

경관생태학적 도시숲 관리를 위한 비오톱 평가지표 및 유형 분류에 관한 연구

오정학¹ · 조재형² · 조현제³ · 최명섭¹ · 권진오^{1*}

A Study on the Biotope Evaluation and Classification of Urban Forests for Landscape Ecological Management

Jeong-Hak OH¹ · Jae-Hyung CHO² · Hyun-Je CHO³
Myoung-Sub CHOI¹ · Jino KWON^{1*}

요 약

최근 부각되고 있는 도시지역의 환경문제 해결을 위해서는 다각적인 접근방법이 요구되는데, 도시지역에 산재해 있는 도시숲의 효율적 조성 및 관리는 그 방법 중 하나가 될 수 있다. 이에 본 연구에서는 도시숲의 경관생태학적 관리를 위한 평가지표를 설정하고, 대전광역시와 울산광역시 시가지에 분포하는 도시녹지를 대상으로 생물서식공간으로서의 비오톱 유형을 구분하였으며, 그 기능적 특성에 기초한 등급과 식생경관의 구성적 특성을 평가하였다. 평가지표 및 방법은 국내의 연구사례가 드물어 유럽에서 사용되고 있는 지표를 국내 실정에 맞게 수정 보완하였으며, 최종 결과는 합산평가 매트릭스법을 사용하여 분석하였다. 분석결과, 비오톱 유형은 기존 문헌의 조사결과와는 달리 면적이 다양성에 미치는 영향은 적은 것으로 분석되었으며, 중점 비오톱 등급은 공원의 면적 차이와 성립위치 및 인위적 간섭정도의 차이로 인해 남선공원과 함월산은 3등급, 보문산과 염포산은 4등급으로 나타났다. 생물서식공간으로서의 비오톱 기능평가 등급을 분석한 결과, 지역에 관계없이 3~5등급 즉 보통 이하로 나타나, 서식공간의 제공이라는 기능적 역할은 상대적으로 낮게 나타난 것으로 분석되었다.

주요어 : 경관생태, 도시숲, 생물서식공간, 비오톱, 비오톱 지도, 비오톱 평가

ABSTRACT

To provide more natural elements in the harsh urban environment, 'planting trees as urban forests' has been emphasized as having an important role, and trees are expected to be as functional as the trees under more natural conditions in rural areas, and provide people with

2008년 10월 23일 접수 Received on October 23, 2008 / 2008년 11월 19일 수정 Revised on November 19, 2008 / 2008년 11월 21일 심사 완료 Accepted on November 21, 2008

1 국립산림과학원 산림생태과 Division of Forest Ecology, Korea Forest Research Institute

2 국립산림과학원 IUFRO기획운영과 Division of IUFRO Congress Organizing Committee, Korea Forest Research Institute

3 산림청 녹색사업단 Korea Green Promotion Agency, Korea Forest Service

* 연락처 E-mail : alp06jk@forest.go.kr

benefits. To do this, urban forest policies needed a better idea of planting methods and management of trees through the theory of landscape ecology, and also the feedback system according to the evaluation and assessment of urban forests. In this case study, a new principle and assessment indices for the evaluation are applied for the 4 urban forests in two Korean metropolitan cities, Daejeon and Ulsan. The evaluation of Korean urban forest-function as biotope and the assessment for the classification of biotope diversity types are carried out. The AUEM(Adding Up Estimation Matrix) is applied for the analysis of urban forests. Unlikely previous researches on the other Korean metropolitan cities, the size of urban forest has less influence on the vegetation diversity. The most frequent biotope grade is the 3rd grade at Namseon park and Mt. Hamwol, while Mt. Bomun and Mt. Yeompo show the 4th grade. The grades of forest-function as biotope are from 3rd to 5th in which lower than average in forest-function grades. This means that the 4 sites are still not-matured forests and less-functional forests as the urban biotope.

KEYWORDS : *Landscape Ecology, Urban Forest, Biotope, Biotope Mapping, Biotope Evaluation*

연구배경 및 목적

인간과 가장 친밀한 관계를 갖는 산림으로 도심이나 도시근교에 있어 도시민으로부터 환경녹지로서의 역할을 받고 있는 도시숲은 생활환경보전, 방재, 경관, 휴양, 생산 등 여러 면에서 그 존재가치가 인식되고 있으나, 공업화 및 산업화의 진전에 따라 수반되는 환경적, 인위적 영향으로 날로 쇠퇴하는 경향이 현저함에 반해, 급격한 생활문화 및 시민의식의 변화는 도시 내외의 숲에서 공익적 기능의 발휘를 더욱더 강하게 요구하고 있다(국립산림과학원, 2007).

즉, 도시숲은 자연생태계나 지역생태계와는 달리 인공환경이 지배하는 도시내에서 생물종 다양성의 유지와 증진에 많은 역할을 수행하고 있으나(Sukopp, 2004), 끊임없는 인간의 간섭 아래 놓여있어 인간환경의 한 부분으로 인식되기도 한다. 그 결과 도시숲과 같은 도시내의 자연요소들은 다양한 오염물질과 열섬현상 등에 노출되어 있고, 산림쇠퇴와 같은 문제점을 발생시키기도 한다. 이러한 점에서 도시숲의 경관생태학적 진단을 바탕으로 하는 객관

적 보전 및 관리계획 수립은 아주 중요한 부분이라 할 수 있다.

