

국내 주요 도시의 비오톱유형 분류체계 비교^{1a}

최진우^{2*}

Comparisons of Classification System of Biotope Type in Major Korean Cities^{1a}

Jin-Woo Choi^{2*}

요약

국내 주요 도시에서 수행된 비오톱유형 분류는 생물서식처 관점보다는 토지이용 개념에 한정되어 분류되었고, 생태적 가치에 따라 상세하게 분류되지 못하였다. 비오톱유형은 지역적 특성을 고려하여 생물서식처 관점에 따라 분류되어야 한다. 본 논문은 비오톱유형 분류에 사용되는 분류위계, 분류항목, 분류요인, 분류지표, 분류기준, 분류key 등 분류인자의 개념적 틀을 명확하게 설정하고 사례도시의 비오톱유형 분류결과에 적용하여 문제점을 고찰하고 비오톱유형 분류체계 개선방향을 제안하였다. 비오톱유형 분류체계는 위계별로 분류의 기본 수준과 기준을 마련하여 일관된 분류 특성을 가져야 한다. 분류지표는 생물적 요인, 무생물적 요인, 인간행태적 요인을 고려하여 적용되어야 한다. 비오톱유형은 일반인들과 계획가들이 이해하기 쉽도록 분류지표와 분류key의 표준화와 더불어 지역 비오톱 특성을 반영할 수 있도록 분류key와 분류기준의 특성화를 반영하는 것이 필요하다.

주요어: 분류요인, 분류지표, 분류키, 분류모형

ABSTRACT

The classification of biotope type in major Korean cities was made based on the land use concept rather than the ecological concept of the land as the habitat of biological communities. Therefore, biotope type need to be reclassified according to ecological concerns and regional characteristics. This study attempts to clearly define various critical concepts regarding the classification of biotope type, such as classification hierarchy, classification criteria, classification factor, classification indicator, classification key, and classification standard. Furthermore, it also attempts to suggest the ways to improve the classification system of biotope type by sampling the cases of major Korean cities. The classification system of biotope type is required to have a coherent system that provides basic guidelines, standards and hierarchy with regard to biotic, abiotic and anthropotic factors, as well as classification indicators and classification keys.

KEY WORDS: CLASSIFICATION FACTOR, CLASSIFICATION INDICATOR, CLASSIFICATION KEY, CLASSIFICATION MODEL

1 접수 2009년 12월 31일, 수정(1차: 2010년 1월 27일, 2차: 2010년 2월 5일), 게재확정 2010년 2월 6일

Received 31 December 2009; Revised(1st: 27 January 2010, 2nd: 5 February 2010); Accepted 6 February 2010

2 도시생태학연구센터 Urban Ecology Research Center, Seoul, 138-830, Korea(jinunechoi@gmail.com)

a 이 논문은 저자의 박사학위논문(Choi, 2009) 일부 결과를 발전시킨 것임.

* 교신저자 Corresponding author(jinunechoi@gmail.com)

서론

우리나라에서는 그동안 사전환경성검토 및 환경영향평가 협의 진행시 생태계 분야의 현황자료 및 평가기준이 미흡하여 많은 문제점이 발생되어 왔다. 대표적으로 사용되고 있는 녹지자연도는 각 지역의 자연성 및 특수성을 고려하지 않은 전국적인 기준이 적용되고 있으며, 식생의 잠재성 및 생태적 천이가 진행되는 군락에 대한 평가가 무시되고 있다. 녹지자연도의 한계를 극복하고자 생태자연도가 보전지역과 이용가능지역을 구분하는데 사용되고 있는데, 광역적 축척(1/25,000)으로 작성되어 국가 및 지역차원의 국토계획에는 적용이 용이하나 도시개발 및 관리계획의 기본도인 1:5,000 축척에 적용시키기에는 많은 한계를 가지고 있다.

이에 국내에서도 도시단위에서 정밀한 도시생태 현황을 조사하여 친환경적 도시계획에 적용할 수 있는 비오톱지도(도시생태현황도)가 작성되고 있다. 서울시가 2000년 가장 먼저 독일의 베를린시 비오톱지도화 방법론을 응용하여 비오톱지도를 제작한 이후 성남시, 광양시, 고양시, 시흥시, 원주시, 당진군, 천안시, 순천시 등 지방도시에까지 비오톱지도 제작이 확산되고 있다. 환경부에서는 비오톱지도 작성 지침(Ministry of Environment, 2005; 2007)을 작성하고 지자체별로 지도 제작을 유도하고 있으나, 아직 법적 수단으로 갖추어지지 않아 ‘생태도시’를 지향하는 일부 지자체를 중심으로 자체 비용으로 제작되고 있는 단계이다. 최근 환경부에서 비오톱유형별 보전 및 복원기법 개발 연구(Ministry of Environment, 2008)의 일환으로 기본 비오톱유형 목록을 작성하였다(Choi *et al.*, 2008). 국내 비오톱지도화 방법은 지자체별로 단계장의 관심도, 도시계획부서의 협력정도, 사업비 및 사업기간, 지역 전문가의 관심과 참여, 연구진 역량 및 연구 스타일에 따라 다양하게 적용되고 있다.

