

평가지표에 의한 도시 비오톱의 가치평가

- 생물종과 서식처 보전을 중심으로 -

나경화* · 류연수** · 사공정희**

*경북대학교 조경학과 교수 · **경북대학교 대학원 조경학과

An Evaluation of Biotope Based on Its Valuation Criteria in Terms of Conservation of Species and Habitat

Ra, Jung-Hwa* · Ryu, Yeun-Soo** · Sagong, Jung-Hee**

*Dept. of Landscape Architecture, Kyungpook National University

**Dept. of landscape Architecture, Graduate School of Kyungpook National University

ABSTRACT

The purpose of this study is to construct the evaluation criteria based on the relative importance and various combination of each evaluation index and then to evaluate urban biotope in terms of conservation of species and habitat. After the standard of evaluation had been developed through the literature review, the relative importance of the evaluation index through expert survey was found out, and the evaluation model of biotope value has been established.

The results of this study are as follows;

1) We have constructed the nineteen evaluation criteria through literature reviews, and have provided relative importance to each evaluation index of the diversity of typical species in biotope, afforestation rate, stratification, Hemeroby grades, and the diversity of landscape patterns based on the results of expert survey, and then we have constructed the evaluation system using the relative importance criteria.

2) To evaluate urban biotope using the evaluation system constructed, we selected 14 sites. The final evaluation results of each site is as follows; The III grade areas are Seohan and Hwasung high-rise apartment at Beummul-Dong, Korea Men Power Agency in Sungseo industrial zone, the adjacent area of St. Tongil, and Hyomyung elementary school. The II grade areas are the farm land behind the third Anshim Jugong apartment, and Ehyun park. The I grade areas are swampy land in front of Kangchon and Anshim construction site, water space with semi-natural style in front of Gangchon Woobang apartment, forest zone near Page Temple at Mt. Palgong, the edge area of Jisan and Gosan, and the tendril yard against Anshim middle school. The only grade IV area is the commercial zone near Taegu Department Store.

3) It is highly useful to evaluate urban biotope using the evaluation criteria constructed for this research, the evaluation criteria we developed may be difficult to guarantee the ability for reproduction and recovery, the appearance-number of the rare and endangered species are difficult to estimate urban biotopes.

In the future, It is highly useful to evaluate biotope in terms of conservation of species and habitat through its valuation criteria developed in this research and it is necessary to develop the evaluation criteria applicable to estimation of biotope inventory and reproduction of biotope.

Key Words : Urban Biotope, Evaluation Index, Evaluation Model, Landscape diversity, hemeroby

I. 서론

산업혁명 이후, 도시가 급속하게 발전하게 되면서 도시내 생물종과 서식처의 파괴가 가속화되었고 도시생태계는 매우 불안정한 상태로 변화되었다. 이를 해결하기 위한 노력의 일환으로 1992년 브라질의 리우에서 유엔환경개발회의가 열린 이후 지속 가능한 개발이라는 개념에 대한 논의가 각 계획영역과 개발 및 자연환경보전 등의 영역으로 확산되기 시작하였다. 그리고 21세기에 걸맞는 지속 가능한 미래도시상인 생태도시로의 새로운 인식의 전환을 본격적으로 추구하게 되었다.

최근 들어서는, 조경학 분야에서도 생물종과 서식처 보전을 위한 생태적 원리에 입각한 도시형성의 노력이 활발히 진행되고 있다. 국외에서는 이미 도시공간 내에서 서식처보전 및 멸종·위기 종의 보전에 관한 연구들이 활발히 수행되었고 그에 따른 보전평가지표 항목에 관한 많은 연구가 수행되어 왔다(Hellwell, 1969; Dorney, 1981; Hough *et al.*, 1986). 국내에서도 지난 수십 년 간 도시공간 내 삼림 생태계를 평가하는 지표 연구와 도시녹지 환경을 분석하고 평가하는 지표 연구, 지속가능한 도시의 개발을 위한 지표 연구 그리고 쾌적환경의 평가와 지표 연구 등에 관한 많은 연구가 이루어져 왔다(최송현과 이경재, 1995, 1996; 성현찬과 이영준, 1997; 이동근과 윤소원, 1998; 송태갑, 1998).

특히 최근에는 도시생태계 복원 및 경관계획과의 절목이라는 차원에서 도시 비오톱에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 이들 연구들을 주제별로 간략히 살

펴보면, 비오톱 개념 분석(나정화, 1997), 비오톱 연구의 필요성 제시(김귀곤, 1997; 나정화, 1999), 비오톱 유형분류에 관한 연구(이미숙, 1997; 나정화, 1999), GIS를 활용한 비오톱 지도화 방법 및 비오톱의 평가방법 개발에 관한 연구(나정화와 박인환, 1998; 조영동, 1998; 오충현과 이경재, 2000; 정문선과 이명우, 2000)등을 들 수 있다. 그러나 비오톱의 가치를 평가하는데 활용되고 있는 많은 지표들에 대한 정량화와 특히 각 지표들 간의 중요도에 따른 가중치 부여 문제를 다룬 연구는 다소 미흡한 것으로 사료된다.

따라서 본 연구는 도시 비오톱의 가치를 평가함에 있어서 각 평가지표들을 정량화하고 특히 평가지표들간의 중요도에 따른 가중치 부여와 각 지표들간의 상호조합 관계를 규명해 보는데 가장 큰 목적을 두었다. 이를 위한 구체적인 실행으로 먼저 문헌연구를 통한 평가지표들을 추출하였다. 추출된 지표들에 대해서 전문가 설문조사 분석을 토대로 평가지표의 중요성에 따른 가중치를 부여하고 또한 각 지표들간의 상호조합관계를 파악하여 사례지 적용을 위한 평가모델을 설정하였다. 그리고 설정된 평가모델을 실제 사례지에 적용시켜 국내 설정에 적합한지 장·단점을 점검토하여 도시 비오톱의 최종가치 평가모델을 수립하였다.

II. 연구범위 및 방법

1. 연구범위

본 연구의 시간적 범위는 2000년 1월에서 3월까지 3

개월에 걸쳐 대구시 전체 부지 중에서 적합한 사례지를 선별해 내는 1차 현장조사를 실시하였다. 그리고 2000년 4월에서 8월까지 5개월에 걸쳐 선별된 사례지를 조사 분석하는 2차 현장조사를 실시하였다. 공간적 범위로는 대구광역시 전체 부지 중에서 도시 비오름 유형분류에 따른 층화추출과 유의표본추출을 통해 총 14개의 실 사례지를 선정하였다. 내용적 범위로는 도시 비오름이 가지는 중요한 세 가지 기능 즉 생물종과 서식처 보전, 자연체협 및 휴양공간 제공, 무생물 환경보전 기능이 가운데 특히 생물종과 서식처 보전을 위한 측면을 중심으로 연구를 수행하였다(나정화, 1997; 나정화, 1999; Sukopp, 1980). 이러한 기능을 중심으로 문헌 연구를 통한 평가지표 선정, 전문가 설문조사 과정을 거친 가치평가 모델 작성, 실 사례지에 평가모델의 적용단계를 연구범위로 한정하였다.

2. 연구방법

1) 문헌연구를 통한 평가지표 선정

먼저 지난 10여 년 간 국내에서 생태계 평가와 관련된 논문을 참고하여 생물종과 서식처 보전기능을 가지는 평가지표들을 추출하였고, 그 평가기준도 세분화하였다. 우선 생물종과 서식처 보전을 위한 평가를 목적으로 하는 세부평가기준은 야생 동·식물 서식공간으로서의 의미(야생 식물 서식공간으로서의 의미, 야생 동물 서식공간으로서의 의미, 야생 동·식물 공통의 서식공간으로서의 의미)와 재생·복원능력, 회귀성과 위험성, 특별한 기능 등 총 4가지로 지표들의 평가기준을 세분화하였다(나정화, 1998; 이석철, 1999). 국내 문헌연구는 조경학회지, 환경생태학회지, 한국생태학회지 등을 참고로 하였으며, 도시 비오름에 대해서 활발히 연구가 수행되고 있는 국외의 여러 문헌을 중심으로 연구를 수행하였다. 이중 특히 Schulte(1991)와 Sukopp(1993)의 연구를 중점적으로 활용하였으며 세부평가기준에 부합하는 평가지표들을 추출하여 분류하였다.