도시생태계에서 발생하는 열섬화 현상, 대기 오염, 토양의 산성화, 외래종의 유입 등은 도시숲의 생물 종 조성 변화 및 미세 기후의 변화를 초래한다. 따라서 도시계획시 도시의 효율성뿐만 아니라 도시생태계의 생태학적 지식이 고려되어야 한다는 필요성이 제기되고 있으며(Niemelä, 1999; Savard 등, 2000), 실천적 방법으로 도시내 녹지의 양적인 확산과 더불어 질적 개선을 요구하고 있다(Hibberd, 1989). 이러한 노력의 일환으로 WHO(World Health Organization)는 도시민 1인당 녹지면적 최소 기준으로 9m²을 권장하고 있고, 미국, 독일, 일본 등 세계 각국은 자국의 문화·사회적 및 생태적 특성에 맞는 도시녹지제도를 정착시키기 위하여 노력하고 있다(Kim and Kwon, 2002).

우리나라도 1990년대 이후 도시숲의 기능적 가치에 대한 인식의 증대 및 녹지네트워크라는 개념이 부각되면서 도시숲이 도시생태계 전반에 미치는 영향에 대한 장기적이고 체계적인 연구의 필요성이 제기되었다. 이를 위해 도시숲을 효과적으로 조성하고 관리하기 위한 많은 연구와 시도들이 수행되었다. 그 예로 비

오톱 개념을 도입한 생태계 평가에 대한 산림 생태계 평가기법 개발을 위한 비오톱 유형 분류(김정호, 2007), 도시 중심부 지역의 비오톱 구조분석 및 평가(나정화와 도후조, 2003), 비오톱 지도 및 평가방법을 통한 도시생태계 보전(오충현과 이경재, 2000) 및 Landsat 영상을 이용한 토지이용별 도시열섬효과 분석(정성관과 박경훈, 1999; 도후조 등, 2007) 등과 같은 가로수 및 녹지에 의한 도시내 열섬완화 효과 분석을 들 수 있다.

또한, 생물종다양성 증진을 위해 조류 서식지의 적합성을 기준으로 한 도시녹지 적정 배치기법 제시(차수영과 박종화, 1999), 중요거점 녹지 설정을 통한 대도시 지역에서의 적절한 도시녹지 배치형태 제시(나정화와 사공정희, 2002), 경관생태학적 측면에서의 녹지연계망 구축방법 규명을 위한 모델 도출(사공정희, 2004) 등과 같이 도시 속의 녹색성으로 고립되어 있는 녹지들을 서로 연결시켜 도시생태계의 생태축으로 조성하기 위한 연구 등이 수행되었다. 그러나, 이들 연구들의 대부분이 도시외곽의 산림을 대상으로 식물사회학적 방법에 의한 식물군락 구분, 토지이용 패턴에 따른 비오톱 유형 분류 및 도시녹지들 상호간의 면적인 위계관계를 우선시 한 녹지네트워크 연결 등을 중심으로 분석이 이루어졌다.

즉, 어떤 지역을 우선적으로 관리할 것인가? 라는 문제는 각 지역에 대한 객관적인 평가 자료를 통해 이루어져야 함(오동하, 2006)에도 불구하고, 도시숲이 가지고 있는 다양한 생태적 속성을 경관생태학 측면에서 해석하고 유형화를 함과 동시에 비오톱 공간으로서의 기능적 역할에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

이에 본 연구에서는 도시생태계에서 유일한 생산자로서 중요한 역할을 담당하고 도시생환경 개선 향상에 직접적인 영향을 미칠 수 있는 도시숲의 생태적 관리계획 및 도시경관 계획 수립의 기초정보를 제공할 목적으로 대전광역시 및 울산광역시에 분포하고 있는 도

시숲을 대상으로 도시숲의 생태적 가치를 종합적으로 평가할 수 있는 비오톱 지도(Urban forest biotope map) 작성을 통해 비오톱의 유형과 도시숲의 구조적 특성 및 기능적 상태를 평가하고자 하였다.

연구 범위 및 방법

1. 연구의 범위

우리나라의 도심지역이 도시화와 산업화라는 슬로건 아래 개발위주의 양적인 팽창으로 인해 녹지공간이 절대적으로 부족하여 도시의 주변과 중심이 생태적으로 단절되어 온 것은 사실이다. 본 연구의 대상지인 대전광역시와 울산광역시의 경우에도 외곽의 산지연계형 도시숲이 가장 중요한 핵녹지로서의 역할을 수행하고 있으나, 그 중간 지점에 시가화구역이 집중적으로 분포하고 있어 도심외곽 산림지역과 도심내 지역은 심한 단절 현상을 보이고 있다.

먼저, 대전광역시는 공간체계상 국토의 중심부에 위치하고 있으며, 산으로 둘러싸인 분지 지역으로 주변의 산 및 산맥이 자연생태계의 큰 부분을 유지하고 있는 지역이다. 주변의 녹지는 벨트형상을 유지하고 있으나, 균등하게 배치되어 있지 않고, 특정 방향으로 편중되어 분포하고 있어 부분적으로 녹지체계의 연계성이 위협당하고 있는 지역이기도 하다. 또한, 광역녹지는 경부고속도로와 호남고속도로, 그리고 경부선과 호남선에 철도에 의해 크게 3등분되어 있고, 그 외에도 국도가 녹지축을 분절하고 있다(정재용, 2001).

울산광역시는 도시를 가로지르는 태화강 하구에서 동북으로 펼쳐진 삼산과 광산의 넓은 평야를 동대, 함월, 문주의 산맥과 영봉이 감싸고 있는 도시로, 1962년 공단제정법에 의해 공단이 들어선 이래, 한국에서 가장 오래된 대규모의 중화학업해공업단지로서 급속한 성장을 해온 대표적인 공업도시이다(성백진 등, 2003).

