과정을 크게 두 단계로 나누어 순수보전가치 평가를 내용으로 하는 생태등급 평가와 행위규제를 담고 있는 생태·자연도 제작을 분리하였다.

상기 등급기준 개선안을 토대로 하여 AHP(Analytic Hierarchy Process) 기법을 이용하여 평가인자와 이들을 중간 집계하는 평가부문으로 구성된 평가기준 위계를 구축하였다. 이어 이들 위계의 타당성을 검증하고 대표인자 선정 및 평가기준의 정량화를 위해 전문가 집단 설문을 2회에 걸쳐 실시하여 평가인자와 평가부문별 가중치를 산출하였다. 추출된 평가인자별로 정의된 척도에 따라 자료를 수집하고 DB를 구축하였으며,

\* 서울시정개발연구원(Seoul Development Institute)

\*\*서울대학교 환경계획연구소(Environmental Planning Institute, SNU)

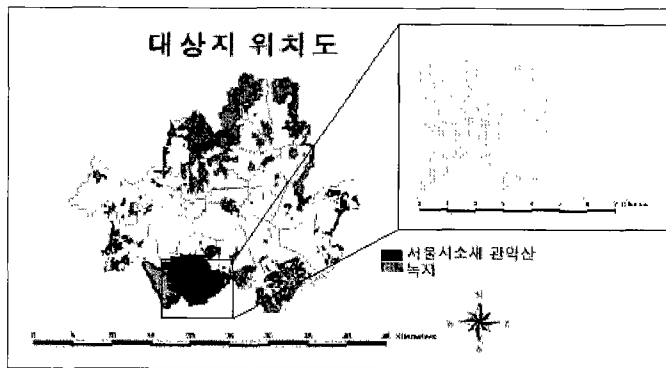
이를 중첩분석하고 재분류하여 부분별 주제도를 작성하였다. 최종적으로 도시규모의 관점에서 보전·복원이 필요한 지역을 객관적으로 평가할 수 있는 평가모형을 중심으로 생태등급지도를 작성하고, 생태·자연도 및 권역별 관리·이용 대안의 수립 체계를 구축하였다.

본 연구의 대상지역은 서울시 소재 관악산으로(그림 1 참조), 본 연구에 이용된 기본자료는 서울시가 1997년에 구축한 생물종현황자료 및 공간자료이다. 공간자료의 경우 총 5가지이며,

역, 그리고 이를 연결해 줄 수 있는 지역을 선별할 수 있는 준거로서 보전가치중심의 생태·자연도의 역할을 재정립하는 것이었다. 그리고 평가 체계는 크게 2단계로 나뉘서 생태등급평가와 생태·자연도 산출을 분리하였다.

### 3.1. 법정 생태·자연도의 문제점

생태·자연도의 문제점은 다음과 같이 크게 3



[그림 1] 대상지 위치

축척 1:25,000의 정밀식생도, 임상도, 수계도, 조류분포도, 포유류분포도가 이에 해당한다. 비도형자료는 총 2가지로 정밀식생현황과 종명세가 이에 해당한다.

## 3. 연구 내용 및 결과

시생태·자연도의 문제점을 해결하기 위해 국내·외의 생태계 보전가치 평가연구 및 국내의 환경관련법을 토대로 생태·자연도 등급기준 개선안을 마련하였다. 그 주안점은 기존의 조례에서 규정된 고려사향 이외에 시판리야생동·식물 서식지, 복원대상지역 및 생태통로적지 등을 추가로 고려함으로써, 도시생태계의 기능증진을 위해 보전되어야 할 지역과 복원되어야 할 지

가지로 요약할 수 있었다.

첫째, 도시생태계평가에 부적합한 등급기준을 들 수 있다. 자연환경보전법 34조의 등급기준은 전국규모의 우수생태계를 평가하기 위한 것으로 상대적으로 생물상이 빈약하며 녹지의 고립, 단절화가 심각한 도시생태계에는 적합하지 않다. 물론, 지자체별로 시생태·자연도를 작성하도록 규정하고는 있지만 그 작성기준 역시 모법에 준하는 것으로 1:25,000으로의 스케일수정 이외에는 크게 달라진 것이 없다.

둘째, 현재의 법정등급기준은 정성적 기준으로 객관적이며 신뢰도 높은 생태계평가 수행이 어렵다. 즉, 평가는 반복가능해야 하며, 가능한 주관적 판단을 배제해야 하는데 그러기 위해서는 생태학적 원리를 바탕으로 한 정량적 기준

이 필요하다(Spellerberg, 1994).

셋째, 도시수준에 부적합한 별도관리지역체를 들 수 있다. <표 1>에서와 같이 별도관리

로 지정되어 있으며(<표 2>참조) 도심지내에서 핵심지역을 연결하는 디딤돌역할을 담당하는 공원들 또한 도시공원으로 지정되어 있어 별도

<표 1> 법정생태·자연도 등급기준

1 등급	[절대보전지역] <ul style="list-style-type: none"> <li>• 멸종위기야생동·식물 또는 보호야생동·식물의 주서식지, 도래지, 주요이동통로지역</li> <li>• 우수생태계 또는 우수경관지역</li> <li>• 생물지리분포한계지역 또는 주요식생유형대표지역</li> <li>• 생물다양성풍부지역</li> <li>• 기타 상기기준에 준하는 생태적가치가 있는 지역으로 대통령령이 정하는 기준에 해당하는 지역</li> </ul>
2 등급	[개발가능지역] <ul style="list-style-type: none"> <li>• 상기기준에 준하는 지역으로 장차 보전가치가 있는 지역 또는 1등급권역 외부지역</li> </ul>
3 등급	[개발이용지역] <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,2등급권역 및 별도관리지역 이외지역으로서 개발 또는 이용의 대상이 되는 지역</li> </ul>
별 도 관 리 지 역	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다른 법률규정에 의해 보전되는 지역 중 역사,문화,경관적 가치가 있는 지역 또는 도시녹지보전을 위해 관리되는 지역으로 대통령령이 정하는 지역</li> <li>- 천연보호림/산림법, 자연공원/자연공원법, 천연기념물보호구역/문화재보호법</li> <li>- 조수보호구/조수보호 및 수렵에 관한 법률</li> <li>- 명승지/문화재보호법, 도시공원/도시공원법</li> </ul>

