Journal of Environmental Impact Assessment, Vol. 23, No. 3(2014) pp.208~219
http://dx.doi.org/10.14249/eia.2014.23.3.208
ISSN 1225-7184

연구논문

서울시 도시 숲의 경관생태와 관리방안

공우석* · 김건옥** · 이슬기*** · 박희나*
경희대학교 지리학과*, 한국자생식물보존회**, 국립수목원 산림생물조사과***

Landscape Ecology and Management Measure of Urban Mountain Forest in Seoul

Woo-seok, Kong* · Kunok, Kim · Sle-gee, Lee*** · Hee-na, Park***
Dept. of Geography, Kyung Hee University*, Korean Plant Conservation Society**
Division of Botanical Research, Korea National Forest***

Abstract

This work aims to establish the landscape ecological countermeasures to improve the sustainability of urban mountain forest and to enrich the biodiversity in twenty mountains of the Seoul Metropolitan City. Landscape ecological analysis was conducted based upon various criteria, such as area and elevation of mountains, flora, naturalized plants, vegetation, forest types, mountain trails, and public facilities.

Various measures were suggested for the better maintenances of floristic diversity, introduced plants, vegetation and forest types of urban mountain forests. Sustainable recommendations for land use adminstration were developed for the preparations of a climate change-adapted urban mountain forests, as well as rational managements of ecosystem, walking trails, and public facilities within mountain forest.

Rich and diverse natural vegetation as well as high floristic diversity were reported at mountains with higher elevations, larger area size, and rich landscape diversity. Mountains with low elevation, small size with easy public access, however, might require an urgent action to decrease the burdens by anthropogenic disturbances and urban development.

Keywords : landscape ecological countermeasure, urban mountain forest, landscape and ecosystem analysis, advanced maintenances, Seoul Metropolitan City

Corresponding Author: Woo-seok, Kong, Department of Geography, Kyung Hee University, Korea Tel: +82-2-961-0548 E-mail: wskong@khu.ac.kr
Received : 17 January, 2014. Revised : 2 June, 2014. Accepted : 4 June, 2014.

www.kci.go.kr

I. 서 론

도시 숲 또는 도시림은 대도시 지역의 산림으로 생태적 건강성은 자연성과 접근성, 교란 정도에 따라 달라진다. 지금까지 도시 숲의 유형, 평가와 관리 방안, 생태적 다양성과 건강성 관리, 생태적 복원, 이용 등에 대한 다양한 연구가 수행되었다.

도시 숲에는 대규모형 도시 숲, 징검다리형 도시 숲, 평지형 도시 숲, 주거지 인접형 도시 숲이 있다(이동근 등, 2009). 도시림은 일반 산림에 비해 수종 구성, 임목 축적 등에서 양적, 질적으로 열악하며, 임지와 녹지의 확대가 필요하다(산림청, 2006). 그러나 도시화와 산업화에 따라 도시 숲을 확장은 어렵고 기존의 도시 숲을 유지하는 것도 쉽지 않다. 반면 생활수준이 향상되고 여가시간이 늘어나면서 도시 숲에 대한 관심은 커지고 있다.

도시 숲의 평가와 관리에 대해 오정학 등(2010)은 도시 숲을 층위 구조, 입지 상태, 물이 있는 공간의 존재 유무, 이용 강도, 고립도, 위험성, 희귀성에 따라 3개 등급으로 나누었다. 이어서 활엽수 구성 비율, 식생 구성 종수, 식생 천이 단계, 자연환경에 대한 인위적 간섭 정도인 헤메로비(hemeroby) 등급, 포장율, 녹피율, 임령, 공간 형성기간, 공간 형성동기에 기초하여 5개 등급으로 평가하였다. 오정학 등(2008)은 도시 숲의 공간적 분포, 구조, 기능을 비오톱(biotope) 지도에 기초하여 평가하고 생물의 서식공간을 넓히고 열섬을 완화하는 역할을 강조하였다. 이동근 등(2008)은 도시 숲의 건전성을 평가하는 지표로 생태적 건강성, 사회문화적 기능, 경관적 기능으로 구분하고, 이를 도시 숲 조성 및 관리의 지침으로 제안하였다. 도시 숲을 평가하기 위해서는 자연환경, 생물환경, 인간 활동을 복합적으로 연계한 변수의 선택이 필요하다.

도시 숲의 생태적 다양성과 건강성을 관리하기 위한 시도로 조우와 이경재(1993)는 도시자연공원의 식물군집 구조와 이용객의 영향에 의한 식생 파괴 정도를 조사하여 식물종다양성 증진 방안을 제시하였다. 이우균 등(1999)은 임상 구성, 울폐도, 경급, 생육상태, 다양성도 등 임상 현황과 경사, 방위, 표고 등 지형적 특징, 토양 성질, 토양 중금속 오염 정도, 토양 및 낙엽층 성질 등에 기초한 도시림의 평가와 관리를 제안하였다.

도시림은 답압 증가, 토양 산성화에 따른 수목 고사, 잔뿌리 발육 억제에 따른 식물 활력도 감소 등으로 쇠퇴하고 있다(김석규, 2011). 도시림은 휴양, 경관, 교육, 생산 등에서 중요하므로 생태계의 건전성을 유지하면서 쾌적한 환경에 대한 시민 수요에 적절히 대응하여 지속가능한 도시발전을 꾀해야 한다(한국농촌경제연구원, 2001). 쇠퇴하는 도시림을 되살리기 위해서는 도시림의 양적 확대와 질적 개선, 활용성 제고, 생태 네트워크 구축 등 관리기본계획 수립이 필요하다.

도시 숲을 찾는 시민들은 자연경관을 즐기고 운동, 자연체험을 원하며, 잘 정비된 등산로, 휴게시설, 체험 프로그램 등을 원했다(이연희 등, 2009). 도시림을 찾는 시민들은 숲의 체계적인 관리를 바라면서도 적극적으로 이용하고 싶어 하므로 도시 숲의 관리는 보전과 이용 요구를 동시에 받고 있다. 그러나 도시림의 면적을 넓히고 숲의 구조를 개선하는 것은 어려우므로 기존의 숲을 생태적으로 건강하게 유지 관리하는 방안이 마련되어야 한다.