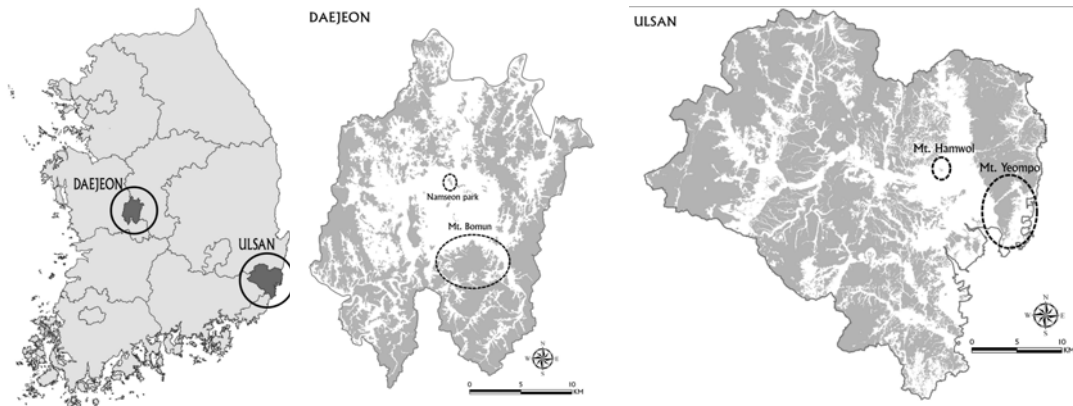


FIGURE 1. Locations of the studied four urban forests in Daejeon and Ulsan

울산광역시의 일인당 도시공원 면적은 고시면적 기준으로는 7대 도시 중 가장 넓은 39.75m^2 이지만 시민이 체감할 수 있는 조성 완료된 공원면적은 고시면적의 11.5%에 불과한 1인당 4.57m^2 로 7대 도시 중 가장 좁다. 이로 인해 국내 최대의 산업단지가 입지해 있음에도 불구하고 도시내 녹지공간의 부족으로 열섬화 현상이 대두되고 있을 뿐만 아니라 시민들의 휴식공간이 절대적으로 부족한 형편이라 할 수 있다(김재홍, 2007).

따라서, 도시의 환경을 개선시키는 역할을 분석하고 평가하기 위해서는 시민들의 생활권에 위치하면서 섬처럼 존재하는 형태의 도시숲을 중심으로 분석할 필요가 있다. 이에 본 연구에서는 대전광역시의 남선공원과 보문산, 울산광역시의 염포산과 함월산 등 총 4개의 공원을 중심으로 분석하였으며, 각 공원의 지리적 위치는 그림 1에서 보는 바와 같다.

2. 연구의 방법

본 연구는 앞서 언급한 대전광역시와 울산광역시의 시가지에 분포하는 4곳의 도시숲을 대상으로 그림 2와 같은 과정으로 수행되었으며, 조사방법은 Sukopp(1993)와 Grabher 등(1997)의 방법을 토대로 국내·외 바이오톱 관련 문헌 및 우리나라 도시숲 실정에 맞게 수정·보완하여 적용하였다.

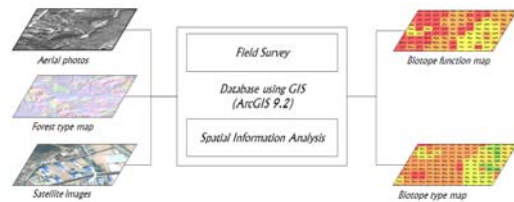


FIGURE 2. Process to classify and evaluate the biotope type in the study

각 단계별로 살펴보면, 먼저 대상지역의 식생경관 특성 및 바이오톱 유형분류를 위한 선행 단계로 1/5,000 축적의 정밀식생도를 각 식생단위의 공간적 규모 및 유역관계, 식생상관 등을 통하여 작성·평가하였다(조현제 등, 1999; Zonneveld, 1995). 정밀식생도는 실내에서 1차로 개략적인 임상경계의 판독, 현장조사를 통한 임상경계 확정, 임상경계가 확정된 임상 내에서 대상임분의 상관적 특성 및 종조성에 의거한 조사구를 선정, ZM학과의 식물사회학적 방법으로 식생조사 실시, 현장에서 수집된 정밀식생자료를 토대로 한 산림식생관리단위표 작성, 현장 재확인 작업을 통한 보완작업 및 관련된 모든자료의 데이터베이스 및 수치식생지도화 등의 과정을 통해 흑백항공사진, 임상도, IKONOS 위성 및 수치지형도 등을 활용하여 작성하였다. 다음으로, 작성된 정밀식생도

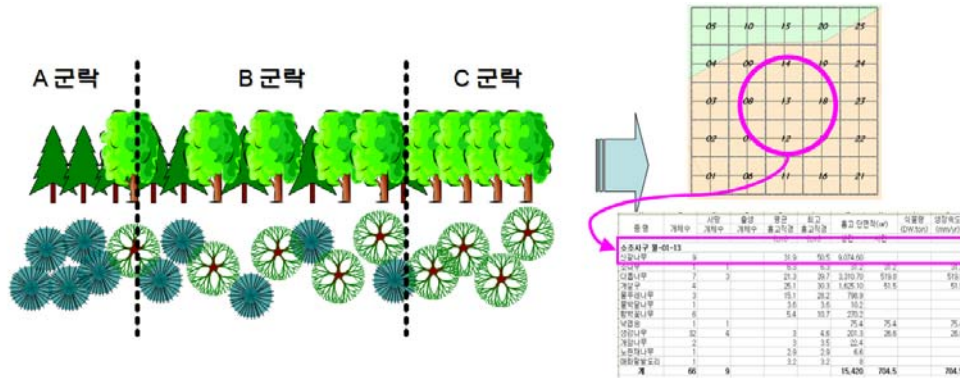


FIGURE 3. Method of mapping and assessment for the biotope type and function

를 기초로 하여 각 공간단위에 비오톱 평가지표를 적용하여 합산평가 매트릭스 방법을 통해 비오톱 유형분류 및 기능평가지도를 작성하였다.