\* 등급권역별 행위규제는 서울시 자연환경보전조례에만 규정된 것임

\*\*상기표는 자연환경보전법 제34조 규정을 재구성한 것임

지역은 타 법률에서 역사, 문화, 경관, 도시녹지 보전을 위해 관리되고 있는 지역이다. 이는 전국 규모에서 볼 때, 보전지역의 중복지정을 방지할 수 있다는 점에서 타당한 제도이다. 그러나 도시차원에서 그 적용에 한계가 발생한다. 왜냐하면 도시생태계의 주요골격이자 핵심지역인 도시외곽림은 많은 부분이 도시자연공원으

관리지역에 해당되기 때문이다. 결국, 도시생태계의 핵심지역 및 거점인 생태·자연도상의 1, 2 등급권역 대상지역은 거의 모두 별도관리지역에 속하게 되어, 시생태등급지도의 작성 의미가 미미하다는 근본적인 문제를 지니고 있다.

<표 2> 서울시소재 관악산 및 관악산 자연공원의 면적 비교

구 분	면 적(ha)	출 처
서울시소재 관악산	1602.360	서울시(1997)가 제작한 정밀식생도상의 산림면적
관악산 자연공원	1548.819	서울시정개발연구원(1997)부록



[그림 2] 관악산일대의 조수보호구 및 공원현황  
(자료 : 서울시 조경과 행정자료)

### 3.2. 등급기준 개선안 수립

- 등급기준 개선시 고려사항

생태·자연도 등급기준 개선안은 전술한 생태·자연도의 문제점을 해결하기 위해 기존의 등급기준을 개선한 것으로 아래와 같은 사항들을 고려하였다.

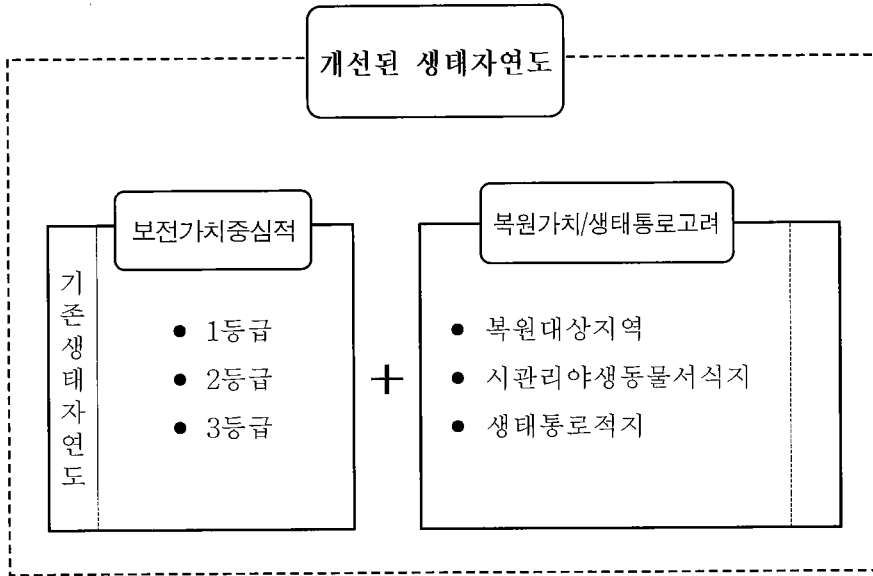
첫째, 도시생태계에 적합한 등급기준작성을 위해 시차원에서 보호되어야 할 종(시관리아생동식물, 서울시 자연환경보전조례 제5조) 및 생태계(시생태계보전지역, 서울시 자연환경보전조례 제9조)의 가치를 고려하였다. 기존의 등급기준에서는 보전가치가 가장 높은 1등급지역에 대한 평가가 자연생태계중심적이었다. 그러므로, 자연성이 많이 훼손되고, 멸종위기종이나 보호종(이하 법정보호종)이 거의 서식하지 않는(서울시, 1997; 환경부, 1997) 도시생태계에 이러한 기준을 그대로 적용한다면, 시차원에서 상대적으로 생태가치가 인정되는 지역인데도 불구하고 개발가능 및 이용지역(2등급 및 3등급)으로 분류될 소지가 높다. 이러한 문제를 해결하기 위해 시차원에서 보호되어야 할 종, 즉 시관리아생동식물 지정기준(조례 제 9조)에 해당하는 종(아직까지 시관리아생동식물로 지정된 사례가

없으므로 지정기준에 해당되는 종은 이하 시관리대상종이라 칭함)에 대한 가치평가를 병행하였다.

둘째, 훼손, 파괴, 교란, 단편화 현상이 극심한 도시생태계의 효율적인 관리를 위해서는 보전가치가 인정되는 지역은 최대한 보전하고, 잠재적인 보전가치는 있으나 현재 훼손정도가 심하여 복원이 필요한 지역은 복원대상지역으로 선정하여 집중관리할 필요가 있다. 독일의 NRW 주 경관법은, 도시생태계를 4개의 지역으로 분류하여 경관계획을 추진하도록 하고 있다. 이러한 지역분류를 통해 생태적 가치가 높은 보전대상지역 뿐만 아니라 복원대상지역, 도시생태계 기능을 보조할 수 있도록 개발이 요구되는 지역, 휴양지역 등 각 지역 특성에 맞도록 경관계획을 수립하고 생태계관리활동을 취할 수 있도록 하고 있다(나정화, 1997). 그러나, 보전가치평가에만 치중한 우리나라의 자연환경보전법상 생태·자연도 등급기준에는 복원대상지역에 대한 기준이 없으므로 이러한 지역을 선정하기 위해 동법에서 규정한 생태계우선복원대상지역의 기준을 1등급권역기준에 포함시켰다. 특히 동법 18조의 생태계보전지역 지정기준에 의하면, 생태·자연도 1등급권역을 포함한 생태계보전지역

내에서 훼손정도가 심한 지역을 우선복원대상 지역으로 지정토록 하였으므로 이러한 기준개선은 법적 의미를 가질 수 있다고 사료된다.

