

서울 남산도시자연공원의 비오톱 구조 및 생태적 관리방안

이경재* · 한봉호* · 이수동**

*서울시립대학교 건축도시조경학부 · **서울시립대학교 도시과학연구원

Ecological Management Plan and Biotope Structure of Namsan Urban Natural Park in Seoul

Lee, Kyong-Jae* · Han, Bong-Ho* · Lee, Soo-Dong**

*School of Architecture, Urban Planning and Landscape Architecture, Univ. of Seoul

**The Institute of Urban Sciences, Univ. of Seoul

ABSTRACT

The purpose of this study was to propose an ecological management plan by the comprehensive analysis of biotope structures on Namsan Urban Natural Park in Seoul.

Classified by actual vegetation, structure of layer and vegetation damage, biotope structures were composed of forest area, compact management area, herb area, cultivated area and non-ecology(urban) area. Succession had seemed to stop in the Native forest. Artificial forest was divided into two types. The first, upper layer, was too dense to accommodate lower layer plants, the other case was the appearance of *Quercus* spp. and the first stage plants of succession following the declination of the upper layer plants. The soil pH of Namsan Urban Park was 4.21 ~ 4.51, which meant the soil was becoming acid. As the result of acidity, leaching of available nutrition(K^+ , NH_4^+ , Ca^{++} etc.) was immediately influenced by the natural ecosystem, influence of acid rain was disturbed to becoming organic matter which was use to plants.

In the case of a biotope structure management plan, the urban area was prohibited to spread outside. Cultivated and herb area was regenerated to natural forest. In the forest area, the compact management area was maintained with its present condition, and then it is desirable to make a preservation area and to plant shrubs. Planted *Pinus densiflora* Community was needed to eliminate competitive species of canopy layer, and plant shrubs. Management of deciduous broad-leaved Comm. was maintained in its present condition

and it is desirable to raise the diversity of the understory and shrub layer. The management of the artificial forest seems to be suitable for *Q. spp.* community. The care of naturalized plants prevents the expansion and restores the structure of wild plants. The soil management was a marked restoration soil ecosystem in order to prevent soil acid and drying.

Key Words : Actual Vegetation, Plant Community Structure, Biotope Structure Management

I. 서론

서울시 공원녹지는 일제시대와 한국전쟁을 거치면서 크게 훼손되었고 공업화, 산업화의 시기인 1970~1980년대 인구가 850만 명 이상으로 급격히 늘어나면서 도시 기반 시설과 주택을 공급하기 위하여 구릉지와 작은 산을 포함한 공원녹지를 훼손하였다. 이러한 결과로 인해 도심부 녹지는 약 9.8% 수준으로 면적이 협소하여 녹지기능을 기대하기 어려운 실정이다(이경재, 1993).

서울시 도시녹지의 중요한 녹지인 남산은 조선개국 이후 지리·문화·생태적으로 서울시의 상징적인 역할을 해왔으나(안효선, 1983; 오규권 등, 1988) 도시화 및 이용 압력으로 녹지가 잠식되어 왔다. 이러한 상황에서 대상지는 서울시 중심부에 위치한 도시녹지로서 환경의 질을 좌우하는 자연자원으로, 야생동식물의 서식을 위한 거점녹지로, 도시민의 여가공간으로서의 중요성이 증대되고 있다.

우리나라에 있어서 도시생태계에 대한 연구는 서울을 중심으로 이루어져 왔으며 생태적 연구는 식물상에 관한 연구(1900년대~1970년대), 식물생태계 구조 및 훼손에 관한 연구(1970년대~1990년대 초), 생태계 관리 및 생태계 복원에 관한 연구(1990년대 이후)가 수행되었으며 도시생태계 차원에서의 관리로 발전하고 있다(한봉호, 2000). 남산도시자연공원에 관한 생태적 연구도 이와 유사한 경향으로 진행되어 왔다. 남산의 생태관련 연구를 살펴보면 식물상에 관한 연구는 대상지에 분포하는 식물종을 규명하고 환경변화에 민감한 자생종 및 귀화종의 관리를 제안하였고(이영로, 1948; 임경빈, 1978; 이경재, 1986; 이은복, 1987; 길봉섭 등, 1998), 식물생태계에 구조 및 식생훼손에 대한 연구는 대상지가 서울의 도심에 위치하고 있어 환경오염으로

인한 생태계 훼손 양상을 파악하기 위하여 종수 및 개체수, 종 다양성 등의 변화를 8~10년 동안 모니터링한 결과 출현종 및 개체수의 감소를 밝혀냈으며(임경빈, 1978; 이경재 등, 1987) 천이과정을 추정하고 현존의 식생상태를 정량적으로 분석하여 대기오염에 내성이 강한 수종을 도출하고 이를 바탕으로 관리대책을 제안하였다(이창석 등, 1998; 임양재와 양금철, 1998; 서울특별시, 2001).

이상의 연구를 종합하면 남산도시자연공원에 관한 연구는 식물상에 관한 연구, 생태적 특성, 식물군집구조를 고려한 관리 및 보존 대책 연구로 발전하여 왔다. 이러한 시점에서 남산도시자연공원은 도심에 위치하여 대기오염, 이용 및 개발에 의한 훼손 압력을 받고 있으나 미기후 완화, 대기오염물질 정화 등의 서울 도시생태계 차원에서 중요성이 부각되고 있어 도시생태계 차원에서의 관리계획 수립이 필요한 시점이다. 따라서 본 연구는 대상지를 서울 도시생태계의 중요한 공간으로 인식하고 도시생태적 측면에서 그 특성을 분석하고 생태적으로 건강한 구조를 회복하기 위한 생태적 관리계획을 수립하고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구내용 및 수행체계

본 연구는 도심에 위치한 남산도시자연공원을 도시생태적 측면에서 그 특성을 파악하고 생태적 관리계획을 수립하기 위한 것으로 도시생태 특성분석 단계와 관리계획 수립단계로 구분하였다(그림 1).

도시 생태 특성 구조 분석 단계에서는 비오톱 유형 분류, 주요 유형 식물군집 구조, 도시 생태 지표 식물종

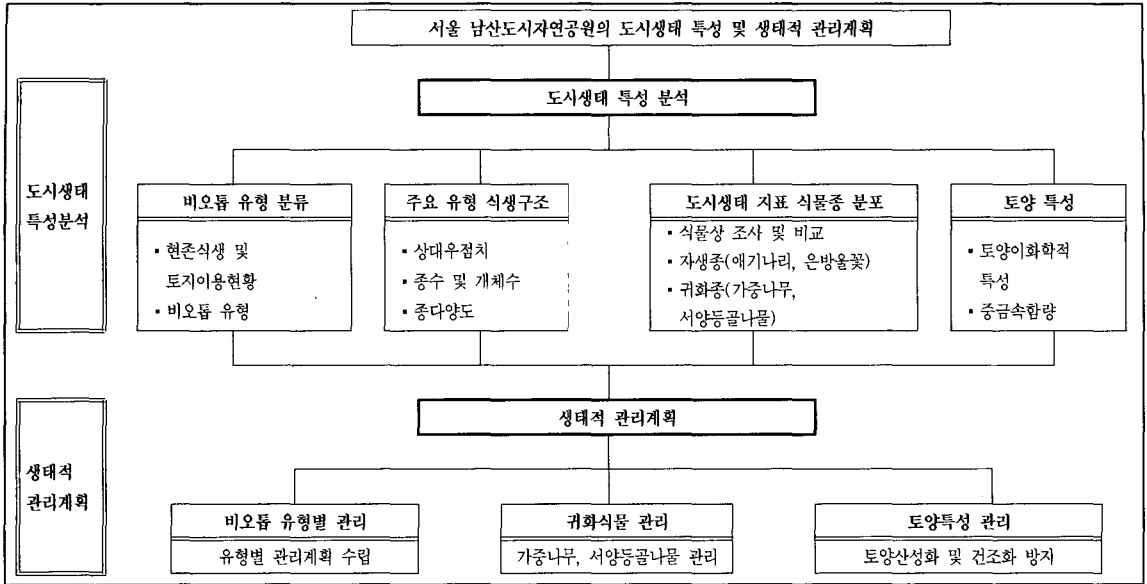


그림 1. 연구내용 및 수행체계도

분포, 토양 특성 4개의 분야로 구분하였다. 비오톱 유형 분류에서는 토지이용 특성 및 현존 식생도를 작성하고 이를 바탕으로 비오톱 유형을 분류하여 도면을 작성하고 면적 및 비율을 산정하였다. 남산에서는 산림지역이 대부분으로 산림지역 비오톱을 대상으로 하였다. 주요 유형 식물군집구조에서는 비오톱 유형을 기초로 대표적인 유형에 대하여 상대우점치, 종수 및 개체수, 종다양도 등을 분석하였다. 도시생태 지표 식물종 분포는 식물상을 조사하여 과거 자료와 비교·분석하였고 남산의 환경변화를 추정할 수 있는 자생종과 귀화종의 분포현황을 도면화 하였다. 토양특성에서는 토양이화학적 특성에서 토양산도, 유기물 함량, 치환성 양이온 함량 등을, 중금속 함량은 차량출입에 의한 영향을 파악하기 위하여 Cd, Cr⁶⁺, Cu 등의 항목을 분석하였다.

관리계획 수립단계에서는 조사·분석 결과를 바탕으로 비오톱 유형별 특성에 따른 관리방향을 수립하며, 주요 식물종 관리에 있어서는 남산 생태계에 영향을 미치는 것으로 판단되는 귀화식물 중 확산 우려가 있는 가중나무, 서양등골나물의 관리방안, 토양특성에서는 토양 산성화 및 건조화 방지를 위한 관리방안을 제시하였다.

