

서울시 남산소나무림 생태적 특성 및 15년간(1990~2004년) 식생구조 변화분석¹

이경재² · 김정호^{3*} · 한봉호²

Ecological Characteristics and Change for Fifteen Years(1990~2004) of Plant Community Structure of the *Pinus densiflora* S. et Z. Forest in Namsan, Seoul¹

Kyong-Jae Lee², Jeong-Ho Kim^{3*}, Bong-Ho Han²

요 약

본 연구는 남산 소나무림의 생태적 특성 및 기존 소나무림에 대한 15년간 식생구조 변화 실태를 분석하여 소나무림 보전 및 생태적 관리의 기초자료 제공을 목적으로 수행되었다. 소나무림 현존식생 조사결과 총 6개 유형과 15개 세부 유형으로 구분되었다. 기존 소나무림내에 44개 조사지(단위면적: 400m²)를 설정하여 TWINSpan 분석결과 5개 군락 유형으로 구분되었으며 교목층에서는 소나무, 아교목층에서는 때죽나무, 관목층에서는 국수나무, 진달래 등이 우점 종이었다. 샤논의 종다양도는 0.5980~1.1485이었으며 출현종수는 17~22종이었다. 15년간 식생구조 변화 분석결과 소나무(I.P.: 77.9%→50.6%)의 세력은 지속적으로 감소하고 있었으며 때죽나무(I.P.: 5.3%→22.6%), 산벚나무(I.P.: 1.5%→9.2%), 국수나무(I.P.: 3.5%→7.7%)의 세력은 증가하고 있었다. 단위면적 2,000m²를 기준으로 샤논의 종다양도는 1.1719에서 0.8829, 종수는 34종에서 21종으로 변화하였다.

주요어 : 현존식생, 상대우점치, 샤논의 종다양도, 식생구조변화

ABSTRACT

The purpose of this study is to provide data for conservation and ecological management of *Pinus densiflora* forest by analyzing ecological characteristics and the change of *Pinus densiflora* community structure for fifteen years in Namsan(Mt.). The actual vegetation of *Pinus densiflora* forest was divided into total six types and fifteen detail types. According to the results of TWINSpan analysis of *Pinus densiflora* forest, there were forty-four plots(unit: 400m²) and it was classified into five community types. The dominant species were *Pinus densiflora* in canopy layer, *Styrax japonica* in the understory layer and *Stephanandra incisa* with *Rhododendron mucronulatum* in the shrub layer. The index of shannon's diversity was from 1.5980 to 1.1485 per 400m² and the range of species number was from seventeen to twenty-two. As a result of

1 접수 6월 30일 Received on Jun. 30, 2005

2 서울시립대학교 도시과학대학 College of Urban Sciences, Univ. of Seoul, Korea

3 서울시립대학교 도시과학연구원 The Institute of Urban Sciences, Univ. of Seoul, Korea(hoya1209@uos.ac.kr)

* 교신저자, Corresponding author

the change of *Pinus densiflora* forest structure, the importance percentage(I.P.) of *Pinus densiflora*(I.P.: 77.9%→50.6%) was decreased, *Styrax japonica*(I.P.: 5.3%→22.6%), *Prunus sargentii*(I.P.: 1.5%→9.2%) and *Stephanandra incisa*(I.P.: 3.5%→7.7%) were increased for fifteen years. Based on standard of 2,000m² unit area, shannon's diversity changed 1.1719 into 0.8829 and species number changed thirty-four into twenty-one.

KEY WORDS : ACTUAL VEGETATION, IMPORTANCE PERCENTAGE, SHANNON'S DIVERSITY, CHANGE OF PLANT COMMUNITY STRUCTURE

서론

소나무(*Pinus densiflora* S. et Z.)는 한반도, 일본, 중국의 산동반도, 백두산 동북부 지역에 분포하는 침엽(針葉)수종으로서 수평적으로 북위 30° 20' ~ 46°사이의 온대 및 아한대지역에 분포한다(이창복, 1980). 소나무는 통기가 양호한 토양 그리고 건조하면서 양분이 적은 산성 토양이 적합하며(吉岡, 1958) 수직적으로는 해발 10 ~ 1,300m 범위에서 분포한다(정태현과 이우철, 1965). 온대활엽수림의 평균수명은 약 300년이나(Jones, 1945), 소나무의 수명은 온대 낙엽활엽수 수명의 약 50% 수준인데, 이는 소나무가 천이 초기식물이기 때문이다(Pianka, 1970).

우리나라는 전국적으로 소나무림이 지속적으로 감소하고 있는 추세인데 국립산림과학원의 조사결과에 따르면 2002년도 소나무림 면적은 1,613,448ha로 1980년도 3,649,000ha, 1992년도 2,933,000ha와 비교해 볼 때 1980년대비 약 56%정도가 감소한 상태이었다. 소나무림 감소 원인은 천이에 의한 도태, 인위적 벌채, 산불 등이 있으나, 신갈나무 등의 낙엽활엽수 세력 확대에 따른 소나무 도태가 주된 이유이다. 특히 남산과 같은 도시내 소나무림은 대기오염에 의한 생장불량, 솔잎혹파리 등의 피해, 도시환경에 적응성이 강한 외래수종에 의한 압박, 참나무류 등에 의한 자연천이, 종자발아 불량 등의 이유로 그 세력이 급속히 약화하고 있다.

우리나라에 분포하는 소나무는 6개 생태형(植木, 1928)으로 구분할 수 있으며 남산지역 소나무는 중남부 고지형에 해당한다. 남산지역 소나무림은 조선시대 초기부터 금송(禁松)정책으로 지속적 보전이 이루어져 왔다. 1880년대 서울특별시 중구지에 기록된 남산 사진(서울특별시 중구, 1992)에서도 남산 전체지역이 소나무가 분포하고 있었을 만큼 그 분포면적이 넓었으나, 일제시대 이후 소나무림 훼손이 시작되어 해방이후 혼란기와 6·25 전쟁을 거치면서 1950년대 후반기에는 소나무가 남산 일부지역에만 분포하였다. 이후 소나무를 포함한 다양한 낙엽활엽수가 경쟁하는 숲으로 변하기 시작하였다.

남산 소나무림 분포면적은 1991년 소나무 당시 전체 면적 대비 16.7%이었으나, 2001년도 조사결과 13.7%로 그 면적이 감소하는 것으로 나타났다(박인규, 2005). 그러나 1992년 남산제모습가꾸기사업 이후 산림경관 회복을 위해 소나무 식재, 시비작업에 의한 토양개선, 병충해 방제, 아까시나무 등 귀화식물 제거 등을 통해 남산 소나무림 보전에 힘쓰고 있는 상황이다.

남산에 관한 연구는 임경빈(1978)에 의해 주요 식생 면적 및 구조가 밝혀졌으며 이후 이경재(1986, 1991)는 남산 식생의 생태적 속성을 지속적으로 연구하여 남산 소나무림의 감소 및 생태적 복원대책을 제시하였다. 오구균 등(1998)은 1978년에 선발된 수형목의 복원 및 소나무림 관리대책을 연구하였으며 이창석 등(1998)은 남산 소나무의 생태적 속성뿐만 아니라 경관적 중요성을 제시하였다. 최기영 등(1996)은 남산과 광릉의 토양분석을 통해 남산 소나무림 시비에 따른 수목 생리특성을 분석하였다.

본 연구는 기존 남산지역 식생의 생태적 특성에 대한 연속된 연구이다. 특히 소나무림의 생태적 특성 및 기존 소나무림에 대한 15년간 식생구조 변화 실태를 분석하여 향후 소나무림 보전 및 관리의 기초자료 제공을 목적으로 하였다.