이를 연결해 줄 수 있는 지역을 분류할 수 있는 준거틀로서 생태·자연도의 역할을 정립하였다.



[그림 3] 개선된 생태·자연도

셋째, 기존의 도시생태계의 녹지섬 및 보전·복원등의 관리대상지역의 고립화를 방지하기 위해 생태통로로 이들 지역을 연결할 필요가 있다. 일반적으로 구성종이나 생물종다양성등의 내용물(content)이 보전지역보다 빈약한 생태통로 적지는 개발대상지로 계획될 가능성이 내재되어 있다. 그러나 경관생태학적 관점에서 볼 때 이들 지역은 보전지역을 서로 연결하여 생태적 기능을 높일 수 있는 구조적 특성을 가지고 있으므로 이러한 특성에 가치를 부여해주는 것은 의미있는 일이다. 이에, 기존의 1등급권역 외 부지역만 포함하는 2등급권역에 생태통로 적지를 추가하여 2등급권역이 1등급권역에 대한 완충기능과 아울러 연결기능을 담당하도록 하였다. 이로써, 도시생태계의 기능증진을 위해 보전되어야 할 지역과 복원되어야 할 지역 그리고

- 등급기준 개선안  
 자연환경보전법 18조(생태계보전지역지정), 30조(시생태계보전지역 지정기준), 31조(우선보호대상생태계복원), 34조(생태·자연도작성)등과 서울시 자연환경보전조례 5조(시관리야생·식물지정), 9조(시생태계보전지역지정), 24조(자연생태계복원) 등의 규정을 검토하고 이를 추가하여 아래 표와 같이 개선안을 수립하였다.

<표 3> 생태·자연도 등급기준 개선안

등급	법정등급기준	추가제안기준
1	1.멸종위기 & 보호야생동·식물 서식지, 도래지, 주이동통로  2.우수생태계/경관수려지역  3.생물지리분포한계지역 / 주요식생유형대표지역  4.생물다양성풍부지역  5.대통령령이 정하는 지역 •자연원시림/이에 가까운 산림 및 고산 초원 •자연에 가까운 하천, 호소, 해양	생태계보전지역/관리아생동·식물지정기준 (서울시 자연환경보전조례)
		1. 관리아생동·식물(5조) •개채수감소종 •일정지역국한서식종 •학술적,경제적으로 보호가 요구되는 종 •기타 시장이 보호가 필요하다고 판단하는 종
		2. 시생태계보전지역(9조) •희귀종서식지 •지역특성상 보호필요한 식물군락분포지, 자연습지
		3. 생태계우선복원지역(24조) •도로개설등의 개발로 생태계가 파괴된 지역 •외래동·식물번식으로 생태계가 교란된 지역 •시민의 과도한 이용으로 급격히 훼손되고 있는 지역·자연재해로 자연생태계가 파괴된 지역 (주: 34조기준과 겹치지 않는 항목들로 재구성)
		서울시 보전지역 선정사례 하천구역
		비오톱평가 시가지내 주요거점지역 선정기준
2	•잠재보전가치가 있는 지역 •1등급외부지역	경관생태학적기준 생태통로선정기준
3	•1,2등급, 별도관리지역이외지역	
별도 관리 지역	역사,문화,경관,도시녹지보전을 위한 대통령령지정지역 •천연보호림/삼림법 •자연공원/자연공원법 •천연기념물보호구역/문화재보호법 •조수보호구/조수보호 및 수렵에 관한 법률 •명승지/문화재보호법 •도시공원/도시공원법	

### 3.3. 생태등급 평가모형 개발

생태계 보전가치는 상호연관된 기준들에 근

거하고 있다. 따라서 이러한 다중기준간의 상관성을 고려하기 위해 Saaty(1980)의 AHP(Analytic Hierarchy Process)기법을 이용하여 기준들을 결합하였다. AHP의 가장 중요한 특징은 서로 다

른 기준을 비교가능한 공통단위로 전환시켜주  
며, 생태적으로 유사한 지역으로부터 도출된 서  
로 다른 기준의 우선순위 혹은 상대적 가중치의  
평가를 위한 기본틀을 제공한다는 점이다

(Anselin et al, 1989).

우선, 전술한 등급기준 개선안의 각 기준별로  
정량적인 평가인자를 정의하고 평가척도를 도  
출하였다. 평가인자는 유사특성별로 다양성, 대

<표 4> 생태등급 평가모형

평가 부문	평가인자	평가척도	평가인자 점수(A)	가 중 치 (B)	평가부문점수			
					중간부문 (C)	가중치 (D)	최종부문	
다양성	서 식 지 다 양 성	식생층위구 조다양성	• 3층≤층위구조 • 층위구조<3층	5점 1점	0.28	Σ A*B	0.64	Σ C*D
		조각형태다 양성*	• $0.8 < S-D/10^6$ (Shape Diversity Index) • $0.2 < S-D/10^6 \leq 0.8$ • $S-D/10^6 \leq 0.2$	5점 3점 1점				
		조각면적	• $10ha < \text{면적}$ • $3ha < \text{면적} \leq 10ha$ • $\text{면적} \leq 3ha$	5점 3점 1점				
		하천구역	• 하천구역 이내지역 • 하천구역 이외지역	5점 1점				
	특 별 중 출 현 지 역	• 특별종(멸종위기종, 보호종, 개체 수감소종, 국지서식종, 학술·경제 적 보호요구종) 출현지역 • 이외지역	5점 1점	1.00	A*B	0.36		
대표성	주 요 식 생 형	• 신갈나무, 졸참나무, 개벗나무, 팔배 나무, 소나무, 진달래, 철쭉꽃, 국수나 무, 노린재나무, 산철쭉, 큰기름새, 산 거울, 뱀고사리 우점지역 • 이외지역	5점 1점	1.00	Σ A*B			
자연성	임 종	• 천연림 • 인공림	5점 1점	0.32	Σ A*B			
	소 밀 도	• 밀 • 중 • 소	5점 3점 1점	0.21				
	영 급	• 5,6영급 • 3,4영급 • 1,2영급	5점 3점 1점	0.18				
	경 급	• 대경목 • 중경목 • 소경목	5점 3점 1점	0.29				

\*조각형태다양성 및 조각면적은 Equal Area 분류기법에 의해 분류되었음



표성 자연성 등 총 3개의 평가부문으로 통합하였는데, 이는 보전목적의 평가시 가장 많이 이용되는 기준이다(김경민, 2000).