2. 조사분석방법

1) 도시생태구조 분석

(1) 비오톱 유형 분류

비오톱 유형 구분을 위한 기초조사인 현존식생 및 토지이용 조사는 식생이 분포하지 않는 지역은 토지이용 유형을 구분하고 식생이 분포하는 지역은 대상지에 분포하는 교목층 우점종의 식생상관(vegetational physiognomy)에 의하여 현존식생 유형을 구분하여 1/1,000 축척의 수치 지형도를 기초로 도면화 하고 각 유형별 면적 및 비율을 산정하였다. 그리고 변화실태를 파악하기 위하여 1978년(임경빈) 자료와 비교·분석하였다.

비오톱 유형은 토지이용 특성에 따라 도시화 지역, 경작지역, 초지지역, 산림지역 등 4개 유형으로 대분류 하였으며, 도시화 지역은 토지이용 구조에 따라 건폐지와 비건폐지로, 경작지역은 경작지구로, 초지지역은 우점종의 자생성과 생육지 특성(습도)에 따라 세분하였다. 산림지역은 우점종의 자생성 및 식재 여부, 생육지 특성, 성상에 따라 세분하였다.

(2) 식물군집구조

식물군집구조는 비오톱 유형 중 넓은 면적을 차지하는 산림지 유형 중 대표되는 세부유형을 대상으로 하였다. 조사구는 대표지역에 식생현황을 파악하기 위하여 방형구법(Quadrat Method)을 이용하여 20m×20m(400

m) 조사구를 67개소를 설정하였다. 식생조사는 각 조사구에서 출현하는 흉고 직경 2cm 이상의 수목을 교목층과 아교목층으로, 그 이하를 관목층으로 구분하여 수종명, 흉고직경(DBH), 수고, 지하고, 수관폭 등을 조사하였다. 식물군집구조의 현상 및 잠재식생을 예측하고 각 조사구의 층위별 중간 상대적 우세를 비교하기 위하여 Curtis & McIntosh(1951) 방법을 응용한 이경재 등(1990)의 방법으로 상대우점치(Importance Value: I.V.)를, 수고를 고려하여 평균상대우점치(Mean Importance Value: M.I.V.)를 분석하였다. 종다양도는 Pielou(1975)의 수식을 이용하여 Shannon의 종다양도(H'), 최대종다양도(H'max), 우점도(D), 균재도(J')를 구하였다. 이상의 분석은 서울시립대학교에서 개발한 PDAP(Plant Data Analysis Package)를 이용하여 분석하였다.

(3) 도시생태 지표 식물종 분포특성

식물상은 대상지에 분포하는 전체 식물종 목록을 정리하였으며, 자생종과 외래종을 구분하고 1986년(이경재), 1987년(이은복)의 자료와 비교·분석하였다. 도시생태 지표 식물종 분포 특성은 최근 도시생태계 특성을 반영하는 종으로 자생종으로는 애기나리, 귀화종으로는 서양등골나물과 가중나무의 분포현황을 조사·분석하였다. 애기나리와 서양등골나물은 전 지역을 대상으로 분포현황을 도면화 하였고 가중나무는 성목의 암나무와 수나무를 구분하여 개체의 위치를, 치수는 분포현황을 도면화 하고 규격 및 개체수를 야장에 기입하였으며 이를 1995년 자료와 비교하였다.

(4) 토양특성

토양특성을 파악하기 위하여 식물군집구조 조사구내에서 토양을 채취하였으며, 도시생태 유형도를 바탕으로 주요 군집인 신갈나무군집(15개), 소나무군집(8개), 산벚나무군집(7개), 소나무식재림(5개), 아까시나무림(5개) 등 총 49개 지역에서 표토 5cm 부위와 근권층 30cm 부위에서 각각 1점씩의 토양을 채취하였다. 또한 자동차에 의한 영향 정도를 파악하기 위하여 차량이 통행하는 남측 순환로와 통행하지 않는 북측 순환로에 각각 4개씩의 조사구를 추가로 설정하여 중금속함량을

분석하였다.

토양의 이화학적 특성에서 토양 pH는 유리전극법, 유기물(organic matter) 함량은 Walkeley-Black 법, 질소는 Kjeldahl 분해법으로 분석하였다. 전기 전도도(EC)는 토양 중에 함유된 양이온을 측정하였으며 유효 인산은 인산과 결합하고 있는 금속을 산 또는 NH₄F로 용해하여 착화합물을 형성시킴에 따라서 인산을 분리 측정하였다. 치환성 양이온함량 중 Ca⁺⁺, Mg⁺⁺는 EDTA법, 중금속함량 분석은 공정시험법에 따라 분석하였다(농업과학기술원, 2000).

2) 생태계 관리계획

이상의 자료를 이용하여 남산도시자연공원의 도시생태 구조를 고려한 생태적 관리계획을 제안하기 위하여 관리목표를 설정하고, 비오톱 유형별 관리방안, 귀화식물 관리계획, 토양특성 관리계획을 수립하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 대상지 개황

남산은 태조 3년(1394년)에 한양을 도읍으로 정하면서 지리적, 문화적, 생태적으로 중요한 위치를 차지하였으며 내사산(內四山)의 하나로 한양의 남쪽 경계를 형성하였고 1963년 서울시 경계가 관악산과 도봉산에 뻗치게 되면서 중심에 위치하게 되었다(村山, 1991). 남산도시자연공원의 공원 지정 역사를 살펴보면 대정 4년(조선고적도보)에 회현동을 포함한 일대 약 30만평에 포함되어 한양공원으로 지정되었고 1940년(총독부 고시118호)에 남산도로공원으로, 1941년 3월(조선총독부 고시337호)에 보안림으로 편입되었으며 1981년(서울특별시 고시 제167호)에는 자연공원으로, 1984년에는 남산도시자연공원(건설부고시 제374호)으로 지정되어 현재에 이르고 있다(서울특별시, 1994). 식물식재관리는 이후 남산제모습찾기의 일환으로 소나무를 식재하였고 1969년 건설된 외인아파트를 1994년 11월에 철거한 이후 야외식물원을 조성하여(서울학 연구소, 1996) 보전대책을 수립하였다.

남산을 서울 도시생태계 측면에서 살펴보면(그림 2),

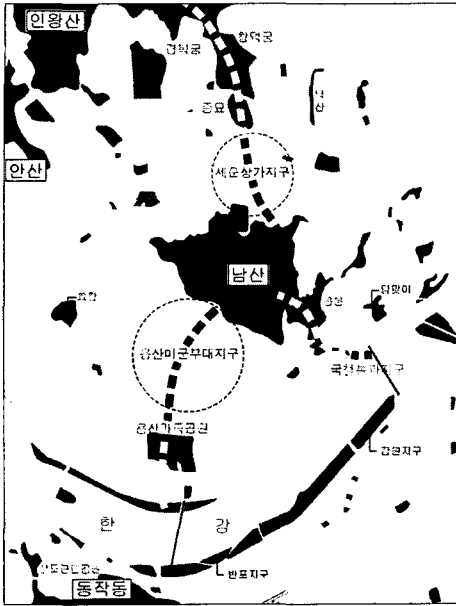


그림 2. 남산도시자연공원 위치도 및 주변 녹지분포 현황도

남산의 북쪽으로는 창덕궁, 종묘를 거쳐 북악산으로 이르는 녹지축을 형성하고 있으며, 남쪽으로는 용산미군부대지구, 용산가족공원을 거쳐 한강과 연결되고, 남동쪽으로는 남산자락이 한남동을 거쳐 한강과 연결되어 서울 중심지역의 큰 녹지축을 형성하고 있다. 그러나 북쪽으로는 세운상가, 남쪽으로는 주거지역, 국철 등에 의하여 단절되어 고립된 상태로 환경오염과 개발에 의해 지속적인 영향을 받고 있는 상태이었다.

2. 도시생태 특성

1) 비오톱 유형 분류

(1) 현존식생 및 토지이용

표 1은 토지이용 및 현존식생 유형별 면적비율과 연도별 변화를 나타낸 것으로 총 36개의 유형으로 분류되었다. 각 유형별 면적을 살펴보면, 신갈나무가 우점하는 지역이 18.3%로 가장 넓게 분포하고 있었으며, 아까시나무림(16.0%), 소나무군집(10.9%), 남산 야외식물원을 포함한 조경수식재지(10.7%), 산벚나무군집(5.5%), 소나무식재림(3.6%) 등이 남산 도시자연공원에 출

현하는 주요 현존식생이었다. 기타로는 남산타워, 남산관리사무소, 외곽지대의 주택지역 등의 도시화 지역(13.0%), 남북측 순환로, 소월길 등 도로(7.8%), 미통신기지 등 군사지역(1.2%)이 주요 시설물이었다.