2) 전문가 설문조사

문헌연구를 통해 선정된 평가지표들의 항목별 중요도를 파악하여 평가모델 과정에서 가중치를 부여하고, 평

가지표들의 객관성과 합리성을 검증해 보기 위해 전문가 설문조사를 실시하였다. 설문조사 대상 전문가들은 각각의 근무분야에 따라 의견이 편중되지 않고 종합적인 의견을 수렴하기 위해 유의추출을 통해서 관련분야 대학교수/연구원/박사과정/석사과정 등으로 균등하게 배분하여 총 70명을 대상으로 하였다. 조사방법은 우편 조사와 실제 면담, 전화 면담 등을 통해 실시하였으며, 2000년 6월 설문을 실시하여 56부의 응답을 받았다. 이중 응답내용이 다수 누락되어 있는 5부를 제외한 51부를 SPSS for window ver. 7.5 (SPSS Inc., 2000)를 사용하여 통계분석 하였다. 전문가 설문조사 내용은 평가지표 항목들의 중요도를 측정하기 위해 5단계 리커트 척도를 사용하여 최고 5점, 최저 1점으로 점수를 부여한 뒤 각 항목이 얻은 점수를 평균하여 중요도 평균값을 계산하였다. 또한 전문가들의 자유로운 의견을 개진 할 수 있도록 개방된 형식의 설문도 추가로 실시하였다.

설문 통계분석은 우선 각각의 평가항목에 따른 가설 통계분석을 통해 평균, 최소값, 최대값 등을 분석하여 항목들간의 중요도 순위를 파악하였다. 그 순위 중에서 가장 높은 중요도 평균치에서 가장 낮은 중요도 평균치까지 균등하게 3등급으로 구분하여 I등급 즉 가장 높은 등급에 포함되는 평가지표들은 합산 매트릭스를 이용한 평가 모델화 과정에서 가중치를 부여하였다. 그리고 서로 관련한다고 예측되는 두 개의 구간·비율척도 변수들에 대해 선형적으로 얼마나 연관성이 있는지 알아보는 상관분석(correlation analysis) 결과를 통해 평가지표들의 상관관계를 파악하여 평가모델 작성에 응용하였다. 또한 많은 수의 변수들이 가지고 있는 정보를 소수 몇 개의 잠재적 요인에 의하여 설명하고자 하는 요인분석(factor analysis)을 실시하여 평가지표들간의 관계를 파악하여 평가모델 작성에서 특히 지표들간의 조합과정에 적용시켰다.

3) 사례지 적용

문헌연구를 통해서 평가지표를 선정하고 전문가 설문 조사의 분석과정을 거쳐 설정된 상기의 평가모델을 실제 사례지에 적용시켜 국내 실정에 적합한지를 검증하였다.

(1) 사례지 선정기준

본 연구의 목적에 적합한 사례지 선정을 위해서 대구광역시 모집단내에서 비오톱 유형별로 층화추출을 실시하였다. 층화추출은 확률표본추출법의 한 방법으로 모집단을 동질적인 몇 개의 집단 혹은 층으로 나눈 다음 각 층에서 어떤 규칙에 의해 표본추출 하는 방법이다. 이때 도시 비오톱 유형분류는 기존의 연구 논문을 참고로 활용하였으며, 분류된 각각의 비오톱 유형들 내에서 유의 표본추출을 하였다(이석철, 1999). 그리고 또한 각각의 비오톱 유형내에서 실 사례지를 선정할 때 현장 조사를 실시하였으며 축척 1: 28,000 대구광역시 지도와 축척 1: 5,000 지형도 그리고 도시계획총괄도를 참고하였다. 비오톱 유형에서의 유의표본추출 기준은 아래와 같다.

- ① 각각의 비오톱 유형 중에서 점유면적과 출현 빈도가 가장 높은 세부 비오톱 유형들을 선별하였다.(수성구의 비오톱 유형특징이 대구시 전체특성을 대표한다는 가정을 전제로 하였다.)
- ② 점유면적과 출현빈도가 ①에서 공통되지 않을 때는 점유면적을 우선으로 하였다.
- ③ 상업지역은 대구시의 대표적인 상업지구인 중구 동성로 일대를 지정하였다.
- ④ 대구시 전체 중에서 편중되지 않게 균등하게 분배하였다.
- ⑤ 사례지 자체의 경계가 뚜렷한 경우는 그 경계구획

을 따라서 사례지를 선정하였다.

⑥ 주거지역, 상업지역, 공업지역 등은 블록을 따라서 사례지를 구획하였다.

⑦ 경계구획이 뚜렷하지 않거나 사례지가 클 때는 평균 면적 기준을 2ha내외로 설정하였다.

⑧ 농촌지역, 삼림지역, 가장자리 지역 등은 그 유형의 특성이 뚜렷이 나타나는 부분을 선별 하여 사례지로 선정하였다.

상기의 선정기준에 따라 선정된 본 연구의 사례지는 아래의 표 1과 같다.

(2) 평가방법

이상 선정된 총 14개 사례지 각각에 문헌연구와 전문가 설문조사 분석을 통해 설정된 비오톱 평가지표 및 평가모델을 적용시켰다. 평가는 주로 연구자의 현장 조사를 통해 이루어졌으며 개체중 동정은 부분적으로 전문가의 자문을 통해 확인과정을 거쳤다. 그리고 삼림지역 비오톱 유형 내에 선정된 본 연구의 사례지인 팔공산 파계사 인근지역의 경우는 현장조사 외에 기존의 선행연구 자료를 참고하였다. 각각의 사례지에 비오톱 평가모델을 적용시켜 가치등급을 도출하였으며, 이때 등급산정 방법은 합산 매트릭스기법을 사용하였다.

이상 본 연구의 전체 수행과정은 그림 1과 같다.

표 1. 연구 사례지

비오톱 유형분류	가장 많이 출현하는 세부 비오톱 유형	본 연구의 사례지
1. 주거지역	고층 아파트(10층이상)지역 비오톱	빈물동 서현화성타운
2. 상업지역	중구 동성로 상업지역지구 비오톱	대구백화점 주변 삼가지구
3. 공터지역	텃밭 비오톱	두산오거리 인근지역
4. 공공건물 (학교용지)	초·중·고교 학교시설지역 비오톱	호명초등학교
5. 공업지역	녹지를 포함하고 있는 공업지역 비오톱	성서공단지역
6. 도로용지	녹지공간이 풍부한 도로변 비오톱	통일로 주변
7. 철도용지	녹지공간이 풍부한 철로변 비오톱	용계2 전널목 주변
8. 농촌용지	경지정리가 된 논, 밭 등이 있는 전형적인 농촌지역 비오톱	안심주공3단지 뒤편 농지
9. 공원용지	근린 공원	이현공원
10. 습지지역	습지 비오톱	강촌 안심 공사장 앞
11. 수공간	근자연형 수공간 비오톱	강촌 우빙아파트 앞
12. 삼림지역	침엽수 활엽수 혼효림 비오톱	팔공산 파계사 인근
13. 가장자리 비오톱	삼림비오톱과 농촌지역비오톱 사이에 위치하는 비오톱	지산-고신병면
14. 덩굴림 비오톱	덩굴림	안심지역

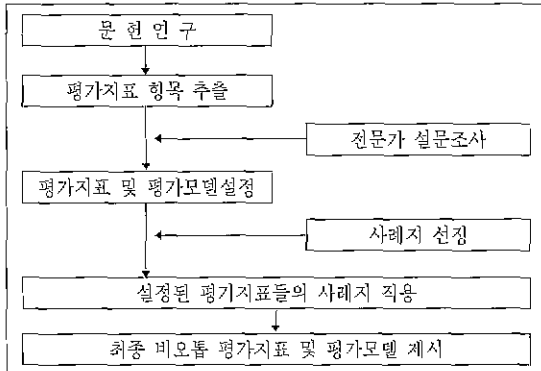


그림 1. 전체 연구수행 흐름도

III. 결과 및 고찰

문헌연구와 전문가 설문조사 분석결과를 바탕으로 평가지표 및 평가모델을 설정하였으며, 각각의 사례지에 설정된 평가지표와 평가모델을 적용시켰다. 그리고 그 결과를 바탕으로 최종 비오톱 평가 지표 및 평가모델을 작성하였다. 각 항목별 분석 결과 및 고찰은 아래와 같다.

1. 평가지표 설정

1) 문헌연구를 통한 평가지표 추출

평가지표들을 세부평가기준에 따라 4가지 평가기준 즉, 야생 동·식물 서식공간으로서의 의미, 재생·복원 능력, 회귀성과 위험성, 특별한 기능으로 분류하였다. 우선 야생 동·식물 서식공간으로서의 의미에서 세부평가기준은 야생동물 서식공간으로서의 의미, 야생식물 서식공간으로서의 의미, 야생 동·식물 공통의 서식공간으로서의 의미로 세부 구분하였다.

전체 평가항목들을 살펴보면, 층위구조, 특별한 현장 조건, 비오톱 전형종의 다양성, 천이단계, 회귀·위험에 처한 종 출현의 전제조건, 이용강도, 헤메로비 등급, 포장율, 녹피율, 경관패턴 다양성, 유기물층 깊이, 복원 능력, 재생을 어렵게 하는 현장 요소들, 고립성, 임령, 공간형성기간, 인근 유사 비오톱과의 상호거리, 회귀성·위험성, 멸종위기종의 출현, 연결·완충·재생을 위한 기능 등 총 19개의 항목들을 핵심평가지표로 추출하였다. 각각의 기준에 따른 평가지표 분류는 아래 표 2와 같다.