재료 및 방법

1. 조사범위 및 시기

서울특별시 중구, 용산구 2개 구에 걸쳐 있는 남산도 시자연공원 중 소나무가 분포하고 있는 지역을 대상으로 2004년 4~10월에 걸쳐 식생조사를 실시하였다. 세부 현존식생은 남산 전체지역중 소나무가 분포하는 지역을 중심으로 실시하였고 식생조사는 남산에 자생하거나 혹은 일제시대 이전에 식재되어 식재여부가 불명확한 기존 소나무군락을 대상으로 실시하였다. 연도별 식생구조 변화는 대상지 남사면에 설정한 5개 조사지(단위면적: 400m²)를 대상으로 과거 1990년, 1995년, 2000

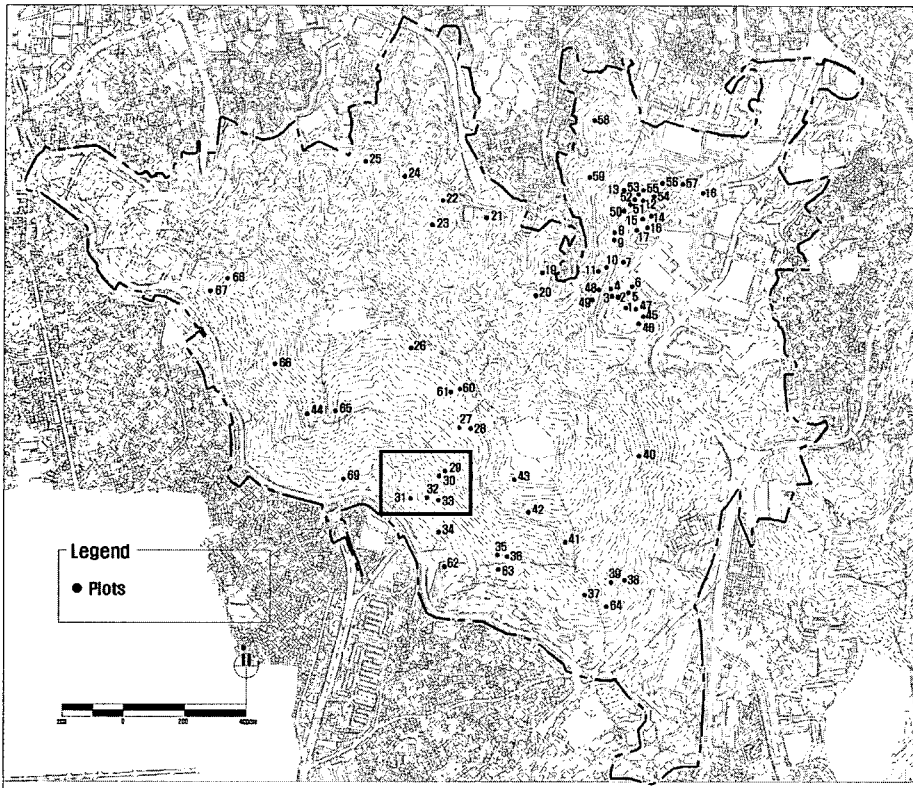


Figure 1. The location map of the survey plots in the Namsan

년 자료와 비교하였다. 식생조사를 위한 조사지는 총 44 개소를 설정하였으며 이중 5개 조사지는 고정조사지로서 1990, 1995, 2000 자료와 비교하였다. 고정조사지로 설정한 5개 조사지의 경우 남산 지역내 대경목으로 분포하는 소나무림 중 관리가 이루어지지 않고 있는 지역에 설정한 것으로 본 연구에서는 관리가 이루어지고 있지 않으면서 대경목 소나무림에 설정한 5개 고정조사지만을 대상으로 15년간 식생구조 변화를 분석하였다. 조사지 위치도는 Figure 1과 같다.

2. 조사분석 방법

1) 식생 및 환경요인 조사

남산지역 중 기존 소나무가 분포하고 있는 지역에 총 44개 조사지를 설정하여 각 조사지마다 10m×10m(100 m²) 크기의 방형구 4개씩을 설정하고 주요 환경인자 및 식생을 조사하였다. 식생조사는 Monk *et al.*(1969)의 방법을 참조하여 교목층, 아교목층, 관목층으로 구분하여 수관층위별로 실시하였으며 흉고직경(DBH) 1cm 이상 이면서 상층수관을 이루는 수목을 교목층, 흉고직경

1cm 미만의 수목을 관목층, 기타 수목을 아교목층으로 구분하였다. 교목층과 관목층은 10m×10m 크기의 방형구에서 수목의 흉고직경을, 관목층은 각 방형구에서 5m×5m 크기로 중첩해서 설치한 소형 방형구 1개소에서 수목의 수관폭(장변×단변)을 조사하였다. 각 조사지의 일반적 개황으로는 지형적 위치, 고도, 경사도, 울폐도, 수고 등을 조사하였다. 또한 식생과 환경요인과의 상관성을 분석하고자 유기물층 깊이, 토심, 산도, 유기물함량을 조사하였다. 토양분석을 위한 시료는 유기물층을 걷어내고 A층에 해당하는 토양층에서 채취하였으며 채취시기는 2004년 4~6월에 이루어졌다.

2) 현존식생 및 지형구조 조사

현존식생은 교목층 수준의 식생상관(vegetational physiognomy)을 기본으로 작성하였으며 각 블록별 소나무 우점비율 및 관리상태에 따라 세분하였다. 조사된 자료는 1/1,000 수치화지도에 도면화하였으며 블록별 면적 및 비율을 산정하였다. 지형구조는 소나무 분포와 지형인자간 상호 관계를 분석하고자 현존식생 블록별 경사도, 해발고, 향을 분석하였다.

3) 식물군집구조 특성 및 15년간(1990~2004년) 변화

식생조사 자료를 토대로 각 수종의 상대적 우세를 비교하기 위하여 Curtis & McIntosh(1951)의 중요치(importance value; I.V.)를 통합하여 백분율로 나타낸 상대우점치(Brower and Zar, 1977)를 수관층위별로 분석하였다. 상대우점치(importance percentage; I.P.)는 (상대밀도+상대피도)/2로 계산하였으며 개체들의 크기를 고려하여 수관층위별로 가중치를 부여한 (교목층I.P.×3+아교목층I.P.×2+관목층I.P.×1)/6으로 평균상대우점치(mean importance percentage; M.I.P.)를 구하였다.

군집의 분류는 상대우점치 분석자료를 토대로 TWINSpan에 의한 classification 분석(Hill, 1979)을 실시하였으며 이를 보완하기 위해 조사지별 주요 수종의 평균상대우점치(M.I.P.)을 분석하였다. 구분된 식물

군집별 종수 및 개체수, Shannon의 종다양도(Pielou, 1975) 및 균제도(J')를 계산하였다. 조사지별 평균흉고 직경에 해당하는 수목을 선정하여 수령을 분석하였으며 조사지내 소나무와 경쟁상태 수목을 선정하여 두 수종 간 연간 성장량(mm)을 비교하였다.

남산소나무군집의 15년간 식생구조 변화패턴은 남사면에서 설정한 5개 조사지(단위면적: 2,000m²) 상대우점치, 종다양도, 종수 및 개체수를 분석해 수종간 세력 변화를 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 연구대상지 및 조사지 개황

Table 1. General description of the physical features and vegetation of the surveyed plots

Community	I						II														
	37		41		42		27		28		29		30		31		32		33		34
Plots number	S55W	N80W	S25W	S35W	S30W	S40W	S50W	S55W	S40W	S55W	S70W	S55W	S40W	S55W	S70W	S55W	S40W	S55W	S70W	S55W	S70W
Aspect	17	18	20	13	11	13	13	9	14	17	17	14	17	17	17	14	17	17	17	17	
Slope(°)	-	-	10	10	9	7	8	-	6	8	-	6	8	-	-	6	8	-	-	-	
Organic matter depth(cm)	-	-	25	37	35	35	40	-	21	25	-	21	25	-	-	21	25	-	-	-	
Mineral soil depth(cm)	4.44	-	4.58	4.29	4.49	4.51	4.29	-	4.44	5.50	-	4.44	5.50	-	-	4.44	5.50	-	-	-	
Soil pH	3.54	-	1.70	4.22	1.77	1.84	4.29	-	2.38	4.34	-	2.38	4.34	-	-	2.38	4.34	-	-	-	
Soil organic matter(%)	14	11	12	10	15	15	10	14	14	14	14	14	14	15	14	14	14	15	14	15	
Canopy Height(m)	25	18	25	18	20	20	18	17	20	22	17	20	22	20	17	20	22	20	17	20	
Canopy Mean DBH(cm)	75	75	65	70	65	70	75	75	70	75	75	70	75	75	75	70	75	75	75	75	
Canopy Cover(%)	10	-	-	4	4	5	3	3	5	-	3	5	-	8	3	5	-	8	3	8	
Understory Height(m)	10	-	-	3	3	3	3	3	3	-	3	3	-	5	3	3	-	5	3	5	
Understory Mean DBH(cm)	70	-	-	15	10	10	5	5	5	-	5	5	-	10	5	5	-	10	5	10	
Understory Cover(%)	1.5	1.5	2.0	1.5	1.2	1.5	1.2	1.2	1.2	1.5	1.2	1.2	1.5	1.2	1.2	1.2	1.5	1.2	1.2	1.5	
Shrub Height(m)	35	40	30	30	10	30	30	40	30	60	40	30	60	70	40	30	60	70	40	70	
Shrub Cover(%)																					