이 연구에서는 서울특별시에 소재하는 20여개 산지의 주요 도시 숲을 대상으로 자연환경, 생물다양성과 생태계, 인위적 간섭에 따른 토지이용 등 다양한 요소를 고려하여 도시 숲의 경관생태를 분석하여 도시 숲의 건강성 및 생물다양성 증진을 위한 체계적인 관리방안을 제언하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구 지역

서울특별시(이하 서울시)의 넓이는 국토 면적(99,897km^2)의 0.61%에 이르는 605.18km^{2}이고, 2013년 기준 우리나라 총인구 51,141,463명의 20%인 10,143,645명이 거주한다. 2012년 기준으로 서울시에는 자연공원(1개소), 어린이공원(1,297개소), 소공원(346개소), 근린공원(392개소), 도시자연공원

www.kci.go.kr

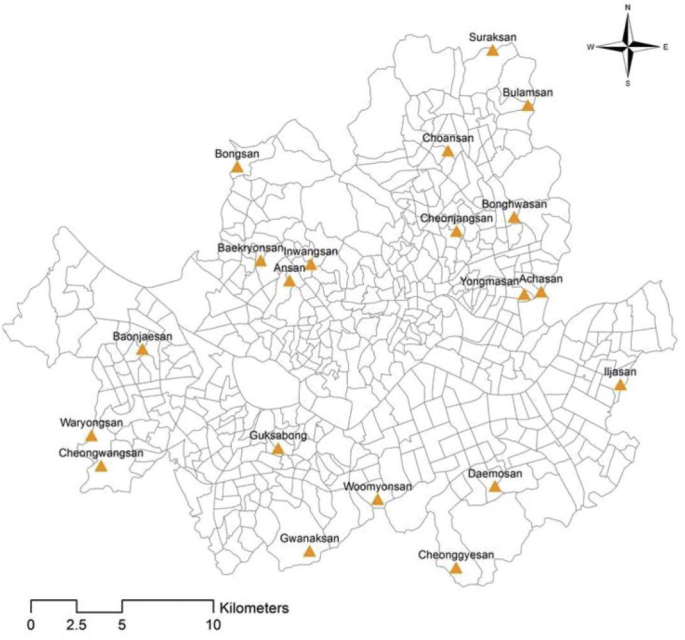

Figure 1. Studied twenty urban forest of the Seoul Metropolitan City

(20개소), 묘지공원(4개소), 문화공원(39개소), 체육공원(4개소), 역사공원(11개소), 수변공원(5개소), 생태공원(1개소), 기타공원(594개소) 등 총 2,714개의 공원이 있다(http://stat.seoul.go.kr).

서울시는 2007년부터 2010년 사이에 산지에 위치한 도시자연공원을 대상으로 도시 숲의 자연생태 현황을 파악하여 체계적인 관리방안을 수립하였다. 이 연구는 서울시 도시 숲의 자연생태 현황에 대한 4년간의 연구보고서에 기초하여 작성하였다.

연구대상지는 서울시 도시자연공원인 관악산(관악구), 대모산(강남구), 불암산(노원구), 수락산(노원구), 와룡산(구로구), 청계산(서초구), 안산(서대문구), 우면산(서초구), 용마산(중랑구), 봉산(은평구), 인왕산(종로구와 서대문구 사이), 아차산(광진구), 초안산(노원구), 백련산(은평구와 서대문구 사이), 봉화산(중랑구), 일자산(강동구), 천왕산(구로구), 봉제산(강서구), 천장산(동대문구), 국사봉(관악구와 동작구 사이) 등 20곳이다(Figure 1).

2. 연구 방법과 자료

이 연구는 서울시 20개 주요 산지의 면적과 해발고도 등 산지환경, 도시 숲의 식물상, 귀화식물, 식생, 산림수종 등 생물다양성과 함께 숲길, 시설물 등 토지이용을 바탕으로 도시 숲의 경관생태 현황을 종합적으로 분석하고 관리방안을 제안하였다. 첫째, 산지의 면적과 해발고도 등 산지의 자연환경 특성을 식물상, 귀화식물, 현존식생, 산림수종 등 생물 분포 및 서식 현황과 연계하여 도시 숲의 생물다양성 현황과 관리방안을 제시하였다. 둘째, 식생 구조와 귀화식물의 분포현황을 숲길, 시설물 등의 인공시설의 분포와 유형과 연계하여 도시 숲의 생태계와 토지이용 현황과 관리방안을 모색하였다.

서울시의 도시 숲 분석은 2008년(관악산, 수락산, 천왕산, 인왕산, 초안산), 2009년(불암산, 대모산, 와룡산, 안산, 봉화산), 2010년(청계산, 아차산, 봉산, 봉제산, 백련산), 2011년(용마산, 우면산, 일자산, 국사봉, 천장산) 등 4년에 걸쳐 작성된 보고서에 기초하였다.

우리 연구진은 2010년에 용마산, 우면산, 일자산, 국사봉, 천장산 등 5개소의 주 등산로를 중심으로 관속식물상을 조사하였고, 1/1,000 수치지도, 나침반, GPS 등을 활용하여 식물의 종조성, 식생구조 및 분

www.kci.go.kr

포 위치를 파악하였다. 주요 식물은 관찰과 사진 촬영을 병행하였고, 현지에서 종의 동정이 어려운 식물은 채집하여 이창복(2003), 박수현(2009) 등에 따라 동정하였다. 특산식물 분류는 이창복(1982), 백원기(1994), 김무열(2004), 국립수목원(2005), 환경부(2005a), FKEC(2007)에 기초하였다. 법정(희귀)식물의 분류는 국립수목원(2009), 환경부(2005b)을 참고하였다.

조사구는 현존식생도를 기초로 하여 유형별 조사대상 지역을 설정하고 각 조사지에 방형구법(Quadrat method)을 사용하여 20×20m의 고정 방형구를 설치하여 조사하였다. 식생조사는 각 조사구 내에 출현하는 교목, 아교목, 관목 가운데 흉고직경(DBH) 2cm 이상인 나무의 직경, 수고, 지하고, 수관폭 등을, 관목은 수관투영면적, 수고, 지하고 등을 측정하였다.

귀화식물의 귀화율(Naturalization Index: NI)은 沼田眞(1975)의 방법에 따라 귀화식물의 종수/일정 지역에 생육하고 있는 전체 식물의 종수×100으로 계산하였다. 도시화지수(Urbanization Index: UI)는 임양재 · 전의식(1980)의 방법에 의해 본 조사에서 출현하는 귀화식물의 종수/우리나라에서 생육하는 귀화식물 총 종수×100으로 산출하였으며, 귀화식물종 종수는 286종(박수현, 2009)이다. 종다양성은 Shannon의 다양성지수(Shannon-Wiener Information theory index: H'), 최대다양도(H'max), 균재도(J'), 우점도(D) 등을 분석하였다.

$$H' = -\sum Pi \times \log Pi$$
$$Pi = ni / N$$

N: 모집단의 전체 크기, 식생풍부도(vegetation richness; 식생 수도)
ni: i 종 또는 i 형질이 가지는 특정 값(피도, 상재도, 기여도 등)

조사구 내에 분포하는 초본은 Braun-Blanquet 방법(1964)으로 측정하여 식피율을 조사하고 우점도와 군도를 조사하였다. 조사지 내 현존식생은 교목층 우점종의 식생상관 또는 외관형을 기본으로 1/1000 수치지형도에 분포 현황을 지도화하여 현존식생도를 작성하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 식물과 식생

(1) 산지 환경과 생물다양성

서울시가 관할하는 20개 산지에 발달하는 도시 숲은 높은 밀도로 개발된 도시 내 또는 외곽에 위치하지만 산지별 고유한 자연환경과 토지이용을 반영하여 독특한 식물상, 식생, 숲길 형태, 시설물 분포 특징을 나타낸다.