각각의 평가기준별 세부평가항목들을 살펴보면, 야생 동물 서식공간으로서의 의미로는 층위구조와 특별한 현장조건을 평가지표로 사용하였으며, 야생식물 서식공간으로서의 의미로는 비오톱 전형종의 다양성, Clements(1916)의 천이단계 그리고 회귀·위험에 처한 종 출현의 전제조건을 평가지표로 사용하였다. 특별한 현장조건은 현장상태의 다양한 측면들을 평가하기 위해 사용된 평가지표로서 빈약한 영양조건, 덩거나 건조한 그리고 매우 습한 독특한 현장조건, 또는 노출된 토양이 높은 비율로 나타나는 현장조건들의 출현으로서 평가하였다. 또한 천이단계는 Clements의 6단계를 적용시켰으나, 인위적인 식재가 대부분을 이루는 비오톱에서는 최송현(1995: 1996)의 연구를 참고로 인공수종과 자생수종의 관계를 등급으로 나누어서 평가하였다. 야생 동·식물 공통의 서식공간으로서의 의미로는 이용강도, Sukopp(1976)의 헤메로비 등급, Kaerkes(1986)의 포장율, 녹피율, Patton(1975)의 경관패턴 다양성, 유기물층 깊이를 평가지표로 사용하였다. 평가지표 중에서 녹피율 즉 전체 비오톱 면적 중에서 녹지가 차지하는 면적은 도시 비오톱의 평가에 영향을 미친다고 판단되므로 본 연구자가 송태갑(1998)

표 2. 생물종과 서식처 보전공간으로서의 평가지표 분류

평가지표 단계 구분		
평가기준	평가기준 세분	세부 평가지표
야생 동·식물 서식공간으로서의 의미	야생동물서식공간	층위구조, 특별한 현장조건
	야생식물서식공간	비오톱 전형종의 다양성, 천이단계, 회귀·위험에 처한 종 출현의 전제조건
재생·복원 능력	야생 동·식물 공통의 서식공간	이용강도, 헤메로비 등급, 포장율, 녹피율, 경관 패턴 다양성, 유기물층 깊이
회귀성과 위험성	-	복원능력, 고립성, 임령, 공간형성 기간, 인근 유사비오톱과의 상호거리
특별한 기능	-	회귀성·위험성, 멸종위기종의 출현
	-	연결·완충·재생을 위한 기능

표 3. 평가지표별 등급구분

평가지표	평가지표 등급구분
층위구조	I 다층 (층위구조가 3층, 즉 교목층+관목층+초본층) II 중간 (층위구조가 2층, 즉 관목층+초본층, 교목층+초본층, 교목층+관목층, 다양하게 구조화된 초본층) III 단층 (층위구조가 1층, 즉 교목층 관목층 초본층 중 어느 한 층만 출현)
특별한 현상조건	I 높거나 매우 높게 출현 II, 신별지 출현 (평균보다는 높은, 일경량의 노출된 토양을 기질) III, 출현하지 없음
미오름 전형종의 다양성 ^{a)}	출현 종의 수/ha (관목이상의 종 수를 설정) I 40종 이상 II, 31-40종 III 21-30종 IV, 11-20종 V 1-10종
천이단계 ^{b)}	I, 안정 II 상호작용 III 정지 IV 징주 이후 V 나지
최위 위원에 의한 종출현의 전제조건	I 조건이 유리한 II 조건이 유다하지 않은 (불리한)
이용정도	I 낮음 II 중간 III 높음
헤메로비 등급 ^{c)}	- 자연에 대한 인간의 간섭정도를 나타내는 등급 I, a-hemeroby, oligo-hemeroby II meso-hemeroby, β -euhereroby III, α -euhereroby IV poly-hemeroby V, meta-hemeroby
포경율	I, 0-20% II 20-40% III, 40-60% IV, 60-80% V 80-100%
녹피율	I 100-80% II 80-60% III 60-40% IV, 40-20% V 20-0%
경관패턴 다양성 ^{d)}	patton's diversity $D = p/2\sqrt{\pi A}$ p = perimeter of patch I, 높음 II 중간 III 낮음
유기물층 깊이	I, 15cm 이상 II, 15-10cm III, 10-5cm IV 5cm 미만 V, 나지

평가지표	평가지표 등급구분
계생 복원 능력	I, 150년 이상의 성립기간 II 50-150년 III 15-50년 IV, 5-15년 V 5년 이내
고립상 ^{e)}	Isolation of a patch $n = 1/n \sum d_{ij}$ n = 이웃하는 patch 수 d_{ij} = i patch의 다른 이웃하는 j patch 사이에 거리 I, 낮음 II 중간 III, 높음
임령 ^{f)}	I 41년 이상 II 40-31년 III, 30-21년 IV 20-11년 V 10-1년
공진형성 기간	I 40년 이상 - 아주 오래된 II, 25-40년 - 오래된 III 10-25년 - 보통 IV 5-10년 - 근래에 조성된 V, 5년 미만 - 아주 근래에 조성된
공진형성 기간	I 40년 이상 - 아주 오래된 II, 25-40년 - 오래된 III 10-25년 - 보통 IV, 5-10년 - 근래에 조성된 V 5년 미만 - 아주 근래에 조성된
인근 유사 비오름의 상호거리	I 250m이내 II, 250-500 도시지역 III, 500-1000 IV 1000-2000 V, 2000m I 500m 이내 II 500-1000 외곽지역 III 1000-2000 IV 2000-4000 V 4000m 이상
회귀상·위립성	I, 광역적으로 아주 희소 또는 뚜렷이 강하게 위기에 처해 있는 미오름 유형 II 광역적으로 희소 또는 강하게 위기에 처해져 있는 미오름 유형 III, 지역적으로 희소 또는 중정도의 위기에 처해져 있는 미오름 유형 IV, 자주 관찰되는 비오름 유형 또는 위기에 처해져 있는 미오름 유형 V, 보편으로 관찰되는 비오름 유형 또는 위기에 처해져 있지 않은 미오름 유형
멸종위기의 출현수	I 16종 이상 II 13-16종 III, 9-12종 IV, 1-8종 V 출현종 없음
특별한 기능	연결 계생 완충 기능 I, 높음 II 중간 III, 낮음

^{a)} Bauer(1976); ^{b)} Schlupe-mann(1988); ^{c)} Clements(1916), ^{d)} Sukopp(1976), ^{e)} Kaerkes,w(1986), Braun-blanquet(1964); ^{f)} Patton(1975), Taylor(1977), Cole(1983), ^{g)} Forman, Godron(1986); ^{h)} 임상도

의 연구를 참고로 평가지표를 추가로 설정하였다. 그리고 유기물층 깊이는 수종의 생육과 비오톱 보전에 영향을 미친다고 사료되므로 연구자가 최송현(1995: 1996)의 연구를 참고로 평가지표에 추가로 설정하였다. Patton(1975)의 식 1(patton's diversity)을 활용하여 경관패턴 다양성을 평가하였다.

$$D = \frac{p}{2\sqrt{\pi A}} \quad (\text{식 1})$$

이거시, p : perimeter of patch
A : area of patch

재생 · 복원 능력으로는 복원능력, Forman과 Godron(1986)의 독립성, 인근 유사 비오톱과의 상호거리, 임령, 공간형성기간을 평가지표로 사용하였다. 임령은 임업연구원에서 작성한 축척 1:25,000 임상도를 바탕으로 I: 41년 이상, II: 40-31년, III: 30-21년, IV: 20-11년, V: 10-1년인 5등급으로 나누어 평가하였다. 회귀성과 위험성으로는 회귀성 · 위험성과 멸종위험종의 출현을 평가지표로 사용하였다. 회귀성 · 위험성 평가지표는 도시 비오톱의 광역적 지역적인 출현경도와 위기경도로서 등급을 설정하여 평가하였다. 특별한 기능으로는 연결 · 완충 · 재생을 위한 기능을 사용하였으며 이 지표는 I: 높음, II: 중간, III: 낮음으로 등급을 나누어 가치를 평가하였다. 종과 비오톱 보전을 위한 각각의 평가지표들의 적용기법과 평가지표 등급구분은 표 3에서와 같다.

2) 전문가 설문조사

전문가 설문분석에서는 기술통계분석, 상관관계분석, 요인분석 등 3가지 분석방법을 통하여 평가지표에 관한 검증 실시하였다. 각각의 분석 결과는 다음과 같다.