이를 좀더 객관화하기 위해 전문가집단을 대상으로 2차례의 설문을 실시하여 주요인자를 선정하고 가중치를 산출하였다. 전문가집단은 서울시 녹색시민위원회, 서울대 환경대학원 생태학전공자, 시정개발연구원 녹색서울팀 및 자문위원 등 총 30명이었으며, 설문결과 17개의 평가인자 중 16개가 주요인자로 선정되었다. 2차 설문시에는 AHP분석시 선호도평가에 자주 이용되는 쌍체비교법을 이용하여 가중치를 산출하였다. 이때, 잠재 자연도 및 자연습지의 경우, 해당부문별로 가장 가중치가 높은 것으로 분석되었으나, 자료의 부재로 본 평가에는 반영할 수 없었다.

이러한 과정을 통해 평가척도, 평가인자, 평가부문별로 위계를 정립하였으며 각 위계별로 가중치를 할당하여 <표 4>와 같은 생태등급 평가모형을 개발하였다. 평가척도는 5점 척도로 가장 낮은 점수를 1점으로 하고 가장 높은 점수를 5점으로 하여 평가인자별 재분류를 실시하여 점수를 할당하였다. 이로써 평가인자마다 상이한 단위가 5점 척도로 통일되므로 계량화가 가능해지게 된다. 각 평가인자 및 평가부문은 중요도에 따라 상이한 가중치를 가지게 되는데 가

중치 합은 1이다. 가중치는 동일 위계의 평가인자를 통합하여 평가부문별 점수를 산출할 경우와 하위위계의 평가부문을 통합하여 상위위계의 평가부문점수를 산출할 경우 이용된다. 그러므로 최종 생태등급지도의 셀당 점수 역시 1점에서 5점이하의 점수가 할당되게 된다.

### 3.4. 생태계 평가모형 적용

#### • GIS데이터베이스 구축

도시산림생태계를 대상으로 하는 보전가치 평가를 위해서는 산림생태계의 양적, 질적인 측면이 고려되어야 하며 이를 위해서는 GIS를 이용한 데이터베이스 구축이 필요하다. 본 연구에서는 서울시 소재 주요 8개산림을 대상으로 서울시가 기구축한 산림생태계시스템상의 자료를 기반으로 평가인자별 레이어를 구축하였다. 이는 추후 생태·자연도 제작사업이 본격적으로 시행될 시점을 감안하여 기계작된 GIS자료를 최대한 활용하기 위함이다. 본 연구에 사용된 GIS 소프트웨어는 ARC/View 3.1이며 GeoMedia 2.0 Professional의 Export 모듈을 이용하여 서울시 산림생태계 시스템의 GIS자료를 ARC/View의 Shp파일로 변환하였다. <표 5>의 기본자료를 이용하여 평가기준 위계에 따라 10개의 평가인자

<표 5> 기본자료 목록

종 류	원시자료목록	이 용 레 이 어	축 척	제작시기	자 료 원
도 형	정밀식생도	군락,조사구	1:25000	1997	임업연구원
	입상도	임종,소밀도,경급,영급			임업연구원
	수계도	차수			국립지리원(지형도)
	조류분포도	종명			임업연구원(현장조사 및 원도)
	포유류분포도	종명			
비도형	정밀식생현황		-		서울시산림생태계 조사연구보고서
	종명세		-		

자료 : 서울시, 1997

주제도(<그림 4~12>참조)와 3개의 평가부문 등급도(<그림 13~15>참조)를 구축하였다. 평가부문 등급도를 중첩 및 재분류하여 생태등급지도(<그림 16>참조)를 작성하고 이 지도를 기본으로 생태·자연도(<그림 17>참조)를 제작하였다. 본 연구에서 가공 생성된 주제도 내역은 <표 6>과 같다.

재분류하였다. 형태지수 분석도와 면적 분석도는 서식지의 수평방향의 다양성(Forman, 1995)을 분석한 것이다. 형태지수 분석도는 정밀식생도에서 식생유형별로 구분되는 폴리곤의 둘레길이와 면적을 입력자료로 하여 형태지수식( $D=P/2(\pi A)^{1/2}$ )을 계산하고(Patton, 1975; Taylor, 1977) 이를 재분류하여 작성하였다. 그 다음 정밀식생도에서 추출된 면적

<표 6> 가공생성 주제도 목록

주 제 도 명		자 료 내 용
평가인자	식생층위구조분석도	식생층위구조의 등급
	형태지수분석도	형태지수의 등급
	조각면적분석도	조각면적의 등급
	특별종출현지역분포도	특별종 출현에 의한 등급
	하천구역분석도	하천구역 포함여부에 의한 등급
	주요식생분포도	주요식생에 의한 등급
	입종분포도	입종에 의한 등급
	소밀도분포도	소밀도에 의한 등급
	영급분포도	영급에 의한 등급
경급분포도	경급에 의한 등급	
평가부문	다양성부문등급도	다양성부문 등급 집계
	자연성부문등급도	대표성부문 등급 집계
	대표성부문등급도	자연성부문 등급 집계
생태등급지도		생태등급
생태·자연도		생태·자연도
생태계관리목적별지역구분도		생태·자연도의 1등급권역에 대한 생태계 관리목적별 지역구분도

● 자료처리 과정

다양성, 대표성, 자연성 등 각 부문별 자료처리 과정을 자세히 살펴보면 다음과 같다.