비오톱 공간분포의 지도화 기준은 공간정보의 계량화 및 향후 그들의 변화과정을 지속적으로 파악하고 효율적인 현장조사, 도면화 등을 위하여 기존의 식생도 작성방법인 Polygon형을 지양하고 Mesh형으로 하였으며(최상일, 2004; Mesh의 크기는 공원의 면적에 따라 25m×25m, 50m×50m를 혼용하여 작성하였음),

지도 작성에 대한 일련의 과정은 ArcGIS 9.2 프로그램을 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 비오톱 평가지표

본 연구에 사용된 평가기준을 살펴보면, 지금까지 국내의 경우, 도시숲을 공간단위로 하여 비오톱 유형분류 및 기능평가를 수행한 사례가 드물어 유럽을 대상으로 연구되어진 평가지표를 사용하여 분석하였다.

Biotope function			Biotope type(value)		
Criteria	Indicator	Synthetic grade	Indicator	Synthetic grade	
Flora	Layer structure	I Very high	Naturalness	● non-biotope	
	Site condition			● ↑	
Fauna	Species richness		● Lowest	Diversity	● ↓
	Succession stage		II High		● ↑
	Existence of water space		III Middle	Rarity	● Middle
The ratio of broad-leaved tree	● ↓				
Flora & Fauna	Human disturbance	IV Low	National protective species	● ↑	
	The ratio of paved space			● Highest	
	Hemeroby		● ↓		
	Green coverage ratio		● ↓		
Depth of organic matter layer	V Very low	● Unique nature landscape	● ↓		

FIGURE 4. Criteria and indicator to grade the biotope function(left) and value(right)

평가기준 및 평가지표에 사용된 기준을 살펴보면, Sukopp(1993)의 도시 비오톱 평가지표는 자연녹지와 조성녹지(인공녹지)를 포괄하는 측면이 강하여 대상지역이 하나의 통합된 생물서식공간으로 평가되므로 다양한 식물군락이 각각의 특유한 비오톱 공간으로서의 기능을 하고 있는 잔존임지 즉, 자연녹지에 적용하기에는 다소 문제점을 가지고 있다. 또한, 그 평가지표와 등급구분 과정이 복잡하고, 평가인자간 중복성, 등급구분의 모호함, 합산과정에서의 임의적인 가중치 부여 등과 같은 단점을 내포하고 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해, Grabher 등(1997) 등이 유럽에서 광역적으로 적용하여 실제 산림지역 비오톱 보전에 활용하고 있는 평가방법을 우리나라 도시권역 산림실정에 맞게 수정·보완하였으며, 최종적으로 분석에 사용된 평가기준 및 평가지표는 다음의 그림 4와 같다.

본 연구에서 사용된 평가지표들은 3개 등급으로 평가한 것과 5개 등급으로 평가한 것으

로 나누어진다. 먼저, 생물서식지로서의 기능을 표시하는 비오톱 기능평가 등급은 I~V 등급으로 구분하였으며, 평가결과는 수치가 높을수록 비오톱으로서 기능이 높은 것을 의미하고, 수치가 낮을수록 비오톱 기능이 높다는 것을 나타낸다. 최종적인 평가 결과를 도출하기 위하여 Grabher 등(1997)이 비오톱 평가방법에서 사용한 여러 지표들을 합산하여 종합평가를 하기 위한 방법인 합산평가 매트릭스법을 사용하였다. 합산평가 매트릭스법은 2개 지표의 등급을 매트릭스를 이용하여 열과 행으로 배열하여 조합된 등급이 생성되며, 이러한 과정을 반복하여 최종적으로 종합된 등급이 계산되는 형태이다(여운상 등, 2006).

다음으로, 자연성, 다양성, 희귀성을 기초로 한 도시숲의 비오톱 유형(비오톱 등급)은 0~9 등급으로 구분하였으며, 이를 다시 4개 등급으로 나누어 평가하였다. 비오톱 유형 등급은 비오톱 기능평가 등급과 달리 수치가 높을수록 비오톱으로서의 가치가 높다는 것을 의미하며,

TABLE 1. The configuration of forest landscape elements of the four parks

(Unit : ha(%))

Landscape elements types	Namseon park	Mt. Bomun	Mt. Hamwol	Mt. Yeompo
Natural vegetation elements				
<i>Quercus acutissima</i> community(3 types)	3.1(27.2)	633.5(43.8)	3.4(27.0)	10.7(1.3)
<i>Pinus densiflora</i> community(7 types)	0.8(7.0)	130.8(9.0)	-	72.0(8.9)
<i>Quercus mongolica</i> community(2 types)	-	107.5(7.4)	-	8.3(1.0)
<i>Quercus serrata</i> community	-	-	-	12.7(1.6)
<i>Platycarya strobilacea</i> community	0.1(0.8)	-	-	2.5(0.3)
<i>Quercus variabilis</i> community(2 types)	-	-	0.3(2.4)	-
Subtotal	4.0(35.0)	871.8(60.2)	3.7(29.4)	106.2(13.1)
Artificial vegetation elements				
<i>Alnus firma</i> community(3 types)	-	-	0.6(4.8)	378.2(46.5)
<i>Pinus rigida</i> community(5 types)	0.4(3.5)	262.7(18.2)	2.5(19.8)	4.3(0.5)
<i>Pinus thunbergii</i> community(6 types)	1.8(15.8)	-	2.2(17.4)	179.2(22.1)
<i>Robinia pseudoacacia</i> community(4 types)	1.8(15.8)	102.0(7.0)	-	26.5(3.3)
Others : 7 community(9 types)	0.9(7.9)	82.7(5.7)	-	22.3(2.7)
Subtotal	4.9(43.0)	447.4(30.9)	5.3(42.0)	610.5(75.1)
Others	2.5(22.0)	128.8(8.9)	3.6(28.6)	95.8(11.8)
Total	11.4(100.0)	1,448.0(100.0)	12.6(100.0)	808.9(100.0)

반대로 수치가 낮을수록(0등급은 나지 등 불투수성 포장으로 이루어진 공간으로 비오톱으로서 가치는 없다고 볼 수 있음) 비오톱으로서의 가치가 낮다는 것을 의미한다.