비오톱지도에서 비오톱유형은 환경친화적인 도시관리에 적용할 수 있는 중요한 수단으로 볼 수 있다. 유형분류는 전체를 세부적으로 파악할 수 없고 표현할 수 없는 복잡한 현실을 특정 기준에 의해 속성이 유사한 것들을 묶어 단순화하는 것을 의미한다. 비오톱유형은 실제적 상황을 일반화, 표준화하기 위한 표현수단이라고 할 수 있으며 개별 비오톱들에 대한 단순화, 추상화를 하는 과정이다(Blab, 1995). 환경부는 비오톱 유형화를 개별비오톱의 생태적 특징을 바탕으로 체계적으로 분류하여 나타내는 과정이라고 정의하고 있다(Ministry of Environment, 2008). 비오톱유형은 생물군집 또는 생물군집의 일부가 유사한 생태적 조건하에 서식한다는 것을 의미하며 환경생태계획으로 보다 쉽게 접목시켜 보전관리 및 수준 향상을 위한 차별적인 관리가 이루어지는 것을 지향하고 있다.

지금까지 국내 비오톱지도의 유형분류에서는 다음과 같은 문제점을 지니고 있다. 비오톱지도를 이해하는 관점이 혼란되어 생물서식처 보다 토지이용 개념에 한정되어 비오톱유형이 분류되었고, 비오톱 평가를 하기 위한 사전단계인 경계설정과 기초자료 구축의 의미로 여겨졌다. 그리고 해당 지자체 및 연구자 그룹별로 사용하고 있는 비오톱 분류위계, 분류지표, 분류기준 등 용어사용 및 분류체계가 불명확하고 제각각이어서 서로 비교하기 힘든 실정이다. 환경부에서 2008년 전국적으로 적용할 수 있는 비오톱유형 분류체계와 기본 유형목록을 제시하였으나 분류위계, 분류지표, 분류기준 등의 용어사용을 통일시키지 못하고 있으며 분류체계의 구조적 틀이 불명확하게 사용되고 있다.

본 연구에서는 비오톱유형 분류에 사용되는 분류위계, 분류항목, 분류요인, 분류지표, 분류기준, 분류key 등 분류인자의 개념적 틀을 명확하게 설정하고 국내 주요 도시의 비오톱유형 분류결과에 적용하여 주요 문제점을 고찰하고 비오톱유형 분류체계 개선방향을 제안하고자 한다.

연구방법

1. 비오톱유형 분류인자 개념 틀

국내의 비오톱유형 분류 사례는 연구자 및 지역에 따라서 각기 다른 개념과 용어가 혼용되어 사용되고 있어 혼란이 가중되고 있다. 본 연구에서는 비오톱유형 분류 연구에서 사용되는 분류인자 개념을 체계화하여 분류항목(Criteria), 분류요인(Factor), 분류지표(Indicator), 분류기준(Standard), 분류key 등의 상호관계성을 도식화하였다(Figure 1). 분류지표의 성격은 분류항목과 분류요인에 의해 영향을 받으며, 분류key는 분류지표를 측정하는 분류기준에 의해 최종적으로 도출되는 관계로 설정하였다.

분류항목(Classification criteria)은 비오톱유형 분류과정

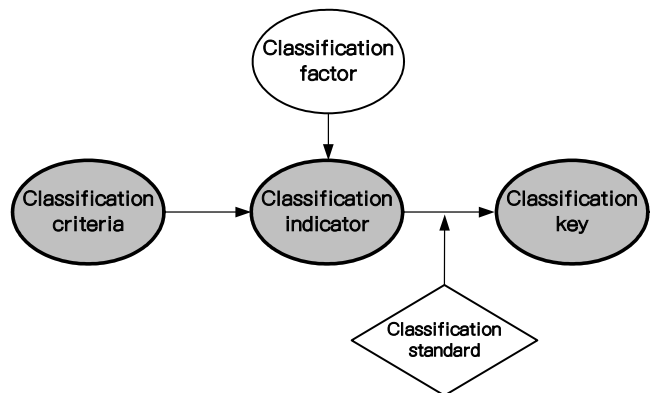


Figure 1. Concept of classification relation of biotope type

에 있어서 비오톱의 질을 나타내는 가장 포괄적이고 추상적인 개념으로 볼 수 있다. 주로 평가기준(Evaluation criteria)에서 사용되는 자연성, 다양성, 희귀성, 잠재성, 대표성 등의 개념을 말한다. ‘기준’이라는 용어가 분류지표를 구분하는 ‘분류기준’과 혼동되는 측면이 있어 주로 ‘부문’ 내지 ‘항목’이란 용어로 사용되었다. 비오톱유형 분류항목은 평가기준 연구결과(Ractliffe, 1977; Johnston, 1990; Marsh, 1993; Zisenis, 2006)를 활용하여 자연성(Naturalness), 희귀성(Rarity), 생태적 기능성(Ecological functions), 복구능력(Re-establishment ability), 도시환경 기능성(Urban-environmental functions) 등이 일반적으로 적용 가능하다.

분류지표(Classification indicator)는 비오톱유형을 분류하는데 사용되는 구체적인 판단 및 측정 도구로 정의할 수 있다. 일반적으로 지표는 어떤 대상이 다수의 상태변수에 따라 규정되는 경우에 그 대상이 가지고 있는 특성 중에서 추출한 것을 소수의 특성치로 투영하여 이해하기 쉽게 표현한 것이라 할 수 있다. 또한 목표치나 분기점(Threshold value)을 제시함으로써 문제가 심각하기 이전에 경고할 수 있고, 또 문제를 해결하기 위한 대응책이 무엇인가를 알려 줄 수 있다. 지표 선정의 요건으로는 환경상태의 대표성, 현실적·기술적 수집용이성, 지역간 비교의 객관성, 언제든 적용이 가능한 반복성, 의미가 단순하고 정확하게 시민이 이해할 수 있는 단순성을 고려해야 한다고 하였다(Kim, 2001). 비오톱유형 분류지표는 반드시 구체적이고 직접적인 용어로 표현되어야 일반인들과 계획가들이 명확하게 이해할 수 있다. 분류지표는 기초조사 자료의 조사항목과 강도에 따라 다양하게 선정될 수 있으므로, 비오톱지도화 이전에 분류항목에 따른 분류지표를 선정하여 조사항목과 강도를 설정해야 한다. 또한 분류항목의 추상적인 개념을 실제로 적절하게 측정할 수 있는지에 대한 구성타당성이 검증된 분류지표를 선정해야 한다.

