한국조경학회지 41(2): 27~37, 2013. 4. http://dx.doi.org/10.9715/KILA.2013.41.2.027

한국 비오톱 평가지표의 선정 실태

김영선* · 오구균**

*호남대학교 대학원 조경학과 · **호남대학교 조경학과

A Study on the Selection of Evaluation Index of Biotopes in Korea

Kim, Young-Sun* · Oh, Koo-Kyoon**

*Dept. of Landscape Architecture, Graduate School, University of Honam
**Dept. of Landscape Architecture, University of Honam

ABSTRACT

The purpose of this research is to identify the selection status of the evaluation index in Korea and suggest improvements. In order to do so, comparison and analysis are conducted of terms, items and measures for biotope evaluation indexes attested in related documents published in domestic and foreign areas. The findings of this research are listed in the following. First, terms about biotope evaluation indexes are used and integrated with each other. Second, items used to denote biotope evaluation indexes are largely different in each region since comprehensive concepts have not been established for selecting the items. Third, there are poor grounds for items denoting biotope evaluation indexes to the species of creatures. Fourth, the items cannot provide satisfying explanations for the relative values of the current condition in the urban ecosystem of a specific region. The results of this research may be applied to provide basic materials about what is to be improved for selecting biotope evaluation indexes in Korea. In order to systematically preserve an urban ecosystem environment in Korea for the future, it is necessary for the state to develop and set up such evaluation indexes and guidelines that reflect the relative values of biotopes in each level of urban areas in Korea.

Key Words: Evaluation Term, Conservation Value, Measure, Urban Ecosystem, Delphi Method

국문초록

본 연구의 목적은 한국의 비오톱 평가지표의 선정에 대한 실태를 파악하여 개선점을 제시하는데 있다. 이를 위해 국내 · 외에서 비오톱에 관한 문헌을 통해 평가지표에 대한 관련용어, 관련항목 및 척도를 비교 · 분석하였다. 본 연구결과는 다음과 같다. 첫째, 비오톱 평가지표의 관련용어가 서로 혼용되어 사용되고 있는 것으로 나타났다. 둘째, 비오톱 평가지표 관련항목은 항목선정에 대한 통합적 개념설정이 부족하여 사례지별 다양한 차이를 보이고 있었다. 셋째, 생물종에 대한 평가지표의 관련항목이 생략된 사례가 많이 있었다. 넷째, 평가지표의 척도에 대한 근거가 부족하였다. 다섯째, 평가지표의 척도가 사례지의 도시생태현황에 대한 상대적 가치를 충분히 설명하지 못하는 경우가 있었다. 본 연구결과는 우리나라 비오톱 평가지표 선정의 문제점을 해결하기 위한 개선점에 기초자료를 제공할 수 있을 것이다. 향후 우리나라

Corresponding author: Young-Sun Kim, Dept. of Landscape Architecture, Graduate School, University of Honam, Gwangju 506-714, Korea, Tel.: +82-10-3624-7735, E-mail: 0sunsky@hanmail.net

도시생태환경을 체계적으로 보전하기 위해서는 국가적인 차원에서 대 · 중 · 소도시별 비오톱의 상대적 가치를 반영하는 평가지표 개발 및 지침이 수립되어야 할 것이다.

주제어: 평가용어, 보전가치, 척도, 도시생태계, 델파이기법

Ⅰ. 서론

우리나라의 도시는 급속한 도시개발로 인하여 도시민들이 이용할 수 있는 생물서식공간이 크게 줄어들고 있는 실정이다. 특히, 산업혁명 이후에 자연에 대한 지식의 이해부족으로 무분별한 이용을 통해 자연환경이 파괴되면서 생물서식처 보전이나 복원의 중요성이 점점 부각되고 있다. 이에 환경보호와 지속가능한 개발이라는 측면에서 환경부는 도시생태현황도(비오톱지도) 작성지침(환경부, 2007)을 마련하여 각 지자체에 비오톱지도 작성 및 가치평가를 권장하였으며, 2012년 3월 기준, 총 29개소(환경부, 2010)에서 대부분 생물종 및 비오톱 보전의 평가목적(최진우, 2009)을 가지고 비오톱 지도 작성 및 가치평가가 이루어졌다.

독일은 1950년대 이후에 비오톱 연구을 활발하게 진행하였으며(이무춘, 1996), 비오톱 기초자료를 모아 1970년대에 비로소 비오톱 가치평가를 추진하게 되었다. 하지만 우리나라는 1995년 환경부에서 비오톱에 대한 개념을 도입하여 야생생물이 서식하고 이동하는데 도움이 되는 소규모 면적의 공간단위로 이해하기 시작하였으며(환경부, 1995), 2000년 나정화와 이석철(2000)에 의해 최초로 비오톱 가치평가를 추진하게 되었다.

비오톱 가치평가는 평가지표- 평가척도를 순차적으로 적용하여 각각의 비오톱이 갖고 있는 생태적 가치를 평가하는 절차로 진행된다. 평가지표는 방향이나 목적, 기준을 나타내는 표지(標識)를 의미한다. 비오톱 평가지표는 대부분 국내 · 외에서 생태계평가 연구에 대한 문헌고찰을 근거로 선정되었다(최진우, 2009). 나정화와 이석철(2000)은 Kiemstedt(1975)과 Bauer(1976) 등의 평가지표의 항목을 이용하여 선정하였고, 오충현과 이경재(2000)는 Wittig and Schreiber(1983)의 평가지표의 항목을 이용하여 선정하였다. 이동근 등(2005)과 최일기와 이은희(2009)는 전문가 자문회의를 통해서 평가지표의 항목을 선정하였고, 나정화와 류연수(2002)는 Schulte(1991)와 Sukopp(1993)의 평가지표의 항목을 이용하여 설문을 통해 가중치를 부여한 후 선정하였다. 대부분 비오톱 평가지표의 항목선정은 연구자가 문헌을 고찰한 근거로 평가지표를 설정 또는 제안하는 연구방법으로 진행되어 왔다. 이러한 연구방법은 대표성을 확보하기 부족한 부분이 있으며, 실제 전국적으로 공통된 평가지표나 지역의 차별화된 평가지표로 적용하도록 적극적으로 주장하기에 곤란한 점도 있을 수 있다.

독일은 비오톱 가치평가를 위한 많은 연구들이 선행되어 연구자마다 평가지표를 적용하였는데, 그 결과들을 종합하여 Bastian(1994)이 전국적으로 표준화할 수 있는 비오톱 평가지표를 개발하였고(최일기와 이은희, 2009), 이를 단순 · 명료하게 인위적 자연훼손에 관한 보상의 양을 산정하여 보상조치의 방법을 도출하는(최인태, 2008) 자연침해조정규정(Eingriffsregelung)에 적용하고 있다. 우리나라는 도시생태현황도 작성지침(환경부, 2011)을 약 3회에 걸쳐 지속적으로 수정, 보완해 왔으나, 비오톱 보전가치등급 설정에 관한 체계적인 비오톱 평가지표 및 평가지침은 아직 마련되어 있지 않은 실정이다(환경부, 2011). 그리고 서울특별시를 제외한 타 지자체는 비오톱지도가 제도화 되어 있지 않고, 서로 다른 평가지표들을 적용하고 있어서 관련부서와의 적극적 수용이 부족하고, 여전히 비오톱 보전가치 결과를 활용하는 사례가 미흡한 실정이다. 그래서 최일기와 이은희(2009)는 타지자체가 서로 다른 비오톱 평가지표들을 적용하고 있어 비오톱 정보를 활용하는데 상호호환성이나 효율성이 떨어지고 있다고 보고하였다.