Table 1. (Continued)

Community	II						III														
	35		38		39		40		43		44		1		2		3		4		12
Plots number	S20W	S80E	N80E	S48E	S30W	S70W	N88E	N88E	N80E	S20E	S60E	N88E	N88E	N80E	S20E	S60E	N88E	N88E	N80E	S20E	S60E
Aspect	10	15	8	10	23	26	17	11	6	10	8	17	11	6	10	8	17	11	6	10	8
Slope(°)	8	-	-	-	-	-	-	-	13	1	-	-	-	13	1	-	-	-	13	1	-
Organic matter depth(cm)	26	-	-	-	-	-	-	-	31	10	-	-	-	31	10	-	-	-	31	10	-
Mineral soil depth(cm)	4.53	5.36	4.83	4.41	-	-	-	-	4.44	4.86	-	-	-	4.44	4.86	-	-	-	4.44	4.86	-
Soil pH	2.11	3.88	3.47	1.97	-	-	-	-	4.49	2.79	-	-	-	4.49	2.79	-	-	-	4.49	2.79	-
Soil organic matter(%)	14	13	12	14	11	11	15	12	13	14	14	15	12	13	14	14	15	12	13	14	14
Canopy Height(m)	18	25	28	25	20	22	20	24	22	20	35	20	24	22	20	35	20	24	22	20	35
Canopy Mean DBH(cm)	70	85	80	85	80	65	60	50	60	70	55	60	50	60	70	55	60	50	60	70	55
Canopy Cover(%)	-	5	5	6	2.5	-	2	3	3	3	-	2	3	3	3	-	2	3	3	3	-
Understory Height(m)	-	6	8	8	2.5	-	2	3	3	3	-	2	3	3	3	-	2	3	3	3	-
Understory Mean DBH(cm)	-	20	15	50	20	-	15	20	30	30	-	15	20	30	30	-	15	20	30	30	-
Understory Cover(%)	0.7	1.2	1.5	1.0	1.5	1.5	0.8	0.1	1.3	1.0	-	0.8	0.1	1.3	1.0	-	0.8	0.1	1.3	1.0	-
Shrub Height(m)	10	85	80	30	60	60	10	20	10	40	-	10	20	10	40	-	10	20	10	40	-
Shrub Cover(%)																					

Table 1. (Continued)

Community	III			IV								
	Plots number	15	26	36	5	6	7	8	9	10	11	13
Aspect	S58E	S40E	S30W	N72E	N70E	S10E	S52W	S82W	S82W	N70W	N46W	
Slope(°)	21	18	17	21	8	13	17	6	14	26	10	
Organic matter depth(cm)	-	-	10	3.5	6	-	-	-	3	4.5	3	
Mineral soil depth(cm)	-	-	25	11	38	-	-	-	24	39.5	20	
Soil pH	-	4.07	5.57	4.61	4.53	-	-	-	5.82	4.41	4.38	
Soil organic matter(%)	-	6.40	2.11	4.15	3.61	-	-	-	1.22	1.77	2.86	
Height(m)	14	12	14	13	12	10	7	5	6	13	7	
Canopy Mean DBH(cm)	25	20	18	23	25	24	17	17	16	20	20	
Canopy Cover(%)	65	80	70	65	75	60	85	85	80	85	50	
Height(m)	6	3	-	3	8	-	-	-	-	3	4	
Understory Mean DBH(cm)	8	3	-	5	5	-	-	-	-	5	12	
Understory Cover(%)	5	5	-	20	10	-	-	-	-	40	5	
Shrub Height(m)	0.3	1.2	1.0	0.9	1.0	0.9	0.1	0.1	0.8	1.5	0.5	
Shrub Cover(%)	5	10	10	10	20	10	5	5	25	20	5	

Table 1. (Continued)

Community	IV				V							
	Plots number	14	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Aspect	S10E	S70E	S68E	S30E	N55W	N40E	N03W	N30E	N40E	N35E	N10E	
Slope(°)	12	4	23	18	15	19	19	14	12	8	18	
Organic matter depth(cm)	-	5	3.5	8.5	5	6	6.9	5	-	-	10	
Mineral soil depth(cm)	-	42	16	12	14	25	14	30	-	-	60	
Soil pH	-	4.51	4.30	4.17	4.32	6.30	4.35	4.28	-	-	4.22	
Soil organic matter(%)	-	1.91	3.88	6.18	0.03	3.33	4.49	2.59	-	-	3.88	
Height(m)	12	14	13	7	12	10	10	10	9	9	6	
Canopy Mean DBH(cm)	25	36	22	18	15	15	15	18	13	10	16	
Canopy Cover(%)	75	40	75	70	75	65	70	70	80	80	80	
Height(m)	7	7	-	4	5	5	4	4	4	5	3	
Understory Mean DBH(cm)	12	12	-	12	4	5	3	4	3	4	4	
Understory Cover(%)	15	30	-	5	30	10	10	20	10	20	5	
Shrub Height(m)	0.5	0.3	0.5	0.8	1.5	1.5	1.2	1.0	1.8	1.5	1.5	
Shrub Cover(%)	1	1	1	5	20	25	20	10	50	35	10	

남산은 지리적으로 경도 126° 58' ~ 127° 00', 위도 37° 32' ~ 37° 33' 에 위치하고 있으며 행정구역상 서울특별시 중구와 용산구의 경계지점에 위치하여 중구에 8개 동, 용산구에 4개동에 걸쳐 위치하고 있다. 도시계획현황은 도시계획시설 공원(남산도시자연공원)으로 지정(1984. 9. 22. 건설부고시347호)되어 있으며 면적은 2,921,452m²이고 이중 임야는 2,454,140m²로 전체 공원 면적의 84%를 차지하고 있다. 공간적으로는 서울시청 남측 2km 지점에 위치하고 있으며 동쪽으로 응봉과 접하고 있고 서남쪽으로 3km 지점에 용산가족공원이 있어 서울시 공원녹지체계상 중요한 위치를 차지하고 있으나 경계부가 도로로 차단되어 생태적으로 고립되어 있는 상태이다.

Table 1은 남산 소나무 분포지역에 설정한 44개 조사지에 대해 TWINSPAN 분석으로 나뉘어진 군집별로 일반적 개황을 나타낸 것이다. 5개 군집 모두 소나무가 우점종이며 부수종에서 차이를 보이고 있었다. 군집유형 I은 잣나무가 식재된 소나무군집으로 경사도는 17~20°, O층 깊이 10cm, pH 4.44~4.58, 유기물함량 1.70~3.54%이었다. 교목층 평균흉고직경은 18~25cm 이었다. 군집유형 II는 남사면 대경목 소나무가 우점하는 군집으로 경사도는 8~16°로 다양하였으며 O층 깊이는 6~10cm, pH 4.29~5.50, 유기물함량 1.77~4.34%이었고 교목층 평균흉고직경은 17~28cm 이었다. 군집유형 III과 IV는 아교목층에서 태죽나무 출현빈도가 높은

군집유형으로 경사도는 4~26°, O층 깊이 1~13cm, pH 4.07~5.82, 유기물함량 1.22~6.40%이었으며 교목층 평균흉고직경은 16~36cm 이었다. 군집유형 V는 북사면 능선부의 신갈나무가 부수종으로 출현하는 군집유형으로 경사도는 8~19°, O층 깊이는 5~10cm, pH는 4.22~6.30, 유기물함량은 0.03~4.49%, 교목층 평균흉고 직경은 10~18cm 이었다. 남산 소나무군집유형별 토양 산도(pH)는 4.07~6.30이었으며 대부분 중성토양에 가까웠으나, 일부 석회비료 시비로 인해 알카리성 토양산도를 나타내는 곳도 있었다.

2. 소나무림 세부 현존식생 및 지형구조

Table 2는 남산 소나무가 분포하고 있는 지역을 중심으로 소나무 세부 현존식생을 나타낸 것으로 조사는 2004년 4월과 5월에 실시하였다. 소나무가 분포하는 지역은 크게 6개 유형, 즉 기존소나무림, 소나무-낙엽활엽수림, 낙엽활엽수-소나무림, 소나무식재림, 소나무-인공식생림, 인공식생-소나무림로 구분되며 기존 소나무는 소나무림과 관리된 소나무림으로 구분되며 면적비율은 각각 10.08%, 33.67%이었다.