(1) 기술통계분석 및 가중치 부여

① 기술통계분석

기술통계분석은 전문가 설문조사 중에서 설문에 참여한 전문가의 경력과 나이 그리고 평가지표항목들의 기술통계분석을 통해 각각의 평가지표들의 최소값과 최대값, 그리고 평균을 살펴보았다. 특히 각각의 평가지표 평균값의 결과로 평가지표 모델화 과정에서 평균값이 높은 지표들에 가중치를 적용시켰다. 기술통계분석 결과에 따르면, 경력의 평균은 7년으로 나타났고 나이의

평균은 33세로 나타났다. 각각의 평가지표 결과는 아래의 표 4와 같다. 비오톱 전형종의 다양성(B2)의 평균이 4.18로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 녹피울(B6)의 평균이 4.03으로 높게 나타났다. 이 두 지표들의 최소값은 2이며 최대값은 5로 나타났다. 그 뒤를 이어 층위구조(B1)와 헤메로비 등급(B10)이 평균 3.96으로 나타났으며 경관패턴 다양성(B8)이 평균 3.89로 나타났다.

표 4 평가지표들의 기술통계 분석

지 표 ¹	통계량	최소값	최대값	평 균
B1	51	1	5	3.96
B2	51	2	5	4.18
B3	51	1	5	3.79
B4	51	1	5	3.82
B5	51	1	5	3.55
B6	51	2	5	4.03
B7	51	1	5	3.85
B8	51	2	5	3.89
B9	51	1	5	3.59
B10	51	2	5	3.96
B11	51	1	5	3.31
B12	51	1	5	3.83
B13	51	1	5	3.66
B14	51	1	5	3.86

B1 층위구조, B2 비오톱 전형종의 다양성;
B3 천이단계; B4 포장율, B5: 이용강도;
B6 녹피울; B7 자연성; B8 경관 패턴 다양성;
B9. 인근 유사비오톱 간의 상호거리; B10: 헤메로비 등급;
B11: 독립성, B12: 회귀 및 멸종 위험에 처한 종의 출현유무;
B13 특별한 현장조건, B14 복원 능력정도

이러한 결과를 바탕으로 전문가들이 생물종과 서식처 보전을 위한 가치평가지표로서 비오톱 전형종의 다양성을 가장 중시하고 다음으로 녹피울 그리고 층위구조 헤메로비 등급을 중시한다는 것을 알 수 있다. 그리고 비오톱 전형종의 다양성과 녹피울은 보전을 위한 가장 기본적인 보편적인 평가지표항목이기 때문에 이러한 결과가 도출되었다고 사료된다. 또한 비오톱 전형종의 다양성과 헤메로비 등급이 중요한 평가지표로 여겨지는 것은 나정화(1998)의 견해에서도 알 수 있고, 녹피울이 평가지표항목으로서 중요하게 나타나는 것은 박원규(1998)의 연구에서도 같은 견해를 나타냈음을 알 수 있다.

② 가중치 부여

각각의 평가지표 항목의 중요도 평균을 순위에 따라 배열하여 가장 높은 중요도 평균치인 4.18에서 가장 낮은 중요도 평균치인 3.31까지 균등하게 3등급으로 구분하였다. 그 중에서 I 등급 즉 중요도 평균이 4.18에서 3.89까지의 범위에 포함되는 평가지표에 가중치를 부여하였다. I 등급에 포함되는 평가지표로는 비오름 전형종의 다양성(B2)-4.18, 녹피울(B6)-4.03, 층위구조(B1)-3.96, 헤메로비 등급(B10)-3.96 그리고 경관패턴 다양성(B8)-3.89으로 나타났다. 따라서 생물종과 서식처 보전을 위한 평가지표에서는 비오름 전형종의 다양성, 녹피울, 층위구조, 헤메로비 등급 그리고 경관패턴 다양성 평가지표에 가중치를 부여하였다.

(2) 상관분석

평가지표 항목들간에 상호관계정도를 파악하기 위해서 상관분석을 실시하였다. 이 결과를 토대로 평가모델 과정에서 각각의 평가지표들의 조합을 응용하였다. 평가지표 항목 상호관계의 강도를 나타내 주는 것이 상관계수이며, 피어슨 상관계수를 이용하여 분석하였다. 분석결과는 다음의 Table 5와 같다.

상관관계분석결과 95%유의수준에서 층위구조(B1)와 비오름 전형종의 다양성(B2)의 상관계수가 .620으로 가장 높고, 비오름 전형종의 다양성(B2)과 포장울

(B4)의 상관계수가 .606으로 두 번째로 높고, 비오름 전형종의 다양성(B2)과 천이단계(B3)의 상관계수가 .588로 나타났으며, 층위구조(B1)와 천이단계(B3)의 상관계수가 .577로 나타났다. 이는 층위구조가 다양할수록 종이 풍부하게 나타날 가능성이 높기 때문에 층위구조와 전형종의 다양성의 상관관계가 높게 나타났다고 여겨진다. 그리고 포장울의 가치등급이 높을수록 즉 녹피울이 높을수록 종이 풍부하게 나타날 확률이 높기 때문에 비오름 전형종의 다양성과 녹피울의 상관관계가 또한 높게 나타났다고 사료된다.

(3) 요인분석

요인분석 결과를 바탕으로 요인과 평가항목과의 관계를 확인하여 평가모델 과정에서 각각의 평가지표들의 조합에 응용시키고자 요인분석을 실시하였다. 요인의 수는 7개로 설정하였으며 요인추출 방법은 주성분 분석을 사용하였고 요인간의 회전은 varmax 회전을 실시하였다.

표 6. 회전된 성분행렬에 따른 요인분석 결과

	성분						
	요인1	요인2	요인3	요인4	요인5	요인6	요인7
B4	.688	.255	.169	.441	-.238	.066	-.051
B5	.823	.211	.159	-.003	.086	.241	.164
B10	.718	.223	.030	.269	.326	-.082	.110
B1	.322	.706	.312	.074	.181	-.203	.145
B2	.563	.692	-.045	.071	.084	.076	.183
B3	.173	.611	.107	.363	.222	.180	.060
B12	.237	.014	.740	.312	.053	.223	.115
B13	-.073	.173	.907	-.175	.108	.142	.012
B6	.120	.139	-.080	.928	.016	.149	.018
B14	.096	.302	.394	.602	.182	-.281	.224
B9	.071	.264	.120	.079	.847	.314	.043
B11	.343	.159	.443	.428	.512	-.234	.153
B7	.161	.035	.288	.080	.231	.796	.120
B8	.153	.159	.093	.078	.029	.095	.953

Table 5. The results of Pearson's correlation analysis among evaluation indices

	B1	B10	B11	B12	B13	B14	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
B1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B10	.570**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B11	.328	.186*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B12	.333	.295	.271	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B13	.191	.110	.452**	.352	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B14	.474**	.336	.428*	.465*	.101	-	-	-	-	-	-	-	-
B2	.620**	.506**	.178	.280	-.054	.388*	-	-	-	-	-	-	-
B3	.577**	.481*	.339	.358	.028	.440*	.588**	-	-	-	-	-	-
B4	.422*	.476*	.241	.370	-.066	.422*	.606*	.502**	-	-	-	-	-
B5	.205	.504**	.409*	.221	.318	.006	.393*	.349	.395*	-	-	-	-
B6	.273	.424*	.253	.353	-.197	.535**	.283	.452*	.419*	-.087	-	-	-
B7	.192	.209	.155	.378*	.184	.138	.221	.335	.277	.234	.260	-	-
B8	.238	.324	.408*	.212	.203	.245	.288	.326	.151	.396*	.205	.236	-
B9	.143	.269	.553**	.124	.403**	.155	.188	.211	-.141	.325	.065	.243	.218

** : significant at 1% using 2-tailed test
 * : significant at 5% using 2-tailed test

요인간 varmax 회전을 통해서 11번 요인회전이 수렴된 결과, 요인 1은 포장울, 이용강도, 헤메로비 등급의 3개 평가지표 항목으로 나타났으며, 요인 2는 층위구조, 비오름 전형종의 다양성, 천이단계 3개 평가지표 항목으로 나타났고, 요인 3은 회귀 및 멸종 위험에 처한 종의 출현유무, 특별한 현장조건 평가지표 항목으로 나타났다. 요인 4는 녹피울, 복원 능력정도 평가지표 항

목으로 나타났으며, 요인 5는 인근 유사 비오톱간의 상호거리, 고립성 평가지표 항목으로 나타났고, 요인 6은 자연성 그리고 요인 7은 경관패턴 다양성으로 나타났다. 요인분석 결과는 표 6과 같다. 요인 1의 항목들 중에서

는 포장율과 이용강도가 서로 상관이 있다는 것을 알 수 있다. 그리고 요인 2의 항목들 중에서는 비오톱 전형종의 다양성과 천이단계가 서로 상관이 있다는 것을 알 수 있다.