1) 산지면적과 해발고도

도시 숲 넓이는 관악산, 대모산, 불암산, 수락산, 와룡산, 청계산, 안산, 우면산, 용마산, 봉산, 인왕산, 아차산, 초안산, 백련산, 봉화산, 일자산, 천왕산, 봉제산, 천장산, 국사봉의 순이다. 산지의 높이는 수락산(640m), 관악산(632m), 청계산(616m), 불암산(509m), 용마산(348m), 인왕산(338m), 일자산(300m), 안산(295m), 대모산(293m), 우면산(293m), 아차산(287m), 백련산(215m), 봉산(207m), 국사봉(184m), 봉화산(160m), 천왕산(145m), 천장산(141m), 와룡산(137m), 봉제산(117m), 초안산(114m) 순이다.

관악산, 불암산은 산지의 면적이 넓고 해발고도가 높다. 관악산(14,279,530m^2, 632m)은 주변에 주거지가 밀집되고, 지하철, 버스 등 대중교통이 발달하여 이용자가 많다. 불암산(5,651,740m^2, 509m)은 주변의 인구 밀도가 상대적으로 낮고 대중교통 접근성이 떨어져 이용 밀도가 낮다. 대모산(8,861,816m^2)은 산지 면적이 넓으나 해발고도(293m)가 낮아 접근성이 좋고 지하철 등 대중교통이 편리하고, 주변에 주거지가 많아 과도한 이용에 따른 등산로 확대 등 부작용이 나타난다. 이 밖의 수락산, 청계산, 용마산, 인왕산, 아차산, 일자산, 국사봉은 산지 면적에 비해 산지 고도가 높은 편이다.

해발고도 500m 이상인 수락산, 관악산, 청계산, 불암산은 지형이 비교적 험준하고 다양한 경관이 나타나며 생태계가 안정되므로 보전하여야 한다. 면적에 비하여 해발고도가 높은 수락산, 청계산, 용마산 등은 고도에 따라 다양한 생태계가 발달하므로 산지의 지리적 특성과 경관생태적 조건에 맞는 생태계 보

www.kci.go.kr

전과 활용계획이 마련되어야 한다.

면적에 비해 해발고도가 낮은 대모산, 와룡산, 초안산 등은 교통이 편리하고 접근성이 좋아 등산로가 광범위하게 발달하여 과도한 이용에 따라 자연환경과 생태계의 부담이 커지므로 시설물과 숲길 관리체계가 필요하다. 면적이 좁고 산의 높이도 낮은 국사봉, 봉제산, 천왕산, 일자산, 봉화산, 백련산, 초안산 등은 접근성이 좋아 산림의 파편화(fragmentation)가 심하므로 체계적인 생태와 경관 관리가 요구된다. 해발고도가 낮은 천장산은 공공시설, 교육기관, 문화재 등이 위치하여 일반인의 접근이 제한되어 자연생태계가 우수하다. 산지의 고도에 비해 면적이 넓은 불암산, 대모산, 와룡산 등은 도시화 개발 요구가 커지는 곳으로 체계적인 토지이용 계획이 수립되어야 한다.

2) 식물상 다양도와 귀화율

산지별 식물상 다양도는 우면산(356 분류군), 용마산(341 분류군), 일자산(302 분류군), 초안산, 천장산, 국사봉, 인왕산, 청계산, 관악산, 수락산, 아차산, 봉산, 천왕산, 봉제산, 백련산, 대모산, 불암산, 안산, 와룡산, 봉화산의 순이다(Figure 2). 식물상이 풍부한 우면산, 용마산, 일자산 등에서 생물종의 다양성을 유지 증진하기 위한 생물상 보전 정책이 필요하다.

식물의 다양성은 산지 면적이나 고도와 관계가 있어 우면산, 용마산, 일자산, 국사봉, 천장산의 경우 식물상 다양도는 산지 면적과도 비례하였다. 기존의 조사에서 초안산은 산지 면적(1,810,105m^2)이 좁고 해발고도(114m)로 가장 낮은데 비해 분포하는 식물종수는 4번째로 많은 것으로 나타났는데 이에 대해서는 정밀조사가 필요하다.

자생식물 대비 외래식물의 비율을 나타내는 귀화율은 천왕산(15.9%), 국사봉(15.6%), 인왕산(13.5%), 봉제산(12.2%), 백련산(11.3%), 안산(10.0%), 봉화산(9.7%), 와룡산(9.5%) 등의 순으로 고도가 낮고 주변에 주거지가 밀집된 곳들이 높았다(Figure 2).

도시 숲에 자라는 귀화식물은 아까시나무, 일본목련, 가죽나무, 리기다소나무, 일본잎갈나무, 스트로브잣나무 등 목본류와 돼지풀, 단풍잎돼지풀, 서양등골나물, 환삼덩굴, 미국자리공, 주홍서나물, 개망초, 미국가막사리, 미국쑥부쟁이, 달맞이꽃, 미국개기장 등 초본류가 있다. 귀화식물이 차지하는 비율이 15% 이상인 천왕산, 국사봉에서는 귀화식물을 적극적으로 제거해야 한다. 인왕산, 봉제산, 용마산, 일자산, 백련산, 우면산, 관악산, 안산 등 해발고도가 낮고 경사도가 완만하고 주거지에 인접하여 식물의 귀화율이 높으므로 지속적인 관리가 필요하다.

