

## 종과 비오톱 보전을 위한 가치평가 모형 개발 및 적용

조현주<sup>1)</sup> · 이현택<sup>2)</sup> · 사공정희<sup>3)</sup> · 니정화<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 경북대학교 대학원 조경학과 · <sup>2)</sup> 경북대학교 조경학과 · <sup>3)</sup> 충남발전연구원 환경생태연구부

### Development and Application of an Evaluation Model for Biotope Appraisal in terms of Species and Biotope Preservation

**Cho, Hyun-Ju<sup>1)</sup> · Lee, Hyun-Taek<sup>2)</sup> · Sagong, Jung-Hee<sup>3)</sup> and Ra, Jung-Hwa<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> Dept. of Landscape architecture, Graduate School of Kyungpook National University,

<sup>2)</sup> Dept. of Landscape architecture, Kyungpook National University,

<sup>3)</sup> Environmental and Ecological Reserch Department, Chung-nam Development Institute.

#### ABSTRACT

This research This research aims at developing systemic evaluation model in terms of biotope preservation through reports, literatures, and expert survey analysis by implementing biotope structure analysis in area level with selecting Hyunpoong and Yuga-myeon, Dalseong county, Daegu metropolitan city as a site.

First of all, as a result of biotope type classification of research site, biotope type groups are classified into total 13, and its biotope types are divided into total 61. Also, as a result of literature analysis, total 18 items are drawn such as diversity of biotope typical species as a index item to assess the preservation value of biotope, and the first evaluation index are divided into 10 and the second ones are divided into 8 according to characteristic of index items.

As a result of expert survey analysis, All 10 index items, first evaluation index, show high importance average (above 4.7). As a result of implementation of main cause for categorizing evaluation index by characteristic, there are 3 factors such as 'obstructive factor.'

Based on above survey analysis result, as a result of estimating the weight of each item, 'restoration factor' showed the highest, 3.4541, but 'factor of habitat stability' showed 3.1468, which is the lowest.

---

**Corresponding author** : Lee, Hyun-Taek, Dept. of Landscape architecture, Kyungpook National University,  
Tel : +82-53-950-5782, E-mail : htlee@knu.ac.kr

**Received** : 20 July, 2010. **Revised** : 20 August, 2010. **Accepted** : 11 October, 2010.

The systemic value evaluation was set by comprehensively analyzing these results.

As a result of biotope preservation value evaluation through applying research site, total 19 types which are abundant in vegetation are classified into I class, 12 types in II class, 5 types in III class, 10 types in IV class, and 15 types in V class respectively.

Lastly, as a result of second evaluation, it is analyzed that there are 17 special meaningful space to preserve species and biotope(1a, 1b) and 61 meaningful space to preserve species (2a, 2b, 2c).

Key Words : *Systemic evaluation model, Biotope structure analysis, Expert survey analysis.*

## I. 연구배경 및 목적

19세기 산업혁명 이후 경제성장 논리에 입각한 무분별한 개발정책으로 전 세계는 심각한 경관훼손 문제에 직면해 있다. 1970년대 이후 우리나라에도 이러한 경제성장 위주의 정책과 도시화 과정을 거치면서 각종 개발사업으로 인해 도시뿐만 아니라 농촌지역에 이르기까지 녹지 및 오픈스페이스의 잠식은 날로 가중되고 있는 실정이다(나정화 등, 2008; 사공정희, 2004; Naveh and Lieberman, 1994). 이는 결국 비오톱 소멸 및 단절현상을 가속화시켜 생태계 불균형을 초래하는 주요 원인이 되고 있다.

최근 들어 이상과 같은 경관훼손 문제를 극복하기 위해 많은 노력들을 기울이고 있으며, 이에 대한 하나의 대안으로서 생태계 불균형 회복, 생물종 보전을 위한 기초자료로 활용될 수 있는 비오톱 지도화의 중요성이 국내·외적으로 크게 부각되고 있다(도후조, 2001; 최일기 등, 2008; Munnier *et al.*, 2001; Katarina *et al.*, 2002).

국내의 대표적인 비오톱 지도화와 이와 관련된 연구를 살펴보면, 우선 나정화(1999)는 독일 도르트문트시를 대상으로 비오톱 유형들의 분류 방법을 파악해 보고 우리나라의 도입 가능성을 규명한 바 있었다. 이와 유사한 측면에서 최일기와 이은희(2007)는 독일의 비오톱 유형분류를 주 정부 차원과 도시 및 정주지 차원에서 비교·검토해 보고 우리나라의 비오톱 지도화를 위한 정책적 시사점을 도출하였다.

이외 비오톱 지도의 실사례 적용 측면에서 이석철(1999)은 대구광역시 수성구를 대상으로 도시 전체적 관점에서 비오톱 유형분류 및 가치평가를 수행하였으며, 나정화와 도후조(2003)는 도시 중심부 지역을 사례지로 선정하고 종과 비오톱 보전적 측면에서 비오톱 구조분석 및 가치평가를 수행한 바 있었다. 또한 최주영과 김경호(2006)는 대규모 택지개발지구를 대상으로 비오톱 유형을 3단계로 구분하고, 보전적지 설정을 위한 유형별 가치평가 방안을 제안하였다. 최근에는 성남시(2001), 광양시(2006), 당진군(2009) 등 각 지자체에서도 개발위주의 도시계획 및 난개발 등으로부터 지역을 보호하고 자연환경을 효율적으로 관리·보전하기 위해 비오톱 조사 및 지도화가 수행된 바 있었다.

그러나 지금까지 진행되고 있는 비오톱 연구의 대부분은 도시 전체적 측면에서 비오톱 지도화의 필요성 및 개념제시, 유형분류 방법연구, 정책적 방향제시가 주를 이루어 왔던 바, 지구단위 차원에서 보다 세부적인 비오톱 구조분석에 관한 연구는 매우 미흡한 실정이다.

또한 종과 비오톱 보전적 측면에서 가치평가를 수행함에 있어, 평가지표의 선정 및 평가방법에 관한 논의는 대부분 선행연구 및 연구자의 주관에 의해 이루어지는 경향이 많이 나타나고 있는 한계가 있었다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 객관적인 평가지표의 선정 및 정량화, 지표들간의 상호조합을 통한 가중치 부여, 더불어 이를 바탕으로 한 객관화된 평가모형의 설정이

시급할 것으로 사료된다.

따라서 본 연구에서는 대구 테크노폴리스 일반산업단지 조성이 예정되어 있는 대구광역시 현풍면 및 유가면 일원을 대상지로 선정하여 지구단위 차원에서 정밀 비오톱 유형분류를 실시해 보고, 문헌연구 및 전문가 설문분석을 통해 객관화된 평가지표의 도출 및 평가모형을 개발하는데 가장 큰 의의를 두었다. 또한 이상과 같은 평가모형을 대상지에 직접 적용해 보고, 차후 지구단위 계획 및 경관생태계획을 위한 중요한 기초자료를 제공하고자 하였다.

## II. 연구내용 및 방법

### 1. 연구 대상지 선정 및 현황

우선 연구 대상지의 선정은 지구단위 차원에서 개발계획이 예정된 농촌풍의 경관으로 일정면적 이상의 규모(약 3,000,000m<sup>2</sup> 이상)를 가지고 있으며, 경관생태적 요소들이 비교적 다양하게 출현하고, 도심지와 인접하여 개발을 압력을 심하게 받고 있는 지역으로 한정하였다. 본 연구에서는 총 10군데의 잠재적 연구 대상지를 선정하였으며, 예비조사 및 현장답사를 통해 상기 선정 기준에 가장 잘 부합하는 대구광역시 달성군 현풍면 및 유가면 일원을 최종 연구 대상지로 선정하였다.

본 연구 대상지의 사업지구 총 부지 면적은 약 7,300,000m<sup>2</sup> 정도이며 2015년까지 대구 테크노폴리스 일반산업단지 조성이 예정되어 있는 지역이다. 연구 대상지의 경우 미래지향적인 주거, 산업, 연구 복합단지 조성 및 지역성장 활성화 정책의 일환으로 택지개발사업이 추진 중에 있으며 주변으로 비슬산, 낙동강을 중심으로 양호한 산림경관 및 수공간들이 존재하고 있다. 또한 서측 경계에는 중부내륙고속도로가 인접하고 국도 5호선 및 67번 지방도가 경계를 따라 형성되어 있으며 현풍천 및 유곡천이 부지를 관통하여 지나고 있다(그림 1).

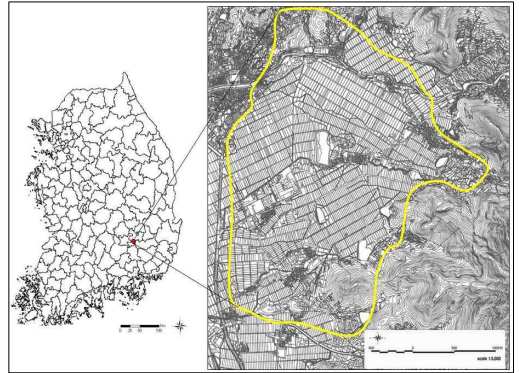


그림 1. 연구 대상지 위치도.

연구 대상지 주변의 최근 10년간 기상개황을 살펴보면, 평균기온은 8월에 30.5℃로 가장 높게 나타나고 있으며, 1월에 5.7℃로 가장 낮게 나타났다. 또한 대상지의 연평균 강수량은 1,213.7mm, 연간 주풍향은 서북서풍(WNW)으로 분석되었다. 지목별 토지이용 현황을 살펴보면, 전·답이 약 71%로 대부분을 차지하고 있으며 임야가 7.6%, 구거 5.0%, 대지 3.0% 순으로 구성되어 있었다. 생태자연도 등급의 경우 3등급 지역이 96.0%로 대부분을 차지하고 있었으며, 2등급 지역이 4.0%로 나타났다.