다양성부문은 서식지 다양성과 특별종 출현지역의 하위위계로 구성되며 기본자료는 정밀식생도, 수계도, 조류·포유류 분포도이다. 서식지 다양성의 평가인자 주제도 중 식생층위구조 분석도는 서식지의 수직방향의 다양성(Forman, 1995; Flores et al, 1998)을 분석한 것으로 정밀식생도에서 정밀식생현황(서울시, 1997)을 참조하여 식생층수를 도출한 뒤 <표 4>의 평가척도 기준에 따라

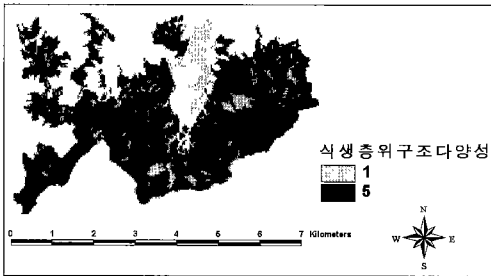
속성을 ha단위로 변환한 뒤 재분류하여 면적 분석도를 작성하였다. 마지막으로 수계도상의 하천을 Bradley et al(1992)의 하천차수별 하천구역너비 산정법에 의거하여 하천구역 버퍼링지도를 작성한 다음 이를 다시 재분류하여 하천구역 분석도를 작성하였다. 이상의 4가지 주제도를 해당 평가인자별 기중치를 곱한 뒤 합산하여 서식지 다양성지도를 산출하였다. 특별종 출현지역은 동물의 경우 산림생태계조사시 조류와 포유류에 한해서만 분포도가 작성되었기 때문에(서울시, 1997) 본 연구에서는 2가지 분류군 위주로 분석하였다. 우선, 분포도

에서 종명세를 참조하여 특별종 출현지점과 아난 지점을 분류하여 특별종 출현지역 분포도를 작성한다. 이는 점단위 분포도이기 때문에 정밀식생도를 참조하여 특별종 출현지점이 속해있는 식생유형단위로 특별종 출현지역 분포도를 영역화시켰다. 식물의 경우는 정밀식생도에서 식생단위를 추출한 다음 정밀식생현황을 참조하여 특별종 출현지점과 아난 지점으로 분류하여 특별종 분포도를 산출하였다. 이상의 2가지 레이어는 단순히 동·식물상의 구분이므로 동등한 가중치를 곱한 뒤 합산하여 최종의 특별종 출현지역 분석도를 산출하였다. 이렇게 산출된 하위 위계상의 서식지다양성과 특별종 출현지역에

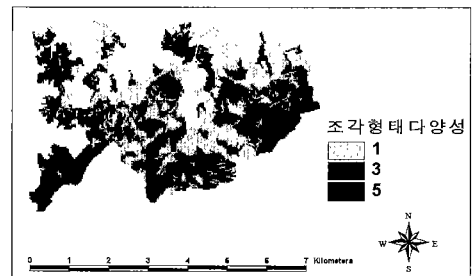
해당 위계별 가중치를 곱한 뒤 합산하여 최종 다양성부문의 등급도를 산출하였다.

대표성 부문은 정밀식생도로부터 식생유형을 추출하여 <표 4>의 척도기준에 따라 재분류하여 주요식생 분포도를 작성하였는데 평가기준 위계상 중간부문이 없으므로 이것이 곧바로 최종의 대표성부문 분석도가 되었다.

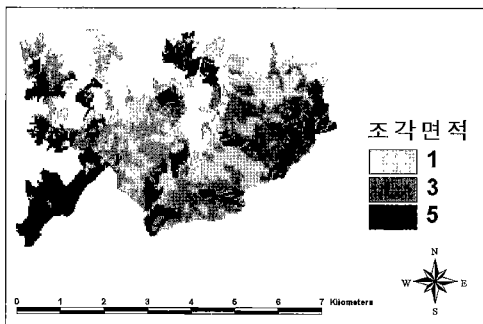
자연성부문의 기본자료는 임상도로 여기에서 각각 임종, 소밀도, 경급, 영급을 추출한 뒤 <표 4>의 척도기준에 따라 재분류하여 4가지의 분포도를 산출하고 각 위계별 가중치를 곱해 합산하여 최종의 자연성부문 등급도를 산출하였다.