소나무-낙엽활엽수림은 소나무-신갈나무림과 소나

무-산벚나무림이 속하며 면적비율은 각각 5.48%, 2.86%이었다. 소나무식재림은 소나무식재지, 기존 소나무림 하부에 소나무가 식재된 소나무식재림, 아까시나무 하부에 식재된 소나무식재림의 3개 유형으로 구분되었으며 면적비율은 각각 33.04%, 4.20%, 0.38%이었다. 이외에 낙엽활엽수-소나무림은 3개 유형으로 5.96%, 소나무-인공식생은 2개 유형으로 2.61%이었다.

남산 소나무림의 세부 현존식생 유형별 분포현황 (Figure 2)을 살펴보면 기존 소나무림은 남측순환로 남쪽에 넓게 분포하고 있으며 소나무식재림은 국립극장 주변, 서쪽 매포소 뒤편, 남산야외식물원 주변 남부순환로변 등에 위치하고 있다. 소나무가 우점하면서 기타 낙엽활엽수와 경쟁중인 군집은 군부대 아래, 국립극장 북측순환로 주변, 남측순환로변 습지비오톱 조성지역 인근, 북사면 능선부 등에 분포하고 있었고 쇠퇴중인 소나무군집은 북사면 능선부지역과 기타 지역별로 소규모 분포하고 있었다.

소나무 분포지역 식생환경을 분석하고자 세부 현존식생 구분 블록별 경사도, 해발고, 향을 분석한 결과 평균 경사도는 12.2°±3.3°~20.5°±4.4°, 평균해발고는 96.7m ±23.1m~155.2m±79.4m 이었고 주향은 남향, 남동향, 남서향, 북향이였다.

Table 2. Distribution ratio of actual vegetation and geomorphological structure *Pinus densiflora* community in Namsan

Division	No. block	Area and Ratio		Geomorphological structure			
		Area(m ²)	Ratio(%)	Slope(°)	Altitude(m)	Aspect	
<i>Pd</i>	<i>Pd</i>	25	43,837	10.08	18.8±5.9	124.2±44.5	SW
	<i>Pd</i> (management)	18	146,380	33.67	19.0±2.8	138.2±36.2	SW/SE
<i>Pd-Dbf</i>	<i>Pd-Qm</i>	11	23,826	5.48	20.5±3.3	143.6±23.1	SE/SW
	<i>Pd-Ps</i>	7	12,419	2.86	16.2±2.5	103.5±17.7	SE/E
<i>Dbf-Pd</i>	<i>Qm-Pd</i>	9	11,641	2.68	16.7±3.1	133.2±32.9	SE/W
	<i>Ps-Pd</i>	3	9,509	2.19	16.7±3.1	133.2±32.9	SW/E
	<i>Dbf-Pd</i>	2	4,744	1.09	16.5±5.6	155.2±79.4	SW/E
Planted <i>Pd</i>	<i>Pd</i>	29	143,634	33.04	16.5±3.8	133.9±40.6	S/E
	<i>Pd</i> (<i>Pd</i> planted in Understory)	9	18,236	4.20	16.6±3.3	138.4±31.5	SE/E
	<i>Ra</i> (<i>Pd</i> planted in Understory)	2	1,655	0.38	18.0±8.0	120.7±23.9	W/SE
<i>Pd-als</i>	<i>Pd-Ra</i>	3	2,060	0.47	12.2±3.3	96.7±23.1	SW/E
	<i>Pd-Als</i>	3	9,281	2.14	20.5±4.4	114.0±15.3	E/W
<i>Als-Pd</i>	<i>Pr-Pd</i>	2	3,661	0.84	19.9±0.8	137.0±5.7	SW/W
	<i>Ra-Pd</i>	2	1,403	0.32	16.9±2.8	106.2±33.7	E/SE
	<i>Pk-Pd</i>	1	2,416	0.56	-	-	W
총 계		126	434,702	100.00	-	-	-

* *Pd* : *Pinus densiflora*, *Dbf* : Deciduous broadleaf forest, *Qm* : *Quercus mongolica*, *Sa* : *Prunus sargentii*, *Ra* : *Robinia pseudo-acacia*, *Als* : Afforested lands, *Pr* : *Pinus rigida*, *Pk* : *Pinus koraiensis*

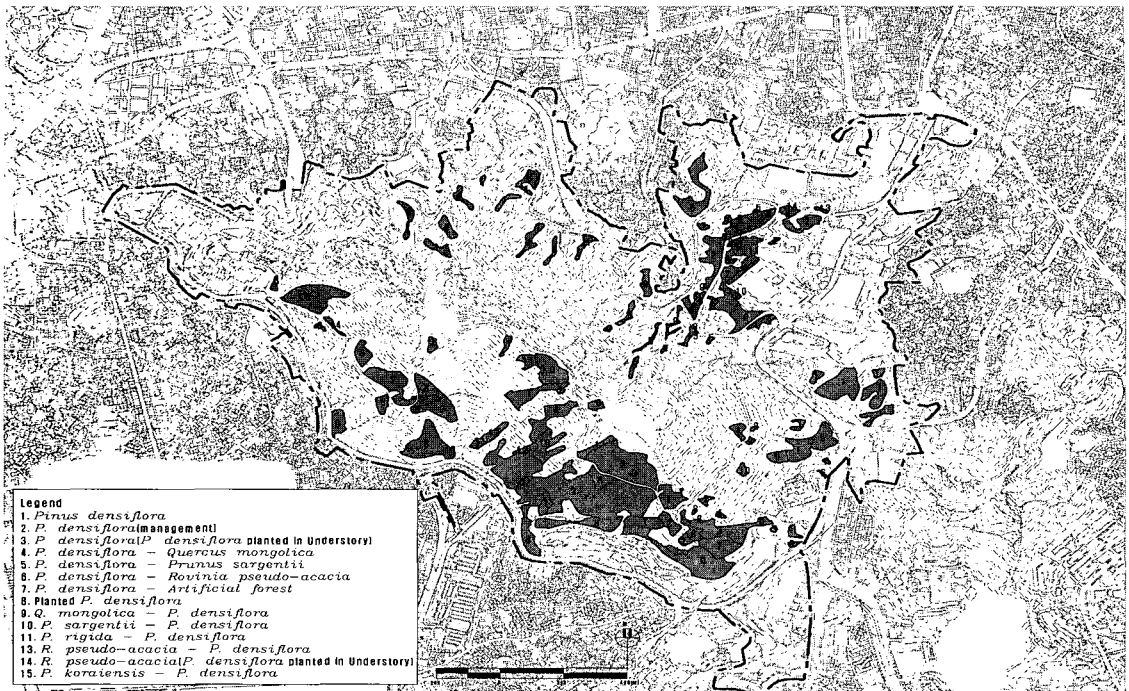


Figure 2. Map of actual vegetation of the *Pinus densiflora* forest in Namsan

1978년에 조사된 소나무 현존식생 조사결과(임경빈, 1978)와 비교해 볼 때 남산의 기존 소나무는 그 면적이 지속적으로 감소하였으나, 기존 아까시나무가 분포하던 지역에 아까시나무를 제거하고 소나무를 식재하여 전체 소나무 분포면적은 유사한 상황이었다. 이상을 종합한 결과 남산 소나무림은 기존 소나무림이 넓게 분포하면서 낙엽활엽수 등과 혼효되어 있었고 소나무 복원을 위한 소나무 식재지역이 넓게 분포하고 있었다. 북사면을 중심으로 신갈나무 등과 혼효되어 경쟁 혹은 도태중인 소나무군집이 능선부에 선형으로 분포하고 있었다.

3. 식물군집구조

1) 식물군집 분류

남산 소나무가 분포하는 지역을 대상으로 설정한 44개 조사지별 종조성을 분석하고자 Classification 분석중 TWINSpan 분석을 실시하여 군집을 분류하였다. 군집분류는 많은 식분(stand)에 대하여 식생자료를 바탕으로 식별종(differential species)에 의해 구분하는 것이다. 분석결과 첫 번째 단계에서 식별종은 왼쪽으로 산딸기, 개웃나무이었으며 오른쪽으로 팔배나무, 신갈나무이었다. 두 번째 단계에서 왼쪽으로 분리된 그룹은 왼쪽으로

산뽕나무 오른쪽으로 산벚나무, 국수나무, 때죽나무에 의해 구분되었으며 이들은 다시 잣나무의 출현여부에 의해 군집유형 I, 군집유형 II로 구분되었다. 세 번째 단계에서는 왼쪽으로 국수나무와 때죽나무이었으며(군집유형 IV) 오른쪽으로 신갈나무, 진달래이었다(군집유형 V).

전체적으로 총 5개 군집유형으로 분류되었으며 분류결과 5개 모두 소나무가 우점하는 군집으로 아교목층과 관목층의 출현종 및 밀도에 의해 구분되었다.