상기와 같이 본 연구 대상지는 대부분 경지정리가 이루어진 논경작지 중심으로 이루어져 있는 것으로 조사되었으며 부분적으로 산림지와 유수지, 초지 등이 분포하고 있었다. 특히 비슬산과 접한 유수지 및 산림가장자리는 그 보전상태가 매우 양호하여 다양한 생물종이 출현하고 있는 것으로 분석되었다(한국토지공사, 2007). 그러나 본 연구 대상지는 이상과 같이 수려한 자연환경과 양호한 수환경이 잘 보전되고 있음에도 불구하고 향후 대규모 산업단지 건설 및 도심지와 인접한 위치적 요인으로 인해 심한 개발압력을 받을 것으로 예상되는 지역이다.

### 2. 연구범위

본 연구의 공간적 범위는 대구광역시 달성군 현풍면 및 유가면 일원으로 그 범위를 일반산업

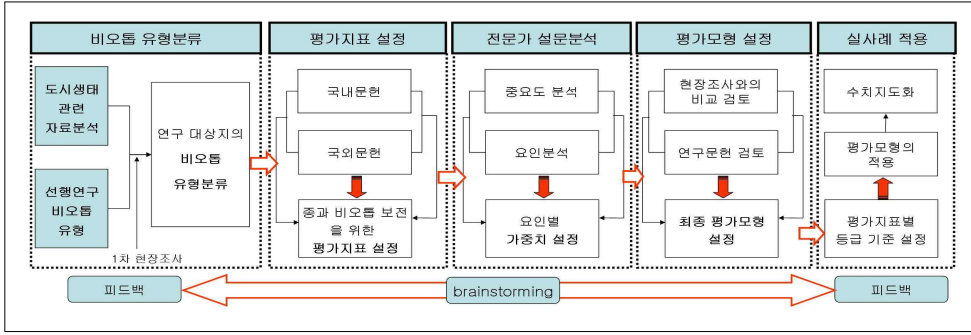


그림 2. 전체 연구수행절차.

단지 예정 부지인 7,300,000m<sup>2</sup>로 제한하였다. 또한 시간적 범위로 현장조사는 1차 조사와 2차 조사로 구분하여 수행되었다. 1차 현장조사는 비오톱 유형분류 및 1차 평가를 위한 단계로서 2008년 3월부터 7월까지 이루어졌다. 2차 현장조사는 2차 평가를 위한 상세한 현장부지 정밀조사 단계로 2008년 8월부터 11월까지 약 4개월간 진행되었다. 특히 본 연구의 내용적 범위로는 대규모 개발사업시 훼손될 우려가 있는 생물 서식공간 보전을 위한 중요한 기초자료를 제공한다는 측면에서, 종과 비오톱 보전을 위한 평가모형 개발 및 실사례 적용으로 그 방향을 제한하였다.

3. 연구방법

1) 연구수행절차

본 연구는 전체 수행절차는 크게 5단계로 구분된다(그림 2). 즉, 연구 대상지의 비오톱 유형분류 단계, 문헌분석을 통한 평가지표의 설정 단계, 전문가 설문분석을 통한 가중치 부여 단계, 각 평가지표 요인별 가중치를 바탕으로 한 평가모형 개발 단계, 실사례 적용 및 수치지도화 단계가 이에 해당하며 각 단계별 연구방법은 다음과 같다.

2) 비오톱 유형분류

본 대상지에 대한 비오톱 유형분류 방법은 선행연구(나정화 등, 2001; 김정호 · 한봉호, 2006; 대구지역환경기술개발센터, 2008)를 중심으로 도시생태관련 자료분석, 현장조사, 유형분류 순으

로 진행되었다. 도시생태관련 자료분석은 유형분류를 위한 사전작업 단계로서 현장조사 이전에 대상지에 대한 획득 가능한 생태적 공간정보를 미리 수합 및 분석하여 시간, 인력, 재원을 절감 시키는데 주 목적이 있다. 본 연구의 분석에 중점적으로 활용된 도시생태관련 자료 및 기초도면들로는 1/1,000 지형도, 1/5,000 지적도, 위성영상, 토양도, 생태자연도, 도시계획도 등을 들 수 있다. 이 중 특히 위성영상 자료는 전체부지의 형태, 구조, 위치, 분포, 지형적 상황 등을 입체적으로 일견에 파악하는데 도움을 주고 유형분류의 정확도를 높여줄 있는 많은 정보를 제공해 준다는 측면에서 중요한 자료라 사료된다.

현장조사는 상기 언급한 것과 같이 1차 조사와 2차 조사로 나누어 진행되었다. 1차 조사는 각 비오톱 유형분류 및 1차 가치평가를 위해 선정된 지표항목을 중심으로 개략적인 현황파악에 주안점을 두었으며 특별한 형식이 없는 현장메모 형태를 통해 수행하였다. 2차 조사는 1차 조사를 토대로 보전가치가 높은 비오톱 공간을 찾아내기 위한 현장 정밀조사 단계로 볼 수 있다. 특히 2차 조사에서는 식물상을 구체적으로 파악하는데 주안점을 두었다. 그러나 시간 및 재원의 부족으로 인해 계절별 조사는 이루어지지 못하였다. 또한 1차 및 2차 현장조사에서는 공히 축척상 도면 속에 표현하기 어렵지만 평가에서 중요하게 고려될 수 있는 구조적 특징 및 특이사항에 대한 조사도 병행하였다(표 1).

표 1. 비오톱 유형별 구조적 특징 및 기타 특이사항.