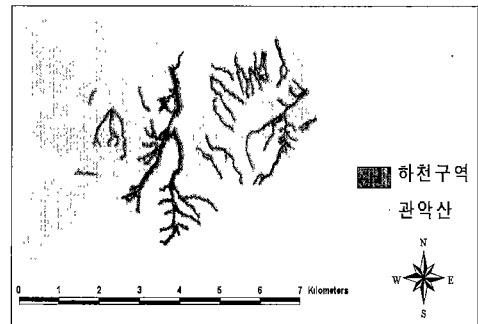
[그림 4] 식생층위구조 다양성



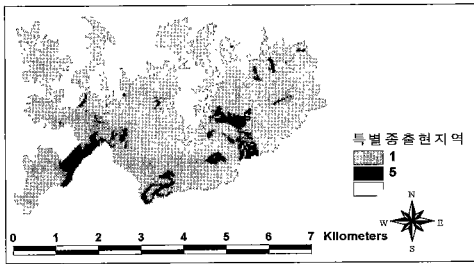
[그림 5] 조각형태다양성



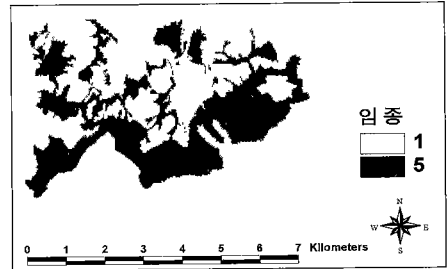
[그림 6] 조각면적



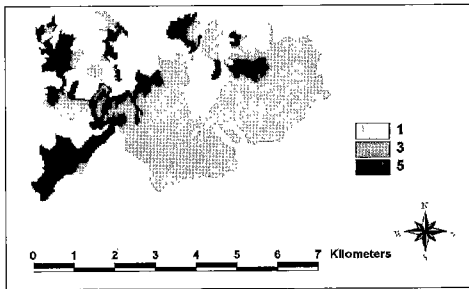
[그림 7] 하천구역



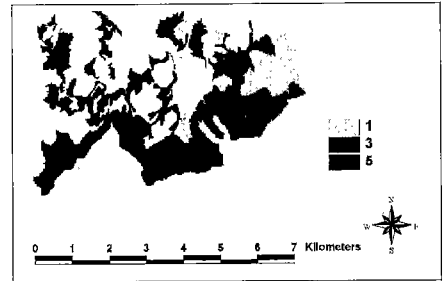
[그림 8] 특별종 출현지역



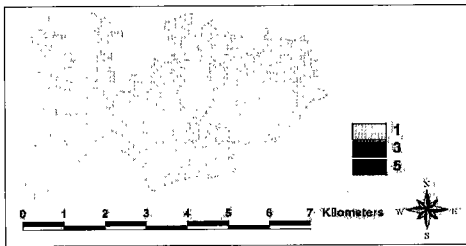
[그림 9] 임종



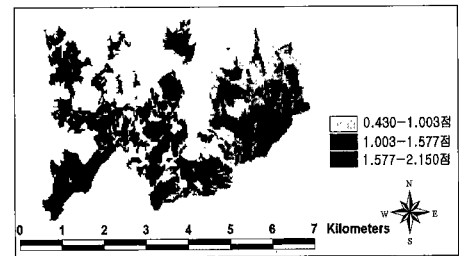
[그림 10] 소밀도



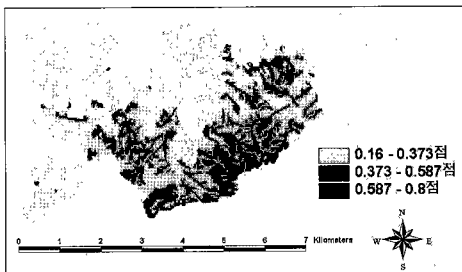
[그림 11] 영급



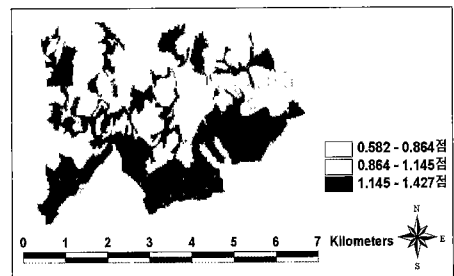
[그림 12] 경급



[그림 13] 다양성부분



[그림 14] 대표성부분



[그림 15] 자연성부분

● 생태등급지도 작성

이러한 평가모형에 의해 산출된 생태등급지수는 대표성, 자연성, 다양성부문 각각의 최종평가부문지수에 해당 가중치를 곱하고 이들을 모두 합해 산출된 지수를 말한다. 생태등급지도는 생태등급지수를 등간격으로 4등급 구분하여 작성하였다(<그림 16> 참조).

● 생태·자연도 작성

생태등급지도상의 4개 등급별 생태보전가치 평가를 토대로 생태·자연도의 권역구분을 수행하였다. 즉 생태등급 1, 2등급은 생태·자연도 1등급권역으로, 3등급은 2등급권역으로, 4등급은 3등급권역 등 총 3개의 등급권역으로 재분류하여 <그림 17>과 같은 생태·자연도를 작성하였다.

● 생태·자연도 권역별 관리·이용 대안 구상

법에서 규정된 생태·자연도 권역별 관리방침을 일부 변용하여 생태·자연도 권역별 관리·이용 대안을 구상하여 보았다. 1등급권역은 보전가치가 매우 높은 지역으로 시생태계보전지역의 대상이 될 수 있으며 아울러 1등급권역 내에서 시관리대상종 출현지역을 표시하여 추후 시관리야생동·식물보호지역 지정시 참고도면으로 활용될 수 있도록 구상하였다. 또한 1등급권역 내의 외래종 출현지역은 복원조치의 우선 순

위가 가장 높은 우선복원대상지역이 되도록 하였다.

2등급권역은 잠재보전가치가 있는 지역으로 1등급권역의 보전이 제대로 이루어질 수 있도록 완충지역과 생태통로를 할당하였다. 마지막으로 3등급권역은 모범 및 조례상의 이용방안에서는 개발가능지역으로 할당하여 어느 정도의 개발을 허용하지만 본 연구에서는 산림생태계에서 가장 낙후된 지역으로 사료되기 때문에 개발보다는 1등급의 우선복원대상지역 다음으로 복원조치가 행해져야 할 지역으로 할당하였다.

이러한 과정을 통해 기존의 절대보전지역, 개발가능지역, 개발이용지역의 3개권역 구분이 전부였던 생태·자연도에서 생태계 관리목적별로 세분화된 지역구분이 가능하게 되었다. 본 연구에서는 우선적으로 1등급권역의 생태계 관리목적별 지역구분을 시도해보았으며 그 결과는 <그림 18>과 같다.

이때 이용한 생태·자연도 권역구분기준은 기존의 권역별 관리대안을 포함한 3가지의 생태·자연도 권역별 관리대안을 비교·분석하여 최적안을 선택한 것으로 아래표의 대안 중 대안 2가 선정되었다.