TWINSpan에 의해 구분된 5개 군집유형의 특성을 파악하고자, 각 군집유형으로 분리된 조사지의 평균상대우점치를 분석한 것이 Table 3이다. 유형별 평균상대우점치(M.I.P.) 분석결과 3개 조사지가 포함된 군집유형 I 은 소나무가 33.4~73.7%, 잣나무 6.0~40.5% 이었고 군집유형 II는 소나무(M.I.P.: 32.4~70.1%), 산벚나무(M.I.P.: 0.6~31.7%), 때죽나무(M.I.P.: 11.1~33.3%)의 평균상대우점치가 높았다. 8개 조사지가 포함된 군집유형 III은 소나무(M.I.P.: 27.1~83.3%), 아까시나무(M.I.P.: 0.6~31.7), 때죽나무(M.I.P.: 0.4~38.4%)가 높은 우점치를 나타내었고 12개 조사지가 포함된 군집유형 IV은 소나무(M.I.P.: 17.4~83.3%), 때죽나무(M.I.P.: 1.0~50.2%)의 우점치가 높았고, 군집유형 V는 소나무(M.I.P.: 22.

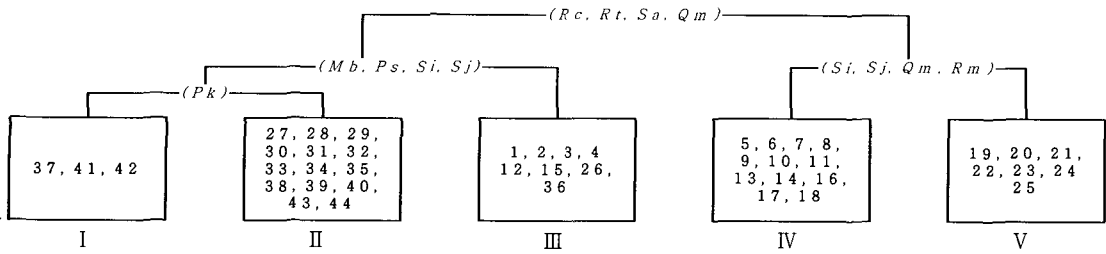


Figure 3. Dendrogram of classification by TWINSpan using forty-four plots in the *Pinus densiflora* in the Namsan (R_c : *Rubus crataegifolius*, R_t : *Rhus trichocarpa*, S_a : *Sorbus alnifolia*, Q_m : *Quercus mongolica*, M_b : *Morus bombycis*, P_s : *Prunus sargentii*, S_i : *Stephanandra incisa*, S_j : *Styrax japonica*, P_k : *Pinus koraiensis*, R_m : *Rhododendron mucronulatum*)

6~60.6%), 신갈나무(M.I.P.: 2.5~28.8%), 산벚나무 (M.I.P.: 1.3~16.6%) 등의 우점치가 높게 나타났다.

이상 TWINSpan에 의한 군집분류와 분류된 군집 유형별 평균상대우점치를 분석한 결과 군집유형 I은 소나무 하부에 잣나무가 식재된 군집유형, 군집유형 II는 산벚나무가 분포하는 소나무 군집유형, 군집유형 III은 소나무-아까시나무-매죽나무 군집유형, 군집유형 IV는 소나무-매죽나무 군집유형, 군집유형 V는 북사면 능선부 소나무-신갈나무 군집유형으로 구분되었다.

2) 상대우점치

군집유형 I은 기존소나무림 내 잣나무가 분포하는 지역으로 총 3개 조사지(조사지 37, 41, 42)가 포함되었으며 분포위치는 남측 순환도로 중앙부위의 능선부와 사면부에 분포하고 있었다. 교목층에서는 소나무가 상대우점치 86.68%로 우점하면서 일부 잣나무(I.P.: 12.50%)가 식재되어 있었으며 아교목층에서는 잣나무 (I.P.: 48.33%)와 매죽나무(I.P.: 20.37%)의 우점치가 높았다.

군집유형 II는 남사면 소나무 대경목 분포지역과 산벚나무가 넓게 분포하는 지역으로서 총 14개 조사지(조사지 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 38, 39, 40, 43, 44)가 포함되었다. 교목층에서는 소나무가 상대우점치 82.53%로 우점하면서 산벚나무(I.P.: 8.89%)가 일부 출현하고 있었고 아교목층에서는 매죽나무(I.P.: 43.96%), 소나무(I.P.: 13.05%), 산벚나무(16.01%)의 우점치가 높은 상태였으며 관목층에서는 국수나무(I.P.: 39.49%)와 매죽나무가 주요 출현수종이었다. 군집유형 II는 산벚나무가 출현하는 소나무군집유형으로 교목층에서 소나무가 우점하고 있으나, 아교목층과 관목층에서 산벚나무의 우점치가 높아 향후 산벚나무 등의 낙엽활엽수에 의해 소나무가 도태될 것으로 예상되었다.

동쪽 국립극장 주변에 위치한 군집유형 III은 총 8개 조사지(조사지 1, 2, 3, 4, 12, 15, 26, 36)가 포함되며 교목층에 소나무와 아까시나무가 우점하면서 아교목층에 매죽나무의 출현빈도가 높은 유형이다. 층위별 상대우점치를 살펴보면(Table 4) 교목층에서는 소나무(I.P.: 73.57%)와 더불어 아까시나무(I.P.: 14.80%), 산벚나무 (I.P.: 6.73%)의 우점치가 높았고 아교목층에서는 매죽나무(I.P.: 70.20%)의 우점도가 높았다. 관목층에서도 매죽나무(I.P.: 24.44%)의 우점도가 높은 상태로 산딸기 (I.P.: 13.85%)와 국수나무(I.P.: 19.26%)가 주요 동반 출현종이었다.

군집유형 IV는 총 12개 조사지(조사지 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 18)가 포함되며 남산 동쪽편에 주로 위치하고 있었다. 층위별 상대우점치 분석결과 교목층에서는 소나무(I.P.: 72.12%)가 우점하면서 산벚나무(I.P.: 9.38%), 매죽나무, 팔배나무 등이 주요 출현수종이었고 아교목층에는 매죽나무(I.P.: 65.71%), 산벚나무(I.P.: 10.94%), 소나무(I.P.: 10.48%) 등이 우점하고 있었다. 관목층에서도 매죽나무(I.P.: 39.63%)의 세력이 큰 상태이었다. 특히 매죽나무는 서울시와 같은 도시화된 산림 지역 토양조건에 크게 상관하지 않고 생육이 양호한 수종으로(조우, 1995) 남산 전체지역에서 고르게 출현하고 있지만 특히 군집유형 III과 IV에서 세력이 왕성한 상태이었다.

군집유형 V는 총 7개 조사지(조사지 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25)가 포함되며 북사면 능선부에 주로 위치하고

Table 4. Importance percentage of the woody plants by the stratum in five community types classified by TWINSpan

Species	Community type I				Community type II				Community type III			
	C ^a	U ^b	S ^c	M ^d	C ^a	U ^b	S ^c	M ^d	C ^a	U ^b	S ^c	M ^d
<i>Pinus koraiensis</i>	12.50	48.33	4.20	23.06	82.53	13.05	-	45.62	-	-	-	-
<i>P. densiflora</i>	86.68	-	-	43.34	-	-	-	-	73.57	9.95	0.30	40.15
<i>Quercus mongolica</i>	-	-	5.39	0.90	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Morus bombycis</i>	-	4.93	0.79	1.78	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stephanandra incisa</i>	-	-	3.89	0.65	-	-	39.49	6.58	-	-	19.26	3.21
<i>Sorbus alnifolia</i>	-	-	-	-	0.56	1.64	1.49	1.08	-	-	-	-
<i>Rubus crataegifolius</i>	-	-	8.95	1.49	-	-	2.27	0.38	-	-	13.85	2.31
<i>Rosa multiflora</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.29	0.22
<i>Prunus sargentii</i>	-	0.97	6.95	1.48	8.89	16.01	5.13	10.64	6.73	6.04	1.09	5.56
<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	-	-	0.46	0.08	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Robinia pseudo-acacia</i>	-	0.97	2.06	0.67	-	-	-	-	14.8	4.41	9.65	10.48
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	-	1.00	13.75	2.63	-	0.90	2.21	0.67	-	-	1.79	0.30
<i>Rhus trichocarpa</i>	-	-	-	-	-	0.41	2.08	0.48	-	-	0.23	0.04
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	-	-	-	-	-	-	6.51	1.09	-	-	-	-
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	-	-	-	-	-	-	2.14	0.36	-	-	-	-
<i>Styrax japonica</i>	-	20.37	15.88	9.44	1.06	43.96	16.2	17.88	-	70.2	24.44	27.47
<i>Callicarpa japonica</i>	-	-	3.97	0.66	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Clerodendron trichotomum</i>	-	-	3.18	0.53	-	-	-	-	-	-	-	-
Others	<i>Juniperus rigida</i> , <i>Castanea crenata</i> , <i>Quercus acutissima</i> etc. total 41 species				<i>Pinus koraiensis</i> , <i>P. rigida</i> , <i>Picea abies</i> etc. total 48 species				<i>Pinus koraiensis</i> , <i>P. rigida</i> , <i>Quercus mongolica</i> , <i>Q. serrata</i> etc. total 22 species			