평가지표의 척도는 평가하거나 측정할 때 의거할 기준을 말한다. 척도를 구분하는 기준은 절대적 가치와 상대적 가치를 구분해서 기준을 적용할 수 있다. 절대적 가치기준은 전국적인 가치기준이며, 상대적 가치기준은 지역 생태계의 현황을 반영하여 상대적인 가치에 따라서 기준을 구분할 수 있다. 그러나 절대적 가치기준을 지역 생태계에 적용했을 경우, 지역 생태계의 특성이 무시될 수 있는 단점을 가지고 있는 반면에, 상대적 가치기준은 시 · 군 등 지역 생태계의 현황 자료를 기초로 지역의 상대적 가치를 반영할 수 있다. 현재 국내 지자체에서 활발하게 추진 중에 있는 비오톱 가치평가가 상대적 가치기준을 목적(최진우, 2009)으로 하고 있지만, 이는 녹지자연도, 생태자연도의 평가지표의 척도 적용에서 크게 벗어나지 못한다는 한계를 가지고 있다(최일기와 이은희, 2009). 이러한 상황에서 국가나 지방정부가 토지이용 계획시나 건설시 보존조치를 하거나 복원하는데 중요한 비오톱 평가지표의 선정에 대한 재검토가 필요한 시점이 되었다. 따라서 본 연구는 국내 · 외에서 평가지표에 대한 관련용어, 관련항목 및 척도를 비교 · 분석하여 평가지표의 선정에 대한 실태를 파악하고 개선점을 제시하는데 목적이 있다.

Ⅱ. 연구 방법

1. 연구 재료 및 범위

연구의 대상은 우리나라에서 2012년 3월 기준, 29개 지자체가 완료한 비오톱 지도를 대상으로 하였다(표 1 참조). 도시생태현황도(비오톱지도)는 환경부 자료(환경부, 2010)를 토대로 각 사례지의 담당자 및 연구실무자와 직접 통화하여 확인, 추가, 보완하였다. 최초로 2000년에 서울특별시가 서울특별시를 대상으로 비오톱 조사 및 가치평가를 추진하였으며, 서울특별시를 포함하여 특별시·광역시(3개소), 경기도(6개소), 강원도(2개소), 충북도(1개소), 충남도(14개소), 전남도(2개소), 경남도(1개소) 등 총 29개소에서 비오톱 조사 및 가치평가가 이루어졌다.

우리나라에서 비오톱 조사는 대표지역 조사와 전지역 조사로 2가지 방법을 사용하였다. 대표지역 조사는 수치지도 위에 위성영상 활용 후 경계선을 구분하고, 대표지역을 선정해서 1/1,000과 1/5,000 도면축척 기준을 적용하여 실시한 현장 조사방법으로 시흥시, 수원시, 성남시, 강릉시 등 총 21개의 사례지에서 이루어졌다. 전지역조사는 수치지도에 1/5,000 도면축척 기준을 적용하여 실시한 현장 조사방법으로 서울특별시, 부산광역시, 대전광역시 등 총 8개의 사례지에서 이루어졌다. 그리고 비오톱 조사방법에 따라 비오톱 가치평가를 실시하는데, 합산메트릭스방법, 의사결정나무방법 등의 비오톱 가치평가 방법으로 비오톱 보전가치 등급을 산출하였다. 비오톱 가치평가 방법은 서울특별시, 부산광역시 등이 개별 지표의 척도기준에 점수를 부여하는 합산메트릭스 방법을 사용하였으며, 대전광역시, 고양시 등이 분류단계별 특정 지표의 만족정도에 따라 가치를 부여하는 의사결정나무방법을 사용하였다. 그리고 양평군, 파주시, 원주시 등이 합산메트릭스방법과 의사결정나무방법을, 수원시, 성남시 등이 평가대상에 점수를 합하여 산정하는 점수합계화방법을 사용하였다. 비오톱 보전가치 등급은 대전광역시와 고양시가 10등급으로 가장 많은 척도를 적용하였으며, 양평군, 파주시, 원주시 등이 7등급, 강릉시가 가장 적은 3등급으로 척도를 적용하였다.

2. 연구 내용 및 방법

연구내용 및 방법은 비오톱 평가지표의 선정에 대한 실태를 파악하기 위하여 각 사례지별 도시생태현황도(비오톱지도), 문헌 및 인터넷 정보 등을 수집한 후에 평가지표의 관련용어, 평가지표의 관련항목, 평가지표의 척도 등을 비교·분석하였다.

1) 평가지표 관련용어 수집

사례지별 비오톱 평가지표의 관련용어를 파악하기 위해 국내·외 문헌과 인터넷정보 등을 수집하였다. 평가지표의 관련용어는 총 71개의 평가지표 관련항목 중에서 각 사례지가 주로 많이 사용하고 있는 녹지율, 불투수면적율, 하천정비종류 등 4개 항목을 선택하였으며, 내용적 의미를 파악한 후에 국어대사전(이희승, 1988), 자연친화적 하천관리지침(국토부, 2002), 생물학 용어집(한국생물과학협회, 2005) 등의 자료를 이용하여 용어를 통일시켜서 제안했다.

2) 평가지표 관련항목 비교

평가지표 관련항목의 비교·분석은 각 사례지별 평가지표의 상호관련성을 파악하기 위해 적용항목 개수와 선정비율을 비교·검토하였다. 관련항목은 생물학적 측면, 무생물학적 측면, 인간이용적 측면 등 3가지 범주로 구분하였으며, 유사한 용어는 내용적 의미를 파악한 후 사전을 이용하여 비교·검토하였다. 그리고 한국과 독일의 비오톱 평가지표의 관련항목에 대한 비교·분석은 관련항목의 차이점을 파악하기 위해 한국에서 적용하고 있는 총 71개 항목과 독일의 뒤셀도르프 시(Dusseldorf), 베를린 시(Berlin), 하노버 시(Hannover), 슈투트가르트 시(Sttutgart), 뮌헨(München) 등 주요 도시에서 사용하고 있는 항목을 상호·비교하였다. 독일의 평가지표 자료는 최진우(2009)의 연구논문을 이용하였다.