2. 식생경관 특성 및 비오톱 유형(0~9등급)

도시림의 경관생태학적 관리를 위한 기초정보 수집을 위하여 조사지역인 대전광역시와 울산광역시의 도시숲 4곳의 산림비오톱 유형을 구분하고, 질적 구조를 분석한 기능적 등급과 경관생태학적 특성을 분석한 결과는 다음과 같다.

먼저, 조사지역인 4개 도시숲에 대하여 산림비오톱 유형을 분류하고, 각 유형별 비오톱 등급을 자연성, 다양성, 희귀성을 기준으로 평가하였다. 표 1에서와 같이 비오톱의 유형을 상위단위, 즉 군락수준으로 살펴보면, 남선공원 9개, 보문산 10개, 함월산 5개, 염포산 11개로 나타났다. 대구광역시를 대상으로 분석된 결과(Kwon 등, 2006)와는 달리 공원면적이 다양성에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 조사되었다. 한편, 유형 하위단위(군 수준)는 남선공원 14개, 보문산공원 17개, 함월산 10개, 염포산 16개로 상위단위에 비해 1.5~2배 정도 다양성이 높게 나타났다.

전반적으로 하위 분류군으로 갈수록 유형이 다소 복잡하게 나타났는데, 이는 비록 도시내 잔존임지로 존재하지만 도시공원으로 이용되

는 특성상 다양한 인위적 간섭과 개발에 의한 결과로 판단된다.

군락수준의 대분류는 상관적 임상과 숲의 성립배경에 의하여 자연식생, 인공식생, 암반식생, 경작지, 묘지 나지 및 시설지 등에 의해 영향을 받으며, 군 수준의 하위분류는 대분류에 의한 인위적 간섭과 종조성의 차이를 유발시키는 자연적 천이과정에서 수반된 것으로 생각할 수 있었다.

한편, 대상지별 핵심 산림비오톱 유형에는 남선공원과 보문산은 상수리나무군락(*Quercus acutissima* community)형, 염포산과 함월산은 소나무군락(*Pinus densiflora* community)형 등의 자연식생형을 들 수 있었는데, 이는 내륙지방과 해안지방의 지리적 측면도 무시할 수 없는 요소라고 할 수 있다.

다음으로 4개 도시숲에 대한 산림 비오톱 등급 평가를 한 결과 및 지도는 표 2 및 그림 5와 같다. 평가등급에서 0등급은 나지나 전용임지, 저수지 등 산림비오톱 등급으로 볼 수 없는 공간, 1~3등급은 ‘낮음’, 4~6등급은 ‘보통’, 7~9등급은 ‘높음’ 등 크게 4개 범주로 묶을 수 있으며, 각 범주에서 숫자가 클수록 높은 등급으로 평가된다.

염포산과 보문산은 등급 4이상인 보통 이상이 각각 74.3%와 61.9%를 차지하는 것으로 나타나 생물서식공간으로 적합한 공간이 많은 것으로 분석되었는데, 이는 주변지역이 주거지보다 공단지역이 많고, 산지연계형의 지형적

TABLE 2. The distribution area and ratio by the biotope value in the four parks

		Non-Biotope		Low			Middle			High	
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Namseon park	Area(ha)	2.5	-	1.7	1.9	1.4	2.4	1.2	0.3	-	-
	Ratio(%)	22.5	-	14.8	16.5	12.1	20.9	11.0	2.2	-	-
Mt. Bomun	Area(ha)	128.8	1.0	9.8	333.8	630.8	156.5	108.3	79.0	-	-
	Ratio(%)	8.9	0.1	0.7	23.0	43.6	10.8	7.5	5.4	-	-
Mt. Hamwol	Area(ha)	3.6	-	-	1.8	1.3	1.2	1.6	2.9	0.2	-
	Ratio(%)	28.6	-	-	14.3	10.3	9.4	12.3	23.1	2.0	-
Mt. Yeompo	Area(ha)	95.8	-	0.3	45.9	348.3	160.0	92.8	62.5	3.3	-
	Ratio(%)	11.8	-	0.1	6.1	42.9	20.0	11.4	7.6	0.4	-