*a: Canopy layer importance percentage, b: Understory layer importance percentage, c: Shrub layer importance percentage, d: Mean importance percentage

(Table 4. Continued)

Species	Community type IV				Community type V			
	C ^a	U ^b	S ^c	M ^d	C ^a	U ^b	S ^c	M ^d
<i>P. densiflora</i>	72.12	10.48	-	39.55	72.73	12.59	-	40.56
<i>Juniperus rigida</i>	-	-	-	-	-	8.94	2.95	3.47
<i>Alnus hirsuta</i>	-	-	-	-	-	0.78	-	0.26
<i>Quercus mongolica</i>	0.51	1.87	4.65	1.65	13.19	16.14	5.39	12.87
<i>Stephanandra incisa</i>	-	-	13.70	2.28	-	-	-	-
<i>Sorbus alnifolia</i>	4.65	2.29	4.85	3.90	0.44	18.61	6.67	7.54
<i>Prunus sargentii</i>	9.38	10.94	0.69	8.45	5.41	15.36	2.02	8.16
<i>Robinia pseudo-acacia</i>	4.80	6.29	15.93	7.15	-	-	-	-
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	-	-	-	-	-	-	51.72	8.62
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	-	-	-	-	-	-	1.02	0.17
<i>Styrax japonica</i>	3.66	65.71	39.63	30.34	-	19.53	10.52	8.26
Others	<i>Pinus rigida</i> , <i>Euonymus alatus</i> for. <i>ciliato-dentatus</i> , <i>Quercus serrata</i> , <i>Lespedeza cyrtobotrya</i> etc. total 20 species				<i>Quercus serrata</i> , <i>Stephanandra incisa</i> , <i>Sorbus alnifolia</i> etc. total 13 species			

있었다. 교목층에서는 소나무(I.P.: 72.39%)가 우점하면서 신갈나무(I.P.: 13.19%)의 세력이 점차 확대되고 있으며 아교목층에서는 소나무(I.P.: 12.59%), 신갈나무(I.P.: 16.14%), 팔배나무(I.P.: 18.16%), 산벚나무(I.P.: 15.36%)의 우점도가 높았으며 관목층에서는 진달래(I.P.: 51.72%)가 주요 출현종이었다. 본 군집유형은 남산 북사면 능선부에 소나무가 우점하는 군집내에 신갈나무 등의 낙엽활엽수가 능선부로 유입되면서 소나무와 경쟁을 하고 있는 상태이다. 현재는 소나무가 우점하지만 점차 신갈나무나 팔배나무 등의 세력이 커지면 소나무의 도태가 예상되었다. 우리나라 수도권내 천이계열은 광릉 소리봉지역 소나무→신갈나무, 졸참나무, 갈참나무→서어나무, 까치박달나무, 물푸레나무(이경재 등, 1990a), 죽엽산지역 소나무→서어나무와 소나무→신갈나무→서어나무의 두가지로 추정되며(이경재 등, 1992) 경기도 용문산지역 소나무→졸참나무, 갈참나무→신갈나무→서어나무(이경재 등, 1990b)로 추정되나, 남산지역을 포함한 서울지역은 불안정한 식생으로 인해 서어나무, 낙엽활엽수와 같은 극상림 도달은 어렵고 소나무에서 참나무류인 신갈나무로 천이가 진행되어 안정된다는 연구결과(박인협 등, 1987; 이경재 등, 1996)와 동일한 경향이였다.

3) 종다양도

5개 군집유형의 종다양도를 단위면적 400m²를 기준으로 샤논의 종다양도 지수를 분석한 결과(Table 5) 군집유형 I 이 종다양도지수 1.1485로 가장 높았으며 이는 잣나무를 식재하면서 유입되는 교목층과 아교목층 수관이 열리면서 광량이 많아져 관목층에 천이초기식물인 산딸기, 청미레덩굴 등이 발아하였기 때문으로 판단되었다. 군집유형 II, III, V는 0.7883~0.8077로 유사한 경향을 보였으나, 유형 IV는 아교목층의 때죽나무 출현 밀도가 높아 종다양도가 낮은 상태이었다. 이는 우리나라 대표적 소나무군집인 경북 봉화군 춘양면 금강소나무군집(0.4320~0.9489), 강원도 설악산(1.4247)과 지

Table 5. Various species diverse of the five *Pinus densiflora* community types in the Namsan (Unit: 400 m²)

Community type	H'(shannon)	J'(evenness)	D(dominance)	H'max
I	1.1485	0.8556	0.1444	1.3424
II	0.7883	0.7304	0.2696	1.0792
III	0.8036	0.8036	0.1964	1.0000
IV	0.5980	0.7076	0.2924	0.8451
V	0.8077	0.8464	0.1536	0.9542

악산(1.3252) 등과 비교해 볼 때(이경재 등, 2002), 춘양면 금강소나무군집과는 유사한 상황이었고 설악산과 치악산보다는 낮은 상태이었다. 경북 춘양면 금강소나무군집의 경우 소나무보호 및 송이생산을 목적으로 지속적인 하예작업을 통해 진달래, 쇠물푸레 등 종의 세력이 큰 상태이어서 종다양도가 낮은 상태이었다. 남산 소나무군집도 유형별로 지속적 관리가 이루어졌고 더욱이 도시에 적응성이 강한 때죽나무 등의 출현빈도가 높아 종다양도가 다른 지역에 비해 낮은 것으로 판단되었다.

4) 종수 및 개체수

5개 유형별 종수 및 개체수를 분석하기 위해 각 유형내 대표적 조사지(단위면적 400m²)를 설정하여 분석하였다(Table 6). 군집유형 I 은 기존 소나무 하부에 잣나무가 식재된 유형으로 출현종수는 22종으로 가장 많았으며 이는 관목층을 중심으로 천이초기식물이 다수 출현했기 때문이다. 출현 개체수는 총 277개체로서 교목층 34개체, 아교목층 15개체, 관목층 228개체이었다.

군집유형 II는 남사면 일대에 위치하며 산벚나무가 출현하는 소나무대경목 유형으로서 출현종수는 12종이었고 출현개체수는 총 309개체이었으며 교목층 22개체, 아교목층 7개체, 관목층 280개체이었다. 유형 III은 소나무가 우점하면서 아까시나무와 때죽나무의 출현빈도가 높은 유형으로서 출현종수는 19종이었고 출현개체수는 총 137개체로 교목층 15개체, 아교목층 38개체, 관목층 84개체이었다. 군집유형 IV는 소나무가 우점하면서 아교목층에 때죽나무의 출현빈도가 높은 유형으로서 출현종수는 17종이었고 출현개체수는 총 152개체로서 교목층 38개체, 아교목층 2개체, 관목층 112개체이었다. 군집유형 V는 북사면 능선부에 분포하는 소나무가 우점하면서 신갈나무가 다수 출현하는 군집유형으로서 출현종수는 19종이었고 출현개체수는 총 242개체로서 교목층 25개체, 아교목층 25개체, 관목층 192개체이었다.

군집유형 I 과 같이 하층에 인위적 식재가 된 지역은

Table 6. Analysis of the number of species and individuals of the five *Pinus densiflora* community types in the Namsan (Unit: 400 m²)

Community type	No. of individual				No. of Species
	Canopy	Understory	Shrub	Total	
I	34	15	228	277	22
II	22	7	280	309	12
III	15	38	84	137	19
IV	38	2	112	152	17
V	25	25	192	242	19

Table 7. Analysis of age of the five *Pinus densiflora* community types in the Namsan

Division	Size			Age(year)			
	Indi.*	Height(m)	DBH(cm)	Max	Min	Mode	Mean
<i>Pinus densiflora</i>	128	4.5~16	9~44.5	124	17	48	39.3
<i>Prunus sargentii</i>	10	9~15	15~45	68	25	23	34.5
Others							
<i>Robinia pseudo-acacia</i>	6	11~20	16~30	43	26	32	32.5
species							
<i>Ailanthus altissima</i>	1	15	23	-	-	-	29
<i>Salix koreensis</i>	1	14	30	-	-	-	45

* Indi.: No. of individual

다양한 종수가 유입되었지만, 자연성이 양호한 상태는 아니며 군집유형 IV는 아교목층에 때죽나무 출현빈도가 높아 다른 수종의 유입은 적은 상태이었다. 특히 군집유형 II는 대경목 산벚나무와 소나무가 분포하는 지역으로 교목층 수목간 분포간격이 넓고 수관폭이 넓게 형성되어 교목층과 아교목층의 출현종수 및 개체수가 적었으며 군집유형 III은 최근에 소나무 보호를 위해 관목층 수종을 관리하여 출현 개체수가 적은 상태이었다.