비오톱 유형	도면표기		주요특징
산림비오톱	경급 구분	- I	치수(흉고직경 6cm 이하)
		- II	소경목(7~16cm)
		- III	중경목(17~26cm)
		- IV	대경목(27cm 이상)
	소밀도	(I')	50% 이하
		(I'')	51~70%
		(I''')	71% 이상
	영급 구분	A	10년생 이하
		B	11~30년생
		C	31~50년생
D		50년생 이상	
유수지 비오톱	인공호안의 종류	1	돌쌓기(돌망태)
		2	격자블럭 호안
		3	수직콘크리트 호안
		4	콘크리트 하상(또는 평탄화된 하상 정비)
	자연형 호안 및 구조적 특징	5	자연형 호안
		6	급경사 수변(1m 이상) 및 완경사 수변(사행)
		7	진흙 수변
		8	모래, 자갈, 쇄석노반
		9	여울과 소
경작지 비오톱	◎		단본수목(거수목)
	○○○○		열식수목
	○○○		수목군 및 마을 숲
	~~~~~		초본 중심의 키낮은 띠형 수림
	□		표석
	△		문화재
기타 특이사항	a		소규모 나지 및 숲속 빈공터
	b		놀이 및 이용흔적
	c		주기적 또는 산발적으로 예측되는 초지
	c*		자연 초지
	d		키낮은 덩불림(1m 미만)
	e		키높은 덩불림(1~4m)
	f		벤치, 파고라, 운동시설
	소규모 수림 및 산림가장자리 부분의 층위구조	g	단층구조
		h	중층구조
		i	다층구조
주요 출현수종	Eu	두층	
	Ev	쉬나무	
	Ko	모감주나무	
	Pi	소나무	

이상과 같은 도시생태관련 자료분석 및 현장 조사 결과를 바탕으로 기존에 국내에서 선행 연구된 비오톱 유형 목록을 검토하여 대상지의 비오톱 유형을 구분하였다. 비오톱 유형분류를 위한 기초도면으로는 1/1,000 지형도를 활용하였으며 유형분류를 위한 기준으로는 동질성을 나타내는 각 단위 비오톱별 생태적 가치의 차별화에 영향을 미칠 수 있는 토지이용 형태, 지형적 조건, 식생구조, 포장을, 토양형태, 토지피복 등 총 6개 항목을 설정하였다. 또한 유형분류를 위한 최소 면적 크기는 도면표기의 한계성으로 인해 5m×5m 이상으로 한정하였다.

3) 문헌분석을 통한 평가지표의 설정

중과 비오톱 보전을 위한 가치평가를 수행하기에 앞서 우선 평가지표 항목의 설정 필요하였던 바, 기존에 이미 연구된 바 있는 국내·외 연구문헌을 중심으로 평가지표 항목을 도출하였다. 특히 이러한 평가지표들의 경우 그 성격에 따라 1차 평가지표와 2차 평가지표로 구분하여 설정하였다. 즉, 유형평가인 1차 평가와 부지평가인 2차 평가는 그 의미가 구분될 필요가 있을 것으로 사료되는 바, 이를 고려하여 평가지표들을 분류하였다. 또한 국내·외 문헌분석에서는 비오톱 가치평가와 직접적으로 관련이 있는 연구논문을 중심으로 활용하였다(나정화·도후조, 2003; Forman, 1995; Sukopp and Weiler, 1988).

국내 문헌분석은 특히 지난 10년간 한국조경학회지, 한국환경복원녹화기술학회지, 대한국토도시계획학회지 등에 게재된 논문을 중심으로 하였으며, 국외에서는 Landscape and Planning, Landscape Ecology 등에 투고된 있는 연구논문을 중심으로 분석하였다.

4) 전문가 설문분석

전문가 설문분석은 문헌분석을 통해 설정된 평가지표들의 객관성 검증 및 가중치 부여, 각 평가지표들의 상호관계 파악을 통한 평가모형의 설

정을 위해 수행되었다. 설문조사는 2008년 7월에 이루어졌으며, 설문대상은 유의표본추출에 입각하여 경관생태 및 조경학 분야에 전문적인 지식을 지니고 있는 교수, 연구원, 공무원, 박사과정 이상의 대학원생 등으로 설정하였다. 회수된 설문지 61부 중 결측치가 있거나 불성실하게 답변한 설문지 17부를 제외하여 총 44부를 분석에 활용하였다.

설문지의 내용은 평가지표 항목들의 중요도를 측정하기 위하여 7점 리커트 척도를 사용하였다. 특히 전문가 설문분석에서는 1차 평가지표인 10개의 지표항목에 한해서만 수행되었다. 우선 설문 통계분석은 각각의 평가지표 항목의 기술통계 분석을 통해 평균, 최소값, 최대값, 표준편차 등을 분석하고 항목들간의 중요도 순위를 파악하였다. 이상과 같이 파악된 순위 중에서 높은 중요도 평균값을 나타낸 항목에 한해서는 평가모형 설정 과정에 있어서 합산 매트릭스 평가방법(나정화·도후조, 2003; Marks, 1989)을 활용하여 가중치를 부여하였다.

또한 평가모형의 설정에서 각 평가지표들 간의 상호 관계성을 파악해 보고 유사한 특성을 가진 지표들을 인자별로 분류해 보기 위해 요인분석을 수행하였다. 분류된 인자들은 각 인자에 포함된 평가지표들의 특성 및 성격, 연관성 등을 고려하여 적합한 용어로 명명하였다. 더불어 각 인자별로 그룹화된 평가지표들의 중요도 값을 평균

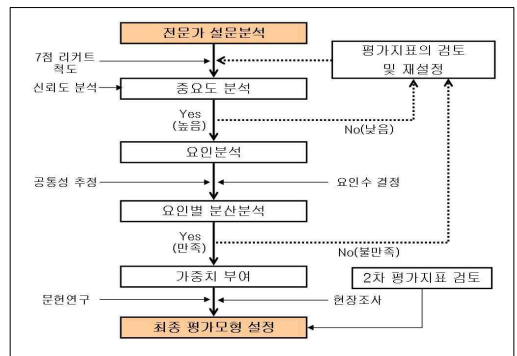


그림 3. 설문분석을 통한 평가모형 설정과정.

하고 전체 합이 10이 되도록 표준하여 가중치를 산정한 후, 이를 평가모형에 반영하였다. 특히 여기에서는 각 요인별로 전문가가 응답한 중요도의 평균값이 통계적으로 유의한 차이가 있는지 확인하기 위하여 분산분석(one-way ANOVA)을 수행하였다. 그 결과, 유의수준 5% 내에서 F값이 3.187, 유의확률 p값이 0.045로 변수간 중요도의 차이가 있음을 확인할 수 있었다.

이상과 같은 전문가 설문분석을 통한 평가모형의 설정 과정은 그림 3과 같다.

5) 연구 대상지의 비오톱 보전가치 평가 및 수치지도화

연구 대상지의 비오톱 보전가치 평가는 상기 문헌 및 전문가 설문분석을 통해 도출된 평가모형을 토대로 진행되었으며, 1차 평가와 2차 평가로 구분하여 수행하였다.

먼저 1차 평가는 분류된 모든 비오톱 유형들을

대상으로 가치등급을 판단하는 것으로 평가지표는 비오톱 전형종의 다양성, 이용강도, 포장율, 회귀성 등 총 10개를 선정하였다. 또한 평가지표들은 합산평가 매트릭스 방법 및 가중치, 합산점수를 통하여 정량적으로 가치 등급화 하였으며 최종 가치등급은 총 5단계로 구분하였다. 여기에서 합산점수가 높을 경우 비오톱의 보전가치 역시 높다는 것을 의미한다. 일례로 공업단지(LD) 비오톱 유형의 경우 가중치를 적용한 최종 합산점수가 16.29로 가장 낮은 값을 보인 반면, 선형수림대(BE) 비오톱 유형은 75.17로 가장 높은 값을 나타내었다. 본 연구에서는 이들 비오톱 유형의 점수를 균등분할하여 가치등급을 5단계로 설정하였다.

2차 평가는 1차 평가를 토대로 특별히 보전가치 높은 비오톱 공간을 찾아내는 부지평가로서 다소 추상적인 비오톱 유형평가와는 달리 경계가 명확한 실제 현장부지를 대상으로 평가를 수행하

표 2. 2차 평가의 가치등급 및 기준.

구 분		가치등급 기준
1	1a	종과 비오톱 보전을 위해 특별한 의미를 가진 비오톱으로서 부지 크기가 크면서, 또한 1차 평가에서 보전가치가 높거나 매우 높은(I, II 등급) 비오톱 유형들의 점유율이 높은 공간
	1b	종과 비오톱 보전을 위해 특별한 의미를 가진 비오톱으로서 부지 크기가 크면서 또한 1차 평가에서 보전가치가 매우 높은 비오톱 유형들의 점유율이 낮은 공간, 그러나 부지 내 활력 및 충전요소로 작용하는 소규모 잔여경관요소들의 공간적 이질성 및 다양성은 높아야 함(기타 가치등급을 높일 수 있는 특징적 요소들로는 위협에 처한 동·식물종들의 출현, 종조성 형태의 완전성 정도 등을 들 수 있음)
2	2a	종과 비오톱 보전을 위해 의미를 가진 비오톱으로서 부지 크기가 작으면서 또한 1차 평가에서 보전가치가 매우 높은 비오톱 유형들을 가진 공간
	2b	종과 비오톱 보전을 위해 의미를 가진 비오톱으로서 또한 1차 평가에서 보전가치가 높고 주거지로부터의 위치가 양호한(인접하거나 접해있는) 비오톱 공간
	2c	종과 비오톱 보전을 위해 의미를 가진 비오톱으로서 1차 평가에서는 보전가치가 중간등급 정도 이지만 다음과 같은 특별한 기능을 가지고 있는 공간 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 결을 위해 특별한 기능을 가진 공간</li> <li>• 완충을 위해 특별한 기능을 가진 공간</li> <li>• 복원을 위해 높은 현장 잠재력을 가진 공간</li> <li>• 희귀하고 위협에 처하거나 거의 복원이 불가능한 공간</li> </ul>
가치가 낮거나 매우 낮은		1차 평가결과 종과 비오톱 보전을 위해 큰 의미가 없는 비오톱으로서 동·식물 서식공간으로서의 의미, 회귀성 및 위협성, 복원능력이 낮거나 매우 낮은 등급으로 평가된 모든 비오톱 유형



였다. 평가지표로는 문헌 및 전문가 설문분석을 토대로 규모, 연결성, 완충기능 등 총 8개를 선정하였다.

2차 평가의 최종 가치등급은 크게 종과 비오톱 보전을 위해 특별한 의미를 가진 부지(1a, 1b), 종과 비오톱 보전을 위해 의미를 가진 부지(2a, 2b, 2c)로 구분하였다(표 2). 특히 2차 평가에서는 1차 평가에서 수행하였던 각 평가지표들의 산술합산을 통한 획일적인 정량화 방법에서 탈피하여, 부지의 독특한 특성이 반영될 수 있도록 선정된 각 평가지표별 정성적·서술식 평가결과 기술을 통하여 정확도를 높이고자 하였다. 즉, 1차 평가를 통해 구분된 비오톱 유형별 가치등급은 산술합산을 통한 획일적인 정량화 방법으로 부지 고유의 독특성이 무시될 수도 있을 것으로 판단되었던 바, 구체적인 현장조사 자료를 바탕으로 부지가 가지고 있는 실제 특성을 정성적·서술식으로 다시 한번 평가하여 결과의 활용성 및 실효성을 높이고자 하였다.

마지막으로 대상부지의 비오톱 유형분류 도면 및 평가결과 도면의 수치지도화를 위한 자료처리는 우선 기초도면으로 활용한 1/1,000 지형도에 유형분류된 자료를 스캔한 후, AutoCAD를 이용하여 수치지도화(Vectorizing)하여 DXF 파일로 변환하였다. 이를 다시 ArcView GIS에서 Shapefile로 변환하여 입력자료의 오류를 수정하였다.