유형별 분포현황 및 특성을 살펴보면(그림 3), 가장 넓은 면적을 차지하고 있는 신갈나무군집은 능선을 중심으로 급경사지인 북사면과 북동사면에 분포하고 있었으며, 수령이 오래된 대경목은 북사면의 해발 180m 이상에, 소경목은 해발 100~180m에 분포하였다. 산벚나무는 남측 순환로를 기준으로 남사면에 주로 분포하고 있었으며, 리기다소나무, 잣나무 등의 식재림 및 소나무림과 경계를 이루고 있었다. 한편 남사면에 분포하는 소나무림은 관리로 인하여 아교목층, 관목층이 거의 존재하지 않았으며, 북사면 능선부와 남사면 산벚나무림과의 경계부에 위치한 소나무림은 신갈나무, 산벚나무 등의 교목성 낙엽활엽수와 경쟁하고 있었다. 아까시나무는 1905년 북미에서 도입되었으며 1960년대 초반 한국전쟁으로 인해 산림이 황폐화되어 조립용, 연료림용으로 조립한 종으로(산림청, 1997), 북동사면의 동국대 주변지역과 남산 제1호 터널 북측 진입로, 남서쪽의 제1요금소 주변 등 도시화 지역과의 경계부에 분포하고 있으나 제1요금소 주변을 제외한 전 지역의 아교목층에 자생종이 출현하여 천이가 진행되고 있었다. 소나무림은 남사면에 소월길과 미통신부대 사이에 광범위하게 분포하였으며, 소나무 식재지는 기존에 식재된 아까시나무, 현사시나무 등을 제거하고 식재한 것으로 남측 남산 야외식물원 주변과 남산타워에서 제1요금소로 가는 길 주변으로 넓게, 북측 순환로 주변에 소규모 면적으로 식재되어 있었다. 기타 인공림은 남사면 팔각정주차장 부근에 침엽수가, 남사면과 남산 야외식물원 주변으로 활엽수가 식재되어 있었다.

남산은 조선 초기부터 소나무를 식재하고 관리하였으나 일제시대를 기점으로 관리가 이루어지지 않았으며(서울특별시, 1992; 김은식, 1995) 이로 인해 신갈나무, 산벚나무, 아까시나무 등과 경쟁하게 되어 일부 도태되었을 뿐만 아니라 대기오염, 도시화로 인한 지하수위 하강, 과도한 이용으로 인해 면적은 감소하였다(이경재 등, 1987). 반면에 소나무식재지는 아까시나무, 잣나무, 현사시나무를 제거하고 소나무를 식재한 남산제모습찾

표 1. 남산도시자연공원 현존식생유형별 면적 및 비율

현존식생유형	1978년	2000년		현존식생유형	1978년	2000년	
		면적(㎡)	비율(%)			면적(㎡)	비율(%)
1. 소나무군집	11.7	326,390	10.3	19. 아까시나무림	19.4	481,070	15.2
2. 소나무-신갈나무군집		8,760	0.3	20. 아까시나무-참나무류림		10,310	0.3
3. 소나무-산벚나무군집		1,060	0.0	21. 아까시나무-낙엽활엽수림		4,290	0.1
4. 소나무-낙엽활엽수군집		9,180	0.3	22. 아까시나무-물오리나무림		7,750	0.2
소 계		345,390	10.9	23. 아까시나무-갯나무림		6,280	0.2
5. 소나무식재림	-	115,320	3.6	소 계		509,700	16.0
6. 신갈나무군집	11.9	562,450	17.8	24. 리기다소나무림	1.4	45,610	1.4
7. 신갈나무-소나무군집		9,680	0.3	25. 리기다소나무-산벚나무림		38,760	1.2
8. 신갈나무-낙엽활엽수군집		5,440	0.2	소 계		84,370	2.6
소 계		577,570	18.3	26. 갯나무림	1.2	59,470	1.9
9. 상수리나무군집	6.5	430	0.0	27. 물오리나무림	2.1	8,570	0.3
10. 갈참나무군집		920	0.0	28. 물오리나무-낙엽활엽수림		3,220	0.1
11. 참나무류군집		64,860	2.1	29. 현사시나무림		32,830	1.0
소 계		66,210	2.1	소 계		44,620	1.4
12. 산벚나무군집	0.7	26,330	0.8	30. 가중나무림	0.0	1,110	0.0
13. 산벚나무-소나무군집		19,020	0.6	31. 조경수식재지	337,030	10.7	
14. 산벚나무-참나무류군집		70,380	2.2	32. 초지	8,080	0.3	
15. 산벚나무-낙엽활엽수군집		60,690	1.9	33. 나지	20,660	0.7	
소 계		176,420	5.5	34. 도시화지역*	411,980	13.0	
16. 팔배나무군집	4.7	6,510	0.2	35. 도로	247,530	7.8	
17. 느티나무군집		8,020	0.3	36. 군사지역	37,260	1.2	
18. 낙엽활엽수군집		105,500	3.3	소 계	1,062,540	33.7	
소 계		120,030	3.8	합 계	3,162,750	100.0	

*그림 3의 범례 37. 남산타워, 38. 남산식물원, 39. 남산야외식물원, 40. 배수지, 41. 장충공원, 42. 장충체육관, 43. 자유총연맹, 44. 도로외곽지대는 도시화 지역면적에 포함.

기 사업(서울특별시, 1992) 이후 면적이 증가하였다. 한편 기념식수 사업으로 인한 외래종 제거와 노쇠한 아까시나무, 현사시나무의 도복 또는 큰 가지의 부러짐 등 쇠퇴현상까지 겹쳐 인공림의 면적은 점점 더 감소할 것으로 판단되었다. 도시화 지역은 남산타워, 남산관리사무소, 주택지역 등의 유형이나 외인아파트 일대를 철거하고 식물원으로 조성하는 등의 노력으로 면적이 감

소하였다.

(2) 비오톱 유형

비오톱 유형별 분류기준 및 해당 현존 식생 유형을 살펴보면 토지이용에 따라 도시화 지역, 경작 지역, 초지지역, 산림지역으로 대 분류하였다. 각 유형별 세분류에 있어서 도시화 지역은 건축물 및 포장 여부에 따라

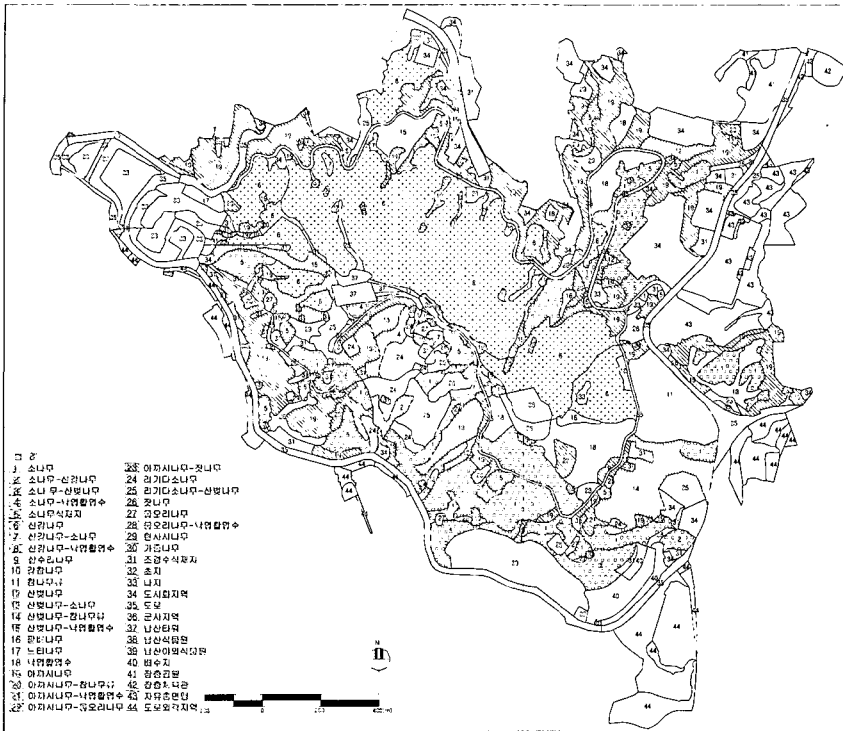


그림 3. 남산도시자연공원 현존식생도(2000년)

표 2. 비오톱 유형 및 분류기준

대분류	세분류	분류기준	현존식생 및 토지이용 특성
도시화지역	건폐지	· 건축물 입지지역	· 남산타워, 군부대 등
	비건폐지	· 나지 및 불투수성 포장지역	· 도로, 주차장, 운동시설(배드민턴장 등)
경작지역	경작지구	· 현재 경작하는 지역	· 산림내 밭 경작지
초지지역	외래종 초본식생지	· 교란된 지역에 적응성이 강한 외래종 우점 초지	· 큰김의털, 환삼덩굴 등(절개지, 공사지)
	건조지생 자생초본식생지	· 건조한 지역에 적응성이 강한 자생종 우점 초지	· 쭉, 참억새 등(절개지)
	습윤지생 자생초본식생지	· 희귀성과 자연성이 높은 초지 및 습지	· 줄풀, 고마리 등(계곡부)
산림지역	외래종 조경수 식재지	· 경관 및 휴식공간 조성을 위한 외래종 식재지역	· 잣나무, 회화나무, 툇리나무 등 식재
	자생종 조경수 식재지	· 경관 및 휴식공간 조성을 위한 자생종 식재지역	· 소나무, 느티나무 등 식재
	다층구조 조경수 식재지	· 경관 및 휴식공간 조성을 위한 자생종 식재지역으로 하층에 자생종이 식재된 다층구조의 식재지역	· 소나무, 느티나무 하부에 자생종인 철쭉류, 산철쭉류가 식재된 지역
	상록침엽수 조림지	· 산림지역으로 인위적인 영향이 크고 자연성이 낮은 대규모의 상록침엽수 조림지	· 잣나무림, 리기다소나무림 등
	낙엽활엽수 조림지	· 산림지역으로 인위적인 영향이 크고 자연성이 낮은 대규모의 활엽수 조림지	· 아까시나무림, 아까시나무-자생종활엽수림, 현삼나무림, 물오리나무림 등
상록침엽수림	· 산림지역으로 발전기간과 자연성이 양호한 침엽수 우점지역	· 소나무림, 소나무-낙엽활엽수림	
건조지생 낙엽활엽수림	· 산림지역으로 보통종으로 자연성이 높은 활엽수 우점지역	· 신갈나무림, 신갈나무-낙엽활엽수/상록침엽수림, 산벚나무림, 산벚나무-낙엽활엽수/상록침엽수림	
습윤지생 낙엽활엽수림	· 산림지역으로 자연성이 높고 습윤지생의 활엽수 우점지역	· 팔배나무군집, 느티나무군집, 낙엽활엽수군집(불푸레나무 우점)	

2개 유형으로, 경작 지역은 경작 여부에 따라 1개 유형으로, 초지지역은 우점종의 자생성 및 생육지 특성에 따라 3개 유형으로, 산림지역은 식재 여부와 우점종의 자생성, 생육지 특성에 따라 8개 유형으로 세분하였으며 분류기준은 표 2와 같다.