귀화식물의 제거는 식물종별 생육 특성을 고려하여 꽃피는 시기 직전에 직접 뿌리까지 뽑아 없애는 것이 가장 효과적이다. 단기간에 넓은 도시 숲에서 귀화식물을 없애기 위해서는 지역 주민, 학교, 기업, 시민단체 등과 협력해야 한다. 지역의 축제행사 전후

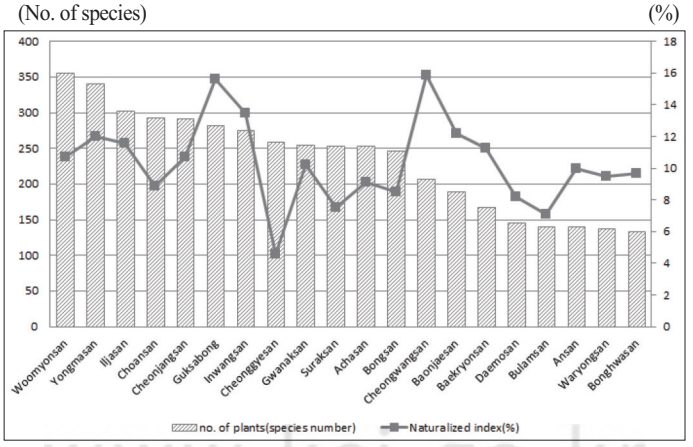

Figure 2. Floristic richness and proposition of naturalized plants in 20 mountains of Seoul

www.kci.go.kr

에 자연보호 행사의 일환으로 귀화식물을 제거하는 것이 효과적이다. 도시 숲에서는 인위적인 간섭과 교란에 의해 귀화식물들이 도입되거나 정착하는 것을 막는 근원적인 대책이 요망된다.

3) 식생

도시 숲의 현존식생 조사항목은 자연림, 인공림, 기타 등이다. 기타에 해당하는 항목은 기타 산림, 조경수목 식재지, 초지 및 수역, 경작지, 도시화지역, 조사 불가능지역, 축사, 경작지 등이다. 2차 조사보고서에는 자연림과 인공림 그리고 기타 비율만이 제시되어 있다.

현존식생에서 자연림 비율이 높은 정도는 수락산(68.4%), 아차산(58.9%), 우면산(56.5%), 불암산(53.4%), 청계산(53.4%), 관악산(52.1%), 천장산(51.7%), 인왕산(49.4%), 용마산(34.1%), 대모산(32.5%), 봉화산(27.1%), 봉산, 안산, 초안산, 천왕산, 와룡산, 일자산, 국사봉, 봉제산, 백련산(9.1%) 순이다(Figure 3).

자연림의 비율이 50%를 넘는 산 가운데 해발고도가 600m 이상은 수락산(640m), 관악산(632m), 청계산(616m) 등으로 도시 숲에서는 산지의 해발고도가 높을수록 자연림의 비율이 높았다. 불암산(509m)도 자연림의 비율이 높았으며, 해발고도가 상대적으로 낮은 산지 중 우면산(293m), 아차산(287m) 등은 도시공원으로 지정되어 자연림이 잘 관리된 편이다. 천장산(141m)은 해발고도는 낮지만 문화재인 의릉과 정부기관이 위치했던 관계로 토지이용의 제한을 받아 자연림이 보전되었다. 지금도 경희대학교, 한국예술종합학교, 국립산림과학원 등 교육기관과 공공기관이 입지하여 개발과 출입에 제한되어 자연림이 발달한다.

해발고도가 높고 자연림의 비율이 높아 좋은 숲이 발달한 수락산, 불암산, 청계산, 관악산의 자연림은 기후변화에 적응하고 생물종 다양성의 거점으로 활용할 수 있다. 해발고도는 낮지만 자연림의 비율이 높은 천장산 등은 시민들의 휴식, 교육, 생태체험을 위주로 한 생태숲으로 이용하는 것이 바람직하다.

인공림 비율은 봉제산(77.4%), 백련산(73.6%), 천왕산(67.6%), 봉산(64.1%), 와룡산(60.5%), 일자산(60.5%), 초안산(56.8%), 국사봉(55.4%), 안산(55.4%), 봉화산(46.1%), 관악산(35.7%), 우면산(35.5%), 대모산(34.7%), 인왕산(33.0%), 용마산(32.2%), 아차산(31.7%), 청계산(29.7%), 불암산(28.2%), 수락산(25.8%), 천장산(13.8%)의 순이다(Figure 3).

인공림의 비율이 50% 이상인 곳은 봉제산, 백련산, 천왕산, 봉산, 와룡산, 일자산, 초안산, 국사봉, 안산 등 면적이 좁고, 높이가 낮은 산지이다. 고도가 낮아 오르기 쉬운 산은 벌채, 개발, 이용과 교란 등으

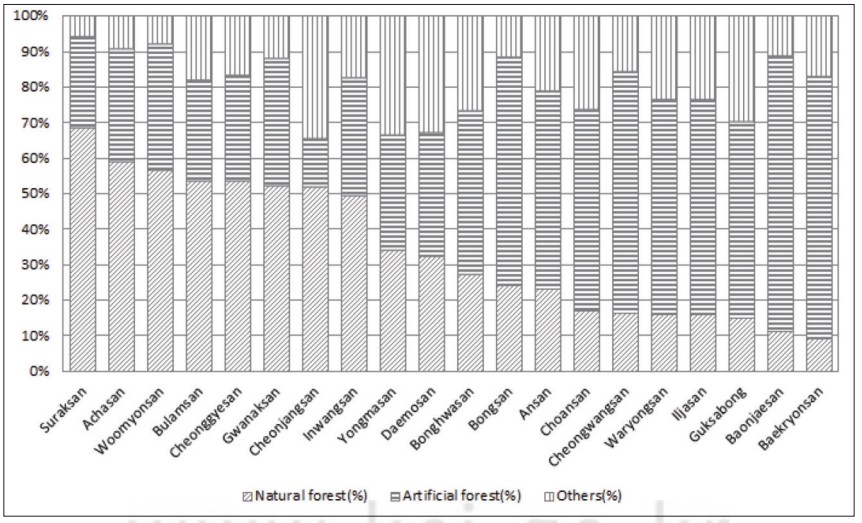

Figure 3. Proposition of natural vegetation and artificial vegetation in Seoul

www.kci.go.kr

로 자연림의 훼손이 많았다. 해발고도가 낮고 인공림의 비율이 높은 도시 숲은 재래종의 교목, 아교목, 관목, 초본을 섞어 심어 자연림으로 천이되는 식생 갱신 프로그램을 도입해야 한다. 기타 비율이 높은 국사봉, 대모산, 용마산, 천장산 등은 개발권역과 보존권역을 엄격하게 구분하여 관리하는 것이 필요하다.