다음으로 좌표투영 과정이 필요하였던 바, 좌표는 TM좌표로 투영하였으며, 좌표전환, 도면절취 및 접합 등의 과정을 거쳐 대상지를 하나의 전체도면으로 작성하였다. 마지막으로 유형분류된 코드와 가치평가 결과를 부호화하여 속성자료로 입력한 후 공간별로 색깔을 부여하여 도면으로 출력하였다

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 비오톱 유형분류

연구 대상지의 비오톱 유형분류 결과, 비오톱

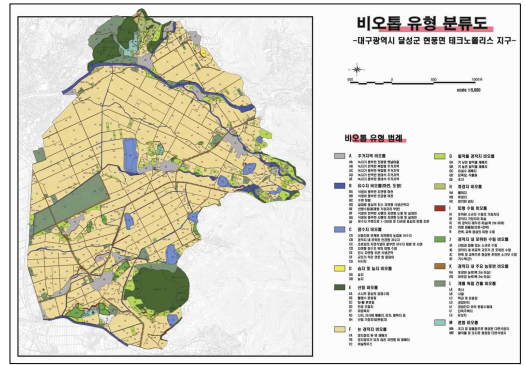


그림 4. 연구 대상지의 비오톱 유형분류도.

유형군은 주거지 비오톱, 유수지 비오톱, 산림 비오톱 등 총 13개로 분류되었다. 또한 이에 귀속되는 비오톱 유형은 주거지 비오톱에서 5개 유형, 산림 비오톱에서 7개 유형 등 총 61개 유형으로 구분되었다(표 3, 그림 4). 일례로 소규모 하천 및 도랑 비오톱의 경우 유수지 비오톱 유형군에 귀속되었으며, 생태적 측면에서 평가가치의 차이를 보일 것으로 예상되는 유수지 및 주변공간은 식생이 풍부한 자연형 하천, 식생이 빈약한 인공형 하천, 수변 텃밭 등으로 세분류하였다. 비오톱의 출현빈도의 경우 드물게 출현하는 비오톱 유형이 산림과 접해있는 소규모 수림을 포함하여 약 40%, 골고루 분포하고 있는 비오톱 유형이 약 35%, 자주 출현하는 비오톱 유형이 15%, 매우 자주 출현하는 비오톱 유형이 벼 재배지를 포함하여 약 10% 정도로 구분되었다.

비오톱 유형별 분포현황을 살펴보면, 대부분 논경작지 비오톱 중심의 공간으로 전체적으로 경지 정리된 벼 재배지 유형이 우점하고 있었다. 또한 유수지 및 정수지 비오톱의 경우 부지의 북측과 동남측에 편중되어 있는 양상을 보였으며, 산림 비오톱은 북측과 남측에 단편적으로 존재하고 있는 것으로 조사되었다. 특히 대상부지 북측 산림비오톱과 인접한 휴경기 중심의 공간은 초지, 띠형 덩불림, 관목, 교목 중심의 띠형수림 등이 포함되어 있는 혼합 비오톱으로서 초지 및 덩불림으로 형성된 다면 식생지 비오톱(MA)



표 3. 비오톱 유형분류 결과.

비오톱 유형군	비오톱 유형 및 코드		비고
	코드	비오톱 유형	
A : 주거지역 비오톱	AA	녹지가 풍부한 전원형 옛날마을	포장을 50%이하 그리고 녹지 50%이상
	AB	녹지가 빈약한 복합형 주거지역	포장을 50%이상 그리고 녹지 50%이하
	AC	녹지가 풍부한 복합형 주거지역	포장을 50%이하 그리고 녹지 50%이상
	AD	녹지가 빈약한 현대식 주거지역	포장을 50%이상 그리고 녹지 50%이하
	AE	녹지가 풍부한 현대식 주거지역	포장을 50%이하 그리고 녹지 50%이상
B : 유수지 비오톱 (하천, 도랑)	BA	식생이 풍부한 자연형 하천	콘크리트블럭호안 및 제방길이 50% 미만
	BB	식생이 풍부한 인공형 하천	콘크리트블럭호안 및 제방길이 50% 이상
	BC	수변 텃밭	
	BD	갈대류 중심의 친수자연형 식생군락지	
	BE	선형수림대(제방가장자리 부분)	
	BF	식생이 빈약한 인공형 도랑 및 실개천	
	BG	식생이 풍부한 자연형 도랑 및 실개천	
BH	유수지 주변으로 1-2년생 및 다년생 중심의 띠형 초본군락	(B에만 해당)	
C : 정수지 비오톱	CA	산림지와 연계된 자연형의 농업용 저수지	
	CB	경작지내 포위된 인공형 저수지	
	CC	조분성의 자연식생이 풍부한 저수지제방 및 사면	
	CD	자연형 정수지 독의 띠형 수림	폭 3m 미만
	CE	친수 자연형 초본 식생군락	
	CF	웅덩이	
	CG	뉘시터	
D : 습지 및 늪지	DA	습지	
	DB	늪지	
E : 산림 비오톱	EA	소나무 중심의 침엽수림	입목본수 비율 75% 이상
	EB	활엽수 혼효림	
	EC	침활혼효림	입목본수 각각 25% 이상
	ED	인공 조림지	리기다소나무, 두충
	EE	미입목지	
	EF	나지, 묘지, 벌목지 등	
	EG	산림 가장자리(완충지)	IB와 연계
F : 논경작지 비오톱	FA	경지정리 된 벼 재배지	
	FB	경지정리가 되지 않은 자연형 벼 재배지	
	FC	비닐하우스	
G : 밭작물 경작지 비오톱	GA	키 낮은 밭작물 재배지	파, 시금치, 마늘 등
	GB	키 높은 밭작물 재배지	옥수수, 들깨, 고추 등
	GC	유실수 재배지	포도, 복숭아, 사과, 매실 등
	GD	묘목장, 식물원	
	GE	초지	
	GF	양봉장	
H : 휴경지 비오톱(특히 F 비오톱과 연계)	HA	폐허지	
	HB	휴경지	
	HC	방치된 공터	

표 3. 계속

비오톱 유형군	비오톱 유형 및 코드		비고
	코드	비오톱 유형	
I : 띠형 수립 비오톱*	IA	경작지내 포위된 소규모 수립의 가장자리	(IB와 연계)
	IB	경작지 가장자리 띠숲	
	IC	비경작지 테두리 띠숲(폭 2m 이하)	야생초본 중심의 논두렁, 밭두렁, 농로변 등
	ID	띠형 덩불림(조본+관목)	
	IE	관목, 교목 중심의 띠형수립	폭 7m 이상
J : 경작지내 포위된 소규모 수립 비오톱**	JA	산림과 접해있는 소규모 수립	야산 및 구릉지 형태
	JB	경작지 내 비교적 규모가 큰 포위된 수립	
	JC	관목 및 교목으로 형성된 포위된 소규모 수립	
	JD	거수목(군)	
K : 경작지내 주요 농로변 비오톱	KA	포장된 농로(폭 2m 이상)	특히 F, G, I와 연계
	KB	비포장 농로(폭 2m 이상)	
L : 개별 독립 비오톱	LA	축사	
	LB	사찰	
	LC	학교 및 운동장	풍산 중교교, 비슬초교
	LD	공업단지	
	LE	공업단지 외부 완충수립대	
	LF	단독주택지	음식점, 개인주택, 관공서, 문화재 등
	LG	유보지	공사중인 부지, 택지개발 부지 등
M : 혼합 비오톱	MA	초지 및 덩불림으로 형성된 다면식생지	
	MB	밭작물 및 초지로 형성된 다면식생지	

\* : 우수지변 띠형 수립은 제외. 특히 E, F, J, K 비오톱 유형군과 연계

\*\* : 경작지내 포위된 소규모 수립(면적) 비오톱. 특히 E, F, G와 연계

으로 분류하였다.

## 2. 문헌분석을 통한 평가지표의 설정 및 가치등급 구분

비오톱의 보전가치 평가지표 항목을 도출하기 위해 국내·외 문헌 총 32편을 분석한 결과, 도출된 평가지표는 비오톱 전형종의 다양성, 이용강도, 포장율, 복원능력, 규모, 구조적 다양성 등 총 18개로 나타났다. 문헌분석 자료를 모두 나열하기에는 지면관계상 한계가 있었던 바, 주요한 연구문헌에 나타난 평가지표를 제시해 보면, 우선 최주영과 김경호(2006)는 우점종의 자생성, 층위구조, 천이발달 가능성, 지형의 자연성 등 총 7개 지표를 제시하였으며, 류연수(2000)는 층위구조, 천이단계, 이용강도, 포장율 등 총 19개 지

표를, 나정화 등(2001)은 비오톱 전형종의 다양성, 독특한 현장조건, 재생·복원을 어렵게 하는 현장요소 등 총 18개 지표를 제시하였다.

그러나 이들 평가지표들은 의미가 유사한 지표를 각기 다른 용어로 사용하고 있는 경우가 많아 이를 통합할 필요가 있었다. 또한 평가모형을 실 사례지에 적용하기 위해서는 객관적인 평가가 가능한 물리적 지표 중심으로 재설정 할 필요가 있을 것으로 판단되었던 바, 추상적 용어의 평가 지표 및 물리적 평가가 어려운 지표들은 항목에서 제외하였다. 일례로 재생·복원을 어렵게 하는 현장요소, 생물서식 가능성 등의 항목은 객관적인 등급을 설정하기에는 곤란하였던 바, 이들 평가지표들은 제외하여 최종적으로 18개의 평가지표를 설정하였다.

표 4. 1차 평가지표들의 가치등급 구분.

평가지표	등급	등급구분	비고
비오톱 전형종의 다양성	I	많은(비오톱 전형종들의 출현이 높거나 매우 높은)/ 20종 이상	대상지 특성을 반영한 상대적 비교 류연수(2000)
	II	중간(비오톱 전형종들의 출현이 적거나, 부분적으로 종조성이 빈약한)/ 20-5종	
	III	적은(비오톱 전형종들의 출현이 매우 적은)/ 5종 이하	
벌종 및 위협에 처한 종들이 출현할 수 있는 현장부지 조건	I	유리한(습지비오톱, 미기후 변화가 심한 비오톱 등)	Riecken et al. (1994)
	II	중간	
	III	불리한	
이용강도	I	낮은(적게 또는 전혀 이용되거나 관리되지 않고 있는 비오톱 유형)	대상지 특성을 반영한 상대적 비교
	II	중간(중간정도로 이용되거나 관리되는 비오톱 유형)	
	III	높은(계속적으로 심하게 이용되거나 관리되고 있는 비오톱 유형)	
포장율	I	낮음(0-20%)	대상지 특성을 반영한 상대적 비교 Kaerkes(1986)
	II	중간(20-60%)	
	III	높음(60% 이상)	
층위구조	I	다층(층위구조가 3층 이상)	Bauer et al. (1976)
	II	중간(층위구조가 2층, 즉 관목층과 초본층, 교목층과 초본층, 교목층과 관목층 및 다양하게 구조화된 초본층)	
	III	단층(층위구조가 1층, 즉 초본층, 관목층, 교목층 중 어느 한 층만 출현)	
독특한 현장조건	I	높거나 매우 높게 출현(특히 빈약한 영양조건, 특히 덩거나 건조하거나 습한 현장조건 또는 토양노출이 심한 지역이 대부분인 비오톱 유형)	대상지 특성을 반영한 상대적 비교 나정화 등(2001)
	II	산별적 출현(평균보다 높은, 일정량의 노출된 토양을 가짐)	
	III	출현하지 않음	
희귀성	I	공간적 분포에서 출현빈도가 매우 낮은(10% 이하)	대상지 특성을 반영한 상대적 비교 나정화 등(2001)
	II	공간적 분포에서 출현빈도가 낮거나 중간(10-60%)	
	III	공간적 분포에서 출현빈도가 높은(60% 이상)	
위험성	I	위험에 처한	대상지 특성을 반영한 상대적 비교
	II	부분적으로 위험에 처했거나 또는 위험상황이 불분명한(*)	
	III	위험에 처하지 않은	