분류요인(Classification factor)은 비오톱을 분류하는 조건이 되는 요소로 정의할 수 있다. 현대적 의미의 비오톱에는 크게 생물적 요인(Biotic factor), 무생물적 요인(Abiotic factor), 인간행태적 요인(Anthropotic factor)이 있다고 하였다(Sukopp *et al.*, 1980). 비오톱의 개념은 학문적으로 ‘공간적 경계를 가진 생물군집의 서식공간’(Sukopp & Weiler, 1988; Schaefer, 1992)으로 정의되고 있지만, 비오톱지도화를 통해 적용되는 현대적 의미의 비오톱은 생물적 관점뿐만 아니라 토양, 수문, 기후, 지형 등 무생물적 관점과 휴양 및 녹지 이용 측면의 인간행태적 관점까지 포함되는 의미로 넓게 사용되고 있다(Ra, 1997). 따라서 분류지표는 생물적 요인뿐만 아니라 무생물적 요인과 인간행태적 요인을 충분히 고려하여 선정해야 한다. 본 연구에서는 Sukopp *et al.*(1980)가 제시하고 있는 비오톱의 3가지 성격을 반영

하여 분류요인과 분류지표의 성격과 관계성을 설정하였다 (Figure 2). 생물적 요인에 의한 지표는 비오톱의 질적인 상태를 반영하는 생물서식처의 자연성, 다양성, 희귀성 등의 상태(State)로 표현되고, 무생물적 요인에 의한 지표는 비오톱의 물리적 기반 조건을 반영하는 지형, 토양, 수문, 기후 등의 자연성, 안정성 측면의 조건(Condition)의 성격으로 설정되었다. 인간행태적 요인에 의한 지표는 인간의 교란 및 영향성을 고려하여 토지이용, 관리적 측면의 훼손성, 잠재성, 압력영향 등의 정도(Degree)로 표현될 수 있다. 비오톱의 현 상태는 물리적 기반 조건과 인간영향 정도의 유형 및 상호관계에 따라 다양하게 반영될 수 있다.

분류기준(Classification standard)은 분류지표를 구분하는 척도라고 볼 수 있다. 정성적 지표는 대부분 명목적으로 사용되어 특정 요소의 유무 및 해당 조건에 따라 구분된다. 정량적 지표는 대부분 비율적으로 사용되어 특정 변수의 면적비율 및 수치의 분기점에 의해 구분된다. 비율척도의 분류기준은 절대적 기준과 상대적 기준으로 구분해서 적용할 수 있다. 절대적 기준은 일반적으로 전국적으로 적용할 수 있는 기준이며, 상대적 기준은 지역 비오톱 특성을 반영하여 상대적인 분포에 따라 척도를 구분할 수 있다.

분류key(Classification key)란 일반적으로 동·식물 분류학에서 종을 구분할 때 핵심적인 기준으로 사용되는 용어이다. 본 연구에서는 분류지표와 분류기준에 의해 구분된 비오톱유형의 특성을 직접적으로 결정짓는 최종 수식어의 의미로 분류key의 개념을 적용하였다. 분류key는 연구자들의 학문적 배경과 사용하는 용어에 따라 다르게 사용되어 일반인들에게 혼란을 가중시킬 위험성이 있다. 비오톱지도를 접하는 일반인들과 계획가들에게는 분류key가 직접적인 의미를 가지게 되므로 기본적으로 표준화된 분류key를 사용하는 것이 필요하며, 지역적 특성을 고려하여 분류key는 더 세분화 될 수 있다.

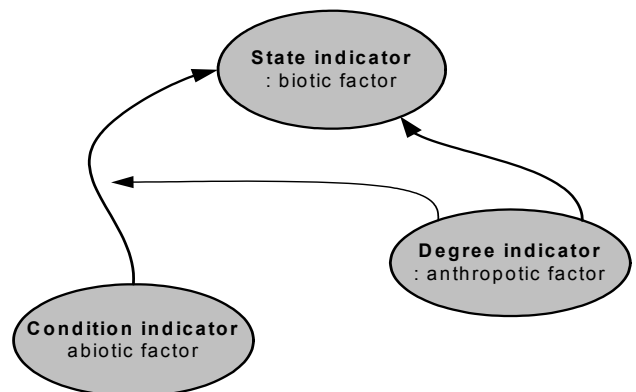


Figure 2. Relations between classification factor and indicator of biotope type

2. 연구사례지

본 연구에서는 지자체 단위에서 행정구역 전면적을 대상으로 비오톱지도를 제작하여 활발히 활용되고 있는 수도권 지역의 주요 도시를 사례 대상지로 선정하였다. 사례 대상지는 Seoul City(2000; 2005), Seongnam City(2004), Goyang City(2008) 등 3개 도시와 Ministry of Environment (2008)의 비오톱유형 분류체계를 분석하였다. 연구사례지 비오톱지도의 제작년도, 면적, 지도화방법, 연구그룹을 구분하여 비교하였다(Table 1).