4) 삼림 수종

소나무림(*Pinus* forest)의 점유 비율은 아차산, 인왕산, 천장산, 봉제산, 관악산, 불암산, 수락산, 안산, 백련산(2.9%), 봉화산(2.2%)의 순이다(Figure 4). 소나무림가 30%를 넘는 곳은 아차산(47.5%), 인왕산(41.7%), 천장산(33.9%)이고, 20%대인 곳은 봉제산(27.8%), 관악산(24.5%)이며, 10%대인 산지는 불암산(16.5%), 수락산(14.5%), 안산(12.1%)이다. 관악산(24.5%), 봉제산(27.8%)에서는 외래종인 리기다소나무림도 소나무림에 포함되었다. 천왕산, 초안산, 대모산, 와룡산, 청계산, 봉산, 용마산, 우면산, 일자산, 국사봉에서는 소나무림이 별도의 군집으로 분류되지 않았다. 소나무림의 비율이 높은 아차산, 인왕산, 천장산은 소나무를 활용한 자연, 생태, 교육, 문화, 건강, 체험, 환경 관련 특화 프로그램 개발이 필요하다.

참나무류림(*Quercus* forest)의 비율은 우면산, 수락산, 청계산, 관악산, 불암산, 대모산, 용마산, 봉화산, 봉산, 천장산, 초안산, 천왕산, 와룡산, 일자산, 국사봉, 봉제산, 인왕산, 안산, 백련산의 순이다. 아차산에서는 참나무류림 식물군집이 분류되지 않았다(Figure 4). 참나무류림이 50%대 산지는 우면산(53.8%), 수락산(53.6%), 청계산(49.1%)으로 온대중부의 전형적인 자연식생이 나타나 생물지리적으로 가치가 높으므로 건강한 숲으로 보전해야 한다. 참나무류림이 30%대인 관악산(37.1%), 불암산(34.0%), 대모산(30.5%)은 참나무류를 이용한 생태체험, 교육, 문화, 건강, 환경 관련 특화 프로그램이 필요하다. 참나무류림가 15% 이하인 와룡산(14.8%), 일자산(14.8%), 국사봉(12.6%), 봉제산(11.0%), 인왕산(7.8%), 안산(5.7%), 백련산(4.1%)은 생물종다양성 증진을 위해 다른 식물종들과 함께 참나무류의 비율을 높여가야 한다. 소나무와 함께 참나무류숲이 갖는 경관생태적 가치 등을 체계적으로 분석하여 교육, 홍보, 기후변화 대응에 활용해야 한다.

귀화식물인 아까시나무림(*Robinia pseudoacacia* forest)의 비율은 봉산, 국사봉, 초안산, 안산, 백련산, 와룡산, 일자산, 봉제산, 천왕산, 인왕산, 우면산, 용마산, 아차산, 대모산, 청계산, 수락산, 관악산, 불암산, 봉화산, 천장산의 순이다(Figure 4). 아까시나무림이 50%를 넘는 봉산(56.6%)은 아까시나무 대신 지역에 맞는 재래 수종으로 갱신해야 한다.

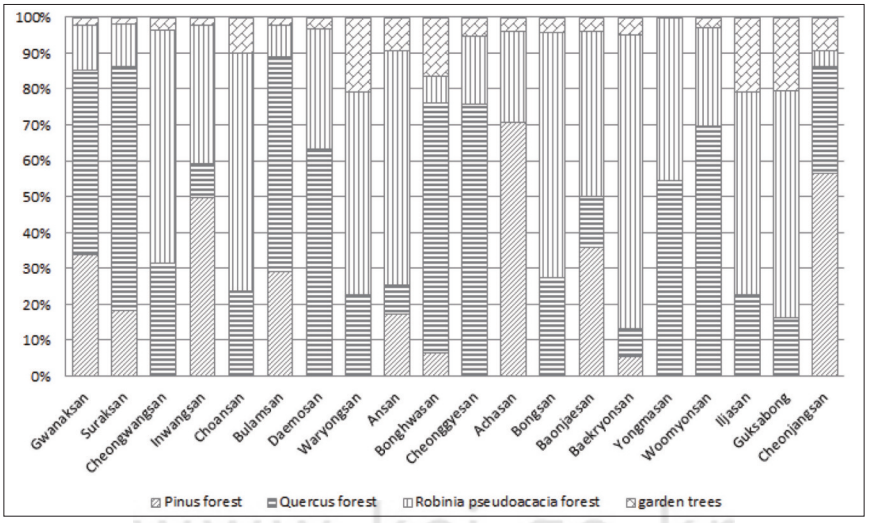

Figure 4. Forest type of 20 mountains of Seoul

www.kci.go.kr

아까시나무 분포 비율이 40% 이상인 국사봉(48.6%), 초안산(46.1%), 안산(45.6%), 백련산(42.8%)에서도 아까시나무를 재래 수종으로 바꿔주어야 한다. 아까시나무림이 20~30%인 와룡산(36.7%), 일자산(36.7%), 봉제산(35.7%), 천왕산(45.8%), 인왕산(32.4%), 우면산(21.3%), 용마산(20.3%)도 자생수종의 비율을 높여야 한다. 아까시나무림이 산에 주는 혜택(양봉, 목재 공급, 토양 개량, 토사 유출과 산사태 예방)과 부작용(생태계 교란, 식생 단순화)에 대한 정보를 안내판에 소개하는 등 시민들에게 교육 홍보하기 위한 콘텐츠를 구축해야 한다.

도시 숲 내에 조경용으로 여러 원예수종이 식재되었다. 특산식물인 호랑버들, 할미밀방, 조팝나무, 참배, 진달래, 산철쭉, 개나리, 병꽃나무, 벌개미취 등과 희귀식물인 모감주나무, 둥근꿩의비름, 미선나무, 창포 등을 심었다.

조경수목의 비율은 국사봉, 와룡산, 일자산, 초안산, 안산, 봉화산, 천장산, 봉산, 청계산, 봉제산, 아차산, 백련산, 우면산, 관악산, 천왕산, 인왕산, 대모산, 수락산, 불암산의 순이다(Figure 4). 용마산에서는 조경수목 식물군집이 구분되지 않았다. 조경수목의 비율이 10%를 넘는 국사봉(15.6%), 와룡산(13.5%), 일자산(13.5%)은 자생수목의 비율을 높이기 위한 생태적 관리 프로그램이 요구된다.

도시 숲에서 조경수목을 심는 지역의 비율은 단계적으로 줄여야 하며, 원예종보다는 재래식물종으로 지형, 기후, 토양, 우점식생, 생태적 조건 등 지역에 특성에 맞는 자생수종을 식재해야 한다.

2. 토지이용

(1) 숲길

숲길 훼손등급은 0등급, 1등급, 2등급, 3등급, 4등급, 5등급, 6등급, 등급 외, 시멘트 등 9등급으로 구분하였다. 숲길의 훼손 등급으로 1등급과 2등급은 나지가 25% 미만의 그룹이고, 그 밖의 3등급, 4등급, 5등급, 6등급은 나지가 25% 이상의 그룹이다. 등급 외와 시멘트로 구성된 숲길은 기타로 분류하여 인위적인 자연생태계 간섭의 정도를 분석하였다.