복원능력	I	50년 이상	대상지 특성을 반영한 상대적 비교 Forman(1995)
	II	50-5년	
	III	5년 이하	
발전기간	I	발전기간이 60년 이상인(최고 75년이상) 비오톱 유형 : 어떤 비오톱 유형의 발전을 위해서 여러 세대에 걸쳐 지속적인 계획을 필요로 하는 비오톱 유형들 또는 발전기간이 인간의 계획 시공간을 완전히 벗어나 있는 비오톱 유형	LOELF(1987)
	II	발전기간이 60~20년인 비오톱 유형 : 인간이 경험할 수 있는 최대 시공간 또는 시공간의 범위내에서 발전될 수 있는 비오톱 유형들	
	III	발전기간이 20년 이하인 비오톱 유형 : 단기간에 일시적으로 발생하고 대부분 매우 빠른 속도로 다음 군락으로 치환되는 비오톱 유형들	

또한 설정된 18개의 지표항목의 경우 그 성격에 따라 각 비오톱 유형의 특징을 대변해 줄 수 있는 지표들과 부지 고유의 특성에 의해 같은 유형이라 할지라도 상이하게 평가될 수 있는 지표들로 분류할 필요가 있을 것으로 판단되었다. 이는 유형평가인 1차 평가와 부지평가인 2차 평가의 의미와 밀접한 관련이 있는 것으로 1차 평가 지표를 층위구조, 희귀성 등 10개의 지표로, 2차 평가지표를 규모, 연결성 등 8개의 지표로 재분류하였다.

평가지표들의 가치등급은 가치 중립적 측면에서 공히 3등급으로 구분하였다. 일례로 층위구조는 식생의 성장형태를 포함하여 초본, 관목, 교목의 조성형태에 따라 3단계로 구분하였다(Bauer et al., 1979). 또한 비오톱 전형종의 다양성은 비오톱이 지니고 있는 전형적인 자연환경적 조건에 부합하는 자연식생 및 생물종을 의미하는 것으로, 등급 기준은 각 비오톱 유형들의 현장조사 결과를 토대로 전형종의 수가 가장 적게 출현한 비오톱 유형과 가장 많이 출현한 비오톱 유형을 기준으로 연구 대상지 내에서의 상대적 비교·평가에 따라 3등급으로 구분하였다. 1차 평가지표들의 가치등급 구분은 표 4와 같다.

그러나 본 연구에서 평가지표들의 가치등급은 문헌연구와 더불어 대상지 현장조사를 통해 현장의 특성을 반영한 상대적 비교·평가와 병행하여 구분하였던 바, 차후 타 연구 대상지에 이들 평가지표를 적용하고자 할 시에는 해당 대상지의 현장조사를 통해 등급별 수치를 재조정 할 필요가 있을 것으로 사료된다.

### 3. 전문가 설문분석

#### 1) 신뢰성 분석

신뢰성 조사방법에는 평행검증법, 검증-재검증법, 내부일치법, 크론바하  $\alpha$  등의 방법이 있다(노형진, 2005). 본 연구에서는 평가지표들에 대한 내적 일관성을 분석하기 위해 크론바하  $\alpha$  계수를 적용하였다. 1차 평가지표인 10개의 지표항목에 대

한 신뢰성 검증 결과, 크론바하  $\alpha$  계수가 0.8352으로 나타났다. 일반적으로 크론바하  $\alpha$  계수가 0.6 이상이면 측정도구의 신뢰도에는 문제가 없는 것으로 보고되고 있어(Nunnally, 1978), 평가지표 전체 항목을 하나의 척도로 종합하여 분석하기에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

또한 각 개별 변수를 제외하였을 때의 크론바하  $\alpha$  계수를 분석한 결과, 복원능력 및 발전기간 항목을 제외하였을 때, 알파 값이 다소 높아지는 것으로 분석되었다. 그러나 그 값이 최대 0.011으로 매우 작아 변수에 미치는 영향이 미미할 것으로 판단되는 바, 10개 평가지표 모두를 분석에 활용하였다.

#### 2) 각 평가지표 항목의 중요도 분석

1차 평가지표 항목들의 중요도 평가는 7점 리커트 척도를 활용하여 분석하였다. 분석 결과, 평균 중요도 값은 4.7 이상으로 비교적 높은 것으로 나타났으며 전혀 중요하지 않다고 응답한 경우는 나타나지 않았다(표 5). 이는 응답한 전문가 대부분이 10개의 평가지표에 대한 중요성을 충분히 인식하고 있는 것으로 이해할 수 있다.

이중 특히 비오톱 전형종의 다양성 및 복원능력 항목은 5.8 이상으로 매우 높은 것으로 분석되었다. 반면에 포장율, 층위구조 등의 평가지표는 5.0 미만으로 상대적으로 낮은 중요도 값을 나타내었다. 이러한 결과는 응답자들의 대부분이 비오톱의 보전가치를 평가함에 있어, 자연식생의 출현정도 및 과거로부터 내제되어 있는 공간의 생태적 의미를 보다 더 중요하게 생각하기 때문인 것으로 사료된다. 본 연구에서는 중요도 값이 상대적으로 높게 나타난 비오톱 전형종의 다양성 및 복원능력 항목에 한해 합산 매트릭스 평가방법 적용시 가중치를 부여하였다.

3) 요인분석을 통한 평가지표 항목의 유형화 문헌분석 및 중요도 분석을 통해 도출된 10개의 1차 평가지표 항목을 평가모형으로 체계화시

표 5. 각 평가지표 항목의 중요도.

평가지표 항목	최소값	최대값	평균	표준편차	0점 빈도	순위
비오톱 전형종의 다양성	3.00	7.00	5.9318	1.0869	0	1
멸종 및 위협에 처한 종들이 출현할 수 있는 현장부지 조건	2.00	7.00	5.2727	1.1486	0	6
이용강도	1.00	7.00	5.0909	1.3609	0	8
포장율	1.00	7.00	4.9545	1.2932	0	9
층위구조	2.00	7.00	4.7955	1.3044	0	10
독특한 현장조건	3.00	7.00	5.1364	1.1732	0	7
회귀성	3.00	7.00	5.7045	1.1529	0	3
위험성	3.00	7.00	5.5227	1.2480	0	5
복원능력	3.00	7.00	5.8636	0.9786	0	2
발전기간	3.00	7.00	5.5455	1.0220	0	4

키기 위해서는 지표간의 구조체계를 파악하여 유사한 특성을 가지는 지표들을 재분류할 필요가 있었다. 즉 평가지표들 중 의미가 유사한 항목들은 소수의 인자로 축소할 필요가 있다고 판단되었던 바, 이를 위해 요인분석을 수행하였다.

10개의 평가지표들을 Varimax 방식으로 회전하여 요인분석 한 결과, 총 3개의 요인으로 구분되었다(표 6). 구분된 요인을 분석하기에 앞서 요

인분석의 변수선택이 적절한지를 파악에 보기 위하여 KMO 값을 파악해 보았으며, 또한 모형의 적합성 여부와 공통요인 추출의 가능성을 평가할 수 있는 Bartlett 구형성 검증치 값을 분석하였다. 분석결과, KMO 값은 0.679로 비교적 높은 값을 나타내고 있었으며, Bartlett 구형성 검증치 값은 유의확률이 0.000으로 나타나 요인분석의 사용이 적합하며, 요인별 체계구축에는 문제가 없을 것

표 6. 1차 평가지표 항목의 요인분석 결과.

평가지표 항목	Factor			공통성
	I	II	III	
비오톱 전형종의 다양성	0.825	0.166	0.023	0.709
멸종 및 위협에 처한 종들이 출현할 수 있는 현장부지 조건	0.826	0.064	0.191	0.724
이용강도	0.639	0.300	-0.295	0.585
포장율	0.757	-0.017	-0.049	0.575
층위구조	0.538	0.503	0.043	0.545
독특한 현장조건	0.725	0.515	0.194	0.828
회귀성	0.126	0.949	0.142	0.936
위험성	0.129	0.901	0.188	0.864
복원능력	-0.093	0.201	0.858	0.786
발전기간	0.149	0.113	0.890	0.827
고유값	4.244	1.948	1.186	
설명된 분산	42.436	19.479	11.862	
누적 백분율	42.436	61.915	73.777	

으로 판단된다. 더불어 각 요인에 대한 설명력은 11.862~42.436%이고 전체 설명력은 73.777%로 나타났다.

Factor I 은 이용강도, 포장율, 층위구조 등 총 6개의 지표가 유형화되었다. 이 지표들은 동물 혹은 식물의 서식공간 형성과 관련이 깊은 것으로 판단되어 ‘서식환경 안정요인’으로 명명하였다. 또한 Factor II는 희귀성, 위험성 등 2개의 지표가 유형화되었으며, 공통성은 0.936과 0.864로 비교적 높게 나타났다. 이들은 각 평가지표의 의미를 포함할 수 있는 ‘저해요인’으로 명명하였다. 마지막으로 Factor III은 복원능력, 발전기간 등 2개의 평가지표가 포함되었다. 이 지표들은 경관의 재생 및 복원 등의 의미를 내포하고 있는 것으로 판단되는 바, ‘자생요인’으로 명명하였다.

회전공간의 성분도표에서도 3개의 요인에 의해 구성된 3차원의 입체공간에 10개의 변수들이 위치하고 있는 것을 확인할 수 있으며, 포장율, 층위구조 등의 Factor I 과 희귀성, 위험성의 Factor II, 복원능력, 발전기간의 Factor III이 서로 다른 위치에 있음을 시각적으로 확인할 수 있다(그림 5).

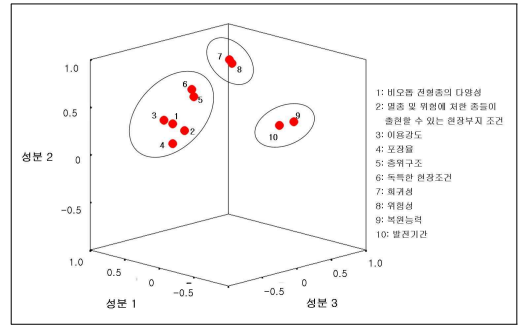


그림 5. 회전공간의 성분도표.

4) 가중치 부여 및 평가모형의 설정

1차 평가지표의 중요도 분석 및 요인분석 결과를 토대로 보다 더 명확하고 세부적인 평가모형을 설정하기 위하여 각 요인별 가중치를 산정하였다. 즉, 비오름의 보전가치 평가를 위해 도출된 상위 10개 평가지표들의 경우 지표간의 평가비중의 차이로 인한 상대적 중요도의 차이가 있는 것으로 분석되었던 바, 이를 정량화하여 평가모형에 반영할 필요가 있을 것으로 판단된다. 가중치의 산정을 위해 우선 각 요인별로 그룹화된 평가지표의 중요도 값을 평균하고 이를 전체 합이 10이 되도록 다시 표준화하였다(표 7).

가중치 산정 결과, 자생요인이 3.7045로 가장 높은 값을 나타내었으며 이에 반해 서식환경 안

표 7. 각 요인별 중요도 및 가중치 산정.

요인	평가지표	평균	요인 평균	표준화 점수 (가중치)
서식환경 안정요인	비오름 전형종의 다양성	5.9318	5.1970	3.1468
	멸종 및 위협에 처한 종들이 출현할 수 있는 현장부지 조건	5.2727		
	이용강도	5.0909		