3) 평가지표 척도 비교

비오톱 평가지표의 척도 비교·분석은 대·중·소도시별 도시생태현황의 상대적 가치에 대한 반영여부를 살펴보기 위하여 각 사례지에서 선정비율이 높고, 가장 많이 사용되고 있는 녹지율과 불투수면적율의 척도를 이용하였다. 그리고 평가지표의 척도 비교·분석은 녹지율과 불투수면적율의 척도를 적용하지 않는 사례지는 제외시켰다. 먼저는 각 사례지별로 식생 및 녹지현황을 알 수 있는 녹지율 척도와 산림 및 습지지역의 면적 합을 비교·분석하였다. 산림 및 습지현황과 관련된 자료는 국가통계포탈 자료를 이용하였다. 다음으로는 각 사례지별 지표면의 포장상태인 불투수면적율의 척도와 대·중·소도시의 불투수면적율을 비교·분석하였다. 불투수면적율의 척도 비교·분석은 각 사례지별로 불투수면적율의 80% 이상인 면적비율 자료를 이용하였다. 불투수면적율 관련자료는 각 사례지의 문헌을 이용하였으며, 면적비율이 통계되지 않는 사례지는 줄표(-)로 표시하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 평가지표 관련 용어

한국의 비오톱 평가지표에서 대표적으로 많이 사용하고 있는 관련용어에 대한 사용현황은 표 2와 같다. 도시에 있어서 미관, 보건, 위생, 방화, 공해 등의 목적으로 설정된 지역을 녹지라고 하는데(이희승, 1988), 총 면적 중 녹지공간이 차지하는

표 1. 한국의 비오톱 지도 현황

광역자치/지자체명		연구기관	경계설정자료	조사지역	축 척	가치평가방법	등급단계
서울(2001)		서울시정개발연구원	수치지도	전지역	1/3,000	합산메트릭스방법	5
부산(2010)		부산발전연구원	수치지도	전지역	1/1,000, 1:5,000	합산메트릭스방법	5
대전(2008)		대전환경기술센타	수치지도	전지역	1/5,000	의사결정나무방법	10
경기	고양시(2011)	한국건설기술연구원	수치지도	전지역	1/3,000, 1/1,000	의사결정나무방법	10
	양평군(2011)	서울시립대 산학연	수치지도	전지역	1/1,000, 1/5,000	의사결정나무방법, 합산메트릭스방법	7
	시흥시(2009)	한국건설기술연구원	수치지도, 라이다영상	대표지역	1/5,000	가치등급 조합방법	5
	파주시(2010)	서울시립대 산학연	수치지도	전지역	1/1,000, 1/5,000	의사결정나무방법, 합산메트릭스방법	7
	수원시(2010)	(주)이장	수치지도, 위성영상	전지역/대표	1/1,000, 1/5,000	점수 합계화방법	5
	성남시(2004)	서울대 환경계획연구소	수치지도, 위성영상	전지역/대표	1/1,000, 1/5,000	점수 합계화방법	5
강원	강릉시(2007)	강원기술개발센타	-	대표지역	-	-	3
	원주시(2011)	서울시립대 산학연	수치지도	전지역	1/3,000	의사결정나무방법, 합산메트릭스방법	7
충북	청주시(2007)	충주대 연구소	수치지도	전지역	1/5,000	합산메트릭스방법	5
충남	천안시(2008)	(주)젠이십일	수치지도, 위성영상	대표지역	1/5,000	점수 합계화방법	5
	공주시(2010)	충남발전연구원	수치지도, 위성영상	대표지역	1/5,000	1차 점수화방법, 2차 매트릭스방법	5
	보령시(2011)	충남발전연구원	수치지도, 위성영상	대표지역	1/5,000	〃	5
	서산시(2010)	충남발전연구원	수치지도, 위성영상	대표지역	1/5,000	〃	5
	논산시(2010)	충남발전연구원	수치지도, 위성영상	대표지역	1/5,000	〃	5
	계룡시(2010)	충남발전연구원	수치지도, 위성영상	대표지역	1/5,000	〃	5
	연기군(2011)	충남발전연구원	수치지도, 위성영상	대표지역	1/5,000	〃	5
	부여군(2010)	충남발전연구원	수치지도, 위성영상	대표지역	1/5,000	〃	5
	서천군(2011)	충남발전연구원	수치지도, 위성영상	대표지역	1/5,000	〃	5
	청양군(2011)	충남발전연구원	수치지도, 위성영상	대표지역	1/5,000	〃	5
	홍성군(2010)	충남발전연구원	수치지도, 위성영상	대표지역	1/5,000	〃	5
	예산군(2010)	충남발전연구원	수치지도, 위성영상	대표지역	1/5,000	〃	5
	태안군(2011)	충남발전연구원	수치지도, 위성영상	대표지역	1/5,000	〃	5
	당진군(2009)	충남발전연구원	수치지도, 위성영상	대표지역	1/5,000	〃	5
전남	광양시(2008)	서울대 환경계획연구소	수치지도, 위성영상	대표지역	1/1,000	점수 합계화방법	5
	순천시(2011)	(주)진화/순천대 산학연	수치지도, 위성영상	대표지역	1/5,000	점수 합계화방법	5
경남	창원시(2009)	창원대 산학연	수치지도, 위성영상	대표지역	1/3,000	점수 합계화방법	5

비율인 녹지율은 식피율, 녹피율, 피도, 녹피도 등으로 용어가 유사하게 사용하고 있었다. 그러나 식물의 지상부에 대한 투영면적 즉, 피복도를 백분율로 나타낸 피도(한국생물과학협회, 2005)는 녹피율, 식피율, 녹피도 등과 유사하게 사용할 수 있으나, 녹지율과는 내용적 의미에 차이가 있었다. 식피율의 용어는 서울특별시가 사용하고 있었고, 녹피율의 용어는 부산광역시와 창원시가 사용하고 있었다. 녹지율의 용어는 대전광역시, 고양시, 파주시, 양평군 등이 사용하였으며, 피도의 용어는 수원시, 성남시 등이 사용하고 있었다. 그리고 각 사례지에서 녹지율, 녹피율 및 식피율 등의 용어는 식물의 투영면적을 백분율로, 피도의 용어는 현존식생 유형별로 할당된 중하층의 식생피도를 합산하는 내용으로 사용되고 있었다.

그리고 토양면이 포장이나 건물 등으로 덮여서 빗물이 침투할 수 없는 불투수지역의 면적비율인 불투수면적율은 토양포장율, 불투수포장율 등으로 용어가 다양하게 사용하고 있었다. 토양포장율의 용어는 서울특별시와 부산광역시가 사용하고 있었고, 불투수포장비율의 용어는 대전광역시, 고양시, 파주시 등이 사용하고 있었다. 불투수성포장율의 용어는 공주시가 사용하고 있었으며, 불투수면적율의 용어는 창원시가 사용하고 있었다. 불투수포장비율의 용어는 사전에는 없으나, 각 사례지에서 가장 많이 사용하였다. 국토부의 자연친화적 하천관리지침에 의해 자연형하천, 인공형하천, 혼합형하천(자연형+인공형하천)등으로 정의하고 있는(국토부, 2002) 하천정비종류는 하천정비유형과 하천구조의 자연성 등으로 용어가 다양하게 사용되고 있었다. 하천정비유형의 용어는 대전광역시, 고양시, 양평군 등이 사용하고 있었고, 하천구조의 자연성 용어는 수원시와 성남시가 사용하고 있었다. 식생의 건강성과 성장을 측정하는 간접적인 지표를 말하는(Jensen, 1996) 식생활력도는 수원

표 2. 한국의 대표적 비오톱 평가지표 관련용어 사용현황

구분		평가지표			
		식생 및 녹지현황	지표면 포장상태	하천유형	식생상태
서울특별시(2001)		식피율	토양포장율		
부산광역시(2010)		녹피율	토양포장율		
대전광역시(2007)		녹지율	불투수포장비율	하천정비유형	
경기	수원시(2010)	피도		하천구조의 자연성	식생활력도
	성남시(2004)	피도		하천구조의 자연성	식생활력도
	고양시(2008)	녹지율	불투수포장비율	하천정비유형	
	파주시(2010)	녹지율	불투수포장비율	하천정비유형	
	양평군(2011)	녹지율		하천정비유형	
강원	원주시(2010)	녹지율		하천정비유형	
충북	청주시(2007)				녹지활력도
충남	공주시*(2010)	녹피도	불투수성포장율		
전남	광양시(2006)	피도			식생활력도
경남	창원시(2009)	녹피율	불투수면적률		식생활력도

*: 충남의 공주시를 포함한 14개 지자체는 비오톱 지도의 내용이 동일하여 생략함.