산체의 규모가 크지만 탐방객도 많은 산지인 불암산, 대모산, 청계산의 숲길 훼손등급은 5등급이다. 해발고도가 높고 경사도 급한 관악산도 4등급으로 등산로의 훼손이 심한 편이다. 이들 도시 숲은 탐방객이 많고 교통과 접근성이 좋아 특정한 코스를 중심으로 등산객이 집중되기 때문이다. 이용 강도가 높은 도시 숲에서는 탐방객을 분산시킬 수 있는 숲길 정비와 개선 방안이 있어야 한다.

해발고도가 낮고 산체 규모가 작은 초안산, 와룡산, 안산, 봉산, 봉제산, 백련산, 일자산, 국사봉 등의 등산로 훼손등급은 4등급으로 고도가 낮고 주거지에 인접한 도시 숲 일수록 등산로 이용 강도가 높았다. 따라서 주택지 부근의 고도가 낮고 규모가 작은 산들에 대해서는 과도한 이용에 대응할 수 있는 숲길 보호 대책이 필요하다.

산체의 규모가 비교적 큰 아차산, 우면산, 수락산 등도 평균 훼손등급이 4등급이었다. 봉화산, 용마산, 천왕산, 인왕산은 상대적으로 훼손이 적고 평균 훼손등급이 3등급이다. 반면 국가시설과 교육기관이 많아 일반인의 접근성이 떨어지는 천장산은 20개 산지 가운데 가장 낮은 평균 훼손등급인 1등급을 나타냈다. 답압에 의한 피해가 적은 천장산의 자연생태계는 보전되어야 한다.

하층식생이 없는 나지가 25% 미만으로 숲길 훼손정도가 낮은 산은 천장산, 인왕산, 천왕산, 일자산, 봉제산, 우면산, 봉산, 수락산, 용마산, 청계산, 국사봉, 초안산, 아차산, 와룡산, 대모산, 관악산, 백련산, 안산 순이다. 반면에 불암산과 봉화산에서는 나지 25% 미만의 숲길이 나타나지 않았다. 천장산은 숲길의 훼손정도가 가장 낮지만 도시공원으로 개방된 일부 구간은 답압으로 하층식생이 파괴되면서 토사 유실과 침식이 나타났다. 따라서 도시 숲에서는 주 등산로의 이용 강도를 낮추고 탐방객이 특정 코스에 집중을 막는 탐방 코스 개발이 필요하다. 인왕산, 천왕산, 일자산과 같이 등산로 훼손등급이 낮은 지역은 집중적으로 이용되는 숲길의 탐방객을 분산하고 답압에 의해 훼손된 등산로를 복원해야 한다.

숲길에서 나지가 25% 이상으로 숲길 훼손 정도가 심한 산지는 봉화산, 관악산, 불암산, 대모산, 와룡

www.kci.go.kr

산, 초안산, 국사봉, 안산, 용마산, 백련산, 수락산, 우면산, 봉산, 청계산, 일자산, 천왕산, 봉제산, 인왕산, 아차산, 천장산의 순이다. 나지가 25% 이상인 숲길이 80% 이상이고 산지의 규모가 작고 이용객이 많은 봉화산, 와룡산, 초안산, 국사봉, 안산, 백련산 등은 훼손된 등산로를 복구하고 추가적인 피해를 막기 위해 탐방객 관리가 필요하다. 나지가 25%를 넘는 숲길이 80% 이상이고 산체가 큰 관악산, 불암산, 용마산, 대모산, 수락산, 우면산은 훼손 피해가 집중되는 주 등산로의 이용객을 분산하는 우회 코스 개발과 숲길 휴식년제 등이 시급하다. 등급 외와 시멘트 길 비율이 15% 이상인 아차산, 백련산, 안산에서도 인공적으로 훼손되고 포장된 숲길 구간을 흙길로 복원해야 한다.

숲길 가운데 주 등산로가 차지하는 비율이 높은 산은 일자산(89.6%), 국사봉(85.1%), 용마산(84.9%), 천장산(84.9%), 우면산(80.8%), 대모산(44.4%), 관악산(40.1%), 봉화산(19.5%), 안산(16.6%) 등 이용객이 많은 산들이다. 일자산과 같이 산의 지형 특성상 주 등산로가 능선을 통과하는 비율이 높은 산지에서는 주능선을 피해 사면을 우회하는 등산로 개설 등 통행량 분산 정책이 필요하다.

숲길에서 샛길 비율은 안산, 봉화산, 관악산, 대모산, 용마산, 천장산, 국사봉, 일자산, 우면산의 순이다. 안산, 봉화산, 관악산, 대모산은 지형도에 나타난 주 등산로를 기준으로 분석하였으므로 정밀 조사를 하면 실제 샛길의 비율은 높아질 수 있다. 숲길에서 샛길의 비율이 50% 이상인 안산(83.4%), 봉화산(80.6%), 관악산(59.87%), 대모산(55.65%)에서는 불필요한 샛길을 폐쇄하는 등 샛길 관리가 필요하다. 산림관리와 군사목적으로 숲길에서 임도의 비율이 높은 우면산(12.2%)은 지정된 차량 외 일반 차량의 임도 사용을 제한하고 훼손된 사면을 보호하는 방안이 필요하다.

(2) 시설물

시설물 면적이 60,000m^2 이상인 곳은 초안산(73,443m^2), 관악산(61,275m^2)이 대표적이다. 산지의 규모에 비해 시설물 숫자 대비 면적이 과다한 초안산은 시설물의 적정성을 조사하여 정비해야 한다. 초안산에 흩어져 있는 조선시대 왕실의 환관들의 묘지에 대한 문화재 조사와 이를 정비하는 역사적 시설물 관리 대책이 필요하다.

우면산(19,572m^2), 인왕산(19,140m^2), 수락산(16,815m^2), 용마산, 안산, 와룡산, 봉제산, 대모산, 봉화산, 아차산, 청계산(11,008m^2) 등은 시설물 면적이 20,000~10,000m^{2}으로 정밀조사를 거쳐 규모와 위치를 조정해야 한다. 천왕산(8,337m^2), 일자산(5,423m^2), 국사봉, 불암산, 백련산, 천장산(1,043m^2), 봉산(967m^2)은 시설물의 면적이 10,000m^2 미만이다. 시설물 면적에 비해 숫자가 40개 이상인 국사봉, 아차산, 청계산, 우면산, 안산, 수락산, 대모산, 와룡산, 불암산(39개)의 시설물 숫자에 대한 타당성을 조사하여 조정해야 한다.