	포장율	4.9545		
	층위구조	4.7955		
	독특한 현장조건	5.1364		
저해요인	희귀성	5.7045	5.6136	3.3991
	위험성	5.5227		
자생요인	복원능력	5.8636	5.7045	3.4541
	발전기간	5.5455		

정요인은 3.1970으로 가장 낮은 값을 보였다. 이는 각 요인에 포함된 평가지표들의 중요도 평균 값에 의해 나타난 결과로, 전체적으로 공간의 보전가치를 평가하는데 있어 부지의 고유의 생태적 특성 및 위험 정도, 재생 혹은 복원능력 정도를 더욱 중요시한다고 볼 수 있다. 또한 경관생태적으로 보전가치를 높이기 위해서는 어떠한 요소를 인위적으로 조성하거나 제거하는 것 보다 양호한 공간을 보전하고 현 상태로 유지시켜 나가는 것이 더욱 중요하다고 유추해 볼 수 있다.

이상과 같은 국내·외 문헌분석, 중요도 분석, 요인분석 등의 결과를 토대로 평가기준 및 평가모형을 설정하였다. 특히 각 요인별 가중치는 평가모형에서 최종 점수에 곱하는 방법으로 반영하였다. 우선 평가모형은 종과 비오톱 보전 측면에서 문헌분석을 중심으로 18개의 평가지표들을 선정하고 그 중 1차 평가지표로 설정된 항목에 한하여 전문가 설문분석을 통해 체계화하였다.

전문가 설문분석 결과, 각 평가지표들은 모두 중간 이상의 중요도 평균값을 보여 평가모형에 모두 적용하였다. 또한 요인분석 과정을 거쳐 평가기준이 될 수 있는 3가지 요인으로 분류하였으며 각 평가지표들의 가치를 합산하였다.

합산과정에서는 합산 매트릭스 평가방법(나정화·도후조, 2003; Marks, 1989)을 비교·검토 후 활용하였으며 높은 중요도 평균 값을 보인 비오톱 전형종의 다양성 및 복원능력 항목에 한해서는 가중치를 부여하였다. 평가지표들의 합산가치 등급은 5단계로 나누어 분류하였으며, 특히 여기에서는 각 요인별 상대적 중요도의 차이에 따라 가중치를 부여하였다.

이상과 같은 과정을 거쳐 각 평가기준별 최종 합산점수를 도출하였으며 실 사례지 적용을 통해 최종 합산점수에서 최저점과 최고점을 구분하여 5단계로 균등 분할한 후 점수별 등급을 부여하였다. 마지막으로 2차 평가지표들과의 상호조합을

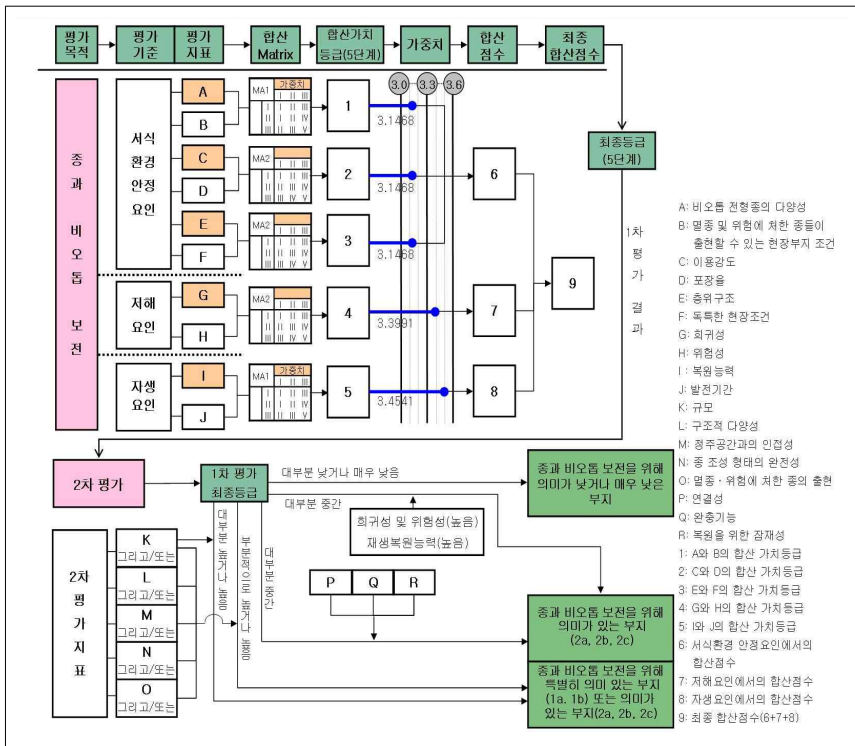


그림 6. 종과 비오톱 보전가치 평가를 위한 최종 평가모형.



통해 최종 평가모형을 개발하였다(그림 6).

4. 연구 대상지 적용을 통한 비오톱 보전가치 평가  
1) 1차 평가

상기 평가모형에서 3가지 평가기준에 의한 1차 평가 결과, I 등급으로는 식생이 풍부한 자연형 하천(BA), 선형수림대(BE), 경작지 내 비교적

규모가 큰 포위된 수림(JB) 등 총 19개 유형으로 나타났다. 또한 II등급으로는 녹지가 풍부한 전원형 옛날마을(AA), 산림지와 연계된 자연형의 농업용 저수지(CA), 인공조림지(ED) 등 총 12개 유형, III등급은 5개 유형, IV등급은 10개 유형, 가치가 가장 낮은 V등급은 총 15개 유형으로 분석되었다(표 8, 표 9).

표 8. 종과 비오톱 보전을 위한 비오톱 유형평가 결과(1차 평가).

비오톱 유형군	비오톱 유형	구조적 특징 및 특이사항	평가지표									
			A*	B*	C*	D*	E*	F*	G*	H*	I*	J*
A	AA		III	II	I	I	II	III	I	II	I	I
	AB		III	III	III	III	III	III	-	-	III	III
	AC		II	III	II	II	II	III	II	III	III	II
	AD		III	III	III	III	III	III	-	-	III	III
	AE		III	III	II	II	II	III	II	III	III	III
B	BA	1-9, b	I	I	II	I	II	I	I	II	I	I
	BB	1-4	II	II	I	II	II	I	II	II	I	II
	BC		III	II	II	II	III	III	III	III	III	III
	BD		I	I	I	I	II	I	II	I	II	III
	BE	h, i	II	I	I	I	II	I	I	I	I	II
	BF	1-4	II	II	II	III	III	II	III	II*	III	III
	BG	1-9	I	II	I	I	II	I	II	I	II	II
BH		II	II	II	II	III	I	III	II*	III	III	
C	CA		II	I	II	I	III	I	II	II	I	I
	CB		III	I	II	I	III	I	II	II	II	II
	CC	g	I	III	II	I	II	II	II	II*	II	III
	CD	h	I	I	I	I	II	I	I	II	II	II
	CE	g	II	II	I	I	III	I	II	I	II	III
	CF		I	II	II	I	II	I	I	I	II	III
	CG		III	III	III	III	III	II	-	-	III	III
D	DA		I	I	I	I	II	I	I	II	II	II
	DB		I	II	II	I	II	I	II	II*	II	III
E	EA	-II, (I''), C	I	I	I	I	II	II	II	II*	I	II
	EB	-II/-III, (I'''), D	I	I	I	I	I	II	II	I	I	I
	EC	-III, (I'''), D	I	II	II	I	I	II	II	II	I	I
	ED	Eu/Pi	II	I	II	I	II	II	II	II*	II	III
	EE	g/f	II	II	II	I	III	I	II	III	III	III
	EF	g	II	III	III	I	II	II	III	III	III	II
	EG	h/i, Ko	I	I	II	I	I	II	II	I	I	I

표 8. 계속

비오톱 유형군	비오톱 유형	구조적 특징 및 특이사항	평가지표									
			A*	B*	C*	D*	E*	F*	G*	H*	I*	J*
F	FA	□ / △	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	I	Ⅲ	Ⅲ	-	-	Ⅲ	Ⅲ
	FB		Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	I	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ
	FC		Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	-	-	Ⅲ	Ⅲ
G	GA		Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	I	Ⅲ	Ⅲ	-	-	Ⅲ	Ⅲ
	GB		Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	I	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
	GC		Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	I	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
	GD		Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
	GE	c/c*	I	Ⅱ	Ⅱ	I	Ⅱ	I	Ⅱ	Ⅱ*	Ⅱ	Ⅲ
	GF		Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	-	-	Ⅲ	Ⅲ
	HA	g	Ⅲ	Ⅱ	I	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
H	HB	g	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	I	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ*	Ⅱ	Ⅲ
	HC	g	Ⅲ	Ⅲ	I	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	I	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
	IA	h/i	I	Ⅱ	Ⅱ	I	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	I	Ⅱ	Ⅱ
I	IB	g	I	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	I	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ
	IC	~~~~~	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	I	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	I	Ⅲ	Ⅲ
	ID	d/e/Ev	I	I	Ⅱ	I	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ*	Ⅱ	Ⅲ
	IE	h	I	I	Ⅱ	I	I	Ⅱ	I	I	I	Ⅱ
	JA	i	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	I	Ⅱ	I	I	I	I	Ⅱ
J	JB	i	I	I	Ⅱ	I	I	Ⅱ	Ⅱ	I	I	I
	JC	h, i, (I'')	Ⅲ	I	Ⅱ	I	Ⅱ	I	Ⅱ	I	I	I
	JD	f, h/ ◎ /○○	Ⅲ	I	I	Ⅱ	Ⅱ	I	Ⅱ	I	I	I
	KA		Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	-	-	Ⅲ	Ⅲ
L	KB		Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	-	-	Ⅲ	Ⅲ
	LA		Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	-	-	Ⅲ	Ⅲ
	LB		Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	-	-	Ⅲ	Ⅱ
	LC		Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	I	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ