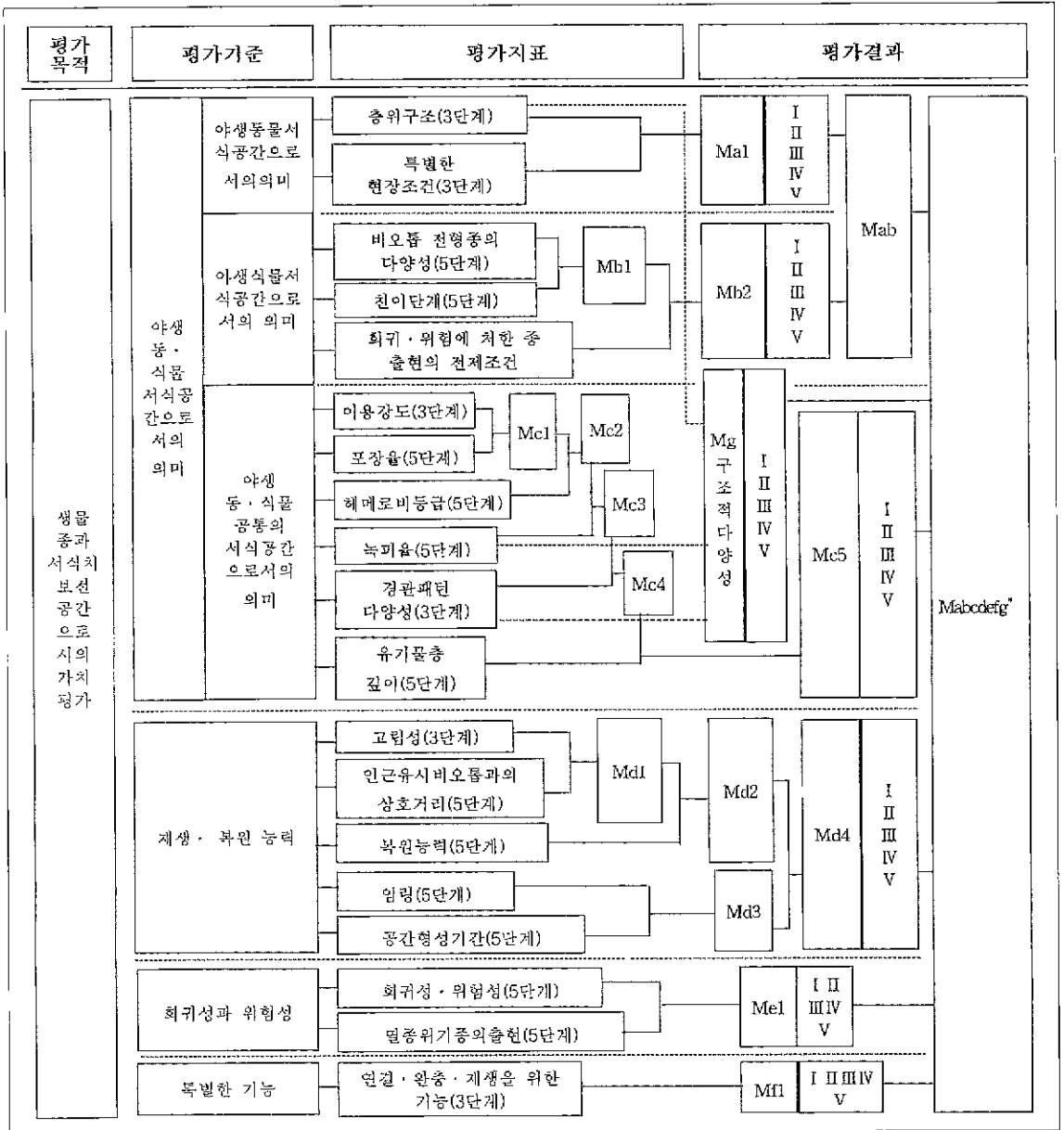


그림 2. 생물종과 서식처 보전을 위한 평가모델

· M: 합산 매트릭스를 사용하였다는 의미에서 약어표기

a: 야생동물 서식공간으로서의 의미; b: 야생식물 서식공간으로서의 의미; c: 야생동물·식물 공통의 서식공간으로서의 의미;

d: 재생·복원능력; e: 회귀성과 위협성; f: 특별한 기능; g: 구조적 다양성

3) 평가지표 및 평가모델 설정

문헌연구와 전문가 설문조사 분석과정을 거쳐서 도시 바이오톱의 가치를 평가하는 평가지표와 평가모델을 설정하였다. 생물종과 서식처보전을 위한 측면에서 도시 바이오톱의 가치를 평가하는 평가지표로 총 19개의 평가지표를 선정하였다. 그리고 이러한 평가지표들의 가치를 합산하는 과정에서 전문가 설문 분석결과 높은 평균을

나타낸 지표들에 가중치를 부여하여 평가모델을 작성하였으며 평가 모델은 그림 2와 같다. 그림 2에서는 합산 매트릭스를 사용하여 평가모델을 작성하였으므로 매트릭스의 M을 표기하였고 세부 평가기준별로 a에서 g로 표기하였으며 세부 평가기준 내에서 순서별로 1에서 5로 표기하였다.