시설물 갯수는 봉산(135개), 관악산(95개), 국사봉(65개), 아차산(61개), 우면산(61개), 청계산(60개), 안산(56개), 용마산(55개), 대모산(54개), 와룡산, 초안산, 불암산, 봉화산, 일자산, 수락산, 백련산, 봉제산, 인왕산(12개), 천왕산(10개), 천장산(10개) 순이다. 봉산(135개)은 시설물 면적 대비 갯수가 너무 많으므로 통합해야 한다. 국사봉(65개), 안산(56개), 와룡산(45개) 등 시설물 면적 대비 숫자가 많다. 산지의 면적이나 고도에 비해 시설물의 수가 너무 많은 곳은 정비가 필요하다.

IV. 토의와 제언

도시화, 환경오염, 과도한 이용과 개발과 함께 폭염, 한파, 강풍, 폭우와 폭설 등 이상기상 현상과 지구온난화 등 기후변화에 따라 변화를 맞고 있는 도시숲을 유지 관리하기 위한 방안들을 아래와 같이 제안하였다.

1. 지역에 맞는 자생종과 관리대상종 중심 생물다양성 보전

식물상을 안정적으로 유지하기 위해서는 자생식물종과 자연식생이 발달하여 생물다양도가 높은 도시숲을 보전해야 한다. 도시 숲 내에 인공 식재한 특산

www.kci.go.kr

식물과 희귀식물은 생물종다양성 교육, 홍보, 서식지 외 보전(*ex-situ* conservation) 차원에서 관리해야 한다. 앞으로는 지역성을 반영하고 서식조건에 맞는 희귀종, 멸종위기종, 특산종, 기후변화 지표종 등 자생종 초본류와 목본류를 섞어 심는 것이 바람직하다.

2. 시기와 방법을 고려한 귀화식물 퇴치

식물상과 식생에 피해를 주는 귀화식물은 분포를 정밀 조사하여 제거하고 자생종으로 바꿔야 한다. 귀화 초본류는 개화 직전에 뿌리까지 뽑아 제거하고, 귀화 목본류는 어린 치수를 우선 제거하고 큰 나무도 자생수종으로 바꿔야 한다. 청소년 봉사활동, 기업 사회공헌, 공공근로, 축제 이벤트 등 시민 참여형 프로그램을 연계하여 귀화식물 제거 활동을 연계하면 효과를 높일 수 있다.

3. 생태에 맞는 자생수종 선발

어린 나무들이 우점하는 곳은 나이가 다른 나무들이 섞여 자라는 복합 연령숲으로 개선해야 한다. 식재한 리기다소나무(*Pinus rigida*)는 자생종인 소나무(*Pinus densiflora*)로 바꾸는 것이 좋다. 낙엽활엽 교목으로는 팥배나무, 산사나무, 산벚나무, 벚나무, 산딸나무, 오리나무, 서어나무 등, 낙엽활엽 아교목은 쪽동백나무, 때죽나무, 생강나무, 누리장나무, 당단풍 등, 낙엽활엽 관목으로는 진달래, 철쭉, 병꽃나무, 조팝나무, 덜꿩나무, 노린재나무, 화살나무, 회잎나무, 가막살나무, 백당나무, 미선나무 등이 자생수종으로 좋다.

4. 지형에 맞는 자생수종 선발과 보전

지형에 따라 계곡과 북사면에는 신갈나무, 능선과 암반지에는 소나무, 남사면에는 상수리나무, 서사면에는 은사시나무 등이 우세하다. 생태적 가치가 높은 자연식생인 불암산의 서어나무숲, 대모산의 오리나무숲, 우면산, 인왕산과 초안산의 팥배나무숲, 아차산의 소나무림, 우면산과 수락산의 참나무류림 등은 보전림으로 관리해야 한다.

인공림을 대체할 수 있는 교목으로 산의 능선과 사면에는 소나무를 심고, 물기가 있는 곳에는 오리나무가 적당하다. 식생을 갱신할 때는 입지별 원식생과 현존식생에 기초하여 서식지에 맞는 수종을 심는 적지적수 원칙이 지켜져야 한다.

5. 인공림 도시 숲의 가치 제고

층위가 단순한 인공림은 다층구조(교목, 아교목, 관목, 초본, 지피식물 등)를 가진 식생으로 바꾸어 생물다양성과 생산성을 높인다. 인공숲은 기존의 사방림, 경제림 육성 위주의 숲 관리에서 앞으로는 교육숲, 생태숲, 환경숲, 재해방지숲, 경관숲, 문화숲, 휴양숲 등 새로운 개념의 숲으로 바뀌어야 한다. 시민들의 수요에 부응하고 변화하는 기후에도 적응하는 새로운 숲 관리방안이 필요하다.

6. 기후변화에 대응하는 도시 숲

도시 숲에서도 지구온난화 추세에 따라 생리적, 생태적 영향으로 분포지가 축소될 수 있는 취약종(잣나무, 주목, 전나무, 자작나무류 등 한대성 북방계 식물)에 대한 보전 대책이 있어야 한다. 동시에 지구온난화에 따라 새로 나타나거나 분포가 넓어질 난온대성 식물(편백, 동백, 가시나무 등)에 대한 대비와 식생 적응 방안이 필요하다.

도시 숲의 표준화된 입지에 식물계절(phenology) 관측원을 설치하여 기상청이 정한 식물계절 관측지표식물(개나리, 진달래, 목련, 벚꽃, 매화, 아까시나무, 복숭아, 배나무, 코스모스, 은행나무, 단풍나무 등)을 식재하면 기후변화에 대응한 정책수립, 교육, 홍보 등에 활용할 수 있다.

7. 서식공간의 다양성을 보장하는 도시 숲

도시 숲 내 우수한 생태계로 선정된 곳에 대한 관리가 필요하다. 지형적으로 특이한 계곡, 급사면, 암벽, 산정, 습지 등 특이한 경관과 서식지에 대한 생태계를 정밀 조사한 뒤 동식물이 공존하는 생물다양성 보전의 터전으로 활용해야 한다.

생물종, 유전자가 소통할 수 있도록 도시 숲 사이 생태통로(ecological corridor)와 생태네트워크(ecological network)를 구축한다. 도시 숲이 파편화되어 연속적인 식생축이나 띠가 없을 때에는 서로를

www.kci.go.kr

연결하는 이동통로 또는 식생대를 만들어 서로를 연결해 주어야 한다.