	LD		Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	-	-	Ⅲ	Ⅲ
	LE	h	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	I	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ
	LF		Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	-	-	Ⅲ	Ⅲ
	LG	g	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
M	MA	g/h	Ⅱ	Ⅱ	I	I	Ⅱ	I	Ⅱ	I	Ⅱ	Ⅲ
	MB	g/h	Ⅱ	Ⅲ	Ⅱ	I	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ	I	Ⅲ	Ⅲ

A\* : 비오톱 전형종의 다양성  
(I =높음, Ⅲ=낮음)

B\* : 멸종 및 위협에 처한 종들이 출현할 수 있는 현장부지 조건(I =유리한, Ⅲ=불리한)

C\* : 이용강도(I =낮음, Ⅲ=높음)

D\* : 포장율(I =낮음, Ⅲ=높음)

E\* : 층위구조(I =다층, Ⅲ=단층)

F\* : 독특한 현장조건(I =높은출현, Ⅲ=낮은출현)

G\* : 희귀성(I =높음, Ⅲ=낮음)

H\* : 위험성(I =높음, Ⅲ=낮음)

I\* : 복원능력(I =50년 이상, Ⅲ=5년 미만)

J\* : 발전기간(I =60년 이상, Ⅲ=20년 미만)

표 9. 합산평가 및 최종 가치등급 평가 결과(1차 평가).

비오름 유형군	비오름 유형	합산평가					합산점수				최종가치등급 (I : 매우높음, V : 매우낮음)
		K*	L*	M*	N*	O*	P*	Q*	R*	S*	
A	AA	IV	I	IV	II	I	28.32	13.60	17.27	59.19	II
	AB	V	V	V	V	V	9.44	3.40	3.45	16.29	V
	AC	III	III	IV	IV	IV	25.17	6.80	6.91	38.88	IV
	AD	V	V	V	V	V	9.44	3.40	3.45	16.29	V
	AE	V	III	IV	IV	V	18.88	6.80	3.45	29.13	IV
B	BA	I	II	II	II	I	40.91	13.60	17.27	71.78	I
	BB	II	II	II	III	I	37.76	10.20	17.27	65.23	I
	BC	IV	III	V	V	V	18.88	3.40	3.45	25.73	V
	BD	I	I	II	II	III	44.06	13.60	10.36	68.01	I
	BE	II	I	II	I	I	40.91	17.00	17.27	75.17	I
	BF	II	IV	IV	IV	V	25.17	6.80	3.45	35.43	IV
	BG	I	I	II	II	II	44.06	13.60	13.82	71.47	I
	BH	II	III	III	IV	V	31.47	6.80	3.45	41.72	III
C	CA	II	II	III	III	I	34.61	10.20	17.27	62.08	II
	CB	III	II	III	III	II	31.47	10.20	13.82	55.48	II
	CC	II	II	III	III	III	34.61	10.20	10.36	55.17	II
	CD	I	I	II	II	II	44.06	13.60	13.82	71.47	I
	CE	II	I	III	II	III	37.76	13.60	10.36	61.72	II
	CF	I	II	II	I	III	40.91	17.00	10.36	68.27	I
	CG	V	V	IV	V	III	12.59	3.40	10.36	26.35	V
D	DA	I	I	II	II	II	44.06	13.60	13.82	71.47	I
	DB	I	II	II	III	III	40.91	10.20	10.36	61.47	II
E	EA	I	I	III	III	I	40.91	10.20	17.27	68.38	I
	EB	I	I	II	II	I	44.06	13.60	17.27	74.92	I
	EC	I	II	II	III	I	40.91	10.20	17.27	68.38	I
	ED	II	II	III	III	III	34.61	10.20	10.36	55.17	II
	EE	I	II	III	IV	V	34.61	6.80	3.45	44.87	III
	EF	III	III	III	V	IV	28.32	3.40	6.91	38.63	IV
	EG	I	II	II	II	I	40.91	13.60	17.27	71.78	I
F	FA	V	III	V	V	V	15.73	3.40	3.45	22.59	V
	FB	III	II	V	IV	V	25.17	6.80	3.45	35.43	IV
	FC	V	IV	V	V	V	12.59	3.40	3.45	19.44	V
G	GA	V	III	V	V	V	15.73	3.40	3.45	22.59	V
	GB	V	II	V	V	V	18.88	3.40	3.45	25.73	V
	GC	V	II	V	V	V	18.88	3.40	3.45	25.73	V
	GD	V	III	IV	IV	V	18.88	6.80	3.45	29.13	IV
	GE	I	II	II	III	III	40.91	10.20	10.36	61.47	II
GF	V	III	V	V	V	15.73	3.40	3.45	22.59	V	

표 9. 계속

비오톱 유형군	비오톱 유형	합산평가					합산점수				최종가치등급 (I : 매우높음, V : 매우낮음)
		K*	L*	M*	N*	O*	P*	Q*	R*	S*	
H	HA	IV	II	IV	IV	V	25.17	6.80	3.45	35.43	IV
	HB	II	II	III	III	III	34.61	10.20	10.36	55.17	II
	HC	V	II	V	III	V	18.88	10.20	3.45	32.53	IV
I	IA	I	II	III	II	II	37.76	13.60	13.82	65.17	I
	IB	I	III	II	III	V	37.76	10.20	3.45	51.41	III
	IC	II	II	IV	III	V	31.47	10.20	3.45	45.12	III
	ID	I	II	III	III	III	37.76	10.20	10.36	58.32	II
	IE	I	II	II	I	I	40.91	17.00	17.27	75.17	I
J	JA	II	II	II	I	I	37.76	17.00	17.27	72.03	I
	JB	I	II	II	II	I	40.91	13.60	17.27	71.78	I
	JC	III	II	II	II	I	34.61	13.60	17.27	65.48	I
	JD	III	II	II	II	I	34.61	13.60	17.27	65.48	I
K	KA	V	V	V	V	V	9.44	3.40	3.45	16.29	V
	KB	III	III	V	V	V	22.03	3.40	3.45	28.88	IV
L	LA	V	V	V	V	V	9.44	3.40	3.45	16.29	V
	LB	V	III	V	V	IV	15.73	3.40	6.91	26.04	V
	LC	II	III	III	III	II	31.47	10.20	13.82	55.48	II
	LD	V	V	V	V	V	9.44	3.40	3.45	16.29	V
	LE	III	III	III	II	III	28.32	13.60	10.36	52.28	II
	LF	V	IV	V	V	V	12.59	3.40	3.45	19.44	V
	LG	III	IV	IV	V	V	22.03	3.40	3.45	28.88	IV
M	MA	II	I	II	II	III	40.91	13.60	10.36	64.87	I
	MB	III	II	III	II	V	31.47	13.60	3.45	48.52	III

K\* : A\*, B\* 합산 매트릭스  
L\* : C\*, D\* 합산 매트릭스  
M\* : E\*, F\* 합산 매트릭스

N\* : G\*, H\* 합산 매트릭스  
O\* : I\*, J\* 합산 매트릭스  
P\* : 가중치를 적용한 합산점수  
(서식환경 안정요인)

Q\* : 가중치를 적용한 합산점수  
(저해요인)  
R\* : 가중치를 적용한 합산점수  
(자생요인)  
S\* : 최종 합산 점수(P\*\*+Q\*\*+R\*)

특히 관목 및 교목으로 형성된 포위된 소규모 수림(JC) 비오톱 유형의 경우, 서식환경 안정요인에서는 II등급 정도로 분류되었지만 특별한 구조적 특징(소밀도 71% 이상, 다층구조 식재)이 존재하며 상대적 가중치가 높은 저해요인, 자생요인의 항목에서 높은 가치를 가지는 것으로 평가되어 최종 1차 평가 등급은 한 단계 상향 조정되었다.

I 등급으로 분류된 비오톱 유형은 대부분 산림지역과 유수지 등으로 부지의 북측 및 남서측에 편중되어 있었으며 경작지 중심의 공간이라는 대상지의 특성상 부지 내부에는 거의 나타나지 않았다. 그러나 보전가치가 높은 경작지 내 포위된 수림 비오톱들이 부분적으로 출현하고 있어 이들을 이용한 녹지네트워크 조성 및 추가 비오톱 설치가 필요할 것으로 사료된다.

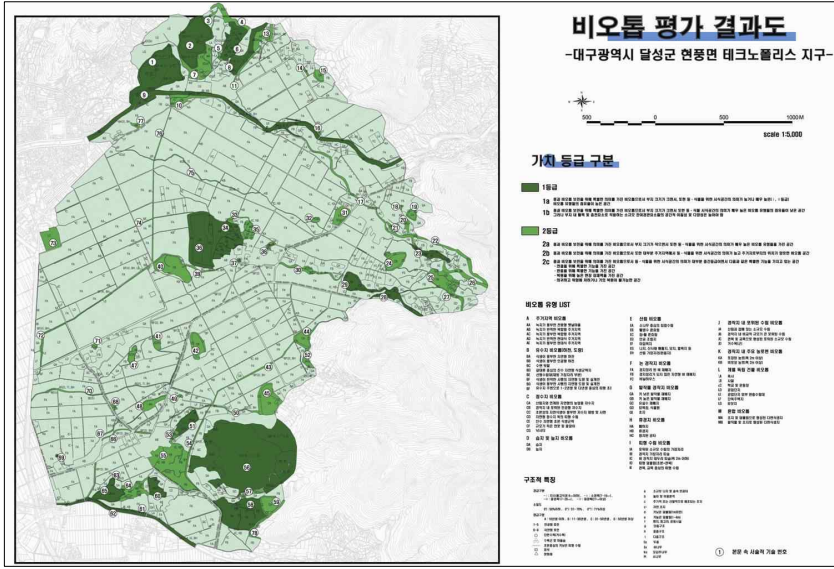


그림 7. 연구 대상지의 비오톱 2차 및 최종평가 결과도.

2) 2차 평가

2차 평가는 1차 평가 결과에 나타난 가치등급 중 중간등급(III등급) 이상의 비오톱 유형만을 대상으로 실시하였다. 2차 평가 결과, 종과 비오톱 보전을 위해 특별한 의미를 가진 부지(1a, 1b)는 17개 공간으로 조사되었으며, 종과 비오톱 보전을 위해 의미를 가진 부지(2a, 2b, 2c)는 총 61개 공간으로 분석되었다.

종과 비오톱 보전을 위해 특별한 의미를 가진 부지의 경우 대부분 자연산림지 및 자연형의 우수지, 포위된 수림 등의 전이지역으로 부지 북측 및 서측, 남동측에 주로 분포하고 있는 것으로 나타났다. 특히 도면표기 56번에 해당하는 부지(1a)는 침·활혼효림 중심의 공간으로 생물종 서식 공간의 의미가 매우 높은 부지로서, 공간의 규모가 크고 양호한 층위구조로 형성되어 있는 것으로 평가되었다. 또한 도면번호 6번에 해당하는 부지(1b)는 비교적 넓은 휴경지 중심의 공간으로 테두리쳐진 부분 속에 다양한 띠형수림이 존재하고 특히 환경부 지정 희귀식물인 땅나리가 출현하고 있는 것으로 나타났다. 특히 6번 부지의 경우 1차 평가에서는 II등급으로 가치평가 되었으