비오톱지도화 방법은 지도화 조사대상 범위에 따라 선별적 비오톱지도화(Selective biotope mapping), 대표적 비오톱지도화(Representative biotope mapping), 전면적 비오톱지도화(Overall biotope mapping)로 구분된다(Sukopp, 1990). 일부 영문학술지에 투고된 논문(Sukopp and Weiler, 1988)에 ‘전면적’의 개념이 ‘Comprehensive’로 표현되어 국내에 도입 시 ‘포괄적 지도화’(Seoul City, 2000)로 번역되어 사용되었는데 도시 전체를 지도화 한다는 내용적 의미에서 ‘전면적’이란 용어가 더 적당한 것으로 판단된다.

국내 비오톱지도화의 방법론은 크게 전체 면적을 현장 조사한 전면적 지도화 방법과 인공영상사진을 활용하여 경계설정후 대표지역을 현장조사한 전면적+대표적 지도화 방법으로 구분하였다. 서울시와 고양시는 현장조사에 기반하여 토지이용, 이용강도, 토양피복, 녹지율, 현존식생, 식생구조 등을 비오톱의 경계로 설정한 전면적 비오톱지도화 방법으로 제작되었고, 성남시는 수치지형도 및 IKONOS 자료로 토지이용, 토지피복, 현존식생 등의 경계를 설정한 후 대표지역의 현장조사를 통한 전면적+대표적 비오톱지도화 방법으로 제작되었다.

비오톱유형 분류인자의 개념적 틀(Figure 1, 2)을 적용하여 사례도시의 분류체계를 비교하여 비오톱 분류위계, 분류key, 분류지표 및 분류요인, 분류기준 등의 주요 문제점을 고찰하고 비오톱유형 분류체계 개선방향을 제안하였다.

결과 및 고찰

1. 분류위계

분류위계란 비오톱유형이 분류되는 계층적인 단계이며, 단계별로 분류된 비오톱유형이 위계를 형성하게 된다. 국내 비오톱유형 분류 기준의 기본 근거는 대부분 독일의 비오톱유형화 방법론에서 출발하였다고 볼 수 있다. 비오톱유형의 분류위계는 사례지역별로 적용기준이 달라 토지이용종류와 서식처유형으로 구분된 유형을 대분류 유형으로 설정하였고, 최종 비오톱단위의 유형분류를 소분류 유형으로 설정하여 비교하였다. 초기에 제작된 서울시와 성남시 비오톱유형의 분류위계는 대·소분류의 2단구조로 볼 수 있다. 특히 성남시 비오톱유형 목록은 형식적으로 대·중·세분류의 3단구조로 표현되어 있으나 세분류의 공간단위가 불명확하고, 내용적으로 토지이용 측면 대분류와 공간 종류 측면 중분류 유형의 2단계로 구분되어 있었다. 고양시와 환경부는 독일 베를린시의 비오톱계(Biotope class)-비오톱군(Biotope group)-비오톱유형(Biotope type)-비오톱하부유형(Biotope sub-type) 등을 기초로 한 대·중·소·세분류의 4단구조를 반영하였다. 고양시는 산림과 하천을 대상으로 세분류 유형을 구분하였고 환경부는 실제 소분류까지만 분류작업을 수행하였다. 비오톱유형 분류 개수는 최근에 수행된 고양시와 환경부의 소분류 개수가 각각 155개, 127개로 상대적으로 상세하게 분류되었다.

국내 비오톱유형 분류사례에서는 분류위계에 따른 분류특성을 명확하게 제시하지 못하고 있다. 분류위계별 크게 서식처특성과 관련된 지표에 의해서 구분되거나, 서식처 및 토지이용종류에 의해서 구분되어 있었으나 분류위계별로 서로 엇갈리게 적용되어 분류위계의 계층구조가 혼동되어 있었다. 예를 들면 Goyang City(2008)에서는 습지 및 호소 비오톱이 중분류단계에서 습지종류에 따라 습지, 저수지, 유수지, 인공연못 등으로 분류되었고 소분류단계에서 습지생성유형에 따라 자연습지, 자연형습지, 인공형습지로 분류

Table 1. Case study of classification system of biotope type in Seoul metropolitan area, Korea

Section	Mapping year	Area(km ²)	Mapping method	Research group
Seoul City	2000, 2005	604	Overall Biotope Mapping	Seoul Development Institute University of Seoul
Seongnam City	2004	141.7	Overall+Representative Biotope Mapping	Seoul National University
Goyang City	2008	297	Overall Biotope Mapping	Korea Institute of Construction Technology, University of Seoul
Ministry of Environment	2008	-	-	Seoul Woman University Donggook University

Table 2. Comparisons of classification hierarchy of biotope type in case study

Section	Classification hierarchy	Number of types
Seoul City	Large-Small	10-64
Seongnam City	Large-Small	6-44
Goyang City	Large-Medium -Small-Detail	16-52-155-73
Ministry of Environment	Large-Medium -Small-(Detail)	13-45-127

되었다. 그러나 Ministry of Environment(2008)에서는 습지 및 호소비오톱이 중분류단계에서 습지생성유형에 따라 자연습지, 인공습지 등으로 구분되었고 소분류단계에서 습지 종류에 따라 산림습지, 강하구습지, 저수지 등으로 구분되었다. 지역별로 비오톱유형을 비교하고 위계를 표준화하기 위해서는 위계별로 분류의 기본 수준과 강도에 대한 기준을 마련하여 일관된 분류특성을 가져야 한다.