8. 도시 숲의 친환경적 이용과 자연림 복원

도시 숲 내에서 과다하게 설치된 배드민턴장, 테니스장, 소규모 체육시설, 약수터, 야영장, 헬기장, 주차장 등은 위치 적합성, 경관생태적 부담, 활용성, 밀집도 등을 조사하여 통합 정비하고 이용 빈도가 낮은 곳은 숲으로 복원해야 한다. 아울러 산림 내 불법 경작지, 시설물은 철거하고, 공공시설물은 정비한 뒤 숲으로 복원해야 한다.

9. 안전하고 배움터가 되는 도시 숲

숲길 정비는 경사도, 폭, 지형, 침식 피해 정도 등을 종합적으로 고려하여 정비한다. 주된 등산로가 산지의 주 능선을 지나면 식생대를 단절시키고 토양 유실을 가져오므로 주 능선 통과 구간을 최소화하고 사면에 등산로를 내는 것이 좋다. 숲길의 과다한 이용에 따른 세굴로 인한 사면침식과 산사태를 막아야 한다.

주제별 산책로는 자연생태계와 경관을 이해하는데 필요한 지형, 기후, 토양, 식물상, 식생, 동물, 생태계, 경관, 역사, 문화 등을 담은 안내문이 필요하다. 도시 숲 내 조망점은 산 정상, 주 등산로에 인접한 급경사지 등 시야가 트인 곳에 설치한다.

V. 결 론

서울특별시에 소재하는 20개 주요 산지의 면적과 해발고도 등 산지환경, 도시 숲의 식물상, 귀화식물, 식생, 산림수종 등 생물다양성 요소와 숲길, 시설물 등 토지이용 요소를 바탕으로 도시 숲의 경관생태와 관리방안을 분석하였다. 도시 숲의 체계적인 관리를 위해서는 식물상, 귀화식물, 식생형, 식생 구조를 개선하고, 기후변화에 대응하여 식생형과 생태계를 유지하고, 숲길과 시설물을 정비해야 한다.

20개 도시 숲 산지의 관리는 산지의 자연환경 및 인문사회적 조건을 종합적으로 반영하여 특성에 맞게 관리 계획을 세워 수행하는 것이 바람직하다. 생물종다양성이 높은 곳, 식생 등 생태계가 우수한 곳, 자연경관이 수려한 곳 등은 보전하고, 기후변화에 대응한 미래지향형으로 서울시의 도시 숲을 관리해야 한다.

인위적인 간섭으로 식생의 교란과 침식 피해가 큰 곳은 산지의 현존식생과 원식생을 파악하여 식생 원형을 되살리는 복원을 해야 한다. 조경수목 식재지는 자생종의 비중을 늘려 친자연적인 식물상과 식생형으로 생태계를 개선해야 한다. 과도한 숲길 이용이나 과밀한 시설물 설치로 자연생태계를 교란하거나 재해의 위험이 있는 곳은 지역의 경관과 생태계를 유지하면서 위험성을 최소화하도록 관리해야 한다.

서울시 도시 숲 관리는 지역별 경관과 생태계를 시공간적인 관점에서 환경요인과 인간 활동과 관련하여 통합적으로 분석하여 문제점을 파악하고 대안을 제시하는 학제적인 접근이 필요하다.

참고문헌

국립수목원, 2005, 한반도 특산 관속식물. 국립수목원.

김무열, 2004, 한국의 특산식물, 솔과학.

김석규, 2011, 도시림의 계절별 토양환경이 곰솔의 생육에 미치는 영향, 환경영향평가, 20(4), 455-464.

박수현, 2009, 한국의 귀화식물, 일조각.

백원기, 1994, 한국특산식물의 실체와 분포조사, 한국자연보존협회 연구보고서, ser. 13.

서울특별시, 2008, 서울시 도시숲(산림) 생태계조사 학술연구, -1단계-, 관악산, 수락산, 천왕산, 인왕산, 초안산, 서울특별시.

서울특별시, 2009, 서울시 도시숲(산림) 생태계조사 학술연구, -2단계-, 불암산, 대모산, 와룡산, 안산, 봉화산, 서울특별시.

서울특별시, 2010, 서울시 도시숲(산림) 생태계조사 학술연구, -3단계-, 청계산, 아차산, 봉산, 봉제산, 백련산, 서울특별시.

서울특별시, 2011, 서울시 도시숲(산림) 생태계조사 학술연구, -4단계-, 용마산, 우면산, 일자산, 국사봉, 천장산, 서울특별시.

www.kci.go.kr

오정학, 조재형, 조현제, 최명섭, 권진오, 2008, 경관생태학적 도시숲 관리를 위한 비오톱 평가지표 및 유형 분류에 관한 연구, 한국지리정보학회지, 11(4), 101-111.

오정학, 권진오, 유주한, 김경태, 2010, 도시숲 평가를 위한 경관생태학적 모형 개발, 한국환경생태학회지, 24(2), 178-185.

이동근, 김대현, 김은영, 정지철, 오영출, 주신하, 김경목, 2008, 도시숲 조성 및 관리를 위한 도시숲 건전성 평가지표 선정, 한국환경복원녹화기술학회지, 11(5), 104-113.

이동근, 김은영, 송원경, 박찬, 최혜영, 2009, 도시숲 조성 및 관리를 위한 도시숲 유형화 및 적용방안, 한국환경복원기술학회지, 12(5), 101-109.

이연희, 김기원, 변우혁, 2009, 도시숲으로서 북한산 국립공원의 탐방객 특성에 관한 연구, 한국산림휴양학회지, 13(1), 53-61.

이우균, 손요환, 송철철, 정기현, 김윤경, 류성렬, 김현섭, 1999, 지형, 토양 및 임상정보에 기초한 도시림 관리시스템 개발, 환경영향평가, 8(3), 61-76.

이창복, 1982, 우리나라 특산식물과 분포, J. Natl. Acad. Sci., Vol. 11.

이창복, 2003, 원색대한식물도감, 향문사, 1권, 2권.

임양재, 전의식. 1980. 한반도의 귀화식물 분포, 식물학회지, 23(3-4), 69-83.

조우, 이경재, 1993, 도시림 관리를 통한 식물 종다양성 증진에 관한 연구, 한국조경학회지, 21(2), 107-119.

한국농촌경제연구원, 2001, 도시림 관리정책의 개선방향, 연구보고서.

환경부, 2005a, 한국의 고유종, 환경부.

환경부, 2005b, 한국의 법정관리 동식물, 환경부.

沼田眞, 1975, 歸化植物. 環境科學 ライブラリ-13, 大日本圖書.

Braun-Blanquet, J., 1964, Pflanzensociologie, Springer-Verlag, 3rd ed., Vienna, pp. 865.

Flora of Korea Editorial Committee, 2007, The Genera of Vascular Plants of Korea, Academy Publishing Co., pp. 1482.

http://stat.seoul.go.kr

www.kci.go.kr