평가모델 과정에서 Mal(야생동물 서식공간으로서의

표 7. 평가지표별 합산 매트릭스

평가기준	각 항목별 매트릭스																									
야생동물 서식공간으로서의 의미	<table border="1"> <tr><td>Mal</td><td>총위생도</td></tr> <tr><td>1</td><td>1 2 3</td></tr> <tr><td>2</td><td>1 2 3 4</td></tr> <tr><td>3</td><td>1 2 3 4 5</td></tr> </table>	Mal	총위생도	1	1 2 3	2	1 2 3 4	3	1 2 3 4 5	<table border="1"> <tr><td>Ma5</td><td>Mal</td></tr> <tr><td>1</td><td>1 2 2 3 4 5</td></tr> <tr><td>2</td><td>1 2 2 3 3 3</td></tr> <tr><td>3</td><td>2 2 2 1 4 4</td></tr> <tr><td>4</td><td>2 1 7 4 4 4</td></tr> <tr><td>5</td><td>3 3 4 4 4 5</td></tr> </table>	Ma5	Mal	1	1 2 2 3 4 5	2	1 2 2 3 3 3	3	2 2 2 1 4 4	4	2 1 7 4 4 4	5	3 3 4 4 4 5				
	Mal	총위생도																								
	1	1 2 3																								
	2	1 2 3 4																								
	3	1 2 3 4 5																								
	Ma5	Mal																								
	1	1 2 2 3 4 5																								
	2	1 2 2 3 3 3																								
	3	2 2 2 1 4 4																								
	4	2 1 7 4 4 4																								
5	3 3 4 4 4 5																									
야생식물 서식공간으로서의 의미	<table border="1"> <tr><td>Mb1</td><td>진행상태, 다양성</td></tr> <tr><td>1</td><td>1 2 3 4 5</td></tr> <tr><td>2</td><td>1 2 3 4 5</td></tr> <tr><td>3</td><td>1 2 3 4 5</td></tr> <tr><td>4</td><td>1 2 3 4 5</td></tr> <tr><td>5</td><td>1 2 3 4 5</td></tr> </table>	Mb1	진행상태, 다양성	1	1 2 3 4 5	2	1 2 3 4 5	3	1 2 3 4 5	4	1 2 3 4 5	5	1 2 3 4 5	<table border="1"> <tr><td>Mb2</td><td>Mal</td></tr> <tr><td>1</td><td>1 2 2 3 4 5</td></tr> <tr><td>2</td><td>1 2 2 3 3 3</td></tr> <tr><td>3</td><td>2 2 2 1 4 4</td></tr> <tr><td>4</td><td>2 1 7 4 4 4</td></tr> <tr><td>5</td><td>3 3 4 4 4 5</td></tr> </table>	Mb2	Mal	1	1 2 2 3 4 5	2	1 2 2 3 3 3	3	2 2 2 1 4 4	4	2 1 7 4 4 4	5	3 3 4 4 4 5
	Mb1	진행상태, 다양성																								
	1	1 2 3 4 5																								
	2	1 2 3 4 5																								
	3	1 2 3 4 5																								
	4	1 2 3 4 5																								
	5	1 2 3 4 5																								
	Mb2	Mal																								
	1	1 2 2 3 4 5																								
	2	1 2 2 3 3 3																								
3	2 2 2 1 4 4																									
4	2 1 7 4 4 4																									
5	3 3 4 4 4 5																									
야생 동·식물 서식 공간으로서의 의미	<table border="1"> <tr><td>Me1</td><td>이용강도</td></tr> <tr><td>1</td><td>1 2 3</td></tr> <tr><td>2</td><td>1 2 3 4</td></tr> <tr><td>3</td><td>1 2 3 4</td></tr> <tr><td>4</td><td>1 2 3 4 5</td></tr> <tr><td>5</td><td>1 2 3 4 5</td></tr> </table>	Me1	이용강도	1	1 2 3	2	1 2 3 4	3	1 2 3 4	4	1 2 3 4 5	5	1 2 3 4 5	<table border="1"> <tr><td>Me5</td><td>Me4</td></tr> <tr><td>1</td><td>1 1 2 2 3 3</td></tr> <tr><td>2</td><td>1 2 2 3 3 3</td></tr> <tr><td>3</td><td>2 2 3 3 4 4</td></tr> <tr><td>4</td><td>2 3 4 4 4 4</td></tr> <tr><td>5</td><td>3 4 4 4 4 5</td></tr> </table>	Me5	Me4	1	1 1 2 2 3 3	2	1 2 2 3 3 3	3	2 2 3 3 4 4	4	2 3 4 4 4 4	5	3 4 4 4 4 5
	Me1	이용강도																								
	1	1 2 3																								
	2	1 2 3 4																								
	3	1 2 3 4																								
	4	1 2 3 4 5																								
	5	1 2 3 4 5																								
	Me5	Me4																								
	1	1 1 2 2 3 3																								
	2	1 2 2 3 3 3																								
3	2 2 3 3 4 4																									
4	2 3 4 4 4 4																									
5	3 4 4 4 4 5																									
야생 동·식물서식 공간으로서의 의미	<table border="1"> <tr><td>Mk1</td><td>생태적외부 환경</td></tr> <tr><td>1</td><td>1 2 3 4 5</td></tr> <tr><td>2</td><td>1 2 3 4 5</td></tr> <tr><td>3</td><td>1 2 3 4 5</td></tr> <tr><td>4</td><td>1 2 3 4 5</td></tr> <tr><td>5</td><td>1 2 3 4 5</td></tr> </table>	Mk1	생태적외부 환경	1	1 2 3 4 5	2	1 2 3 4 5	3	1 2 3 4 5	4	1 2 3 4 5	5	1 2 3 4 5	<table border="1"> <tr><td>Mk5</td><td>Me4</td></tr> <tr><td>1</td><td>1 1 2 2 3 3</td></tr> <tr><td>2</td><td>1 2 2 3 3 3</td></tr> <tr><td>3</td><td>2 2 3 3 4 4</td></tr> <tr><td>4</td><td>2 3 4 4 4 4</td></tr> <tr><td>5</td><td>3 4 4 4 4 5</td></tr> </table>	Mk5	Me4	1	1 1 2 2 3 3	2	1 2 2 3 3 3	3	2 2 3 3 4 4	4	2 3 4 4 4 4	5	3 4 4 4 4 5
	Mk1	생태적외부 환경																								
	1	1 2 3 4 5																								
	2	1 2 3 4 5																								
	3	1 2 3 4 5																								
	4	1 2 3 4 5																								
	5	1 2 3 4 5																								
	Mk5	Me4																								
	1	1 1 2 2 3 3																								
	2	1 2 2 3 3 3																								
3	2 2 3 3 4 4																									
4	2 3 4 4 4 4																									
5	3 4 4 4 4 5																									
재생·복원 능력	<table border="1"> <tr><td>Md1</td><td>인근유사비율(가이 상모의)</td></tr> <tr><td>1</td><td>1 2 1 4 5</td></tr> <tr><td>2</td><td>1 2 1 4 5</td></tr> <tr><td>3</td><td>1 2 1 4 5</td></tr> <tr><td>4</td><td>1 2 1 4 5</td></tr> <tr><td>5</td><td>1 2 1 4 5</td></tr> </table>	Md1	인근유사비율(가이 상모의)	1	1 2 1 4 5	2	1 2 1 4 5	3	1 2 1 4 5	4	1 2 1 4 5	5	1 2 1 4 5	<table border="1"> <tr><td>Md5</td><td>Md4</td></tr> <tr><td>1</td><td>1 1 2 2 3 3</td></tr> <tr><td>2</td><td>1 2 2 3 3 3</td></tr> <tr><td>3</td><td>2 2 3 3 4 4</td></tr> <tr><td>4</td><td>2 3 4 4 4 4</td></tr> <tr><td>5</td><td>3 4 4 4 4 5</td></tr> </table>	Md5	Md4	1	1 1 2 2 3 3	2	1 2 2 3 3 3	3	2 2 3 3 4 4	4	2 3 4 4 4 4	5	3 4 4 4 4 5
	Md1	인근유사비율(가이 상모의)																								
	1	1 2 1 4 5																								
	2	1 2 1 4 5																								
	3	1 2 1 4 5																								
	4	1 2 1 4 5																								
	5	1 2 1 4 5																								
	Md5	Md4																								
	1	1 1 2 2 3 3																								
	2	1 2 2 3 3 3																								
3	2 2 3 3 4 4																									
4	2 3 4 4 4 4																									
5	3 4 4 4 4 5																									
회귀성과 위험성	<table border="1"> <tr><td>Md1</td><td>회귀성·위험성</td></tr> <tr><td>1</td><td>1 2 3 4 5</td></tr> <tr><td>2</td><td>1 2 3 4 5</td></tr> <tr><td>3</td><td>1 2 3 4 5</td></tr> <tr><td>4</td><td>1 2 3 4 5</td></tr> <tr><td>5</td><td>1 2 3 4 5</td></tr> </table>	Md1	회귀성·위험성	1	1 2 3 4 5	2	1 2 3 4 5	3	1 2 3 4 5	4	1 2 3 4 5	5	1 2 3 4 5	<table border="1"> <tr><td>Md5</td><td>Md4</td></tr> <tr><td>1</td><td>1 1 2 2 3 3</td></tr> <tr><td>2</td><td>1 2 2 3 3 3</td></tr> <tr><td>3</td><td>2 2 3 3 4 4</td></tr> <tr><td>4</td><td>2 3 4 4 4 4</td></tr> <tr><td>5</td><td>3 4 4 4 4 5</td></tr> </table>	Md5	Md4	1	1 1 2 2 3 3	2	1 2 2 3 3 3	3	2 2 3 3 4 4	4	2 3 4 4 4 4	5	3 4 4 4 4 5
	Md1	회귀성·위험성																								
	1	1 2 3 4 5																								
	2	1 2 3 4 5																								
	3	1 2 3 4 5																								
	4	1 2 3 4 5																								
	5	1 2 3 4 5																								
	Md5	Md4																								
	1	1 1 2 2 3 3																								
	2	1 2 2 3 3 3																								
3	2 2 3 3 4 4																									
4	2 3 4 4 4 4																									
5	3 4 4 4 4 5																									
특별한 기능	<table border="1"> <tr><td>Md1</td><td>Md5</td></tr> <tr><td>1</td><td>1 2 3 4 5</td></tr> <tr><td>2</td><td>1 2 3 4 5</td></tr> <tr><td>3</td><td>1 2 3 4 5</td></tr> <tr><td>4</td><td>1 2 3 4 5</td></tr> <tr><td>5</td><td>1 2 3 4 5</td></tr> </table>	Md1	Md5	1	1 2 3 4 5	2	1 2 3 4 5	3	1 2 3 4 5	4	1 2 3 4 5	5	1 2 3 4 5	<table border="1"> <tr><td>Md5</td><td>Md4</td></tr> <tr><td>1</td><td>1 1 2 2 3 3</td></tr> <tr><td>2</td><td>1 2 2 3 3 3</td></tr> <tr><td>3</td><td>2 2 3 3 4 4</td></tr> <tr><td>4</td><td>2 3 4 4 4 4</td></tr> <tr><td>5</td><td>3 4 4 4 4 5</td></tr> </table>	Md5	Md4	1	1 1 2 2 3 3	2	1 2 2 3 3 3	3	2 2 3 3 4 4	4	2 3 4 4 4 4	5	3 4 4 4 4 5
	Md1	Md5																								
	1	1 2 3 4 5																								
	2	1 2 3 4 5																								
	3	1 2 3 4 5																								
	4	1 2 3 4 5																								
	5	1 2 3 4 5																								
	Md5	Md4																								
	1	1 1 2 2 3 3																								
	2	1 2 2 3 3 3																								
3	2 2 3 3 4 4																									
4	2 3 4 4 4 4																									
5	3 4 4 4 4 5																									
구조적 다양성	<table border="1"> <tr><td>Mg1</td><td>총위생도</td></tr> <tr><td>1</td><td>1 2 3</td></tr> <tr><td>2</td><td>1 2 3 4</td></tr> <tr><td>3</td><td>1 2 3 4 5</td></tr> <tr><td>4</td><td>1 2 3 4 5</td></tr> <tr><td>5</td><td>1 2 3 4 5</td></tr> </table>	Mg1	총위생도	1	1 2 3	2	1 2 3 4	3	1 2 3 4 5	4	1 2 3 4 5	5	1 2 3 4 5	<table border="1"> <tr><td>Mg5</td><td>Md4</td></tr> <tr><td>1</td><td>1 1 2 2 3 3</td></tr> <tr><td>2</td><td>1 2 2 3 3 3</td></tr> <tr><td>3</td><td>2 2 3 3 4 4</td></tr> <tr><td>4</td><td>2 3 4 4 4 4</td></tr> <tr><td>5</td><td>3 4 4 4 4 5</td></tr> </table>	Mg5	Md4	1	1 1 2 2 3 3	2	1 2 2 3 3 3	3	2 2 3 3 4 4	4	2 3 4 4 4 4	5	3 4 4 4 4 5
	Mg1	총위생도																								
	1	1 2 3																								
	2	1 2 3 4																								
	3	1 2 3 4 5																								
	4	1 2 3 4 5																								
	5	1 2 3 4 5																								
	Mg5	Md4																								
	1	1 1 2 2 3 3																								
	2	1 2 2 3 3 3																								
3	2 2 3 3 4 4																									
4	2 3 4 4 4 4																									
5	3 4 4 4 4 5																									