시와 성남시, 광양시 등이 사용하고 있었고, 녹지활력도의 용어는 청주시가 사용하고 있었다.

이와 같이 녹지율, 불투수면적율, 하천정비종류, 식생활력도 등 각각의 관련용어가 단순히 용어의 구체적인 표현(철자)의 차이라고 하기엔 내용도 서로 상이하게 사용되고 있어 정보전달에 혼란을 주고 있다. 이에 비오톱 평가지표의 관련용어를 통일된 용어로 정리해본 결과, 식생 및 녹지현황의 녹지율, 지표면 포장상태의 불투수면적율, 하천유형의 하천정비종류, 식생상태의 식생활력도 등이었다. 이에 비오톱 지도제작 및 정보를 활용하는데 있어서 통일된 비오톱 평가지표의 관련용어에 대한 지속적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

2. 평가지표 관련항목

우리나라에서 비오톱 평가지표의 관련항목을 비교·분석한 결과는 표 3과 같다. 비오톱 평가지표의 관련항목은 무생물측면의 평가지표(38개), 생물측면의 평가지표(25개), 인간이용측면의 평가지표(8개) 순으로 많이 나타났으며, 총 71개이었다. 평가지표의 관련항목별 선정비율은 생물측면의 녹지율이 81.2%로 가장 높게 나타났으며, 무생물측면의 불투수면적율(68.7%), 무생물측면의 하천정비종류(43.7%) 순으로 높게 나타났다. 각 부문별로 생물측면에서 평가지표 선정비율은 녹지율이 81.2%로 가장 높게 나타났으며, 식생생성유형과 식생층위형성정도(37.5), 식생활력도(31.2%)순으로 높게 나타났다. 무생물측면에서 선정비율은 불투수면적율이 68.7%로 가장 높게 나타났으며, 하천정비종류(43.7%), 표고, 경사기준, 면적, 모양, 표면유출, 유출축적, 하천상하류맥락, 하류일수록안정, 연결성 등이 각각 25% 순으로 높게 나타났다. 인간이용측면에서 선정비율은 마을정비유형, 도시민이 이용할 수 있는 정도, 이용강도 등이 각각 12.5%로 높게 나타났다. 녹지율(81.2%)과 불투수면적율(68.7%)을 제외한 나머지 총 69개 관련항목은 선정비율이 대부분 43.7% 이하로 나타났다. 그리고 선정비율이 18.5% 이하인 관련항목은 59개 항목으로 상호관련성이 낮고 사례지별 다양한 차이를 보이고 있었다.

이는 비오톱 평가지표 관련항목이 각 사례지마다 상이하게 적용하고 있어, 지역별로 다양한 비오톱 가치 결과를 도출할 수는 있다. 하지만 평가지표 관련항목과 연계된 항목선정에 대한 통합적 개념설정이 부족하여 상호호환성을 갖는 전국적인 표준화된 틀을 갖추기에는 한계가 있을 것으로 판단된다. 통합적 개념설정을 위한 평가지표는 환경상태의 대표성, 현실적, 기술적 수집용이성, 지역간 비교의 객관성, 언제든지 적용이 가능한 반복성, 의미가 단순하고 정확하게 시민이 이해할 수 있는 단순성(김영란, 2000)을 고려하여 항목선정을 해야 한다. 그리고 비오톱 평가지표는 지역의 특성화되고 차별화된 평가지표 항목을 인정하는 가운데 전국적인 표준화의 틀을 갖추어 가는 공통된 평가지표의 항목을 적절하게 고려할 필요가 있다. 이러한 공통된 평가지표는 국토차원에서 보편적으로 적용가능하고, 비교·가능하면서 통합적 환경정보구축을 통한 환경관리방안을 제시할 수 있을 것이다. 따라서 공통된 평가지표 항목과 지역별로 차별화된 평가지표의 항목 등을 포함한 평가지표 개발과 지침이 필요하다.

한국과 독일의 비오톱 평가지표에 대한 관련항목을 비교·분석한 결과는 표 4와 같다. 생물측면에서 우리나라에서만 사용한 평가지표의 관련항목은 녹지율, 식생생성유형, 식생활력

표 3. 한국의 비오톱 평가지표 관련항목 비교분석

구분			특별 · 광역시			경기도						강원		충북	충남*	전남		경남	계	
평가기준		평가지표	서울	부산	대전	수원	성남	고양	시흥	파주	양평	원주	강릉	청주	공주	광양	순천	창원	개수	비율(%)
생물측면	자연성	녹지율	●	●	●	●	●	●		●	●	●		●	●	●		●	13	81.2
		식생생성유형			●			●	●	●	●	●							6	37.5
		식생활력도				●	●							●		●		●	5	31.2
		지형조건 및 훼손정도			●			●		●		●							4	25.0
		식생발달정도			●			●		●		●							4	25.0
		녹지자연도							●					●					2	12.5
		경작지유형									●								1	6.2
		헤메로비 등급							●										1	6.2
	다양성	식생층위형성정도			●			●	●	●		●			●				6	37.5
	비오톱희귀도	비오톱 유형별 분포개수	●	●					●	●									4	25.0
	생물종 서식기능	생물서식처 모형화 결과 이용(어류, 포유류, 조류, 양서파충류, 곤충류)				●	●											●	3	18.7
	희귀성	식물종의 희귀성			●			●											2	12.5
		식생유형								●	●								2	12.5
		멸종위기야생동물 출현여부													●				1	6.2
	비오톱유형면적	비오톱 유형별 면적비율	●	●															2	12.5
	주요서식지 기능	식물군집 보호가치정도	●																1	6.2
		주요 생물서식상태		●															1	6.2
	동물상	동물상유무, 현존식생, 등급합산															●		1	6.2
	생태계 구성요소	보식생전등급, 동물발견지점, 수환경거리											●						1	6.2
		동물서식 및 가능성여부												●					1	6.2
무생물측면	순환성	불투수면적율	●		●	●	●	●		●	●				●	●	●	●	11	68.7
		하천정비종류			●	●	●	●		●	●	●							7	43.7
		가로녹지조성유형, 녹지 및 포장유형, 시설종류									●								1	6.2
	지형특성	표고, 경사기준, 면적, 모양	●											●	●		●		4	25.0
	수순환기능	표면유출, 유출축적				●	●									●		●	4	25.0
	안정성	하천상하류맥락,하류일수록 안정, 연결성				●	●									●		●	4	25.0
		퇴적 및 수문조건									●								1	6.2
	연계성	큰산림까지 연결성				●	●											●	3	18.7
	잠재성 (복구능력)	자연복원가능정도			●			●											2	12.5
		천이 및 관리, 관리정도								●									1	6.2
		산림훼손유형, 규모, 시설종류, 시설유형									●								1	6.2
		개방수면율										●							1	6.2
	비오톱유형가치	건물층수	●	●															2	12.5
	대기순환기능	풍속, 풍향					●									●			2	12.5
		생태면적률, 토양습윤지수, 찬공기생성가능성, 공기정체지역, 공기이동성, 지표온도분석, 일사량, 건물용적률																●	1	6.2
	경관성	지형형성유형, 주택형태, 시설종류									●								1	6.2
이용측면	이용성	마을정비유형									●	●							2	12.5
	도시민 이용성	도시민이 이용할 수 있는 정도				●										●			2	12.5
		공원녹지종류					●												1	6.2
	인간간섭도	이용강도		●											●				2	12.5
	환경성	도로이격거리, 수원접근성											●						1	6.2
		보호지역거리													●				1	6.2
		도로, 개발로부터의 거리											●						1	6.2