대안 2의 내용을 자세히 살펴보면, 우선 1등급권역은 보전가치가 매우 높은 지역으로 시생태계보전지역의 대상이 될 수 있다. 아울러 1등

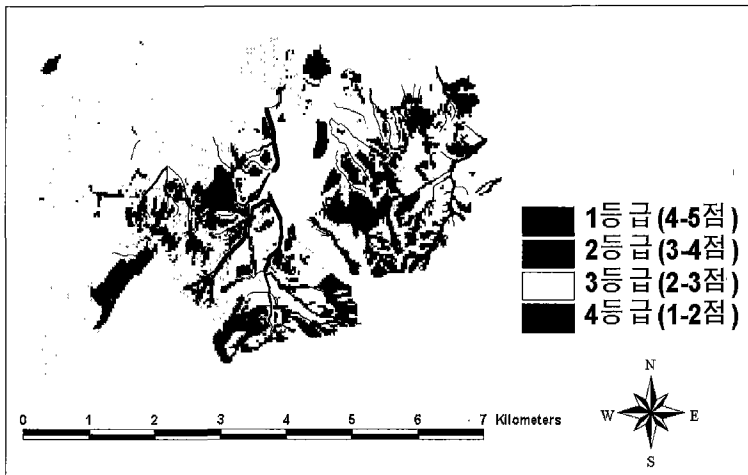
<표 7> 생태·자연도 권역별 관리대안

대안 \ 권역	1 등급 권역		2 등급 권역	3 등급 권역
기존의 관리방침	절대보전지역		개발가능지역	개발이용지역
대안 1	시생태계보전지역		완충지역 및 생태통로	개발가능지역
	시관리대상종 출현지역	우선복원대상지역		
대안 2	시생태계보전지역		완충지역 및 생태통로	복원대상지역
	시관리대상종 출현지역	우선복원대상지역		

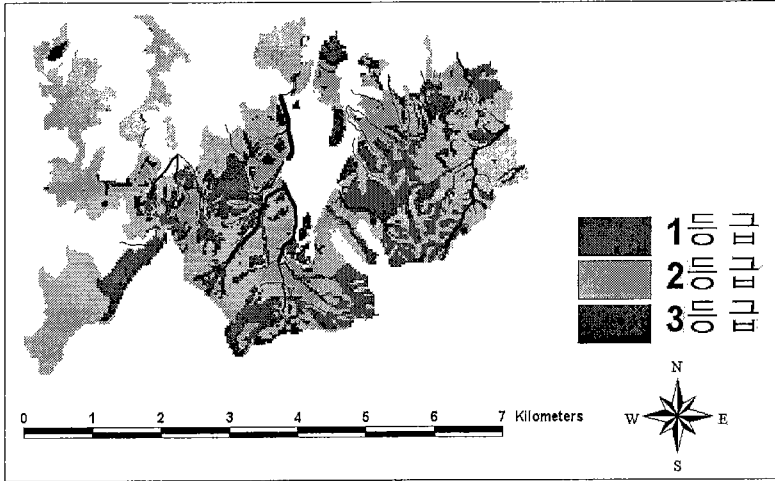
급권역 내에서 시관리대상종의 출현지역을 표시하여 추후 시관리야생동·식물보호지역 지정 시 참고도면으로 활용될 수 있도록 구상하였다. 또한 1등급권역내의 외래종 출현지역은 복원조치의 우선순위가 가장 높은 우선복원대상지역이 되도록 하였다. 2등급권역은 잠재보전가치가 있는 지역으로 1등급권역의 보전이 제대로 이루어질 수 있도록 완충지역과 생태통로를 할당하였다. 마지막으로 3등급권역의 경우 모범 및 조례상의 이용방안에서는 개발이용지역으로 할당하여 개발을 허용하지만 본 연구에서는 산림생태계에서 가장 낙후된 지역으로 사료되기 때문에 개발보다는 1등급의 우선복원대상지역 다음으로 복원조치가 행해져야 할 지역으로 할당하였다. 이는 도시외곽림이 도시생태네트워크에 있어서 핵심지역이므로 이러한 지역에서 보전 가치가 낮게 평가된 지역은 개발이 이뤄지는 것보다 복원조치를 통한 생태적 기능의 활성화를

도모하는 것이 더 바람직하다고 사료되기 때문이다. 이러한 과정을 통해 기존의 절대보전지역, 개발가능지역, 개발이용지역의 3개 권역 구분이 전부였던 생태·자연도에서 생태계관리목적별로 세분화된 지역구분이 가능하게 되었다.

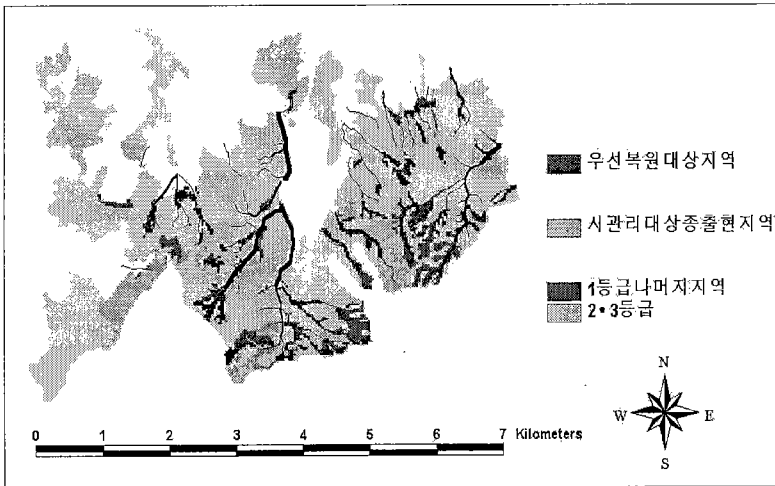
순수 생태등급평가 결과에 준거하여 서울시 소재 관악산을 대상으로 생태·자연도 작성을 시도한 결과 3등급권역이 넓게 분포하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 관악산과 같은 사회적인 보전요구가 높은 지역이라도 기존의 생태·자연도 등급권역 구분기준을 적용하게 되면 3등급권역인 개발이용지역으로 분류될 가능성이 높은 것을 보여주는 것이다. 이는 전국규모의 생태계에 적용 가능한 기존의 생태·자연도와 달리 시생태·자연도에서는 도시생태계의 규모 및 특성에 맞게 행위규제 기준이 재조정되어야 하는 당위성을 나타낸다.