2. 분류 Key

서울시, 성남시, 고양시 등 국내 지자체와 환경부 연구결과를 중심으로 대분류 유형별 분류key와 지역 특성을 반영한 비오톱유형 종류를 비교하였다(Table 3). 지역 비오톱 반영 정도와 분류의 상세 정도를 비교하고자 일반적인 토지이용종류에 의한 유형분류는 제외하였다. 최근에 분류된 고양시와 환경부의 분류key는 비교적 상세하고 구성되었으나, 서울시와 성남시의 분류key는 대부분 토지이용분류의 관점에 의존하고 있었고, 특히 녹지지역에서 분류key가 없거나 단순하게 적용되어 생물종 및 서식처 관점의 비오톱 특성이 두드러지지 못하였다. 대부분의 분류key는 질적 자료로 구성되었지만 녹지율, 불투수포장율, 흉고직경 등 양적 분류기준에 의해 양적 기준이 그대로 사용되기도 하였다. 사례지역별 비오톱유형 분류key의 차이는 비오톱지도화와 유형분류의 방법론에서 결정되었다고 볼 수 있다. 국내에는 크게 전면적 비오톱지도화 방법의 서울시와 전면적+대표적 비오톱지도화 방법의 성남시에서 상이하게 발달하였다. 특히 Ministry of Environment(2005; 2007)의 비오톱지도 작성지침에는 서울시와 성남시의 사례를 기초로 하여 제시하고 있다.

Seoul City(2000)에서는 토지이용, 식물상, 동물상, 토양, 지질, 기후, 경관 등의 기초자료가 충분히 구축되지 않아 도시생태계에 영향을 미치는 주요 인자인 토지이용조사, 기후-물관리-토양-동식물상에 영향을 미치는 토양피복조사, 생태적 기능을 담당하는 현존식생 및 식생구조 조사를 수행하여 비오톱유형을 분류하였다. 1999년에 서울시 강동구를

시범 대상으로 3가지 범주의 조사결과에 따른 전면적 비오톱지도화를 실시하여 전문가들의 심포지엄과 자문회의를 거쳐 비오톱유형 목록을 작성하였다. Lee(1999)는 도시생태계의 문제점을 해결하기 위한 방안을 반영하기 위한 방향으로 서울시 비오톱유형 분류안을 구체화하였다. 즉 생태도시 조성의 기술적인 요소인 에너지 및 자원이용 감소에 의한 엔트로피 감소, 물순환체계 확립, 생물다양성 확보 등의 관점을 설정하였다. 엔트로피 감소 측면에서 인구밀도를 대신하여 건물층고를, 물순환체계 확립 측면에서 불투수포장 비율을, 생물다양성 증진 측면에서 생태적 천이정도를 분류 지표로 선정하여 유형을 분류하였다. 그러나 서울시의 비오톱유형 분류는 토지이용종류라는 범위에 층고, 불투수포장 비율, 생태적 천이정도의 지표만을 기계적으로 조합하여 생물군집의 서식공간이라는 비오톱의 개념을 충분히 반영하지 못하는 한계를 지니고 있다.

독일의 토지이용에 의한 비오톱유형 분류는 단순한 토지이용기준이 아니라 녹지율, 수목분포 등 생물서식처와 연관된 토지이용으로 분류되었다(Federal Agency for Nature Conservation, 2002). 서울시의 시가지 비오톱유형은 주거지와 상업지유형을 제외하면 토지이용종류 그 자체로 단순하게 분류되었다. 더군다나 녹지지역에까지 토지이용의 관점으로 분류되는 결과를 가져왔다. 하천, 습지, 초지, 경작지 등이 다양한 생태적 특성에 따라 분류되지 못하고 토지이용종류에 의해서만 단순하게 분류되었다. 특히 2000년 비오톱유형 목록에는 하천 하안의 잔존 아까시나무림이 산림비오톱으로, 하천 둔치의 발경작지가 경작지비오톱으로 분류되어 2005년 갱신과정에서 하천변 인공녹지비오톱과 하천경작지비오톱으로 재조정되었다. 또한 서울시 현존식생 및 식생구조 조사에서 산림 전지역을 대상으로 층위구조 및 흉고직경 등 다양한 속성자료가 구축되었으나 자연림 및 인공림과 건조지성 및 습윤지성 기준으로만 분류되는 한계를 가지고 있다.

Seoul City(2000; 2005)의 비오톱 유형화 방법론은 토지이용에 의존하는 관점, 토지이용-토양피복-현존식생 조사자료의 기계적인 조합, 녹지지역의 생태적 특성의 반영부족에도 불구하고 서울시 전면적을 현장조사를 통해 기초자료를 구축하고 지속적으로 갱신하고 있기 때문에 발전가능성이 높다고 판단된다. 서울시의 비오톱 유형화 방법론은 고양시(2008) 사례에서 계승-발전되었다. 고양시는 서울시 비오톱지도화 방법을 수용하면서 기본적으로 토지이용, 토양피복, 현존식생 및 식생구조 조사를 통한 전면적 비오톱지도화를 수행하였다. 이와 더불어 고양시의 특색있는 경관인 한강하구, 하천, 논경작지, 습지, 초지의 생태적인 특성을 반영하기 위해 여러 구조적인 요인들을 병행해서 상세하게 유형분류를 시도하였다. 따라서 하천비오톱은 자연, 자연형, 인공형