*: 공주시를 포함한 충남도 내의 14개 지자체에서 평가지표 동일하여 생략함(16개 지자체 기준으로 분석함).

표 4. 한국과 독일의 비오톱 평가지표 관련항목 비교

평가기준		평가지표	한국	독일
생물 측면	자연성	헤메로비 등급	●	●
		녹지율, 식생생성유형, 식생활력도, 지형조건 및 훼손정도, 식생발달정도, 녹지자연도, 경작지유형	●	
	다양성	식생층위형성정도(식생구조의 다양성)	●	●
	희귀성	식물종의 희귀성, 멸종위기야생동물출현여부	●	●
		식생생성유형	●	
		멸종위기에 처한 식물종의 출현여부, 특정한 식물종 군락, 낮은 산포능력을 갖는 종의 분포도		●
	주요서식지 기능	식물군집 보호가치정도	●	●
		주요 생물서식상태,생물서식처 모형화 결과 이용(어류), 동물상유무, 현존식생, 등급합산	●	
		물리적 조건, 서식지 발전기간		●
	생태계구성요소	식생보전등급, 동물발견지점, 수환경거리, 자연경관, 동물서식 및 가능성여부	●	
무생물 측면	순환성	불투수면적율	●	●
		하천정비종류, 가로녹지조성유형, 녹지 및 포장유형, 시설종류	●	
	지형특성	표고, 경사기준, 면적, 모양	●	
	안정성	하천상하류맥락, 하류일수록 안정, 연결성, 퇴적 및 수문조건	●	
	연결성(고립성)	큰산림까지 연결성, 상호거리	●	●
	잠재성(복구능력)	자연복원가능정도	●	●
		천이 및 관리, 관리정도, 산림훼손유형, 규모, 시설유형, 시설종류, 개방수면율	●	
	비오톱유형가치	건물층수	●	
		역사적으로 나타나는 비오톱유형, 오래된 구조물, 생물지리학적 특수성		●
	비오톱희귀도	비오톱 유형별 분포개수, 비오톱의 면적비율	●	●
	대기순환기능	풍속, 풍향, 생태면적률, 토양습윤지수, 찬공기생성가능성, 공기정체지역, 공기이동성, 지표온도분석, 일사량, 건물용적률	●	
	수순환기능	표면유출, 유출축적	●	
	경관성	지형형성유형, 주택형태, 시설종류	●	
이용 측면	이용성	마을정비유형	●	
	도시민 이용성	도시민이 이용할 수 있는 정도, 이용가능성	●	●
		공원녹지종류	●	
		접근성, 식생의 심미성		●
	인간간섭도	이용강도 및 관리강도	●	●
	환경성	도로이격거리, 수원접근성, 보호지역거리, 도로로부터의 거리	●	
		개발기간		●
계			71	24

도 등이었으나, 독일은 멸종위기에 처한 식물종의 출현여부, 특정한 식물종 군락, 서식 발전기간 등으로 평가지표의 관련항목을 사용하였다. 독일의 경우, 생물측면에서 멸종위기에 처한 식물 출현여부, 무생물측면에서 오래된 구조물 등 평가지표의 관련항목을 사용한 반면에, 우리나라에서는 생략되어 있는 비오톱 평가지표의 관련항목으로 나타났다. 이는 우리나라 도시생태현황에 대한 기초자료가 부족한 실정에서 비오톱 가치평가가 주로 토지이용, 토지피복, 현존식생 등의 속성자료에 근거하여 빠른 시일내에 이루어졌기 때문이다. 또한 조사시간이 오래 걸리는 생물종에 대한 기초자료가 부족하거나 미흡하여 비오톱 가치평가시 평가지표의 관련항목이 생략될 가능성이 높았을 것이다. 이것은 출현식물종의 다양성, 희귀식물종 및 식물군락의 서식, 식생에 대한 관리강도 등의 평가지표 관련항목은 적용하기 어렵다고 최일기와 이은희(2009)의 보고에 의하여 설명되고 있다. 그리고 독일의 비오톱 평가지표 관련항목(24개)이 한국(71개)보다 더 적은 것으로 나타났다. 이는 1990년대부터 독일의 비오톱 가치평가가 자연침해조정규정의 통일된 적용을 위해 단순·명료화를 통한 정형화를 추진하고(최진우, 2009) 있기 때문인 것으로 보인다. 이에 우리나라에서 비오톱 가치평가시 중요하면서 단순·명료화한 평가지표의 관련항목

에 대한 충분한 검토와 연구가 필요하다. 또한 평가지표의 관련항목 연구는 전문가 합의를 유도해 내는 집단협의 방식에 대한 대안적 조사방법(Anderson, 1997)인 델파이 기법(Delphi Method) 등, 전문가의 협의형성과정과 시민들의 합의점을 통한 의사결정기법으로 모색되어야 한다.