표 3, 그림 4는 비오톱 유형별 면적 및 비율을 나타낸 것으로 산림지역에서는 북사면과 남사면에 분포하는 신갈나무군집, 산벚나무군집 등 건조지성 낙엽활엽수림이 29.58%로 가장 넓은 면적이었으며, 아까시나무림, 현사시나무림 등 낙엽활엽수 조림지(17.58%), 소나무군집 등의 상록침엽수림(11.73%), 잣나무, 회화나무, 퉁나무 등이 식재된 외래종 조경수 식재지(7.98%) 등이 주요 유형이었으며, 자연성이 양호하여 남산도시자연공원에서 목표가 될 수 있는 습윤지성 낙엽활엽수림(5.16%)이 북사면에 소규모 면적으로 분포하였다. 도시화 지역에서 건폐지(14.17%)는 남산타워, 군부대 등이었으며 비건폐지는 도로, 배드민턴장, 매점철거 후 발생된 나지이었다. 경작지구는 산림 내부에 위치하고 있는 경작을 포기한 밭이었으며 초지지역은 도로 개설로 인해 발생된 사면 절개지와 능선부에 분포하였으나 면적은 협소하였다.

2) 식물군집구조

(1) 상대우점치

식물군집구조는 남산도시자연공원의 도시생태계 유

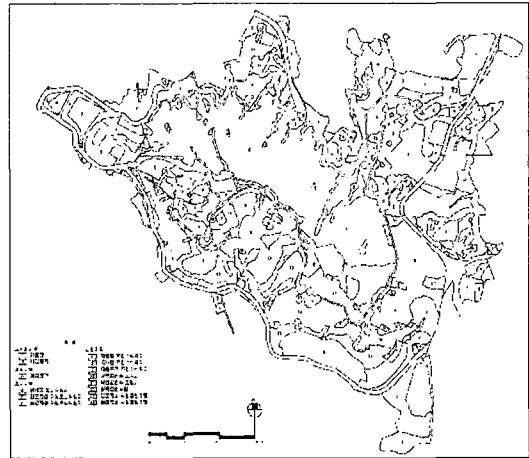


그림 4. 남산도시자연공원 비오톱 유형도

형 중 넓은 면적으로 분포하는 산림지역을 대상으로 하였으며, 상록침엽수 조림지 유형은 소나무 식재지, 낙엽활엽수 조림지 유형은 아까시나무림, 상록침엽수림 유형은 소나무군집, 건조지성 낙엽활엽수림 유형은 신갈나무군집과 산벚나무군집, 습윤지성 낙엽활엽수림 유형은 신갈나무-낙엽활엽수군집 유형을 대표 식생으로 조사·분석하였다.

표 4는 6개 군집의 종구성 및 상대 우점치를 나타낸 것이다. 신갈나무군집의 교목층에서는 신갈나무가 상대 우점치(I.V.) 76.05%로 우점종이었으며, 산벚나무(I.V.: 5.39%), 소나무(I.V.: 4.66%) 등이 주요 출현종이었고, 아교목층에서는 매죽나무(I.V.: 34.78%)와 팔

표 3. 남산도시자연공원 비오톱 유형별 면적 및 비율

대분류	소분류	면적(m ²)	비율(%)	대분류	소분류	면적(m ²)	비율(%)
도시화지역	1. 건폐지	448,290.1	14.17	산림지역	7. 자생종 조경수식재지	13,324.1	0.42
	2. 비건폐지	273,769.9	8.66		8. 외래종 조경수식재지	252,241.0	7.98
	소 계	722,060.0	22.83		9. 다층구조 조경수식재지	66,512.1	2.10
경작지역	3. 경작지구	922.5	0.03		10. 상록침엽수 조림지	232,305.1	7.35
	4. 외래종 초본식생지	6,520.6	0.21		11. 낙엽활엽수 조림지	555,869.8	17.58
초지지역	5. 건조지성 자생초본식생지	596.0	0.02		12. 상록침엽수림	371,093.6	11.73
	6. 습윤지성 자생초본식생지	1,347.8	0.04		13. 건조지성 낙엽활엽수림	776,660.4	24.58
	소 계	8,464.4	0.27		14. 습윤지성 낙엽활엽수림	163,297.0	5.16
합 계		3,162,750.0	100.00		소 계	2,099,225.9	76.90

배나무(I.V.: 32.58%)가 경쟁상태이었으며, 당단풍(I.V.: 17.95%)이 주요 출현종이었다. 관목층에서는 당단풍(I.V.: 18.31%), 때죽나무(I.V.: 14.38%), 신갈나무(I.V.: 14.09%) 등이 경쟁상태이었다. 본 군집은 교목층 우점종인 신갈나무의 세력이 아교목층과 관목층에서 미미해진 반면에 산성 토양에 적응성이 강한 수종으로 알려진 때죽나무, 팔배나무, 당단풍 등의 세력이 우세하였으나 신갈나무 다음 단계의 수종이 출현하지 않아 적절한 관리없이 방치한다면 서울의 환경 조건 및 남산의 토양조건상 점점 쇠퇴할 것으로 판단되었다.

신갈나무-낙엽활엽수군집의 교목층에서는 신갈나무(I.V.: 47.21%), 산벚나무(I.V.: 26.73%), 물푸레나무(I.V.: 9.60%) 등이 경쟁하고 있었으며 아교목층에서는 팔배나무(I.V.: 34.85%)와 때죽나무(I.V.: 23.64%)가 경쟁종이었고 관목층에서는 신갈나무(I.V.: 12.40%), 때죽나무(I.V.: 7.93%), 팔배나무(I.V.: 7.02%) 등이 출현하였다. 부분적으로 산벚나무, 물푸레나무 등이 신갈나무와 경쟁하고 있으나, 대부분 지역에서 신갈나무의 세력이 우세하고 아교목층과 관목층에서 천이를 주도할 낙엽활엽수의 출현없이 산성토양에 적응성이 강한 종들만 출현하여 현재의 신갈나무가 우점하는 군집을 유지할 것으로 판단되었다.

산벚나무군집은 교목층에서 산벚나무(I.V.: 56.21%)가 우점종이었으며 신갈나무(I.V.: 11.03%), 팔배나무(I.V.: 9.51%) 등이 출현하였고 아교목층에서는 때죽나무(I.V.: 34.35%)와 산벚나무(I.V.: 21.19%)가 경쟁상태이었으며 소나무, 당단풍 등이 주요 동반종이었다. 관목층에서는 때죽나무(I.V.: 27.11%)가 우점종이었고 국수나무, 작살나무, 청가시덩굴 등 다양한 관목성 수종이 출현하였다. 산벚나무군집은 교목층과 아교목층에서 산벚나무의 세력이 우세하고 생장상태가 양호하여 당분간 현상태를 유지하겠으나 아교목층과 관목층의 출현 개체수가 적고 식생의 활력도 및 자연성이 떨어져 도복되거나 큰 가지가 부러지는 등 세력이 약화되어 있어 관리하지 않을 시 급격하게 쇠퇴할 것으로 판단되었다.

소나무군집의 교목층에서는 소나무(I.V.: 83.54%)가 순림을 이루고 있었으며, 아교목층에서는 소나무(I.V.: 28.15%), 잣나무(I.V.: 18.10%), 아까시나무(I.V.: 10.36

%) 등이 주요 출현종으로 일부 지역에서 경쟁하고 있었다. 관목층에서는 때죽나무(I.V.: 15.70%), 아까시나무(I.V.: 10.04%)가 우점종이었으며, 국수나무는 소나무군집 숲 내부에 출현하였고 아까시나무와 가중나무는 외곽의 관리되는 지역에서 국수나무와 경쟁하고 있었다. 소나무군집은 흉고 6cm 이하의 차대목이 출현하지 않았을 뿐만 아니라 남산제모습찾기 사업에 의해 지속적으로 관리되고 있어(길봉섭 등, 1998; 김은식, 1993) 정상적인 생태계구조를 형성하지 못하고 있으며, 잣나무, 아까시나무, 가중나무 등 외래종이 하부식생을 구성하고 있어 정상적인 구조를 형성할 수 있는 관리대책이 요구되었다.

소나무 식재림의 교목층과 아교목층에서는 식재한 소나무가 상대우점치(I.V.) 87.81%, 82.48%로 우점하고 있었으며, 아교목층에서는 아까시나무(I.V.: 9.15%), 가중나무(I.V.: 4.02%)가 출현하였다. 관목층에서는 아까시나무(I.V.: 14.84%), 가중나무(I.V.: 14.58%)가 경쟁하고 있었으며, 양수성의 관목이 다수 출현하였다. 소나무 식재지는 남산제모습찾기 사업의 일환으로 1991~2000년에 걸쳐 아까시나무 및 인공조림식생을 개별한 후 식재하였거나, 졸참나무 또는 소나무 하부에 소나무 약 1만 8천주를 식재한(서울특별시, 1992) 이후 지속적인 관리로 교목층과 아교목층에서 현재의 양호한 소나무림을 형성하고 있다. 그러나 기존의 아까시나무, 현사시나무 등을 별채하고 식재한 일부 지역에서 관리가 이루어지지 않아 인공조림 수종의 맹아와 양수성의 경쟁종이 출현하여 소나무의 생육에 영향을 미칠 것으로 판단되었다.