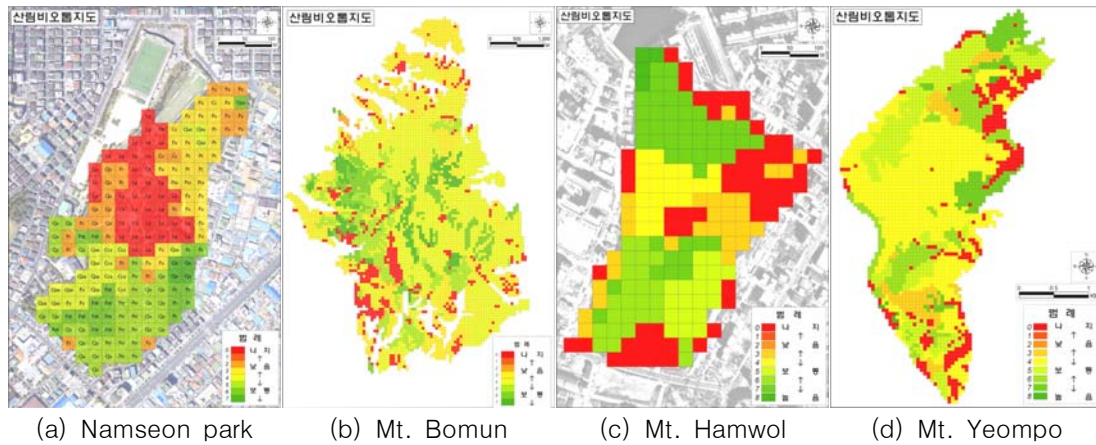


FIGURE 5. Spatial distribution map of the biotope value in the four parks

TABLE 3. The distribution area and ratio by the biotope function grades in the four parks

		Biotope function grades				
		Very high			Very low	
		1	2	3	4	5
Namseon park	Area(ha)	-	-	7.5	1.3	2.6
	Ratio(%)	-	-	65.9	11.6	22.5
Mt. Bomun	Area(ha)	-	-	162.5	1,156.5	128.8
	Ratio(%)	-	-	11.2	79.9	8.9
Mt. Hamwol	Area(ha)	-	-	6.1	2.9	3.6
	Ratio(%)	-	-	48.3	23.1	28.6
Mt. Yeompo	Area(ha)	-	-	90.7	626.0	95.8
	Ratio(%)	-	-	11.2	77.0	11.8

특성으로 인해 인위적인 간섭이 상대적으로 적어서 나타난 결과로 판단된다.

함월산의 경우에는 등급 7이상인 높음으로 평가되는 지역이 25%로 높게 나타나 다양한 산림생물이 서식하기에는 좋은 여건을 갖춘 지역이 있는 반면, 생물이 서식하기에는 부적합한 공간으로 평가되는 지역 또한 22.5%를 차지하고 있는 것으로 나타나 공원면적에 비해 산림 비오톱의 유형이 다양하게 분포하는 것으로 나타났다. 남선공원의 경우에는 전체면적의 53.8%에 해당하는 6.1ha의 지역이 산림 비오톱으로서의 역할을 거의 기대할 수 없는

것으로 나타났는데, 이는 공원면적에 비해 과도한 이용압과 숲의 단편화에 의한 영향으로 판단된다.

종합적으로 살펴보면, 이와 같은 비오톱 유형 구분을 위한 기준으로 본 연구에서는 임상과 상관적 우점종을 위주로 분석하였으나, 향후에는 식물사회학적 군락단위, 임상 및 잠재 자연식생 등을 고려한 적정기준을 정립할 필요가 있으며, 지속적인 도시녹지의 모니터링을 통해 국가단위의 조사방법론 체계 구축 등이 필요할 것으로 판단된다.

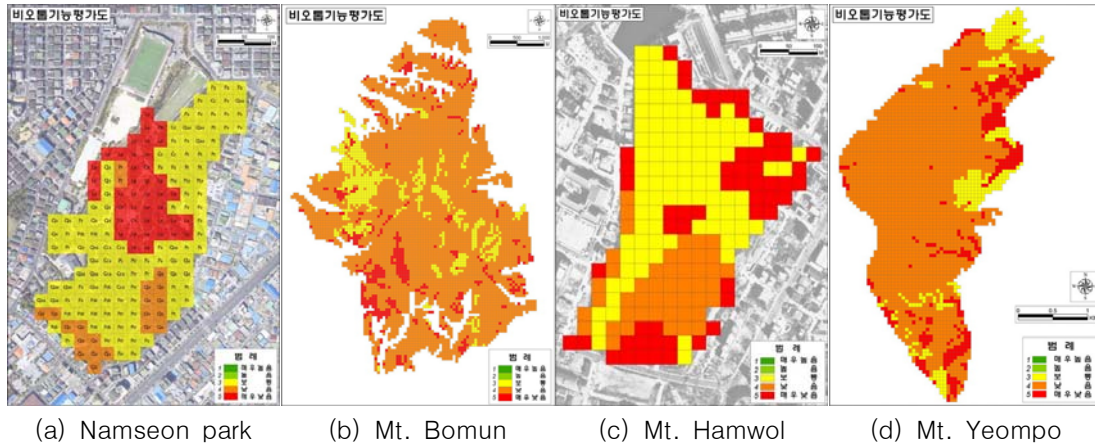


FIGURE 6. Spatial distribution map of the biotope function in the four parks

3. 생물서식지로서의 비오톱 기능평가 등급 (1~5등급)

다음으로 4개 도시숲의 비오톱 지닌 생물서식지로서의 기능적 역할을 등급화 한 결과(표 3), 전체적으로 3등급 이상의 값을 보이고 있으며, 도심지 외부에 위치한 일반 산지지역에 비하여 낮은 값을 나타내고 있었다. 도시숲별로 살펴보면, 남선공원의 경우 보통 등급에 해당되는 3등급의 구성비가 66% 정도로 높게 나타나 단위면적에 비해 생물서식공간으로서의 역할이 다른 도시숲에 비해 상대적으로 높게 나타났다. 반면, 23%의 면적을 점유하고 있는 5등급 지역은 다른 도시숲과는 달리 조경지의 면적이 대부분을 차지하고 분석되었는데, 이러한 결과는 택지개발로 인한 주변지역의 시가지화 이용객의 요구에 따른 지방자치단체의 과도한 이용시설 설치에 따른 형질 변경 및 생태적 특성을 고려하지 않은 숲가꾸기 등이 복합적으로 작용하여 생물서식공간으로서의 기능적 역할이 상대적으로 낮게 나타난 것으로 분석되었다.