3. 평가지표 척도

대·중·소도시별 도시생태현황의 상대적 가치에 대한 반영여부를 살펴보기 위하여 각 사례지별 녹지율 척도를 비교·분석한 결과는 표 5와 같다. 산림 및 습지 면적비율은 대도시에서 대전광역시가 64%로 가장 높게 나타났으며, 부산광역시(54%), 서울특별시(34%)로 나타났다. 그리고 중소도시에서 산림 및 습지 면적비율은 성남시가 85%로 가장 높게 나타났으며, 순천시와 원주시(75%), 공주시(74%) 순으로 높게 나타난 반면에, 파주시가 41%로 가장 낮았다. 대도시에 비해 중소도시가 산림 및 습지면적이 상대적으로 높았다. 대도시에서 대전광역시와 부산광역시의 산림 및 습지면적이 각각 64%, 54%로 차이가 나타났으나, 녹지율 척도는 30% 이상과 미만으로 똑같은 기준을 적용하였다. 중소도시에서 공주시, 부여군, 당진군 등의 산림 및 습지면적이 각각 74%, 60%, 44%로 차이가 나타났으나, 녹지율 척도는 80% 이상, 80~40%, 40% 미만 등으로 똑같은 기준을 적용하였다. 또한 중소도시에서 녹지율의 척도는 성남시, 수원시 및 광양시가 중하층의 식생피도를 합산한 점수, 1~40, 41~45, 46~50, 51~55, 56~70, 71~100 등으로 기준을 적용하였으며, 원주시, 파주시 및 청주시가 높음과 낮음으로 각각 기준을 모호하게 적용하였다. 이것은 평가지표의 척도가 도시생태현황의 상대적인 가치를 반영하지 못하고 똑같은 기준을 적용하고 있거나 타 지

표 5. 한국의 산림 및 습지지역 현황과 녹지율 척도 비교분석

구분	광역자치·지자체	행정구역 면적(km^2)	산림 및 습지		인구 (만명)	녹지율(%) 척도		
			면적(km^2)	비율(%)				
대도시	대전광역시*	539	348	**64**	150	**30 이상**		**30 미만**
	부산광역시	763	415	**54**	356	**30 이상**		30 미만
	서울특별시	605	214	34	1,031	10 이상(Ⅰ)	1~10(Ⅱ)	1 미만(Ⅲ)
중소도시	성남시	142	120	85	92	중하층 식생피도 합산(100점)**		
	순천시	456	345	75	27	50	40	30
	원주시	867	655	75	31	높음		낮음
	공주시	**940**	**706**	**74**	**12**	**80 이상**	**80~40**	**40 미만**
	수원시	121	89	73	108	중하층 식생피도 합산(100점)		
	양평군	877	627	71	10	50(높음)	30	20(낮음)
	광양시	907	649	71	15	중하층 식생피도 합산(100점)		
	계룡시	60	42	69	4	80 이상	80~40	40 미만
	청양군	479	331	69	3	80 이상	80~40	40 미만
	창원시	292	69	67	50	식생의 녹지율계산(100점)		
	보령시	569	375	66	11	80 이상	80~40	40 미만
	연기군	361	227	62	8	80 이상	80~40	40 미만
	고양시	267	104	61	92	25	15	5
	부여군	**624**	**377**	**60**	**7**	**80 이상**	**80~40**	**40 미만**
	천안시	636	363	57	57	80 이상	80~40	40 미만
	예산군	542	287	52	9	80 이상	80~40	40 미만
	홍성군	443	227	51	9	80 이상	80~40	40 미만
	태안군	505	257	51	6	80 이상	80~40	40 미만
	서산시	740	382	51	16	80 이상	80~40	40 미만
	논산시	554	278	50	12	80 이상	80~40	40 미만
	청주시	153	74	49	66	높음	-	보통 이하
	당진군	**694**	**307**	**44**	**15**	**80 이상**	**80~40**	**40 미만**
	파주시	672	280	41	37	높은	-	낮은

*: 대전광역시는 유형분류시 분류지표에 척도를 적용하여 가치평가함.
**: 중하층 식생피도 합산해서 0, 1~40, 41~45, 46~50, 51~55, 56~70, 71~100으로 척도를 구분함.

역에서 연구된 척도 기준을 그대로 사용하고 있는 것으로 볼 수 있다. 따라서 지역의 도시생태현황을 평가하는데 있어 외국이나 다른 지역에서 연구된 척도의 기준을 그대로 사용하는 것은 매우 부적절하며(최진우, 2009), 상대적인 가치를 고려하는 평가지표 척도에 대한 명확한 기준설정이 필요하다.

다음으로 우리나라에서 각 사례지별 불투수면적율의 척도를 비교·분석한 결과는 표 6과 같다. 그리고 대도시에서 불투수면적율은 서울특별시가 48.5%로 나타났다. 중소도시에서는 홍성군이 13.7%로 가장 높게 나타났으며, 연기군(9.1%), 예산군(8.1%) 순으로 높게 나타났다. 대도시에 비해 중소도시가 불투수면적율이 상대적으로 낮았다.

대도시에서 서울특별시가 불투수면적율이 48.5%로 나타났으며, 10% 미만(Ⅰ등급), 10~90%(Ⅱ등급), 90%(Ⅲ등급)로 구분하여 적용하였다. 중소도시에서 홍성군, 논산시, 공주시 등의 불투수면적율이 각각 13.7%, 5.7%, 2.5%로 차이가 나타났지만, 불투수면적율의 척도는 20%, 20~60%, 60% 이상 등으로 똑같은 기준을 적용하였다. 또한 중소도시에서 불투수면적율의 척도는 성남시, 수원시 및 창원시가 표준화된 유출량의 점수로 구분하여 적용하였으며, 양평군이 투수포장과 불투수포장, 파주시가 넓음과 좁음으로 각각 구분하여 기준을 모호하게 적용하였다. 녹지율의 척도와 마찬가지로 불투수면적율의 척도도 각 지역의 불투수면적율의 상대적 가치를 고려하지 않고 기준이 설정된 경우가 있었다.

평가지표의 척도와 도시생태현황을 종합해본 결과, 각 사례지마다 평가지표의 척도가 똑같거나 모호해서 사례지의 도시생태현황에 대한 상대적 가치를 충분히 설명하지 못하는 경우가 있었다. 또한 각 사례지에서 평가지표의 척도 설정은 근거가 제시되지 않아 객관성과 타당성이 부족하였다. 결과적으로 비오톱 가치평가는 평가지표의 척도에 의해서 결정된다고 볼 수 있다. 비오톱 가치평가는 평가지표의 척도에 따라 비오톱 보전가치 결과에 차이가 나기 때문이다. 특히 우리나라는 대·중·소도시별 비오톱 보전가치 결과가 도시생태현황의 질과 양에 따라서 다를 수 있다. 이에 대·중·소도시별 도시생태현황에 대한 상대적 가치기준을 고려하는 객관적인 척도 개발이 필요하다.

표 6. 한국의 불투수면적율과 불투수면적율 척도 비교분석

구분	광역자치·지자체	행정구역 면적(km^2)	불투수면적율[a]		불투수면적율(%) 척도		
			면적(km^2)	비율(%)			
대도시	서울특별시	605	293.7	**48.5**	10 미만	10~90	90 이상
중소도시	**홍성군**	**443**	**60.5**	**13.7**	**20**	**20~60**	**60 이상**
	연기군	361	33.0	9.1	20	20~60	60 이상
	예산군	542	43.8	8.1	20	20~60	60 이상
	부여군	624	49.8	8.0	20	20~60	60 이상
	서산시	740	57.1	7.7	20	20~60	60 이상
	파주시	672	42.0	6.3	넓은	-	좁은
	논산시	**554**	**31.5**	**5.7**	**20**	**20~60**	**60 이상**
	서천군	358	18.2	5.1	20	20~60	60 이상
	태안군	505	24.6	4.9	20	20~60	60 이상
	고양시	267	13.0	4.8	50	80	90
	계룡시	60	2.9	4.8	20	20~60	60 이상
	당진군	694	30.8	4.4	20	20~60	60 이상
	청양군	479	13.1	2.7	20	20~60	60 이상
	보령시	569	15.2	2.7	20	20~60	60 이상
	공주시	**940**	**23.9**	**2.5**	**20**	**20~60**	**60 이상**
	양평군	877	8.0	0.9	투수포장	-	불투수포장
	성남시	142	-	-	표준화된 유출량점수(100점) 5등급[b]		
	순천시	456	-	-	30	40	50
	광양시	907	-	-	표준화된 유출량점수(100점) 5등급		
	창원시	292	-	-	물침투 불가능한 토지(100점) 5등급[c]		
	천안시	636	-	-	20	20-60	60 이상

[a]: 각 사례지별 불투수면적율 80% 이상인 지역
[b]: 유출량을 사용하여 가중치 부여한 후에 점수로 구분함.
[c]: 토지이용 단위구획당 불투수면적률 산정결과를 점수로 부여하여 구분함.