아까시나무림의 교목층에서는 아까시나무(I.V.: 74.68%)가 우점종이었으며 신갈나무(I.V.: 7.97%)가 주요 출현종이었고, 아교목층에서는 식재종인 잣나무(I.V.: 31.74%)가 우점종이었으며 때죽나무(I.V.: 18.20%), 아까시나무(I.V.: 15.74%) 등이 동반종이었다. 관목층에서는 아까시나무(I.V.: 26.09%)가 우점종이었다. 아까시나무림은 현재 교목층 아까시나무의 밀도 및 피도가 높아 아교목층과 관목층에 다른 수종이 출현하지 않는 지역과 일부 아까시나무가 쓰러지거나 노화로 인한 수관의 감소 등의 원인으로 하층으로의 광투과율이 증가하여 참나무류와 양수성의 관목류가 다수 출현하는

표 4. 남산도시자연공원 군집별 주요 출현종 상대우점치 및 평균상대우점치

SITE	신갈나무림				신갈나무-낙엽활엽수림				산벚나무림			
	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M
소나무	4.66	2.89	-	3.29	-	-	-	-	6.82	9.43	-	6.55
신갈나무	76.05	3.77	14.09	41.63	47.21	4.88	12.40	27.30	11.03	1.67	5.67	7.02
졸참나무	2.39	-	-	1.20	-	0.77	0.32	0.31	1.8	2.76	1.62	2.09
팔배나무	2.50	32.58	10.71	13.9	3.89	34.85	7.02	14.73	9.51	2.17	3.58	6.08
산벚나무	5.39	2.51	0.29	3.58	26.73	6.55	0.56	15.64	56.21	21.19	1.21	35.37
당단풍	-	17.95	18.31	9.04	-	2.72	2.29	1.29	-	8.19	3.44	3.30
매죽나무	0.98	34.78	14.38	14.48	-	23.64	7.93	9.20	0.76	34.35	27.11	16.35
물푸레나무	1.00	1.37	1.66	1.23	9.60	6.10	4.18	7.53	-	-	0.55	0.09
기타(M<5%)	생강나무, 철쭉꽃, 산초나무 등 25종				산뽕나무, 생강나무, 느티나무 등 23종				상수리나무, 느티나무, 국수나무 등 48종			

SITE	소나무림				소나무식재림				아까시나무림			
	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M
잣나무	4.23	18.1	-	8.15	3.99	-	-	2.00	4.98	31.74	0.28	13.12
리기다소나무	1.75	0.86	-	1.16	0.54	-	-	0.27	-	-	-	-
소나무	83.54	28.15	0.07	51.1	87.81	82.48	-	71.4	-	1.58	-	0.53
신갈나무	0.88	0.17	2.36	0.89	0.24	-	1.59	0.39	7.97	1.24	4.69	5.18
산벚나무	3.02	3.27	3.58	3.20	-	0.29	1.07	0.28	3.35	0.67	0.52	1.99
아까시	2.24	10.36	10.04	6.20	0.37	9.15	14.84	5.70	74.68	15.74	26.09	46.94
가죽나무	1.92	0.57	3.41	1.72	0.13	4.02	14.58	3.8	3.75	2.21	1.56	2.87
매죽나무	0.43	26.32	15.70	11.6	0.47	0.82	6.57	1.60	1.16	18.2	5.00	7.48
기타(M<5%)	졸참나무, 당단풍, 국수나무 등 48종				담쟁이덩굴, 참싸리, 등 52종				주목, 일본잎갈나무, 갈참나무 등 39종			

*C: 교목층 상대우점치, U: 아교목층 상대우점치, S: 관목층 상대우점치, M: 평균상대우점치.

지역으로 구분되어졌다. 한편 중부지방에서 아까시 나무림, 현사시나무림 등 인공림은 20~30년이 지나면 점차 자생참나무류가 우점하는 군집으로 천이가 진행되는 것으로 밝혀지고 있다(이경재 등, 1996; 이경재와 한봉호, 1998; 유충원 등, 1999). 따라서 장기적으로는 아교목층과 관목층에 참나무류가 출현하는 지역은 점차 참나무림으로의 천이가 진행될 것으로 판단되나, 아교목층에 자생 참나무류가 출현하지 않는 지역에 대해서는 관리가 이루어지지 않는다면 현재의 아까시나무림이 유지될 것이다.

(2) 종다양도

종다양도를 살펴보면(표 5) 식재한 지 30~40년이 지난 상태로 바람에 의한 도복, 큰 가지의 꺾임 등으로 수관이 개방되어 양수와 참나무류가 출현하여 천이가 활발하게 진행되고 있는 아까시나무림(1.3327), 지속적인 하예작업으로 아교목성상 수종의 맹아와 외래종이 출현하는 소나무군집(1.2981), 소나무식재림(1.2208)이 높은 수치를 나타내었다. 반면에 신갈나무 한 종에 의한 우점도가 높아 아교목층과 관목층의 밀도가 낮으며 토양 산성화로 일부 종이 고사한 신갈나무-낙엽활엽수

표 5. 남산도시자연공원 12개 군집의 종다양도, 종수 및 개체수(단위면적 : 2,000m²)

군 집 명	샤논의 종다양도(H')	균제도(J')	우점도(D)	최대종다양도 (Hmax)	개체수				종수
					교목층	아교목층	관목층	합계	
신갈나무군집	0.9904	0.7273	0.2727	1.3617	91	199	1,292	1,582	23
신갈나무-낙엽활엽수군집	1.1312	0.7658	0.2342	1.4771	92	181	1,328	1,601	30
산벚나무군집	1.1887	0.7109	0.2891	1.6721	86	127	1,472	1,685	47
소나무군집	1.2981	0.7997	0.2003	1.6232	223	203	1,176	1,602	42
소나무식재림	1.2208	0.7673	0.2327	1.5911	269	98	1,464	1,831	39
아까시나무림	1.3327	0.8109	0.1891	1.6435	99	305	1,068	1,472	44

군집(1.1312), 신갈나무군집(0.9904)의 종다양도는 낮은 것으로 판단되었다.

(3) 종수 및 개체수

주요 군집의 종수 및 개체수를 살펴보면(표 5) 개체수에 있어 교목층에서는 소나무 식재림(269개체), 소나무군집(223개체)이, 아교목층에서는 아까시나무림(305개체), 소나무군집(203개체)이, 관목층에서는 소나무식재림(1831개체), 산벚나무군집(1685개체)의 개체수가 많았다. 종수에 있어서도 개체수와 유사한 경향으로 소나무군집(42종), 산벚나무군집(47종), 소나무식재림(39종), 아까시나무림(44종)의 종수가 많은 것으로 나타났다. 이는 교목의 도복과 고사로 인한 Gap의 형성으로 외래종 침투율이 높은(이호준 등, 1998) 소나무군집, 아까시나무림 등의 출현 종수 및 개체수가 많고 교목층의 피도가 높고 토양산성화의 영향으로 하층 식생이 훼손된 참나무류가 우점하는 군집은 적은 것으로 판단되었다.

3) 도시생태 지표 식물종 분포 현황

(1) 식물상

남산도시자연공원 내에 분포하는 관속식물상은 74과 249종 31변종 3품종으로 총 283종류(taxa)이었으며 귀화종은 65종, 재배종은 24종이었다. 식물상은 서울시 외곽의 고립되지 않은 산림인 수락산(264종류), 불암산(246종류), 인왕산(193종류), 북악산(177종류)과 비교할 때 316ha의 적은 면적에도 불구하고 많은 종이 출현하였다(서울특별시, 1998). 하지만 대상지의 기존 식물

상 연구결과인 길봉섭 등(1998)의 369종류와는 유사하였으나 이영로(1948)의 456종, 이경재(1986)의 501종, 이은복(1987)의 430종류와 비교했을 때는 시간이 지남에 따라 종수는 급격히 감소하였다. 이는 대상지라도 심내에 위치한 생태섬으로서 개발에 의한 면적 감소와 대기오염에 의한 피해(박현, 1997)의 결과인 것으로 판단된다.

귀화식물은 각종 개발 및 이용에 의한 건조화, 토양 환경이 교란된 지역에 주로 출현하는 종으로 1948년부터 1987년까지는 11종에서 17종으로 완만하게 증가하였으나 1998년에 60종, 2000년에 65종으로 급격히 증가하여(길봉섭 등, 1998) 관리가 필요하였다.

(2) 주요 자생식물 분포현황

남산도시자연공원 내에는 산부추, 은방울꽃, 족도리풀, 애기나리, 초롱꽃 등 194종류의 자생종이 분포하고 있다. 그림 5는 이 중 대상지에서 넓은 면적으로 분포하고 있으며 토양 건조화 등 환경 변화를 추정할 수 있는 애기나리, 큰애기나리, 은방울꽃의 분포현황을 나타낸 것이다.