Table 3. Comparisons of classification key of biotope type in case study

Section	Seoul City	Seongnam City	Goyang City	Ministry of Environment
River	constructed with (natural/artificial) materials	-	(nature/natural/artificial) rivers (natural/exotic) species, land-use/unused area, (drought/water) tolerant, (fast/slow) water speed, (sand/gravel) deposit, irrigation, tidal flat	(mountain, rural, urban) rivers, (natural/artificial, dry) rivers
Wetland	-	-	(natural/exotic) species, (natural/artificial) wetland, (natural/artificial) materials, habitat function of wild-animals	(natural/artificial) wetland, (natural/artificial) materials
Coastal	-	-	-	(shrub/herb) dune, (sea grass/annual plant) communities, seaside, salt march
Forest	(natural/artificial) forest, (drought/water) tolerant, denuded area, small-scale sports facilities	(coniferous/broad-leaved) tree, (natural/artificial) forest, unused area and grass land	(coniferous/broad-leaved) tree, (natural/artificial) forest, (single/multi) structure, (drought/water) tolerant, diameter of breast height more than/below 20cm	(natural/artificial) forest, (coniferous/broad-leaved) tree, exposed land, graveyard, (farmland/road/tidal flat/rural village) adjoining edge, grove and shrub
Grass land	-	-	(natural/artificial) grass, (drought/water) tolerant, (natural/exotic) species	-
Park and green space	(more than/below) 1ha	line type	(natural/exotic) species, (single/multi) structure, Impermeable pavement ratio (more than/below) 80%, (permeabl/part permeabl/impermeable) pavement, green road	(high/low) natural vegetation ratio, (high/low) facilities ratio
Arable land	-	fallow	(drought/water) tolerant, (readjusted/terraced) paddy fields, fallow	(readjusted/not readjusted/terraced) paddy fields, (plain/hilly) dry fields, (concrete/not concrete) irrigation, (small/large) scale cattle shed
Unused area	unused urban area	-	-	-
Urban area	(high/low) impermeable pavement ratio, below 4 floor/5~10 floor/more than 11 floor	building+green space, pavement	(high/middle/low) floor, green ratio (more than/below) 5, 10, 15, 5%, impermeable pavement ratio (more than/below) 90%	(with/without) garden (traditional/improved/rural/urban) house, (1980/1990/2000)s period house, (high/low) green ratio, (small/large) scale

하천과 유속이 느린, 여울지는 하천 등으로 분류할 수 있었고 농수로, 하구개펄, 모래 및 자갈 퇴적지 등 특이한 유형도 분류하였다. 습지 및 호소비오톱은 자연 및 조성 담수와 자연 및 인공재료 호소 등으로 구분하였고, 경작지비오톱에서는 논을 자연지형 및 경지정리 논 등으로 상세하게 구분되

었다.

Seongnam City(2004)의 비오톱 유형화 방법론은 전면적 +대표적 비오톱지도화에서 출발하였다. 전체 대상지를 IKONOS 인공위성 영상사진으로 토지이용과 현존식생의 관점으로 경계를 설정한 후 대표지역을 선정하여 보완조사

를 하였다. 이 방법은 이후 Gwangyang City(2006)에서도 그대로 적용되었다. 성남시에서는 비오톱 유형화를 개별 비오톱 내부의 구조적 특성을 반영하는 비오톱구조 유형화단계, 개별 비오톱이 경관 내에서 위치하는 맥락에 따라 경관구조 유형화단계로 진행되었다. 개별 비오톱의 대분류는 지배적 경관인 시가지, 농경지, 산림, 수공간으로 구분하고, 중분류는 비오톱 내부의 토지이용과 형태적 특성에 따라 구분하였다. 소분류는 시가지의 경우에는 녹피옴로, 산림은 상관식생으로 구분하였다.

성남시 비오톱유형 분류key를 살펴보면 토지이용에 의한 구분을 제외하고 산림비오톱의 식생상관 구분과 시가지의 녹지구분이 전부임을 알 수 있다. 성남시에서는 도시 비오톱의 주목적이 도심내 자연보호 및 개발제한에 두었으므로 비오톱유형의 생태적 차이를 부각시키는 것이 필요하였다. 그러나 토지이용에 의한 분류관점을 벗어나지 못하였고 산림비오톱은 인공위성 영상사진에 의한 식생 경계설정과 대표지점에서 상관식생을 조사한 자연림/인공림, 침엽수림/활엽수림만을 반영하고 있어 생태적 측면의 비오톱유형 분류가 이루어지지 않았다.

성남시 사례를 고찰한 결과 비오톱지도 제작사업에 있어서 생물군집의 서식공간이라는 비오톱에 대한 개념이 모호하고, 비오톱유형 분류의 필요성과 활용을 고려하지 않고 있는 것으로 판단되었다. 왜냐하면 성남시에서는 비오톱 평가단계에서 비오톱 유형평가가 수행되지 않았고 비오톱유형의 향상방안의 방향성도 제시되지 않았다. 비오톱유형 관리에 관한 관점 보다는 토지이용과 식생상관에 의해서 구분된 개별비오톱 단위를 대상으로 적용하였다. 인공위성영상 분석에 따른 대기순환기능, 수순환기능의 무생물적 요인, 주요 동물군의 서식처 모델링 및 식생 지수 등 생물적 요인 등의 종합적인 점수화를 통해 등급을 산정하였다. 이는 비오톱지도화 및 유형화를 인공위성 영상사진 판독에 의존하게 되어 비오톱유형의 생태적 특성 및 가치를 도출하는 데 한계가 있기 때문인 것으로 판단되었다.

Ministry of Environment(2008)에서는 한강수도권, 금강충청권, 영산강호남권, 태백강원권, 낙동강영남권지역의 도시경관, 농촌경관, 자연경관을 대표하는 주요 지역을 선정하여 항공사진 분석 및 현장조사를 통해 전국에 적용 가능한 비오톱 유형분류체계와 유형화 목록을 개발하였다. 환경부 비오톱유형의 분류기준은 인간의 토지이용 및 이용형태에 의한 분류와 비오톱의 보전 및 훼손된 비오톱의 창출에 초점을 두고 선정되었다. 비오톱 분류key는 서울시와 성남시보다 생물종 및 서식처에 영향을 끼치는 다양한 기준으로 선정되었으나 지역적 특성을 고려하여 추가될 수 있는 분류key의 적용 방법론이 제시되어 있지 않다.