Ⅳ. 결론

본 연구에서는 한국의 비오톱 평가지표의 선정에 대한 실태를 파악하여 개선점을 제시하고자 하였다. 이를 위해 국내 문헌들을 검토한 결과, 평가지표의 척도가 각 사례지의 도시생태현황에 대한 상대적 가치를 반영하지 못하는 경우가 있어, 국가나 지방정부가 토지이용 계획시나 건설시 보존조치를 하거나 복원하는데 한계가 있을 것으로 사료되었다.

본 연구에서 한국의 비오톱 평가지표의 선정에 대한 문제점은 다음과 같다.

첫째, 비오톱 평가지표의 관련용어는 녹지율이 식피율, 피도, 녹피율, 녹피도 등으로 용어가 다양하게 사용하고 있었으며, 불투수면적율이 토양포장율, 불투수포장율 및 불투수성포장비율 등으로, 하천정비종류가 하천정비유형과 하천구조의 자연성 등으로 서로 혼용되어 사용하고 있는 것으로 나타났다. 둘째, 녹지율(81.2%)과 불투수면적율(68.7%)을 제외한 나머지 총 69개 관련항목은 선정비율이 43.7%이하로 상호관련성이 낮고 사례지별 다양한 차이를 보이고 있었다. 비오톱 평가지표 관련항목은 항목선정에 대한 통합적 개념설정이 부족하여 상호호환성을 갖는 전국적인 표준화된 틀을 갖추기에는 한계가 있었다. 셋째, 독일의 경우, 멸종위기에 처한 생물, 오래된 구조물 등의 평가지표의 관련항목을 사용한 반면에 우리나라에서는 생물종에 대한 평가지표의 항목이 생략된 사례가 많이 있었다. 넷째, 평가지표의 척도 설정에 대한 근거가 부족하였다. 다섯째, 평가지표의 척도가 똑같거나 모호해서 사례지의 도시생태현황에 대한 상대적 가치를 충분히 설명하지 못하는 경우가 있었다.

비오톱 평가지표의 선정에 대한 개선점은 다음과 같다.

첫째, 비오톱 지도 제작 및 정보를 활용하는데 있어서 통일된 비오톱 평가지표의 관련용어에 대한 지속적인 연구가 필요하다. 연구는 우선 국내 비오톱 평가지표 관련용어에 대한 조사 및 표준화 할 수 있는 방안을 모색하여야 한다. 대부분의 비오톱 평가지표 관련용어가 비슷할지라도 설명하는 내용에서 차이가 있다면 정보전달에 혼란을 초래할 수 있다. 따라서 비오톱 관련용어는 통일된 용어를 사용해야 정확한 지식과 정보를 전달할 수 있음으로 유사한 용어에 대해서는 정리해야 하며, 의미 또한 분명하게 구분하여 사용해야 한다. 이러한 연구결과는 환경부의 비오톱 지도 작성지침에 기초자료로 제공되어 각 지자체가 비오톱 지도 작성 또는 활용시 의미가 단순하고 정확하게 시민이 이해할 수 있도록 한다.

둘째, 국토차원에서 보편적으로 적용가능하고 비교·가능하도록 공통된 평가지표와 지역별로 차별화된 평가지표의 항목 등을 포함한 평가지표 개발과 지침이 필요하다. 공통된 평가지표는 주요지표로 활용하고, 차별화된 평가지표는 지역이 가지는 특성에 맞춰 선택적으로 지표를 활용하도록 권장할 필요가 있다. 공통된 평가지표는 국토차원에서 생태계 보전가치를 평가하고 지속가능한 환경관리를 위하여 통합적 환경정보구축을 통한 환경관리방안 제시가 가능하기 때문이다. 이를 위해서는 먼저 중앙정부의 비오톱 평가지표 개발 및 지침 계획을 수립하여야 한다. 그리고 관련 전문가 워크샵 및 자문을 통해 평가지표 개발 및 지침을 마련하고, 평가지표 적용을 위한 시범사업 지역에 대한 예산 지원이 이루어져야 한다.

셋째, 평가지표의 관련항목 연구는 전문가 합의를 유도해 내는 집단협의 방식에 대한 대안적 조사방법(Anderson, 1997)인 델파이 기법(Delphi Method) 등, 전문가의 협의형성과정과 시민들의 합의점을 통한 의사결정기법으로 모색되어야 한다. 이를 위해 2000년대부터 비오톱지도가 작성된 29개 지자체 연구책임자 및 연구원들의 의견을 수렴하고 통계적으로 의견을 처리하여 대표성, 보편성이 있는 평가지표 관련항목들을 도출한 후에 시민들의 참여를 통한 최종 합의점을 도출하여야 한다.

넷째, 대·중·소도시별 도시생태현황에 대한 상대적인 가치를 고려하는 객관적인 평가지표의 척도 개발이 필요하다. 척도 개발은 대·중·소도시별로 인구, 행정구역 면적, 도시화율, 토지이용계획 등의 국가통계자료를 분석한 후, 각 도시별 산림, 하천, 습지면적에 대한 상대적인 가치를 적용할 수 있도록 해야 한다. 또한 척도 개발은 구체적인 토지이용계획에서 적극적인 의사결정도구로 활용되기 때문에 환경, 조경, 생물, 도시계획 등 각 분야별 전문가의 참여와 정부의 행정적인 지원을 통해 연구가 이루어져야 한다.

본 연구의 한계는 독일을 제외한 국외의 문헌을 비교하지 못했다는 점, 한국의 비오톱지도 작성을 완료한 지자체의 담당자 이외의 많은 연구책임자들에 대한 인터뷰가 없었다는 점을 들 수 있겠다. 앞으로 이러한 한계를 극복한 후속 연구가 추가적으로 이루어져야 할 것이다.