애기나리는 전체 면적의 약 13,171m²(0.4%)로 북사면의 신갈나무군집과 신갈나무-낙엽활엽수군집 하부에서 생육이 양호하였으며, 남사면의 리기다소나무림과 잣나무림 하부에 소규모 면적으로 분포하였다. 큰애기나리는 정상부의 소나무식재림 하부에, 은방울꽃은 남사면 일부 계곡부에서 생육이 양호하였다. 이들 종은 수관이 밀폐된 산림 내에서 대기오염, 토양수분의 감소, 인간간섭이 증대되면 개체군의 감소가 예상되므로(민

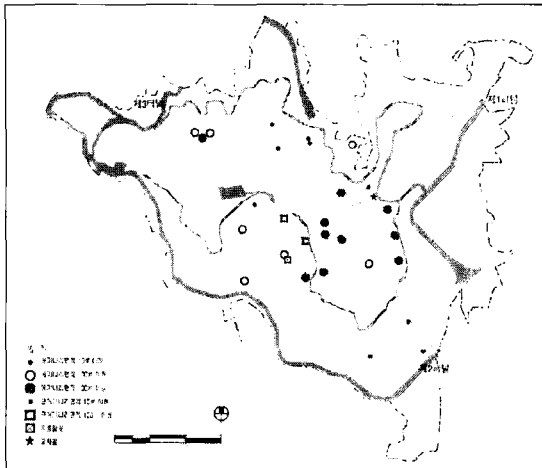


그림 5. 남산 도시자연공원 주요 자생종 분포현황

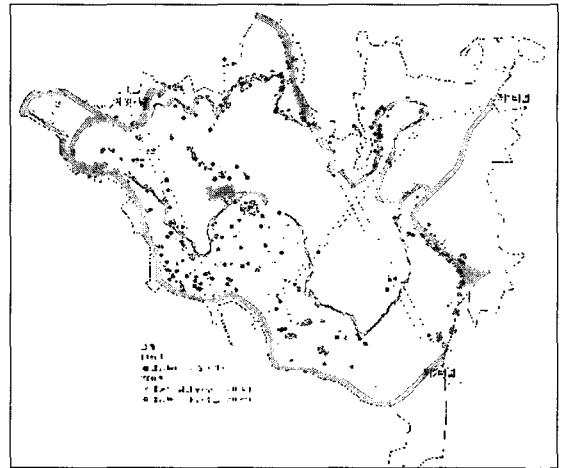


그림 7. 남산도시자연공원 가중나무 분포도

병미, 1998) 이에 대한 관리가 필요한 것으로 판단된다.

(3) 귀화식물 분포 현황

① 서양등골나물

그림 6은 남산도시자연공원 내에 출현하는 귀화종 중 면적으로 분포하고 있어 환경변화를 추정할 수 있는 서양등골나물의 연도별 분포현황을 나타낸 것으로 1995년에 전체면적의 약 15.4%(424,464.6㎡)이었으나 2000년에 20.4%(561,823.8㎡)로 확산되었다. 미국이 원산인 서양등골나물은 1970년대 말에 들어왔으며 이후 분포역이 확산된 종으로(길봉섭 등, 1998) 초기에는 도로주

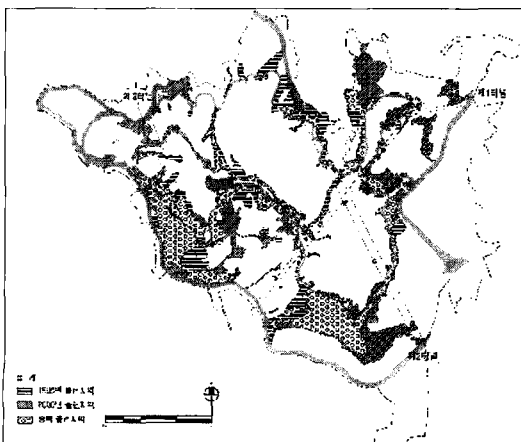


그림 6. 남산도시자연공원 서양등골나물 분포도

변에서 관찰되었으나 이후 국립극장 주변과 남산봉수대에서 남산식물원으로 내려가는 통로 주변, 하층 식생이 관리된 소나무군집 및 아까시나무림 지역으로 확산되었다. 본 연구 대상지에서 타 지역에 비해 식생이 양호한 북사면 신갈나무림 하부에서는 관찰되지 않았으나 반음지성의 생육특성상 이용 및 대기오염의 지속적인 피해를 받고 있는 현상태를 방지한다면 자연성이 양호한 지역으로 확산될 우려가 있었다.

② 가중나무

중국이 원산으로 우리나라에서는 아까시나무, 족제비싸리 등과 함께 목본성 귀화식물인 가중나무(김준민 등, 2000)의 분포현황을 살펴보면(그림 7) 1995년에는 도로변과 남서사면의 수관이 개방된 소나무 군집 내에 분포하였으나 2000년에는 소나무군집을 보호하기 위해 하층을 지속적으로 관리하고 있는 남사면과 인공조림군락 내부에 모수와 함께 치수가 광범위하게 분포하였다. 이들 종은 산벚나무와 참나무류가 우점하는 지역의 교목층 수종이 도복된 이후 곧바로 침투하는 경향이 있어 현 상태를 방지한다면 산림 내로 확산될 가능성이 높은 것으로 나타났다.

4) 토양특성

(1) 토양이화학적 특성

표 6은 남산도시자연공원의 식물군집구조 조사지를

대상으로 군집별 토양의 이화학적 특성을 분석한 결과를 나타낸 것이다. 토성은 전 군집이 CL(clay), L(loam), SL(sand loam) 수준으로 모래질과 점토가 적절하게 섞여 있었다. 토양산도는 전 군집이 pH 4.21~4.51(평균 pH 4.34)로 이호준 등(1998)과 남산공원관리사무소(1993)에서 보고한 pH 4.34~5.01과 유사하거나 낮았으며 이는 호산성침엽수림이 잘 생육하는 토양조건으로 망간, 알루미늄 등 독성 음이온이 다량 용해되어 수목 생장에 해로운 것으로 나타났다(임경빈, 1985). 유기물 함량은 0.89~3.94%(평균 2.23%)로 우리나라 화강암 모재 산림토양의 평균인 3.67%(이순옥, 1981)보다 낮아 식물이 이용할 수 있는 유기물화가 진행되지 않은 상태이었다.

유효인산(Avil, P2O5)은 식물의 발근, 착근, 신진대사 등을 촉진하는 것으로 적정 함량비는 200~300ppm의 범위이나 대부분이 30ppm 미만으로 식물생육에 악영향을 미칠 것으로 판단된다. 전기전도도(E.C.)는 0.02 ms/cm 미만으로 적정치인 0.04ms/cm(유순호와 임순옥, 1989)를 초과하지 않았으며 유효영양분인 K⁺, NH₄⁺, Ca⁺⁺ 등은 용탈 되었으나 기준치 이상이었다.

남산도시자연공원의 토양은 자연성이 양호한 조건에 비해 산성화되어 음이온 용탈의 심화로 치환성 알루미늄의 함량이 높아졌으며(박현, 1997), 대기오염에 의한

산성화, 무분별한 도시의 개발 및 터널공사로 인한 지하수위의 하강으로 토양내 낙엽 쇄설물은 증가하였으나 유기물화 되지 않아(김은식, 1995) 토양환경은 점차 황폐화될 것이며 이로 인해 식물생육에 영향을 미칠 것으로 판단된다.

(2) 도로변 중금속함량

남산도시자연 공원 내 북측도로는 차량의 출입이 금지된지 10년이 경과하였으나 남측순환로는 차량이 통행하고 있다. 중금속 함량을 비교하면 남측 도로변의 Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pd 등 조사항목 모두 남측이 북측보다 높았으며 특히 Cu는 자동차의 타이어 및 부품의 합금 등으로 사용되며 도로 주행시 마찰 또는 마멸 등으로 안하여 도로 주변에 배출되는 것이며 Cr은 자동차 배기가스의 방출로 인하여 도로 주변에 축적되는 것으로 밝혀진 바 있어(이진하 등, 1996) 토양오염은 심각한 것으로 나타났다.

3. 생태적 관리계획

남산도시자연공원은 산림지역 유형이 대부분의 면적을 차지하였으며, 대표 지역의 식물군집구조 분석 결과 건조지성, 습지성 낙엽활엽수림 유형은 신갈나무, 물푸

표 6. 남산도시자연공원 군집별 토양 이화학적 특성

군 집 명 (평균값)	토성 Texture	유기물 OM(%)	산 도 1 : 5(pH)	유효인산 Avil. P ₂ O ₅ (ppm)	EC (ms/cm) 1 : 5	치환성 양이온함량 Exchangeable (me/100g)			
						K ⁺	Na ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
신갈나무	CL	3.94	4.49	6.61	0.02	0.21	0.21	2.88	0.87
소나무	L	1.83	4.29	106.5	0.02	0.23	0.21	2.71	1.19
산벚나무	L	2.62	4.24	30.04	0.02	0.45	0.30	1.44	0.85
소나무식재지	L	2.33	4.51	110.3	0.02	0.51	0.18	3.86	1.19
아까시나무	SL	1.64	4.35	92.16	0.01	0.46	0.14	1.21	0.98
낙엽활엽수군집	SL	0.89	4.30	9.16	0.01	0.23	0.17	1.01	1.01
북측도로변	SL	2.96	4.40	15.06	0.01	0.16	0.22	2.38	0.55
남측도로변	SL	2.27	4.47	14.94	0.01	0.38	0.10	1.95	1.04
평 균	SL	2.23	4.34	39.00	0.02	0.29	0.19	2.38	0.93
적정치(산림청임업연구원)	L~CL	3.0~5.0	6.0~7.0	200~300	0.04 이하	0.2~0.4	0.1~0.3	1.0~2.0	0.8~1.5

표 7. 남산도시자연공원 도로변 중금속 분석결과

(단위: ppm)

시료번호		Cd	Cr ⁶⁺	Cu	Mn	Ni	Pb
북측 도로변	상	0.12	12.24	8.19	119.09	6.08	-
	하	0.50	9.65	6.93	154.25	4.41	-
남측 도로변	상	1.19	42.09	18.15	181.63	18.76	-
	하	1.43	49.70	17.43	234.50	20.90	-
우려기준*		1.5	4	50	-	-	100
대책기준*		4	10	125	-	-	300

* : 토양환경보전법 제 14조, 제 15조 / ※ 토양오염물질 기준: 오염의 정도가 사람의 건강과 동·식물의 생육에 지장을 초래할 우려가 있어 토지의 이용·관리, 시설의 설치·관리 등 규제조치가 필요한 정도의 오염상태를 토양오염 대책기준으로 설정하고, 대책기준의 약 40% 정도로 더 이상의 오염이 심화되는 것을 예방하기 위한 오염수준을 토양오염 우려기준으로 구분하여 설정.