보문산과 염포산의 경우에는 낮은 등급에 해당되는 4, 5등급의 구성비가 약 90%를 점유하였다. 이들 지역은 생물서식공간의 규모가 상대적으로 크에도 불구하고, 숲 가장자리에 대한 개발과 잔존 자연식생의 분포면적이 단

위면적에 비해 적기 때문인 것으로 판단된다.

중점 비오톱 등급은 남선공원과 함월산은 3등급, 보문산공원과 염포산은 4등급으로 나타났는데, 이러한 결과는 면적차이에 따른 요인도 있지만, 공원의 성립위치 및 인위적인 간섭정도의 차이로 판단되며, 각 대상지역의 비오톱 기능평가 등급도 작성사례는 그림 6과 같다.

각 도시숲별 전체 면적에 대비한 자연식생형 비오톱의 점유비(표 1, 그림 7)에 있어서는 남선공원 35.0%, 보문산공원, 60.2%, 함월산 29.4%, 염포산 13.1%로 나타나, 대전광역시 도시숲(남선공원, 보문산)이 울산광역시(함월산, 염포산)보다 자연식생형 점유비율이 상대적으로 높은 것으로 분석되었다. 이는 앞서서도 언급한 바와 같이 해안가에 위치한 지리적 요인과 숲의 성립기원, 도시화에 의한 영향 등 다양한 요인으로 인해 발생한 것으로 사료되며, 향후 도시화와 생활환경변화에 따른 임상의 변화, 조림역사 등의 문헌조사와 함께 지속적인 도시숲 모니터링 통해 도시별 특성에 부합하는 영향을 분석할 필요성이 있다고 판단된다.

결론

본 연구에서는 도시생태계에 있어 중요한 역할을 담당하고 있는 도시숲의 경관생태학적 관

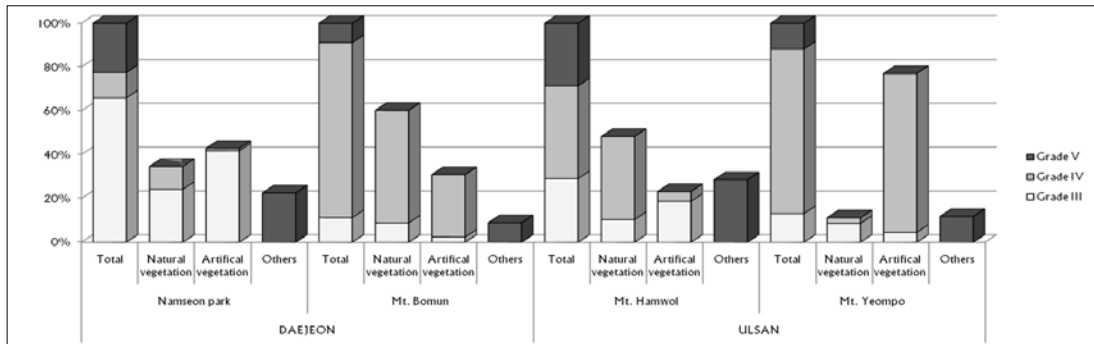


Figure 7. The configuration of the forest biotope from the biotope function map of the four parks

리를 위한 평가지표를 설정하고, 대전광역시와 울산광역시 시가지에 분포하는 도시녹지를 대상으로 생물서식공간으로서의 바이오톱 유형을 구분하였으며, 그 기능적 특성에 기초한 등급과 식생경관의 구성적 특성을 평가하였다. 본 연구를 통해 도출된 결과를 요약하면 다음과 같다.

먼저, 분석에 사용된 평가지표 및 방법은 국내의 경우 연구사태가 드물어 유럽을 대상으로 분석한 지표를 국내 실정에 맞게 수정 보완하여 설정하였다. 즉, Sukopp의 방법은 도시내 소생물서식공간의 기능적 가치를 등급화하는 데에는 효과적이거나 도시숲 자체가 하나의 통합소생물서식공간으로 평가되며, 그 평가지표와 등급구분 과정이 복잡하고, 평가인자간 중복성, 등급구분의 모호함, 합산과정에서의 임의적인 가중치 부여 등과 같은 단점을 내포하고 있어 국내 도시숲 평가에 그대로 적용하기에는 한계를 내포하고 있었다. 따라서, Grabher 등이 유럽에서 광역적으로 적용하여 실제 산림지역 바이오톱 보전에 활용하고 있는 평가방법을 혼합적으로 사용하여 평가지표 및 방법론은 수정하여 적용하였다.

다음으로 대상지역의 자연성, 다양성, 희귀성을 중심으로 한 바이오톱 유형 및 등급을 살펴보면, 군수준의 하위단위가 군락수준의 상위단위에 비해 1.5~2배 정도 다양성이 높게 나타나는 것으로 분석되었다. 이러한 결과는 도시내 잔존임지로 존재하지만 도시공원으로 이용되는 특성상 다양한 인위적 간섭과 개발에

의한 결과로 인해 전반적으로 하위 분류군으로 갈수록 유형이 다소 복잡해 진 것을 분석되었다. 또한, 공원별 핵심 산림바이오톱 유형에는 대전광역시의 남선공원과 보문산은 상수리나무군락(*Quercus acutissima* community)형, 울산광역시의 염포산과 함월산은 소나무군락(*Pinus densiflora* community)형 등의 자연식생형을 들 수 있었는데, 이는 내륙지방과 해안지방의 지리적 측면도 무시할 수 없는 요소라고 할 수 있다.