인용문헌

1. 국토부(2002) 자연친화적하천정비기법 개발(Ⅱ). 국토부 보고서.
2. 김영란(2000) 환경친화적 건축 및 단지개발요소 적용방안 연구. p. 155.
3. 김정호(2007) 비오톱유형을 고려한 산림지역 생태계 평가기법 개발. 한국환경복원녹화기술학회지 10(3): 38-51.
4. 김정호, 한봉호(2006) 도시생태계 구조를 고려한 비오톱유형구분. 한국조경학회지 34(2): 1-17.
5. 나정화(1997) 도시 소생물권 도면화 작업(UBM)과 그 정보시스템(BIS) 구축방법에 관한 연구: 도시소생물권(Biotop)의 개념을 중심으로. 한국정원학회지 15(2): 133-145.
6. 나정화, 도후조(2003) 도시 중심부 지역의 비오톱 구조분석 및 평가: 대구광역시 중구 사례지를 중심으로. 한국환경복원녹화기술학회지 6(5): 9-20.
7. 나정화, 류연수(2002) 도시비오톱의 자연체험가치 평가모형의 개발과 적용. 한국조경학회지 30(3): 1-11.
8. 나정화, 이석철(2000) 대도시의 비오톱 구조분석: 자연체험 및 휴영의 관점에서. 한국조경학회지 28(3):72-87.
9. 대전환경기술개발센타(2007) 대전광역시 비오토지도 작성을 위한 기본

연구. 대전광역시 보고서.
10. 부산발전연구원(2007) 비오톱지도 제작을 통한 낙동강하구 일원 자연환경보전종합계획. 부산광역시 보고서.
11. 부산발전연구원(2010) 중부산권역 도시생태현황도 제작. 부산광역시 보고서.
12. 서울대환경계획연구소(2004) 비오톱 등급평가 및 도시생태현황도(Biotop Map) GIS 구축. 성남시 보고서.
13. 서울대환경계획연구소(2006) 생태지도(Biotop Map) 및 현황도 제작 연구보고서. 광양시 보고서.
14. 서울시립대학교(2010) 도시생태현황(비오톱)조사 및 지도작성(2단계) 용역. 원주시 보고서.
15. 서울시립대학교(2010) 파주시 도시생태현황도(Biotop Map) 작성 연구. 파주시 보고서.
16. 서울시립대학교(2011) 양평군 자연환경조사연구. 양평군 보고서.
17. 서울시정개발연구원(2000) 비오톱 현황조사 및 생태도시 조성지침 수립. 서울특별시 보고서.
18. 서울시정개발연구원(2005) 도시생태현황도 정비. 서울특별시 보고서.
19. 오충현, 이경재(2000) 도시생태계 보전을 위한 비오톱 평가기법: 새서울타운을 대상으로. 한국조경학회지 27(5): 134.
20. 이동근 등(2005). 보전가치를 위한 경관생태학적 지표의 활용 및 적용. 한국조경학회지 32(6): 15-21.
21. 이무춘(1996) 도시에서의 Biotop 조사에 관한 기초연구. 대한국토도시계획학회지 31(6): 197-211.
22. 이희승(1988) 국어대사전. 서울: 민중서림.
23. (주)이장(2010) 자연환경조사 및 도시생태현황 GIS 구축을 위한 연구. 수원시 보고서.
24. 정문선, 이명우(2000) 우리나라 중소도시 비오톱 공간의 조성방안. 한국조경학회지 28(4): 75-90.
25. 진화기술공사(2011) 순천시 도시생태현황도 작성. 순천시 보고서.
26. 최인태(2008) 도시개발사업의 생태계 영향 저감 및 보상을 위한 자연침해조정 기법 연구. 서울시립대학교 대학원 박사학위논문.
27. 최일기, 이은희(2009) 비오톱평가를 위한 평가항목 및 평가체계 제안. 한국환경생태학회지 23(6): 594-602.
28. 최진우(2009) 한국 수도권 도시의 지역적 특성에 적합한 비오톱유형 분류 및 평가모형 개발. 서울시립대학교 대학원 박사학위논문.
29. 충남발전연구원(2009) 당진군 생태현황조사(비오톱지도 작성) 연구용역 보고서. 당진군 보고서.
30. 충남발전연구원(2010) 계룡시(비오톱)지도 작성 연구. 계룡시 보고서.
31. 충남발전연구원(2010) 공주시 생태지도작성 연구용역. 공주시 보고서.
32. 충남발전연구원(2010) 논산시 생태지도. 논산시 보고서.
33. 충남발전연구원(2010) 예산군 비오톱지도 구축. 예산군 보고서.
34. 충남발전연구원(2011) 보령시 생태(비오톱)지도. 보령시 보고서.
35. 충남발전연구원(2011) 부여군 생태지도 제작. 부여군 보고서.
36. 충남발전연구원(2011) 서산시 생태지도. 서산시 보고서.
37. 충남발전연구원(2011) 서천군 생태지도. 서천군 보고서.
38. 충남발전연구원(2011) 연기군 비오톱지도. 연기군 보고서.
39. 충남발전연구원(2011) 청양군 생태(비오톱)지도. 청양군 보고서.
40. 충남발전연구원(2011) 태안군 비오톱(생태)지도. 태안군 보고서.
41. 충남발전연구원(2011) 홍성군 생태지도 연구용역 보고서. 홍성군 보고서.
42. 한국건설기술연구원(2006) 친환경 도시건설(경관생태관리·생태지도 작성)에 관한 연구. 고양시 보고서.
43. 한국생물과학협회(2005) 생물학용어집. 서울: 아카데미서적.
44. 환경부(1995) 전국 그린네트워크화 구상: 사람과 생물이 어우러지는 자연만들기. p. 209.
45. 환경부(2007) 도시생태현황지도(비오톱지도) 작성지침. 환경부 보고서.
46. 환경부(2010) 도시생태현황지도(비오톱지도) 작성 완료현황자료. 환경부 보고서.
47. 환경부(2011) 도시생태현황지도(비오톱지도) 작성지침. 환경부 보고서.
48. Anderson, D.(1997) Stand of System, The Philosophy of C, Peirce, West Lafayette: Purdue University Press.
49. DierBen, K. and H. Roweck(1998) Bewertung im Naturxchutz und in der Landschaftsplanung. in: W. Theobald(ed), Integrative Umwelt-bewertung. theorie und Beispiele aus der Praxis Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, Germany, pp. 175-192.
50. Jensen(1996) Introductory digital image processing: A remote sesing perspective. pp. 122-124.
51. 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.
52. Plachter, H.(1994) Methodische Rahmenbedingungen fur synoptische Bewertungsverfahren im Naturschutz. Zeitschrift fur Okologie und Naturschtt, Gustav Fischer verlag Jena, Germany. 3: 87-106.
53. Sukopp, H.(1993) Stadtoekologie. Gustav und Fischer. pp. 1-75.
54. Witting, R. and K. F. Schreiber(1983) A quick method for assessing two importance of open space in town for urban nature conservation. Biological Conservation 26: 57-64.
55. Zonneveld, I. S.(1995) Land Ecology. An Introuction to Landscape Ecology as a Base for Land Evaluation, Sand Management and Conservation. SPB Academic Publishing, Amsterdam, 199pp.
56. http://kosis.kr/
57. http://www.forest.or.kr/about01.ph
58. http://www.me.go.kr/

원 고 접 수 일: 2013년 2월 15일
심 사 일: 2013년 3월 9일(1차)
2013년 3월 25일(2차)
게 재 확 정 일: 2013년 4월 1일
3인익명 심사필