비오톱유형 분류체계는 일반인들과 계획가들이 이해하

기 쉽도록 분류key의 표준화와 더불어 지역 비오톱 특성을 반영할 수 있는 분류key의 특성화를 반영하는 것이 필요하다.

3. 분류요인 및 분류지표

국내 연구 사례지의 비오톱유형에서 분류지표와 분류기준을 혼동하여 사용하고 있어 일관성 있게 분류요인과 분류지표를 비교하기 위해 분류지표의 용어를 통일시켜 분류요인별로 비교하였다(Table 4). 사례 도시 대부분은 생물적 요인과 인간행태적 요인이 관련된 분류지표가 주를 이루었다. 생물적 요인에는 서식처공간종류, 식생생성유형, 식생성상, 식생발달기간, 층위구조형성 등이 반영되었고, 인간행태적 요인에는 토지이용종류, 층수, 녹지율, 주택형태, 포장재료, 하천정비재료 등이 사용되었다. 고양시, 서울시 등에는 식생의 토양습도조건, 경작지 지형조건, 깃털 토양특성 등 일부 무생물적 요인이 사용되었으나 토양, 수문, 기후, 지형 분야 전반적으로 활용이 되지 못하고 있는 실정이다. 분류지표 중 우선적으로 분류되는 지표는 서식처공간종류, 식생성상, 식생생성유형, 토지이용종류, 하천정비재료, 공원자연식생비율 등 이었다.

Seoul City(2000; 2005), Goyang City(2008) 등에서는 비오톱유형의 관점을 엔트로피 저감, 물순환체계 회복, 생물다양성 확보의 관점으로 접근하였다. 여기서 엔트로피 저감과 물순환체계 확립은 비오톱의 포괄적인 개념인 무생물적 요인에서 적용될 수 있는 도시환경 및 서식처 환경개선에 맞닿아 있다.

비오톱 개념이 무생물환경 보존, 인간행태적 측면을 포함하는 경관생태적 범위까지 확대되어 적용되고 있으므로 비오톱 유형화 관점은 생물종 및 비오톱 보호를 근간으로 하고 자연체험 및 휴양공간 측면과 에너지 저감, 물순환 기능 회복을 포함하는 도시환경 개선 측면을 보완할 수 있도록 관련지표를 종합적으로 선정하고 적용해야 한다. 특히 무생물적 요인과 직접적인 연관성이 있는 토양, 수문, 기후, 지형 등의 자료를 구축하여 관련지표를 개발하고, 인간행태적 요인에서 인간의 관점에서 자연체험의 질적수준을 반영하는 경관, 어메니티 등과 관련된 지표개발 연구가 필요하다.

4. 분류기준

비오톱유형 분류지표의 분류기준에는 대부분 명목척도가 사용되며 일부 비율척도가 사용된다고 볼 수 있다. 명목척도는 비정량적 자료 또는 질적자료이고 구분만을 목적으로 사용되며 자료가 지닌 속성은 상호 배타적이고 포괄적인 범주로 구분하는데 이용된다. 비율척도는 정량적 자료 또는

Table 4. Comparisons of classification factor and indicator of biotope type in case study

Section	Biotic factor	Abiotic factor	Anthropotic factor
Seoul City	Kinds of habitat, Vegetation generation types, Vegetation forms,	Soil humidity of vegetation	Land-use forms, Number of floor, Impermeable pavement ratio, Use forms of the terrace land on the river
Seongnam City	Vegetation generation types, Vegetation forms	-	Land-use forms, land-cover forms, Green ratio
Goyang City	Kinds of habitat, Vegetation forms, Layer structure types, Vegetation generation types, Area of vegetation, Age of vegetation	Topography structure of cultivated land, Soil humidity of cultivated land, Soil humidity of vegetation	Land-use forms, Building ages, Green ratio, Impermeable pavement ratio, Pavement materials, River maintenance materials
Ministry of Environment	Kinds of Habitat, Vegetation forms, Generation process of vegetation	Topography structure of cultivated land, Soil forms of tidal flat, Soil humidity of vegetation	Land-use forms, Building ages, House forms, Area, Facility ratio, Green ratio, Natural vegetation ratio, River and reservoir maintenance materials, Forest damage forms

양적자료라고 하며, 측정대상이 지니고 있는 속성을 양적 차이로 표현하는 척도이다(Kang, 1999). 특히 비율척도의 기준은 비오톱유형을 분류하는 중요한 목표치나 분기점 (Threshold value)을 제시하게 되며, 비오톱유형 평가에도 중요한 영향을 끼치게 된다.

국내 사례지역의 분류지표를 구분하는 양적 분류기준 중에서 비율척도로 사용되는 기준을 종합하였다(Table 5). 양적 기준으로 적용되는 분류지표는 대부분 녹지율, 아교목층 식피율, 불투수포장비율, 평균흉고직경, 생태면적을 등이었다. 서울시와 고양시에서는 전면적 비오톱지도화를 통해 녹지율 및 불투수포장비율 분포현황을 고려하여 토지이용유

형별 분포비율에 따른 누적 빈도수 50% 지점을 기준으로 설정하였다. 시가지의 분류지표로 가장 많이 사용된 녹지율 지표는 대부분 30%의 비율척도 기준에 의해 분류되었으나 척도기준에 대한 근거가 제시되지 않고 경험적 판단에 의해 이루어졌다. 즉 토지이용유형별 녹지율 및 불투수포장비율의 중간값을 기준으로 하여 비율이 낮은 지역의 생태적 가치를 향상시킬 수 있도록 계획에 반영하였다. 이를 보완하기 위해 Hong(2007)은 서울시 강동구를 사례로 시가지내 도시지표면온도, 야생조류 출현 개체수에 영향을 끼칠 수 있는 여러 지표간 상관관계 분석으로 지표를 선정한 후 사후검증을 통한 생태적 변화지점을 분석한 결과에 의거하여