의미에서 층위구조와 특별한 현장조건 매트릭스)에서는 층위구조에, Mb1(야생식물 서식공간으로서의 의미에서 비오톱 전형종의 다양성과 천이단계 매트릭스)에서는 비오톱 전형종의 다양성에, Mc2(야생동·식물 공통의 서식공간으로서의 의미에서 헤메로비 등급과 Mc1 매트릭스)에서는 헤메로비 등급에 가중치를 부여하였다. 그리

고 Mc3(야생동·식물 공통의 서식공간으로서의 의미에서 녹피울과 Mc2 매트릭스)에서는 녹피울에, Mc4(야생동·식물 공통의 서식공간으로서의 의미에서 경관패턴 다양성과 Mc3 매트릭스)에서는 경관패턴 다양성에 가중치를 부여하였다. 평가모델 수행과정에서 각각의 가치 등급의 합산은 합산 매트릭스를 사용하였다(표 7 참조).

표 8 생물종과 서식처 보전을 위한 평가결과

사계자 항목 ^a	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	II	III	III	II	II	II	I	III	II	I	II	I	II	I
2	III	III	II	II	III	III	II	II	II	II	II	I	II	III
3	IV	V	V	III	IV	IV	II	V	III	II	III	I	III	III
4	I	V	V	II	III	IV	III	V	I	I	I	I	I	III
5	II	V	IV	III	IV	IV	I	IV	II	I	I	I	II	III
6	I	V	V	II	III	IV	II	V	I	I	I	I	I	III
7	II	II	I	II	II	II	I	II	I	I	I	I	I	I
8	I	V	II	II	III	IV	I	V	I	J	I	I	I	II
9	II	V	III	II	III	IV	I	V	II	J	II	I	II	II
10	II	III	I	III	III	III	I	II	II	J	II	I	II	I
11	V	V	II	IV	IV	IV	I	II	III	J	I	I	II	II
12	IV	V	I	V	V	V	I	III	III	J	II	I	III	I
13	V	V	I	V	V	V	I	I	IV	I	I	I	I	I
14	II	III	I	II	II	III	III	I	I	I	II	I	II	I
15	IV	V	I	IV	IV	V	III	I	II	I	II	I	II	I
16	V	V	I	V	V	V	I	I	IV	I	I	I	I	I
17	III	V	I	III	III	IV	I	I	II	I	I	I	I	I
18	IV	V	I	IV	IV	V	I	I	III	I	I	I	I	I
19	IV	V	I	IV	IV	V	II	I	II	I	I	I	I	I
20	IV	V	I	IV	IV	V	I	II	II	I	I	I	II	I
21	III	V	II	III	III	IV	I	III	J	I	I	I	II	J
22	IV	V	III	IV	IV	IV	II	III	III	I	J	I	III	III
23	II	II	II	I	II	I	I	I	I	III	III	I	I	I
24	III	IV	III	II	III	II	I	II	II	III	III	I	II	II
25	I	II	I	I	I	I	I	I	III	I	I	I	I	III
26	II	III	II	I	II	I	I	I	II	II	II	I	I	II
27	*	*	IV	*	*	*	*	*	*	*	*	III	III	*
28	III	V	III	III	IV	III	I	I	II	I	I	I	I	I
29	III	V	III	III	IV	III	I	I	II	I	I	II	II	I
30	II	IV	II	II	III	II	I	I	II	I	I	I	I	I
31	V	V	I	V	V	V	I	III	II	I	I	I	I	III
32	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V
33	V	V	III	V	V	V	III	IV	III	III	III	III	III	IV
34	III	IV	II	III	IV	III	II	II	II	II	II	II	II	II
35	III	V	I	III	V	III	I	I	I	I	I	I	I	I
36	III	IV	I	III	IV	III	I	I	I	I	I	I	I	I
37	II	V	III	III	III	IV	IV	III	II	I	III	I	III	I
38	III	V	II	IV	IV	IV	II	II	III	I	II	I	II	I
39	III	IV	I	III	IV	III	I	I	II	I	I	I	I	I
40	III	IV	I	III	III	III	I	II	II	I	I	I	I	I

^a A: 벌꿀등 서원회성타운, B 대구백화점 주변상가, C 두산오거리 인근지역, D 효명 초등학교, E 성서공단 내 한국산업인력관리공단, F. 동일로 주변, G 용계2 건물복 주변 철로, H 인심주공 3단지 뒤편 농지, I: 이현공원, J 김춘 연심 공사장 앞 습지지역, K: 김춘우-방아파트 앞 근자연형 하천, L. 광곡산 파격사 인근 삼림지역, M. 지선-고신(대안골 지역)가장자리지역, N. 안심중학교 실거리 인근 당갈림 지역
^b 1. 층위구조(3단계), 2. 특별한 현장조건(3단계): 3 (1)+(2)=Ma1(5단계), 4. 비오톱 전형종의 다양성(5단계); 5. 천이단계(5단계): 6 (4)+(5)=Mb1(5단계), 7. 희귀·위협에 처한 종 출현의 절대조건, 8 (6)+(7)=Mb2단계(5단계), 9 (3)+(8)=Mab(5단계), 10 이용강도(3단계-5단계), 11. 포장율(5단계): 12 (10)+(11)=Mc1(5단계) 13 헤메로비등급(5단계), 14 (12)+(13)=Mc2(5단계); 15 녹피울(5단계), 16 (14)+(15)=Mc3(5단계); 17 경관패턴 다양성(3단계-5단계): 18 (16)+(17)=Mc4(5단계) 19. 유기물층 깊이(5단계), 20 (18)+(19)=Mc5(5단계); 21 (9)+(20)=Mabc 22. 고령성(3단계-5단계), 23 인근 유사비오톱과의 상호거리(5단계) 24 (22)+(23)=Md1(5단계), 25 복원능력(5단계); 26 (24)+(25)=Mc2(5단계); 27. 밀령(5단계), 28 공간형성기간(5단계), 29 (27)+(28)=Md3 30 (26)+(29)=Md4, 31 희귀성·위협성(3단계-5단계); 32. 토층 위기종의 출현(5단계) 33 (31)+(32)=Me1 34. (30)+(33)=Mde, 35 연결·완충·재생용 위한 기능(3단계)=Mf1(5단계); 36 (34)+(35)=Mdef, 37: (1)+(14)=Mg1 38 (37)+(16)=Mg2, 39 (36)+(38)=Mdefg; 40 (21)+(39)=Mabcde

2. 사례지 적응

생물종과 서식처 보전을 위한 비오톱 평가모델을 실 사례지에 적용시킨 결과 각각의 사례지 별로 평가지표들의 가치등급과 총 가치등급을 도출하였다. 사례지별 가치평가등급 결과는 표 8과 같다. 가치등급이 가장 높은 I등급으로 나타난 사례지는 두산오거리 인근지역, 용계2 전널목 주변 철로, 강촌안심 공사장 앞 습지지역, 강촌 우방아파트 앞 근자연형 하천, 팔공산 파계사 인근 삼림지역, 지산-고산(대밭골 지역) 가장자리 지역, 안심중학교 삼거리지역으로 나타났다. 그리고 가치등급이 가장 낮은 IV등급으로 나타난 사례지는 대구백화점 주변상가 지역으로 나타났다.

가치등급 결과를 분석해 보면, 우선 평가지표 천이단계는 상업공간처럼 인위적이며 녹지가 거의 없는 곳을 평가하기에는 어려움이 있다고 사료되며, 평가지표 재생복원능력은 그 지표를 명확히 측정할 만한 하천이나 습지 등과 같이 그 공간의 형성기간이 뚜렷하지 않은 경우는 공간형성기간의 객관적인 자료가 현재 국내에는 부족하므로 정확히 평가하기에는 많은 어려움을 내포하고 있는 것으로 사료된다. 또한 평가지표 임령은 임상도에 나타난 임령으로 측정 할 수 있으나, 임상도에 임령이 조사되지 않은 지역도 많으므로 연구 사례지 중 실제로 임상도에 임령이 조사되어 있는 곳은 두산오거리 인근지역과 팔공산 파계사 인근 삼림지역 그리고 지산-고산방면 가장자리지역 등 세 지역에 불과하였다. 이로 인해 임령의 평가를 생략한 사례지들도 다수 나타났다. 평가지표 공간형성기간은 각 사례지가 특정공간으로 형성된 경우는 공간형성기간이 뚜렷하므로 측정하기가 유리하지만, 근자연형 하천이나 습지 등과 같이 그 공간의 형성기간이 뚜렷하지 않은 경우는 공간형성기간의 객관적인 자료제시가 부족하다고 사료된다. 그리고 평가지표 멸종위기종의 출현수는 실제 사례지의 평가에 있어서 식물종들의 정밀조사 부족으로 인해 이번 연구에서는 모든 사례지들에 멸종위기종의 출현 가치를 V등급으로 임의로 지정하였다.