레나무, 산벚나무 등이 우점하고 있었으나 차대목이 출현하지 않은 반면에 산성 토양에 적응성이 강한 때죽나무, 당단풍 등의 세력이 우세하여 천이가 중단된 상태이며, 상록침엽수림 유형인 소나무군집은 소나무 이외의 수종을 제거하는 등 관리되고 있어 정상적인 생태계 구조를 형성하지 못하고 있었다. 낙엽활엽수 및 상록침엽수 조립지 유형인 아까시나무림과 소나무식재림은 교목층의 밀도가 높고 천이를 유도하는 종이 출현하지 않았다. 토양은 pH 4.21~4.51로 산성화되었으며 토양 내 낙엽쇄설물은 증가하였으나 유기물화 되지 않아 황폐화되고 있었다. 또한 주요 식물 분포에 있어서도 애기나리 등의 자생종의 면적은 감소한 반면에 건조화, 토양 산성화 등의 영향으로 귀화종인 서양등골나물, 가중나무 등의 면적은 확산되고 있었다.

따라서 남산도시자연공원의 자연생태 유형별 관리는 훼손되고 단순화된 생태계의 생물종 다양성 증진을 관리로 설정하여야 할 것이며 식물군집구조는 다층구조의 자연림과 유사한 구조로 개선, 귀화식물은 확산을 방지, 토양은 산성화 및 건조화의 방지 등의 관리방향이 바람직할 것이다.

1) 비오톱 유형별 관리계획

표 8은 도시생태 유형별 관리방안을 나타낸 것으로 도시화 지역 중 견제지와 도로 및 운동시설은 이전 또는 철거가 불가능한 비견제지는 면적인 확산을 방지하고 건물철거 후 발생한 나지는 다층구조의 자연림으로 복원하는 것이 바람직하다. 경작지역은 대부분 산림내

에 소규모로 입지하고 있으므로 자연림을 모델로 복원하고 초지지역은 대부분 사면 절개지로 자생초본 및 관목을 파종하여 천이를 유도하여야 한다. 산림지역에 있어서 자생종 조경수 식재지는 느티나무, 소나무 등을 식재한 지역으로 현상태를 유지하되 답압에 의한 피해를 받지 않도록 관목을 식재하고 다층구조 조경수 식재지는 시민들이 이용하지 않는 공간에 조성되어 있으므로 야생조류를 유지할 수 있는 자생관목류를 식재하여 식생구조를 복원한다. 상록침엽수 조립지 중 소나무 식재지는 소나무 장령림을 모델로 관목을 식재하여 복원하고 리기다소나무, 잣나무 등 외래종 조립지는 주변의 식생유형에 따라 낙엽활엽수림 또는 상록침엽수림(소나무)으로 복원하고 아까시나무림, 현사시나무림 등 낙엽활엽수 조립지는 점차 다층화 하여 자연식생구조로 개선하여야 할 것이다. 자연성이 다소 양호한 상록침엽수림, 건조지성 낙엽활엽수림, 습윤지성 낙엽활엽수림은 생태적 특성에 따라 아교목층과 관목층에 자생종을 식재하여 다층구조를 형성하는 것이 바람직하다.

2) 귀화식물 관리방안

귀화식물은 대부분 2차 천이 초기단계에서 출현하는 극양성의 식물이나 서양등골나물은 반음지성으로 산림 내부로의 침입과 확산이 우려되므로 산림 내부에 소규모로 분포하는 것은 제거한 후 관목을 식재하여 재침입을 방지하고 주변부에 대규모로 분포하는 것은 결실기 전에 꽃 제거 등을 통해 세력확산을 방지하고 부분적으로 제거한 후 관목을 식재하여 경쟁을 유도하여 도태시

표 8. 남산도시자연공원 비오톱 유형별 관리방안

대분류	소분류	관리방안
도시화 지역	1. 건폐지	· 남산타워, 화장실, 군사지역 등 이전 또는 철거가 불가능한 지역 ⇒ 면적인 확장을 방지해야 함
	2. 비건폐지	· 도로 및 운동시설 ⇒ 면적인 확산방지 · 건물철거 후 발생된 나지 ⇒ 다층구조의 자연림으로 복원
경작 지역	3. 경작지구	· 주변의 현존식생을 고려한 자연림으로 복원
초본 지역	5. 외래종 초본식생지	· 사면절개지 ⇒ 자생의 초본식생 또는 관목식생으로 천이유도
	6. 건조지성 자생초본식생지	
	7. 습윤지성 자생초본식생지	
산림 지역	8. 자생종 조경수식재지	· 현재의 상태를 유지하고 답압에 의한 피해를 줄이기 위하여 수목보호대 설치 및 관목 식재
	9. 외래종 조경수식재지	· 산림내부 ⇒ 외래종을 기능에 따라 이식후 주변 산림식생을 고려하여 자연림으로 식생 복원 · 남산야외식물원 ⇒ 각 공간별 주제내용을 변경하고 기능 보완
	10. 다층구조 조경수식재지	· 교목성 수종 하부에 식재된 철쭉류 또는 외래종 관목류 중 외래종은 이식하고 자생종을 식재하여 복원
	11. 상록침엽수 조림지	· 소나무식재지 ⇒ 소나무장령림을 복원모델로 하고 관목 식재
	12. 낙엽활엽수 조림지	· 아까시나무, 현사시나무 등 조림지 ⇒ 주변지역이 낙엽활엽수림이면 신갈나무군집으로 복원
	13. 상록침엽수림	· 아교목층과 관목층에 자생종을 식재하여 다층구조 형성 · 토양개량
	14. 건조지성 낙엽활엽수림	
	15. 습윤지성 낙엽활엽수림	

키도록 한다. 가중나무는 산림내 대경목 도복지역 또는 훼손지에 서 군락을 형성할 가능성이 높으므로 산림내 부에 분포하는 개체목을 제거하고 관리 등 교란의 영향으로 자연림 하부에 대규모로 분포하는 치수는 제거한 후 확산을 방지하기 위해 관목을 식재하여 경쟁을 유도한다. 또한 산림내에 군락을 형성하고 있는 지역에 대하여서는 종자의 비산을 방지하기 위하여 가능한 암그루를 제거하고 이후 관리 및 지속적인 모니터링을 실시한다.

3) 토양관리방안

남산도시자연공원의 토양은 대기오염에 의한 산성화, 무분별한 개발 및 터널공사로 인한 지하수위의 하강으로 낙엽쇄설물은 증가하였으나 유기물화 되지 않아 황폐화되고 있으므로 토양 산성화 및 건조화 방지를 위한 토양 개량과 모니터링을 통한 토양생태계 복원이 요구된다.

토양개량에 있어서 유기물함량은 평균 2.23%로 부족하고 토양 pH 4.21~4.51로 산성화되어 있으므로 유기물의 시용과 함께 토양산도의 교정이 필요하다. 특히 토양이 강산성(4.0~5.0)일 경우 중 Al, Fe, Mn을 용출시켜 뿌리의 활력 저하, 치환성 양이온(K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Na⁺)의 세탈, 유효인산의 불용화로 인한 결핍을 초래하여 병 발생율이 높아지므로 교정 물질(1㎡당 석회 물질 200~300g) 및 토양개량제를 시여·공급하여야 한다.

산성화된 토양의 회복기간을 약 6~10년으로 잡고 있으므로 모니터링 기간은 최소 5년으로 잡고 고정 조사구는 각각의 유형을 3반복 처리한다. 2단계 토양개량제 투여량 산정에서 토양개량제 투여량은 2000년 대비 토양 pH는 5.5, 유기물함량은 약 4% 수준으로 개량하는 것을 목표로 설정하였다. 따라서 신갈나무군집은 10㎡(10m×10m×0.1m)의 토양을 대상으로 토양 pH 1.01을 개선하는데 투여되어야 하는 고토석회(알칼리도 53

%, 고토 15%)의 투여량은 42.4kg이며, 유기물함량 1.0% 높이에 투여되어야 하는 퇴비(함량 25% 이상)가 약 80.0kg, 인산함량 200ppm 높이에 10.0kg의 용성인비(함량 20%)를 투여한다. 소나무군집은 10m(10m×10m×0.1m)의 토양을 대상으로 토양 pH 1.21을 개선하는데 투여되어야 하는 고토석회(알칼리도 53%, 고토 15%)의 투여량은 51.3kg이며, 유기물함량 2.0% 높이에 투여되어야 하는 퇴비(함량 25% 이상)가 약 160.0kg, 인산함량 100ppm 높이에 5.0kg의 용성인비(함량 20%)를 투여한다.