5) 연륜 및 생장

Table 7은 남산 기존 소나무 및 주요 수종별 표본목 규격 및 수령을 나타낸 것이다. 기존 소나무는 총 128주를 분석하였으며 분석결과 평균 수령은 39.3년생이었고 최대값 124년생, 최소값 17년생, 최빈값 48년생이었다. 남산지역에서 소나무가 우점하는 군집내에서 소나무와 경쟁상태이거나 향후 경쟁이 예상되는 수종들의 수령을 분석해 본 결과 산벚나무 10주는 평균수령 34.5년생이었고 최대값 68년생, 최소값 25년생, 최빈값 23년생이었다. 아까시나무 6주는 평균수령 32.5년생이었고 최대값 43년생, 최소값 26년생, 최빈값 32년생이었다. 이외에 가중나무(1주)는 29년생이었고 버드나무(1주)는 45년생이었다.

남산 소나무림내에 설정한 주요 조사지내 소나무와 낙엽활엽수간 경쟁에 의한 수목 생장량을 분석하기 위해 조사지내 경쟁상태에 있는 두 수목을 선정하여 최근 20년간 연간생장량 분석결과(Table 8) 조사지 7은 소나무와 산벚나무가 경쟁중이었으며 소나무는 0.9mm, 산벚나무는 2.7mm의 생장상태를 보이고 있었다. 조사지 8은 소나무와 아까시나무가 경쟁중이었으며 소나무 0.5mm, 아까시나무 2.5mm, 조사지 19는 소나무 1.9mm, 신갈나무 2.6mm, 조사지 37은 소나무 3.4mm, 졸참나무 4.1mm의 연간생장량을 나타내고 있었다. 분석결과 소나무의 연간생장량보다 경쟁종인 낙엽활엽수의 연간생장량이 양호하므로 장차 소나무는 세력감소에 따른 도태가 예상되었다.

4. 15년간(1990~2004년) 식생구조 변화

1) 상대우점치

남산 소나무림내에 설정한 5개 조사지의 15년간 상대우점치 분석결과(Table 9), 소나무는 1990년 당시 평균 상대우점치 77.9%에서 2004년에 50.6%로 세력이 감소하고 있었으며 산벚나무는 1990년 당시 1.5%에서 2004년 9.2%로 그 세력이 점차 확대되고 있는 상황이었다. 아

Table 8. Analysis of annual growth of competitive condition tree for last two decades

Plot number	Community type	Species	Size		Age (year)	Annual growth	Distance between trees(m)
			Height(m)	DBH(cm)			
7	IV	<i>Pinus densiflora</i>	13	27	76	0.9	6
		<i>Prunus sargentii</i>	14	35	68	2.7	
8	IV	<i>Pinus densiflora</i>	9	22	73	0.5	3.5
		<i>Robinia pseudo-acacia</i>	11	21	43	2.5	
19	V	<i>Pinus densiflora</i>	12	18.5	49	1.9	3.5
		<i>Quercus mongolica</i>	11	33	43	2.6	
37	I	<i>Pinus densiflora</i>	13	23	50	3.4	3
		<i>Quercus serrata</i>	12	25	34	4.1	

Table 9. Change of importance percentage of five plots for fifteen years in Namsan

Year Species	1990				1995				2000				2004				
	C ^a	U ^b	S ^c	M ^d	C ^a	U ^b	S ^c	M ^d	C ^a	U ^b	S ^c	M ^d	C ^a	U ^b	S ^c	M ^d	
<i>Pinus rigida</i>	1.4	-	-	0.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. densilora</i>	96.8	88.5	-	77.9	86.9	44.9	-	58.4	87.5	20.9	-	50.7	80.2	31.6	-	50.6	
<i>Juniperus rigida</i>	-	-	0.4	0.1	-	0.7	-	0.2	-	1.2	-	0.4	-	-	0.2	0.1	
<i>Castanea crenata</i>	-	-	0.1	-	-	-	0.3	0.1	-	-	1.2	0.2	-	-	2.3	0.4	
<i>Quercus mongolica</i>	-	4.5	1.1	1.7	-	-	1.4	0.2	-	0.5	4.8	1.0	-	6.5	1.7	2.5	
<i>Cocculus triobus</i>	-	-	3.8	0.6	-	-	0.1	0.0	-	-	2.9	0.5	-	-	-	-	
<i>Stephanandra incisa</i>	-	-	21.0	3.5	-	-	63.4	10.6	-	-	66.2	11.0	-	-	45.9	7.7	
<i>Malus sieboldii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	0.1	-	-	-	-	
<i>Sorbus alnifolia</i>	-	-	0.4	0.1	-	0.3	0.8	0.2	-	0.4	1.2	0.3	-	3.5	1.7	1.4	
<i>Rubus crataegifolius</i>	-	-	4.7	0.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Rosa multiflora</i>	-	-	0.1	-	-	-	0.3	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Prunus sargentii</i>	1.2	-	5.6	1.5	12.1	7.9	1.5	9.0	10.6	10.6	0.4	8.9	16.5	-	5.3	9.2	
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	-	-	-	-	-	0.3	0.5	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	-	-	11.5	1.9	-	0.3	2.3	0.5	-	-	0.3	0.1	-	-	-	-	
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	-	-	2.1	0.3	-	0.3	0.5	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Ailanthus altissima</i>	-	2.4	1.8	1.1	1.0	1.0	-	0.8	1.9	0.6	3.4	1.7	1.3	-	1.2	0.8	
<i>Rhus chinensis</i>	-	-	2.5	0.4	-	0.3	0.4	0.2	-	-	-	-	-	-	0.3	0.1	
<i>Rhus trichocarpa</i>	-	-	4.6	0.8	-	3.0	2.3	1.4	-	4.0	2.5	1.7	-	-	1.3	0.2	
<i>Celastrus orbiculatus</i>	-	-	0.3	0.1	-	-	1.7	0.3	-	-	0.6	0.1	-	-	-	-	
<i>Acer palmatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5	0.1	-	7.0	1.8	2.6	
<i>Elaeagnus umbellata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	0.1	-	-	-	-	
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	-	-	-	-	-	-	1.1	0.2	-	-	-	0.6	-	-	3.1	0.5	
<i>Aralia elata</i>	-	-	6.1	1.0	-	-	0.9	0.2	-	0.7	2.1	0.6	-	-	0.9	0.1	
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	-	-	4.4	0.7	-	0.4	2.4	0.5	-	0.7	6.3	1.3	-	-	1.9	0.3	
<i>Styrax japonica</i>	-	4.5	22.6	5.3	-	39.9	16.4	16.0	-	59.8	4.2	20.6	2.1	51.4	26.7	22.6	
<i>Callicarpa japonica</i>	-	-	1.2	0.2	-	-	1.6	0.3	-	-	-	-	-	-	3.1	0.5	
<i>Clerodendron trichotomum</i>	-	-	0.8	0.1	-	0.7	1.0	0.4	-	0.3	2.5	0.5	-	-	-	-	
<i>Smilax china</i>	-	-	0.1	0.0	-	-	0.2	0.0	-	-	0.3	0.1	-	-	-	-	
Others (I.P. <0.1)																	

* a: Canopy layer importance percentage, b: Understory layer importance percentage, c: Shrub layer importance percentage, d: Mean importance percentage

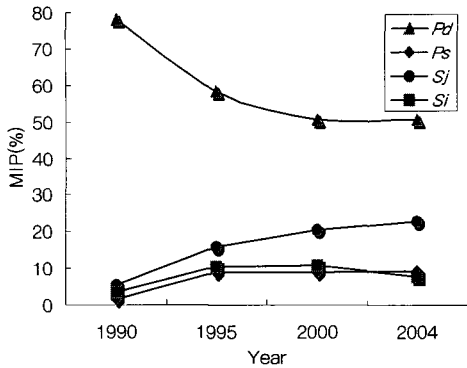


Figure 4. Change of major species' MIP(mean importance percentage) for fifteen years

* Pd: *Pinus densiflora*, Ps: *Prunus sargentii*, Sj: *Styrax japonica*, Si: *Stephanandra incisa*

교목성상인 때죽나무는 1990년 세력(M.I.P.: 5.3%)보다 2004년도 세력(M.I.P.: 22.6%)이 크게 증가한 상태이었다. 이외에 국수나무(M.I.P.: 3.5→7.7%), 신갈나무(M.I.P.: 1.7→2.5%) 등의 세력이 확대되었고 산딸기(M.I.P.: 0.8→0.0%), 짚레꽃, 청미래덩굴, 누리장나무 등의 세력은 감소하거나 도태된 상태이었다.