다음으로, 도시내 녹지의 생물서식 공간으로서의 기능적 역할을 분석한 결과, 전체적으로 3등급 이상의 값을 보이고 있으며, 도심지 외부에 위치한 일반 산지지역에 비하여 낮은 값을 나타내고 있었다. 도시숲별로 살펴보면, 남선공원의 경우 보통 등급에 해당되는 3등급의 구성비가 66% 정도로 높게 나타나 단위면적에 비해 생물서식공간으로서의 역할이 다른 도시숲에 비해 상대적으로 높게 나타났다. 보문산과 염포산의 경우에는 낮은 등급에 해당되는 4, 5등급의 구성비가 약 90%를 점유하는 것으로 분석되었는데, 이는 생물서식공간의 규모가 상대적으로 크에도 불구하고, 숲 가장자리에 대한 개발과 잔존 자연식생의 분포면적이 단위면적에 비해 적기 때문인 것을 분석되었다.

이상과 같은 본 연구의 결과는 도시숲의 양적인 확산 뿐만 아니라 질적 향상을 도모하여 생물서식공간, 열섬완화 등의 도시생활환경 개선효과를 증진시키고, 우수한 도시숲 조성을

뒷받침할 수 실질적 기술 개발을 위한 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 판단된다. 그러나, 본 연구에서 사용된 비오톱 평가지표 및 방법론은 국내의 연구 역사 및 결과가 상대적으로 미흡하여 외국의 지표와 방법론을 수정하여 분석하였으므로, 향후에는 전국 주요 도시숲을 대상으로 한 지속적인 모니터링을 통해 국가단위의 조사방법론 및 평가체계 구축 등이 필요할 것으로 판단된다. **KAGIS**

참고 문헌

- 국립산림과학원. 2007. 한국의 도시숲. 367쪽.
- 김재홍. 2007. 울산지역 도시공원의 가치측정. 한국정책과학학회보 11(1):151-177.
- 김정호. 2007. 비오톱 유형을 고려한 산림지역 생태계 평가기법 개발. 한국환경복원녹화기술학회지 10(3):38-51.
- 나정화, 도후조. 2003. 도시 중심부 지역의 비오톱 구조분석 및 평가. 한국환경복원녹화기술학회지 6(5):9-20.
- 나정화, 사공정희. 2002. 녹지연계망 조성을 위한 거점 분석. 한국조경학회지 29(6):37-49.
- 나정화, 사공정희. 2002. 녹지연계망 조성을 위한 거점 분석-대구광역시 사례-. 한국조경학회지 29(6):37-49.
- 도후조, 이정민, 나정화. 2007. 도시 지표면 온도 분포 특성 및 열섬완화방안. 한국환경과학회지 16(5):611-622.
- 사공정희. 2004. 대도시의 경관생태적 녹지연계망 구축 방안. 경북대학교 박사학위논문. 162쪽.
- 성백진, 이재근, 최종희. 2003. 울산광역시 공원, 녹지 및 도시경관의 주민평가. 한국환경복원녹화기술학회지 6(3):46-55.
- 여운상, 오동하, 홍순복. 2006. 부산광역시 자연환경 자원의 보전 및 활용방안. 부산발전연구원. 125쪽.
- 오동하. 2006. 부산시 생태네트워크 구축 방안. 부산발전연구원. 87쪽.
- 오충현, 이경재. 2000. 도시생태계 보전을 위한 비오톱 평가기법. 한국조경학회지 27(5):130-137.
- 정성관, 박경훈. 1999. 광역적 녹지계획 수립을 위한 도시열섬효과 분석. 한국지리정보학회지 2(3):35-45.
- 정재용. 2001. 지속가능한 도시조성을 위한 공원 녹지체계 계획에 대한 연구. 공공문제와 정책 13:105-130.
- 조현제, 조재형, 배관호, 윤충원, 오정수. 1998. 도시권역 산림식생단위구분과 정밀식생도 작성에 관한 연구-대구광역시 앞산자연공원일대를 대상으로-. 산림과학논문집 59:105-120.
- 차수영, 박종화. 1999. 조류서식지 평가모형을 이용한 서울시 녹지네트워크 구상. 한국조경학회지 27(4):29-38.
- 최상일. 2004. 고해상도 위성영상과 객체지향 분류기법을 이용한 식생도, 서울대학교 환경대학원 석사학위논문. 76쪽.
- Grabher, G., G. Koch and H. Kirchmeir. 1997. Blidatlas: Naturnähe Österreichischer Wälder. Sonderdruck zur Österreichischen Forstzeitung.
- Hibberd, B.G.(Ed.). 1989. Urban forestry practice: Forestry Commission handbook 5. Forestry Commission. London. pp.115-116.
- Kim, S.B. and J. Kwon. 2002. Nature in Cities: Urban Open Space as Sense of Place in Korean Cities. Hakmun Pub. Seoul. 390pp.
- Kwon, J., H.J. Cho, M.S. Choi, C.R. Park, J.H. Sung, J.H. Cho, S.H. Kim, J.G. Park and J.H. Oh. 1996. Urban Forest Monitoring in Korea since 1991-Case Study on Daegu Metropolitan City. Journal of Korean Forest Society 95(5):591-594.
- Niemelä, J. 1999. Ecology and urban planning. Biodiversity and Conservation 8:119-131.
- Savard, J-P L., P. Clergeau and G. Mennechez. 2000. Biodiversity concepts and urban ecosystems. Landscape and Urban Planning 65:9-12.
- Sukopp, H. 2004. Human-caused impact on preserved vegetation. Landscape and Urban Planning 68:347-355
- Zonneveld, I.S. 1995. Landscape Ecology-An Introduction to Landscape Ecology as a base for Land Evaluation, Land Management and Conservation. SPB Academic Publishing. Amsterdam. 199pp. **KAGIS**