IV. 결론

본 연구는 생물종과 서식처 보전의 측면에서 도시 비오톱의 가치를 평가하기 위한 평가지표 및 평가모델 설정에 가장 큰 목적을 두었다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 문헌연구를 통한 생물종과 서식처 보전을 위한 평가목적에 따른 세부 평가지표는 층위구조, 특별한 현장조건, 비오톱 전형종의 다양성, 천이단계, 회귀 위험에 처한 종 출현의 전제조건, 이용강도, 헤메로비 등급, 포장율, 녹피율, 경관패턴다양성, 유기물층 깊이, 재생 복원 능력, 고립성, 임령, 공간형성기간, 인근 유사 비오톱과 상호거리, 회귀성·위험성, 멸종위기종의 출현수, 특별한 기능(연결·완충·재생) 등 총 19개를 선정하였다.

2. 전문가 설문조사 분석결과, 평가지표들 중에서 중요도가 높게 나타난 지표로는 비오톱 전형종의 다양성과 녹피율, 층위구조, 헤메로비 등급, 경관패턴 다양성으로 나타났다. 이러한 지표들은 가치 평가 모델화 과정에서 가중치를 부여하였다.

3. 상관분석결과로는 층위구조(B1)와 비오톱 전형종의 다양성(B2)의 상관계수가 .620으로 가장 높고, 비오톱 전형종의 다양성(B2)과 포장율(B4)의 상관계수가 .606으로 두 번째로 높고, 비오톱 전형종의 다양성(B2)과 천이단계(B3)의 상관계수가 .588로 나타났다.

4. 요인분석결과로는 요인 1은 포장율, 이용강도, 헤메로비 등급 등의 3개 항목으로 나타났고, 요인 2는 층위구조, 비오톱 전형종의 다양성, 천이단계 등의 3개 항목으로 나타났으며, 요인 3은 회귀 및 멸종위험에 처한 종의 출현유무, 특별한 현장조건 항목으로 나타났다. 요인 4는 녹피율, 복원능력정도 항목으로 나타났고, 요인 5는 인근 유사 비오톱 간의 상호거리, 고립성의 항목으로 나타났으며 요인 6은 자연성, 요인 7은 경관패턴 다양성 항목으로 나타났다.

5. 각각의 사례지에 평가지표와 평가모델을 적용시킨 결과, 사례지별 최종가치등급을 살펴보면, 범물동 서한화성타운 고층아파트 주거지역은 III등급, 대구백화점 주변 상업지역은 IV등급, 두산오거리 인근 공터지역은 I등급이고, 효명초등학교는 III등급, 성서공단지역 내 산업인력관리공단은 III등급, 통일로 주변은 III등급이

며, 용계2 건널목 주변은 I등급, 안심주공3단지 뒤편 농지는 II등급, 이현공원은 II등급, 강촌안심 공사장 앞 습지는 I등급, 강촌 우방아파트 앞 근자연형 수공간은 I등급, 팔공산 파계사 인근 삼림지역은 I등급, 지산-고산 방면 가장자리 지역은 I등급, 안심중학교 맞은편 덩굴림 지역은 I등급으로 나타났다.

문헌연구를 통해 선정된 평가지표들을 전문가 설문조사 과정을 거쳐 타당성을 검증하고 이를 토대로 평가모델을 수립하였다. 그러나 수립된 평가지표들 가운데 특히 재생·복원능력이나 멸종위기종의 출현수 등의 평가지표는 아직 국내 기초자료의 부족으로 도시 비오톱의 가치를 평가하는데 어려움이 있다는 점을 고려해 볼 때, 평가지표들의 선별적 적용이 필요할 것으로 사료된다.

인용문헌

- 김귀곤(1993) 생태도시 계획론: 에코폴리스 계획의 이론과 실제 대한교과서 주식회사.
- 김귀곤(1997) Biotop와 전국그린네트워크 구축방안모색 환경과 조경(105) 72-77
- 나경화(1997) 도시 소생물권 도면화 작업(UBM)과 그 정보시스템(BIS)구축 방법에 관한 연구(I) -도시 소생물권(Biotop)의 개념 분석을 중심으로- 한국정원학회 15(2): 133-145.
- 나경화, 박인환(1998) 도시지역 생태복원 계획의 핵심도대로서 도시 소생물권 도면화 작업과 정보 시스템 구축 방법론 개발에 관한 연구
- 나경화(1998) 도시지역 생태복원능력의 핵심도대로서 도시 비오톱 도면화 작업과 그 정보시스템 구축 방법론 개발에 관한 연구 한국조경학회지 26(2): 119.
- 나경화(1999) 도시 비오톱의 유형분류 및 분석에 관한 연구 한국환경생태학회지 13(2): 130-139.
- 나경화(2000) 대도시의 비오톱 구조분석-자연체험 및 휴양의 관점에서- 한국조경학회지 28(3) 73-87
- 박원규(1998) 주거단지의 환경지속성 평가지표 개발을 위한 중요 평가항목선정에 관한 연구. 한국조경학회지 26(3) 225-236.
- 서의훈(2000) SPSS 7.5 한글판을 이용한 SPSS 통계분석 -이론과 실제- 자유아카데미.
- 성현찬, 이영준(1997) 쾌적환경평가 및 지표개발에 관한 연구 -경기도를 중심으로- 한국조경학회지 24(4). 23-38.
- 오충현, 이경재(2000) 도시생태계 보전을 위한 비오톱 평가기법. 한국조경학회지 27(5) 130-137
- 이동근, 윤소원(1998) 지속 가능한 도시개발을 위한 환경지표에 관한 연구 -인간과 자연과의 공생 지표를 중심으로-. 환경영향평가 7(1) 93-107.
- 이미숙(1997) 도시지역 생물서식공간에 대한 공간-유형분류와 지도화를 통한 현황조사를 중심으로-. 국민대학교 석사학위논문
- 이석철(1999) 도시 비오톱에 대한 구조분석 및 수치 지도화 -대구광역시 수성구를 중심으로-. 경북대학교 석사학위논문.
- 이명근(1988) 팔공산 현존삼림군락과 식물상 경북대학교 석사학위논문
- 임상도(1997-1998) 산림청 임업연구원.
- 정문서, 이명우(2000) 우리나라 증소도시 비오톱 공간의 조성방안. 한국조경학회지 28(4) 75-90.
- 조용현(1997) 생태적 복원을 위한 증소하천 자연도 평가방법 개발 서울대학교 환경대학원 박사학위논문
- 조영동(1998) 도시생태계 보전을 위한 비오톱 맵핑의 적용과 활용방안에 관한 연구 -수치지도의 도입과 GIS의 활용을 중심으로- 서울대학교 환경대학원 석사학위논문.
- 최송현, 이경재(1995-1996) 환경영향평가 중 삼림생태계 평가기법개발(2) -녹지의 자연성 평가-. 환경영향평가 5(2) 33-47.
- Braun-Blanquet, J.(1964) Pflanzensoziologie 3 Auf., Springer Verlag, Wien 862-868.
- Finke, L.(1994) Landschaftsoekologie 2 Auf., Westermann 161-186.
- Kaerkes, W.(1986) Zur oekologischen Bedeutung urbaner Freiflaechen Diss., Univ Bochum: 281-284
- LOLF(1987) Biotopkartierung NW -Methodik und Arbeitsanleitung-. Recklinghausen 6-11
- Marks, R(1989) Methoden oekologischer Planung im kommunalen Umweltschutz am Beispiel der Stadt Dortmund, VGFO Band 18. Goettingen. 589-592.
- Michael Hough(1988) 신용성 외 2인 역. 도시경관·생태론 -City Form and Natural Process-.
- Richard T. T Forman(1995) Land Mosaics. Cambridge University Press. 59-63.
- Schluempmann, M.(1988) Biooekologische Bewertungskriterien fuer die Landschaftsplanung. Natur und Landschaft 63(4). 155 - 157.
- Schulte, W(1991) Lehrpfade zur Dorf und Stadtoekologie in Deutschland. NL 66(11) 527-532.
- Sukopp, H(1993) Stadtoekologie, Gustav und Fischer, 1-75

원고접수 2001년 1월 29일
최종수정본 접수: 2001년 2월 27일
3인 익명 심사필