Figure 4는 주요 수종별 평균상대우점치의 15년간 변화패턴을 도식화한 것으로 소나무는 세력이 지속적으로 감소하고 있었으며 때죽나무, 국수나무, 산벚나무는 그 세력이 점차 확대되고 있는 상황이었다.

2) 종다양도 / 종수 및 개체수

15년간 5개 조사지(단위면적 2,000m²)의 종다양도와 종수 및 개체수 분석결과(Table 10) 1990년도 당시 shannon의 종다양도지수는 1.1719 이었으며 1995년 0.7071, 2000년도 0.8553, 2004년도 0.8829로 1990년 당시보다 종다양도는 낮아졌으나, 최근 점차 높아지고

있는 경향이었다. 1995년의 수치가 1990년도에 비해 크게 낮아진 이유는 소나무 가꾸기사업이 이루어졌기 때문이었다. 이시기에 이루어진 소나무가꾸기 사업은 교목층 수종중 소나무와 경쟁중인 낙엽활엽수를 주로 관리했으므로 교목층의 출현 개체수가 크게 저하되었다. 2004년도 조사시에는 아교목층과 관목층 수종 관리와 교목층으로 재조사된 개체 등으로 인해 교목층은 2000년 85개체에서 2004년 105개체로 늘어났으며 아교목층은 2000년 175개체에서 2004년 26개체로 크게 줄어든 상태이었다. 출현종수는 1990년 34종에서 소나무 가꾸기사업이 이루어져 1995년 25종으로 줄어든 이후 2000년, 2004년에는 21종으로 유지되고 있었다.

결론

본 연구는 남산소나무림의 생태적 특성 및 소나무림에 대한 15년간 식생구조 변화실태를 분석하여 생태적 관리 기초자료 제공을 목적으로 하였다. 소나무림 분포면적은 남산 전체면적의 14.9%에 해당하는 434,702m² 이었으며 현존식생은 6개 유형, 15개 세부유형으로 구분되었고 이중 기존 소나무림은 43.75%, 낙엽활엽수와 혼효된 소나무림은 10.29%, 식재된 소나무림은 37.62% 이었다. 현존식생을 고려하여 설정한 44개 조사지와 5개 고정조사지를 중심으로 소나무림 생태적 특성 및 15년간 변화실태를 분석한 결과 교목층은 소나무, 아교목층은 때죽나무, 관목층은 국수나무의 우점치가 높게 나타났다. 특히 일부 지역을 중심으로 소나무와 낙엽활엽수와의 경쟁으로 인해 소나무 세력이 지속적으로 감소하고 있으므로 소나무림의 생태·경관적 측면을 고려한 관리가 필요하였다. 즉 남사면의 대경목 소나무가 분포하는 지역은 소나무경관을 위해 소나무와 경쟁이 예상되는 낙엽활엽수의 관리가 요구되었으며 북사면 신갈나무와 경쟁중인 소나무림은 천이에 의한 생태적 관리가 요구되었다. 아울러 소나무림의 종다양성이 낮으므로

Table 10. Change of diverse, species and individual of five plots for fifteen years in Namsan (Unit: 2,000 m²)

Year	Diversity				No. of Individual				No. of Species
	H'(shannon)	J'(evenness)	D(dominance)	H'max	C ^a	U ^b	S ^c	Total	
1990	1.1719	0.7652	0.2348	1.5315	150	25	720	895	34
1995	0.7071	0.5058	0.4942	1.3979	84	182	1,084	2,070	25
2000	0.8553	0.6469	0.3531	1.3222	85	175	816	1,046	21
2004	0.8829	0.6677	0.3323	1.3222	102	26	1,332	1,460	21

a: Canopy layer, b: Understory layer, c: Shrub layer

아교목관목상상의 다양한 종이 유입될 수 있도록 관리해야 할 것이다.

인용문헌

- 박인규(2005) 서울시 남산 소나무림의 특성 및 생태적 관리 방안 연구. 서울시립대학교 대학원 박사학위논문, 250쪽.
- 박인협, 이경재, 조재창(1987) 북한산지역의 삼림군집구조에 관한 연구. 응용생태연구 1(1): 1-23.
- 서울특별시 중구(1992) 중구지(下).
- 오구균, 이경재, 임경빈(1998) 식물사회학적 특성을 고려한 남산공원 식생의 관리대책. 한국임학회지 77(1): 1-9.
- 이경재(1986) 남산공원의 자연환경실태 및 보전대책. 78쪽.
- 이경재(1991) 남산 자연공원의 수목 생육환경 실태 및 관리 방안. 남산공원사무소, 64쪽.
- 이경재, 김정호, 한봉호(2002) 경상북도 춘양지방 금강소나무의 식생구조 및 생육밀도. 한국환경생태학회지 15(4): 379-393.
- 이경재, 조우, 한봉호(1996) 서울 도시생태계현황과 회복대책(Ⅰ) -산림지역 식물군집구조-. 환경생태학회지 10(1): 113-127.
- 이경재, 조재창, 이봉주, 이도석(1990a) 광릉산림의 군집구조(Ⅰ) -Classification 및 ordination방법에 의한 소리봉지역의 식생분석. 한국임학회지 79(2): 173-186.
- 이경재, 조재창, 류창희(1990b) Classification 및 ordination 방법에 의한 용문산 산림의 식물군집구조. 한국식물학회지 33(3): 173-182.
- 이경재, 최송현, 조재창(1992) 광릉산림의 식물군집구조(Ⅱ) -Classification 및 ordination방법에 의한 죽엽산지역의 식생분석. 한국임학회지 81(3): 214-223.
- 이창복(1980) 대한식물도감. 향문사, 990쪽.
- 이창석, 조현재, 문정숙, 김재은, 이남주(1998) 복원 및 경관 생태학적 원리에 근거한 남산의 생태공원화 계획. 한국생태학회지 21(3): 723-733.
- 임경빈(1978) 남산공원 수립의 피해상태와 그 대책에 관한 연구. 남산공원사무소, 134쪽.
- 정태현, 이우철(1965) 한국 삼림 식물대 및 적지적수론. 성균관대학교 논문집 10: 329-435.
- 조우(1995) 도시녹지의 생태적 특성 분석과 자연성 증진을 위한 관리모형 -서울시를 중심으로-. 서울시립대학교 대학원 박사학위논문, 252쪽.
- 최기영, 이용범, 조영렬, 이경재(1996) 남산과 광릉지역 소나무림 토양시비가 소나무 잎의 왁스함량, 겹촉각 및 무기양이온 함량과 토양 산도에 미치는 영향. 한국대기보전학회지 12(3): 256-261.
- 吉剛邦二(1958) 日本松林 -生態學的研究-. 日本林業技術協會, 198pp.
- 植木秀幹(1928) 조선산 적송의 식생 및 개량에 관한 조립학적 고찰. 수원고등농림학교 학술보고 제 3호. 263pp.
- Brower, J.E and J.H. Zar(1997) Field and laboratory methods for general ecology. Wm. C. Brown Company.
- Curtis J.T. and R.P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32: 376-496
- Hill, M.O.(1979) TWINSPLAN-A FORTRAN Program for Detrended Correspondence Analysis and Reciprocal Averaging. Ithaca, N. Y. Cornell Univ. Press, 99pp.
- Monk, C.D., G.I. Child and S.A. Nicholson(1969) Species Diversity of a Stratified Oak-hickory Community. Ecology, 50(3): 468-470.
- Jones, E.W.(1945) The structure and reproduction of the virgin forest of the north temperate zone. New Phytol. 44: 130-148.
- Pianka, E.R.(1970) On r-and K-selection. American Naturalist 104: 592-597.
- Pielou, E.C.(1975) Mathematical ecology. John Wiley & Sons, New York, 385pp.

최종심사일 : 2005년 8월 30일 3인익명 심사필.