[그림 16] 생태등급지도



[그림 17] 생태·자연도 - 별도관리구역제외



[그림 18] 생태계관리목적별 지역구분도

#### 4. 결 론

본 연구에서는 서울시 관악산을 대상으로 생물종 현황자료 및 자연환경 GIS자료를 이용하여 도시생태계에 적합한 보전가치 평가모형의

개발을 시도하였고, 평가결과를 토대로 생태·자연도를 시험적으로 작성하였다.

연구과정에서 기존의 생태·자연도의 법적 의미와 문제점이 분석되었고, 이를 해결하기 위한 대안으로 생태·자연도 등급기준 개선안이 마련되었다. 생태등급기준 개선안을 토대로 AHP기

법을 이용하여 평가인자와 평가부문으로 구성된 생태등급 평가기준 위계가 구축되었다. 2차례에 걸친 전문가집단 설문을 통해 객관적인 생태등급 평가인자와 가중치가 도출되었으며 도시규모의 관점에서 보전·복원이 필요한 지역을 객관적으로 평가할 수 있는 생태등급 평가모형이 구축되었다. 이를 중심으로 생태·자연도를 제작하는 체계를 구축하였다. 아울러, 생태·자연도를 토대로 생태계 관리목적별로 세분화된 지역구분을 시도하였다.

이상의 연구과정에서 도출된 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 법정 생태·자연도 등급기준의 문제점은 전국규모의 우수생태계 중심의 등급기준으로서 도시생태계의 보전가치를 평가하기에는 미흡하며, 등급기준이 정성적이고, 생태·자연도 상의 별도관리지역 체계는 효과적인 도시생태계 관리에 부적합하다는 점이다.

둘째, 앞으로 생태·자연도 등급기준의 개선방향은 1등급의 경우 복원대상지역을 포함하고, 2등급에 생태통로지역을 추가하는 것이 필요하다.

셋째, 생태·자연도 평가과정은 순수 보존가치 평가에 의한 생태등급 평가와 행위규제를 포함하는 생태·자연도 작성 과정을 분리하는 것이 바람직하며, 평가모형 개발에서는 위계분석기법에 의한 평가인자 선정과 쌍체비교기법에 의한 가중치 선정 과정을 거치는 것이 평가모형의 객관성 논란을 줄이는 방법이 될 수 있다.

넷째, 시생태·자연도는 도시생태계의 규모 및 특성에 맞게 구역별 행위규제기준이 재조정되어야 할 것이다.

본 연구에서는 서울시 외곽의 관악산을 대상으로 한정하여 생태·자연도 작성을 시도하였는데, 앞으로는 시가지와 외곽지역을 통합한 생태·자연도 작성방안 연구가 조속히 이루어져야 할 것이며, 이 과정에서 현재 진행중인 도시 비오통 조사 결과의 활용방안이 모색되어야 할 것이다. 또한 평가에 필요한 자료 측면에서 서울시 자연환경 GIS DB 구축과 이를 위한 정확한 위

치정보를 확보할 수 있는 생태조사가 이루어져야 할 것이다. 특히 평가항목 선정 설문에서 가중치가 높았던 잠재자연도, 자연습지 현황도 및 주요 동·식물의 서식지분포도 등의 자료생성이 조속히 이루어져야 할 것이다.

연구시간의 한계로 생태통로적지, 취약생태계, 기타 복원대상지역(과편화지역, 과이용지역, 자연재해지역) 및 경관수려지역에 대한 분석을 수행하지 못하였고, 상관분석을 통한 평가항목 간 중복성 검토를 하지 못했으며, 평가척도의 표준화를 실시하지 못하였다. 추후, 이에 대한 연구가 추가로 진행되어 본 연구결과에 수정·통합된다면 좀더 이상적인 평가모형을 구축할 수 있을 것이다.

## 참 고 문 헌

1. 김경민(2000). 『도시생태계 보전·복원을 위한 생태·자연도 작성기법 개발』. 서울대 환경대학원 석사학위논문.
2. 나정화(1997). “한·독간의 자연환경보전법 비교분석”, 『환경정책(II)』, 5(2):91-114.
3. 서울시(1997). 『서울시 제1차 산림생태계조사보고서』.
4. 서울시정개발연구원(1997). 『녹지총량관리 방안』
5. 서울시정개발연구원(1999). 『서울시 비오통 유형화를 위한 워크샵』.
6. 서울시(1999). 『서울시보』, 제 2178호. p.32-41.
7. 환경부(1997). 『제 2차 자연환경 전국기초조사지침』.
8. Anselin, A., P.M. Meire, and L. Anselin(1989). Multicriteria techniques in ecological evaluation and example using the analytical hierarchy process. *Biological Conservation*, 49:215-29.
9. Bradley, Tom and Herb Hammond(1993). “Landscape analysis and planning Summary”.



- [www.silva.for.org/docs/docs.htm#lscpanal](http://www.silva.for.org/docs/docs.htm#lscpanal).
10. Flores, A., et al.(1998). Adopting a modern ecological view of the metropolitan landscape:the case of a greenspace system for the New York City region. *Landscape and Urban Planning*, 39:295-308.
  11. Forman, R.T.T.(1995). *Landmosaics*. Cambridge University.
  12. Patton, D.R.(1975). "A diversity index for quantifying habitat edge". *Wildlife Society Bulletin*. 394. pp.171-173. cited in Forman, R.T.T., *Landmosaics*. Cambridge Univ. 1995. p.142.
  13. Saaty, T.L.(1980). *The Analytic Hierarchy Process*. Mcgraw-Hill Inc.
  14. Spellerberg, I.F.(1994). *Evaluation and Assessment for Conservation*. Chapman & Hall.
  15. Taylor, M.W.(1977). A comparison of three dege indexed, *Wildlife Society Bulletin*. 5. pp.192-193. cited in Forman, R.T.T., *Landmosaics*, Cambridge Univ. 1995. p.142.