Table 5. Comparisons of classification standard of biotope type in case study

Section	Classification key	Classification indicator	Classification standard
Seoul City	High/low impermeable pavement ratio	Impermeable pavement ratio	70%
Seongnam City	Facilities+greenspace type	Green ratio	30%
Goyang City	Green ratio more than/below 5%, 10%, 15%, 25%	Green ratio	Detached houses 10% Low floor apartment house 10% High floor apartment house 25% Commercial area 5% Public facilities 15%
	Impermeable pavement ratio more than/below 80%, 90%	Impermeable pavement ratio	Industrial area 90% Traffic facilities 80%
	Single/multi layer structure	Natural species ratio of sub-tree layer	30%
Ministry of Environment	Diameter of breast height more than/below 25cm, 20cm	Diameter of breast height	Natural forest 20cm, Artificial forest 25cm
	High/low green ratio	Green ratio	30%

생태면적율 20%, 40%와 녹지율 30% 기준을 제안하였다.

전국적으로 적용 가능한 비오톱유형 분류지표의 비율적도 기준을 분석하는 것과 더불어 지역 비오톱 분포특성에 따른 상대적인 기준 산정 연구도 진행되어야 한다. 현황의 평균치와 계획의 이상치에 가까운 절대적인 기준은 개별 지역 비오톱 현황을 제대로 반영할 수가 없다. 따라서 대상지 현황과 전국적 평균치 및 계획상의 이상치를 고려하여 상대적인 기준을 개발해야 한다.

인용문헌

- Blab, J., U. Riecken and A. Ssymank(1995) Proposal on a criteria system for a National Red Data Book of Biotopes. *Landscape Ecology* 10(1): 41-50.
- Choi, I.K., C.H. Oh and E.H. Lee(2008) The suggestion for classification of biotope type for nationwide application. *Kor. J. Env. Eco.* 22(6): 666-678.
- Choi, J.W.(2009) Development of classification and evaluation process of biotope type by suitable regional characteristics in Seoul metropolitan area, Korea. University of Seoul graduate school dissertation for the degree of doctor, 306pp.
- Federal Agency for Nature Conservation(2002) A system for the survey of biotope and land use types(survey guide). LV Druck, Münster, Germany, 166pp.
- Goyang City(2008) A Study on the ecological urban establishment and biotope map. Korea, 501pp.
- Gwangyang City(2006) Biotope map and its data base. Korea, 286pp.
- Hong, S.H.(2007) A study on the development of the ecological planning method for environmentally friendly urban management. University of Seoul graduate school dissertation for the degree of doctor, 268pp.
- Jhonston, J.(1990) Nature areas for city people. A guide to the successful establishment of community wildlife sites. *Ecology Handbook* 14. London Ecology Unit, London, UK, 116pp.
- Kang, B.S.(1999) Research methodology for cause and effect analysis. Muyokpub, Korea, 519pp.
- Kim, Y. R.(2001) Development and application evaluation incator for underground water management. Seoul Development Institute, Korea, 170pp.
- Lee, K. J.(1999) Biotope mapping in Gangdong-gu, Seoul City. In: Seoul City(ed.), Workshop for classification biotope type in Seoul City, Korea, pp.50-58.
- Marsh, S.(1993) Nature conservation in community forests. *Ecology Handbook* 23. London Ecology Unit, London, UK, 64pp.
- Ministry of Environment(2005) Guideline for urban ecological mapping (biotope mapping). Korea, 93pp.
- Ministry of Environment(2007) Guideline for urban ecological mapping (biotope mapping). Korea, 104pp.
- Ministry of Environment(2008) Method of conservation and restoration according to biotope type(I). Korea, 120pp.
- Ra, J. H.(1997) A study on the urban biotope mapping(UBM) and a building of biotop information system(BIS) as a specialized tool in urban landscape planning(I)-. *Korean Journal of Traditional Landscape Architecture* 15(2): 133-145.
- Ratcliffe, D. A.(1977) A nature conservation review. Cambridge University Press, UK, 1: 6-10.
- Schaefer, M.(1992) Ökologie. Reihe Wörterbücher der Biologie.- 3. Aufl. Stuttgart u.a.(Gustav Fischer), 433pp.
- Seongnam City(2004) A Grade evaluation of biotope and GIS data base of biotope map. Korea, 283pp.
- Seoul City(2000) Biotope mapping and guideline for establishment of ecopolis in Seoul(I). Korea, 245pp.
- Seoul City(2005) 2005 Seoul biotope map improvement. Korea, 250pp.
- Sukopp, H. and S. Weiler(1988) Biotope mapping and nature conservation strategies in urban areas of the Federal republic of Germany. *Landscape and urban planning* 15: 39-58.
- Sukopp, H.(1990) Urban ecology and its application in Europe. In: H. Sukopp, S. Hejný, I. Kowarik(ed.), *Urban Ecology -plants and plant communities in urban environment-*. SPB Academic Publishing bv, Hague, Netherland, pp.1-22.
- Sukopp, H., W. Kunick and C. Schneider(1980) Biotope mapping in the built-up areas of West Berlin. Part II. Field methods and evaluation. *Garten und Landschaft* 7: 565-569.
- Zisenis, M.(2006) A framework of values and criteria for interdisciplinary evaluations of nature and landscapes. Ph. D. thesis, Technische Univ. Berlin, Berlin, Germany, 453pp.