IV. 결론

남산도시자연공원은 도심에 위치하여 대기오염, 이용 및 개발에 의한 훼손압력을 받고 있으나 도시녹지로서 환경의 질을 좌우하는 자연자원으로, 야생동식물의 서식을 위한 거점녹지로, 도시민의 여가공간으로서의 중요성이 부각되고 있어 도시생태계 차원에서 관리계획의 수립이 필요한 시점이다. 따라서 본 연구는 대상지를 서울 도시생태계의 중요한 공간으로 인식하고 도시생태적 측면에서 그 특성을 분석하고 생태적으로 건강한 구조를 회복하기 위한 생태적 관리계획을 수립하고자 하였다.

남산도시자연공원의 비오톱 유형 중 산림지역 비오톱에서는 복사면과 남사면에 분포하는 신갈나무군집, 산벚나무군집 등 건조지성 낙엽활엽수림(29.58%), 아까시나무림, 현사시나무림 등 낙엽활엽수 조림지(17.58%), 소나무군집 등의 상록침엽수림(11.73%), 잣나무, 회화나무, 톨립나무 등이 식재된 외래종 조경수식재지(7.98%) 등이 주요 유형이었다. 자연성이 양호하여 남산도시자연공원에서 목표가 될 수 있는 습윤지성 낙엽활엽수림(5.16%)이 복사면에 소규모 면적으로 분포하였다. 도시화 지역 비오톱에서 건폐지(14.17%)는 남산타워, 군부대 등이었으며 비건폐지는 도로, 배드민턴장, 매점철거 후 발생된 나지였다. 경작지구는 산림 내부에 위치하고 있는 경작을 포기한 밭이었으며 초지지역은 도로 개설로 인해 발생된 사면절개지와 능선부에 분포하였으나 면적은 협소하였다. 비오톱 유형 분류 결과 산림지역 유형이 대부분의 면적을 차지하고 있으며 이

들 지역에 대한 대표 세부 유형 식물군집구조 분석 결과 건조지성, 습지성 낙엽활엽수림 유형은 신갈나무, 물푸레나무, 산벚나무 등이 우점하고 있었으나 차대목이 출현하지 않은 반면에 산성토양에 적응성이 강한 패죽나무, 당단풍 등의 세력이 우세하여 천이가 중단되었으며, 상록침엽수림 유형인 소나무군집은 관리되고 있어 정상적인 생태계 구조를 형성하지 못하고 있었다. 낙엽활엽수 및 상록침엽수 조림지 유형인 아까시나무림과 소나무 식재림은 교목층의 밀도가 높고 천이를 유도하는 종이 출현하지 않았다. 토양은 pH 4.21~4.51로 산성화되었으며 토양내 낙엽쇄설물은 증가하였으나 유기물화 되지 않아 황폐화 되고 있었다. 주요 식물 분포에 있어서도 자생종의 종수 및 면적은 감소한 반면에 건조화, 토양산성화 등의 영향으로 귀화종수는 급격히 늘어나고 있으며 특히 서양등골나물, 가중나무 등은 면적으로 확산되고 있었다.

따라서 남산도시자연공원의 비오톱 유형별 관리에 있어서 도시화지역 비오톱은 현재의 상태에서 면적인 확산을 방지하고 경작지역은 자연림을 모델로 하여 복원하는 것이 바람직할 것이다. 초지지역 비오톱은 자생초본 및 관목을 파종하여 천이를 유도하고 산림지역 중 조경수 식재지는 현재의 유형을 유지하되 답압에 의한 피해를 받지 않도록 수목보호공간을 조성하고 관목을 식재하여야 한다. 산림지역 비오톱 중 상록침엽수 조림지는 소나무 장령림을 모델로 관목을 식재하고, 낙엽활엽수 조림지는 주변지역 자연림을 고려하여 신갈나무군집 또는 소나무군집으로 복원한다. 자연성이 양호한 상록침엽수림, 건조지성 낙엽활엽수림, 습윤지성 낙엽활엽수림은 아교목층과 관목층에 자생종을 식재하여 다층구조를 형성하는 것이 바람직하다. 들췌, 귀화식물은 현상태에서 더 이상의 면적 확산을 방지하기 위하여 자생종과의 경쟁을 통해 자생식물군집으로 복원하고, 셋째, 토양특성 관리는 토양 산성화 방지를 위하여 석회 및 비료를 시비하는 것이 바람직하며 건조화방지를 방지하기 위하여 기존 불투수 포장지역에 대하여 토양 내로 물을 침투시키기 위한 투수포장, 침투시설 설치 등 투수지역을 확대하고 가능한 새로운 개발행위를 금지해야 할 것이다.

1. 김봉섭, 전의식, 김영식, 김창환, 윤경원, 유현경, 김병삼, 김현철(1998) 서울 남산공원의 식물상과 그 분포. 한국생태학회지 21(5): 603-631.
2. 김은식(1993) 남산 소나무와 대기오염. 93년 환경종합 학술대회 10: 559-564.
3. 김은식(1995) 남산의 산림생태계와 소나무 보존대책. 산림청.
4. 김준민, 임양재, 전의식(2000) 한국의 귀화식물. 사이언스북스.
5. 남산공원관리사무소(1993) 남산제모습 가꾸기 자연보전사업 보고서. 서울특별시.
6. 농촌진흥청 농업과학기술원(2000) 토양 및 식물체 분석법.
7. 민병미(1998) 남산공원 내 애기나리와 큰애기나리 군락의 동태 및 중간 경쟁의 추정. 한국생태학회지 21(5): 649-663.
8. 박현(1997) 달질균 및 황산화원균 정량을 통한 서울의 대기 오염이 남산의 토양에 미치는 영향 평가. 한국임학회지 86(1): 98-104.
9. 산림청(1997) 한국 임정 50년사. 산림청.
10. 서울특별시(1992) 남산 제모습 가꾸기 기본계획.
11. 서울특별시(1994) 공원현황(I).
12. 서울특별시(1998) 서울시 산림 생태계 조사 연구보고서.
13. 서울특별시(2001) 남산도시자연공원 식생환경 실태 및 관리 방안.
14. 서울학연연구소(1996) 서울 근현대 역사기행. 서울시립대부설 서울학연연구소.
15. 안효선(1983) 서울의 도시식생에 미치는 도시화의 영향. 이화여자대학교 석사학위논문.
16. 오구균, 이경재, 임경빈(1988) 식물사회학적 특성을 고려한 남산공원 식생의 관리대책. 한국임학회지 77(1): 1-9.
17. 유순호, 임선옥(1989) 토양비료. 한국방송대학교 출판부.
18. 윤충원, 오승식, 이준혁, 주성현, 홍성천(1999) 아까시나무 (*Robinia pseudoacacia* L.) 조림지에서 천이의 예측과 조림학적 제어. 한국임학회지 88(2): 229-239.
19. 이경재(1986) 남산공원의 자연환경실태 및 보전대책. 서울시립대학교 조경학과.
20. 이경재(1993) 환경이 보존되는 범위내의 개발과 이용. 한국환경행정학회, 삼성지구환경연구소(편), 지속가능한 개발을 위한 학제간 대토론회, pp. 141-153.
21. 이경재, 박인협, 조재창, 오충현(1990) 속리산 삼림군집구조에 관한 연구(II)-Classification 및 Ordination 방법에 의한 식생 분석-. 응용생태연구 4(1): 33-43.
22. 이경재, 오구균, 박인협(1987) 남산자연공원의 식물군집구조 및 8년간 식생변화분석. 한국임학회지 76(3): 206-217.
23. 이경재, 조우, 한봉호(1996) 생태적 특성을 고려한 도시환경립 조성기법연구(I)-서울시 개포 근린공원을 중심으로-. 한국조경학회지 23(3): 48-58.
24. 이경재, 한봉호(1998) 부천시 산림지역 아까시나무림 식물군집 구조를 고려한 식생 관리 모델. 한국조경학회지 26(2): 28-37.
25. 이순옥(1981) 한국의 삼림토양에 관한 연구(II). 한국임학회지 54: 25-35.
26. 이영로(1948) 남산의 식물. 경기중학교.
27. 이은복(1987) 남산의 식물상. 자연보존 59: 36-48.
28. 이진하, 박기학, 정영도(1996) 도로변 대기오염도와 토양오염 수준의 관계. 한국환경농학회지 15(4): 494-500.
29. 이창석, 조현제, 문정숙, 김재은, 이남주(1998) 남산의 생태학적 진단. Korean J. Ecol., 21(5-3): 713-721.
30. 이호준, 전영문, 정홍락, 길지현, 홍문표, 김용욱, 장일도(1998) 남산자연공원의 식물군락분류와 토양환경. 한국생태학회지 21(5): 633-648.
31. 임경빈(1978) 남산공원수림의 피해상태와 그 대책에 관한 연구. 서울특별시.
32. 임경빈(1985) 조림학원론. 서울. 향문사.
33. 임양재, 양금철(1998) 서울 남산공원의 식생변화. Korean J. Ecol., 21(5-3): 589-602.
34. 村山智順, 최길성(1990) 조선의 풍수. 서울. 민음사.
35. 한봉호(2000) 생태도시 구현을 위한 도시녹지축의 생태적 특성 평가 및 식재모델에 관한 연구. 서울시립대학교 박사학위논문.
36. Curtis, J. T., and R. P. McIntosh(1951) An upland Forest continuum in the prairie-forest border region of Winsconsin. Ecology 32: 476-496.
37. Pielou, E. C.(1975) Plant Community ecology. John Wiley and Sons, Inc., N.Y.

원 고 점 수 : 2004년 9월 1일

최종수정본 접수 : 2004년 11월 2일

4인의명 심사필