나 2차 부지평가 및 정성적 평가 과정에서 가치등급의 조정이 필요하다고 판단되어 한 단계 상향 조정하였다. 종과 비오톱 보전을 위한 2차 평가결과를 도면으로 제시하면 그림 7과 같다.

IV. 결 론

본 연구는 대구광역시 달성군 현풍면 및 유가면 일원을 대상으로 선정하여 지구단위 차원에서 비오톱 구조분석을 수행해 보고, 문헌 및 전문가 설문분석을 통해 종과 비오톱 보전적 측면에서 체계적인 평가모형을 개발하는데 가장 큰 목적을 두었다. 분석결과를 요약하면 다음과 같다.

우선 연구 대상지의 비오톱 유형분류 결과, 비오톱 유형군은 산림 비오톱 등 총 13개 유형군으로 분류되었으며, 이에 귀속되는 비오톱 유형은 식생이 풍부한 자연형 하천 등 총 61개 유형으로 구분되었다.

또한 문헌분석 결과, 비오톱의 보전가치를 평가하는 지표항목으로 비오톱 전형종의 다양성 등 총 18개의 항목이 도출되었으며, 지표항목의 성격에 따라 1차 평가지표를 총 10개, 2차 평가지

표를 총 8개로 구분하였다. 더불어 각 지표별 등급은 현장조사 결과와 병행하여 공히 3단계로 구분하였다.

전문가 설문분석 결과, 1차 평가 지표인 10개의 지표항목 모두 4.7 이상으로 높은 중요도 평균 값을 나타내었으며, 이중 특히 비오톱 전형종의 다양성 및 복원능력 항목은 5.8 이상으로 매우 높게 나타났다. 평가지표들을 특성별로 유형화하기 위해 요인분석을 수행한 결과, ‘저해요인’ 등 총 3가지 요인으로 구분되었다.

이상과 같은 설문분석 결과를 토대로 각 요인별 가중치를 산정한 결과, ‘자생요인’이 3.4541로 가장 높은 값을 보였으며, 반면에 ‘서식환경 안정요인’은 3.1468로 가장 낮은 값을 나타내었다. 이들 결과를 종합적으로 분석하여 체계적인 가치평가 모형을 설정하였다.

연구 대상지 적용을 통한 비오톱 보전가치 평가 결과, 1차 평가에서는 식생이 풍부한 자연형 하천 등 총 19개 유형이 I 등급으로 분류되었으며, II등급이 12개 유형, III등급이 5개 유형, IV등급이 10개 유형, V등급이 총 15개 유형으로 분석되었다.

마지막으로 2차 평가 결과, 종과 비오톱 보전을 위해 특별한 의미를 가진 부지(1a, 1b)는 17개 공간, 종과 비오톱 보전을 위해 의미를 가진 부지(2a, 2b, 2c)는 총 61개 공간으로 분석되었다. 이중 특히 도면표기 6번에 해당하는 공간은 비교적 넓은 휴경지 중심의 공간으로 테두리쳐진 부분 속에 다양한 띠형수림이 존재하고 특히 환경부 지정 희귀식물인 땅나리가 출현하고 있는 것으로 나타나, 2차 평가에서 한 단계 상향조정하여 최종 평가 등급은 1b로 설정하였다.

이상과 같이 본 연구에서 도출한 비오톱 지도 및 보전가치 평가모형, 이를 기초로 한 실 사례지 적용 결과는 대규모 개발사업으로 인해 훼손될 수 있는 동·식물 및 생물서식공간을 보전, 관리하는데 보다 더 실질적인 해결방안은 제시해 줄 수 있을 것으로 사료된다. 특히 전문가 설문분석

을 통한 정량적이고 객관화된 평가지표의 도출 및 가중치 부여는 타 연구와의 차별성이란 측면에 높은 가치가 있을 것으로 생각된다. 일례로 경작지 가장자리 띠숲(IB) 비오톱 유형의 경우, 단순 합산평가 시에는 II등급으로 분류되었지만 가중치를 적용한 합산 평가에서는 III등급으로 하향 조정되었다. 이는 상대적으로 가중치가 높은 저해요인, 자생요인의 측면에서 낮은 값을 나타내었기 때문에 본 연구에서 적용한 가중치에 의미가 있는 것으로 해석할 수 있다.

그러나 비오톱 평가에서 종과 비오톱 보전적 측면만으로 제한하고 있어 자연체험 및 휴양가치 평가도 동반하여 수반될 필요가 있으며, 연구 대상지 조사 과정에서 시간 및 재원의 어려움으로 인해 각 계절별로 수행하지 못한 한계가 있었던 바, 향후에는 계절별로 동·식물 및 구조적 특징 등을 조사하여 자료의 객관성을 높일 필요가 있을 것으로 사료된다. 마지막으로 전문가 설문조사 과정에서 보다 많은 전문가의 의견을 반영하지 못한 한계가 있었던 바, 후속 연구로 다양한 분야의 전문가 의견을 반영한 가중치의 산정 및 평가모형의 재설정이 필요할 것으로 판단된다.

## 인 용 문 헌

- 광양시. 2006. 생태지도(Biotop Map) 및 현황도 제작 연구보고서.
- 김정호·한봉호. 2006. 도시생태계 구조를 고려한 비오톱 유형 구분. 한국조경학회지 34(2) : 1-17.
- 나정화. 1999. 도시비오톱의 유형분류 및 분석에 관한 연구. 한국환경생태학회지 13(2) : 129-142.
- 나정화·도후조. 2003. 도시 중심부 지역의 비오톱 구조분석 및 평가-대구광역시 중구 사례지를 중심으로-. 한국환경복원녹화기술학회지 6(5) : 9-11.
- 나정화·이석철·사공정희·류연수. 2001. 생물

- 중 및 서식지 보전의 관점에서 본 대도시의 비오톱 구조분석-대구광역시 수성구를 중심으로-. 한국조경학회지 28(6) : 32-42.
- 나정화 · 조현주 · 이현택. 2008. 경관생태계획 모형설정을 위한 기초적 연구. 한국조경학회지 34(4) : 48-64.
- 노형진. 2005. SPSS 12.0에 의한 조사방법 및 통계분석. 서울 : 형설출판사.
- 당진군. 2009. 당진군 생태현황조사(비오톱지도 작성) 연구용역 보고서.
- 대구지역환경기술개발센터. 2008. 비오톱을 활용한 에너지 절약형 지구단위 공간구조 개선 모델링. pp.27-37.
- 도후조. 2001. 도시밀집지역 비오톱 구조분석-대구광역시 중구를 중심으로-. 경북대학교 석사학위논문 pp.1-6.
- 류연수. 2000. 도시 비오톱의 평가지표 설정. 경북대학교 석사학위논문 pp. 4-8.
- 사공정희. 2004. 대도시의 경관생태적 녹지연계망 구축 방안. 경북대학교 박사학위논문 pp.1-3.
- 성남시. 2001. 도시생태현황도(Biotop Map)제작 및 GIS 구축사업(1차년도) 연구보고서.
- 이석철. 1999. 도시비오톱에 대한 구조분석 및 수치지도화. 경북대학교 석사학위논문.
- 최일기 · 이은희. 2007. 독일의 비오톱 유형분류에 대한 고찰. 한국조경학회지 35(5) : 73-81.
- 최일기 · 오충현 · 이은희. 2008. 전국적 적용을 위한 비오톱유형분류 제안. 한국환경생태학회지 22(6) : 666-678.
- 최주영 · 김경호. 2006. 비오톱분석을 통한 택지개발지구 보전적지 설정에 관한 연구. 한국지역사회발전학회 논문집 31(3) : 165-173.
- 한국토지공사. 2007. 대구 테크노폴리스 지방산업단지 조성사업 환경영향평가서.
- Bauer. G., K., Gerresheim and U. Kisker. 1976. Landschaftsrahmenplan Erholungspark Ville. Beitrage zur Landesentwicklung, 35 : 149-173.
- Forman, R. T. T. 1995. Land Mosaics. Cambridge University Press. pp.3-40.
- Kaerkes, W. 1986. Zur oekologischen Bedeutung urbaner Freiflaechen. Diss. Univ. Bochum. pp.281-284.
- Katarina, L., B. Cristina and I. Margareta. 2002. Biotope patterns in urban areas a conceptual model integrating biodiversity issues in spatial planning. Landscape and Urban Planning, 55 : 223-240.
- LOELF. 1987. Biotopkartierung NW und Methodik und Arbeitsanleitung-Recklinghausen. pp.40-49.
- Marks, R. 1989. Methoden Oekologischer Planing im Kommunalen Umweltschutz am Beispiel der Stdt Dortmund. VGFO Band 18. Goeltingen. pp.589-592.
- Munier, B., B. Nygaard, R. Ejrnas and H. G. Bruun. 2001. A Biotope landscape model for prediction of semi-nature vegetation in Denmark. Ecological Modelling, 139 : 221-233.
- Naveh, Z., and A. Lieberman. 1994. Landscape ecology : Theory and application. New York : Springer-Verlag.
- Nunnally, J. C. 1978. Psychometric Theory. 2nd ed. New York : McGraw Hill.
- Riecken, U., U. Ries and A. Ssymank. 1994. Rote Liste der gefaehrdeten Biotoptypen der Bundesrepublik Deutschland, Kilda-Verlag, 42-73.
- Sukopp, H., and S. Weiler. 1988. Biotope mapping and nature conservation strategies in urban area the Federal Republic of Germany. Landscape and Urban Planning, 15 : 39-59.