

서울시 남산 신갈나무림 생태계 특성과 변화 연구

한봉호* · 박석철** · 김종업*** · 콧정인***

*서울시립대학교 조경학과 교수 · **서울시립대학교 도시과학연구원 연구원 · ***(재)환경생태연구재단 연구원

Ecological Characteristics and Changes of *Quercus mongolica* Community in Namsan (Mt.), Seoul

Han, Bong-Ho* · Park, Seok-Cheol** · Kim, Jong-Yup*** · Kwak, Jeong-In***

*Professor, Dept. of Landscape Architecture, University of Seoul

**Researcher, Institute of Urban Science, University of Seoul

***Researcher, Environmental Ecology Research Foundation

ABSTRACT

The purpose of this study is to secure objective and precise data through ecosystem monitoring, to reveal ecological characteristics through comparison and analysis with past survey data, and to accumulate basic data for diagnosing the current situation and predicting changes in the ecosystem. The target site is the ‘*Quercus mongolica* forest on the Buksa-myeon of Namsan’, which was designated as an Ecological Landscape Conservation Area (ELCA) of Seoul in July 2006. The research contents are analysis of soil environment change (1986~2016), change of actual vegetation (1978~2016), and change of plant community structure (1994~2016). A total of 8 fixed surveys (400~1,200m²) were established in 1994 and 2000. Analysis items are importance value, species and population, and Shannon’s species diversity. The soil environment of Namsan is acidic (pH 4.40 in 2016), which is expected to have a negative impact on tree growth and vegetation structure due to its low capacity for exchangeable cations. *Quercus mongolica* forest in Namsan is mainly distributed on the northern slopes. The actual vegetation area changed from 49.4% in 1978 → 80.7% in 1986 → 82.4% in 2000 → 88.3% in 2005 → 88.3% in 2009 → 70.3% in 2016. In 2016, the forest decreased by 18% compared to 2009. While there was increased growth of *Quercus mongolica* in the tree layer from 2009 to 2016, the overall decline in vegetation area was due to logging and fumigation management following the spread of oak wilt in 2012. As for the changes in the plant community structure, *Quercus mongolica* of the tree layer was damaged by oak wilt, and the potential vegetation that can form the next generation was ambiguous. In the subtree layer, the force of urbanization tree species such as *Styrax japonicus*, *Sorbus alnifolia*, and *Acer palmatum* was maintained or increased. In the shrub layer, the number of trees and species increased significantly due to the open tree crown, and accordingly, the species diversity of Shannon for woody plants also increased. In *Quercus mongolica* forest of Namsan, various ecological changes are occurring due to the effects of urban environments such as air pollution and acid rain, the limitation of *Quercus mongolica* pure forest due to oak wilt, and the introduction of exotic species, thus, it is necessary to establish a management plan through continuous monitoring.

Key Words: Urban Environment Change, Actual Vegetation, Plant Community Structure, Oak Wilt, Ecological Succession

Corresponding author: Seok-Cheol Park, Researcher, Institute of Urban Science, University of Seoul, Seoul 02504, Korea, Tel.: +82-2-6490-5521, E-mail: psc9987@uos.ac.kr

국문초록

본 연구의 목적은 서울시 남산 신갈나무림을 대상으로 과거 조사자료와의 비교·분석을 통해 생태적 특성을 밝히고, 현황 진단 및 생태계 변화 예측을 위한 기초자료를 축적하는데 있다. 연구대상지는 2006년 7월 서울시 생태·경관보전지역으로 지정된 ‘남산 북사면 신갈나무림’이다. 연구내용은 토양환경 변화(1986~2016) 분석, 현존식생 변화(1978~2016) 분석, 식물군집구조 변화(1994~2016) 분석이다. 식물군집구조 고정조사구는 1994년과 2000년에 설정한 총 8개 고정조사구(400~1,200m²)를 대상으로 하였으며, 분석항목은 상대우점치, 종수 및 개체수, Shannon의 종다양도이다. 남산 토양환경은 산성 토양(pH 4.40)으로 치환성양이온 용량이 낮아 수목 생육에 부정적 영향을 미칠 것으로 예측되었다. 남산의 신갈나무림은 주로 북사면 일대에 분포하며, 현존식생 면적은 49.4%(1978년) → 80.7%(1986년) → 82.4%(2000년) → 88.3%(2005년) → 70.3%(2016년)로 변화하였으며, 2016년에는 2005년과 비교해 세력이 18% 감소하였다. 이러한 변화는 교목층 신갈나무의 생장에 의해 세력이 증가하였다가 2012년 참나무시들음병 확산에 따른 벌채 및 훈증 관리로 그 세력이 크게 감소되었기 때문이다. 식물군집구조 변화 내용은 대부분 참나무시들음병으로 교목층 신갈나무가 훼손되었고, 차대를 형성할 수 있는 참재식생이 나타나고 있지 않았다. 아교목층은 도시환경 적응 수종인 때죽나무, 팔배나무 등의 세력이 유지 또는 증가하였다. 관목층은 개방된 상층 수관에 의해 종수 및 개체수가 크게 증가하여 군집별 Shannon의 종다양도도 증가하였다. 남산 신갈나무림은 대기오염 및 산성비 등 도시환경의 영향, 참나무시들음병에 의한 신갈나무 단순림의 한계, 외래종의 유입 등 다양한 생태계 변화가 나타나고 있어 지속적인 모니터링을 통한 관리방안 수립이 필요하다.

주제어: 도시환경 변화, 현존식생, 식물군집구조, 참나무시들음병, 생태적 천이

1. 서론

도시는 도시환경 변화에 따라 대기오염이 심각해지고, 강우 산성화가 발생하고 있다. 또한 최근 평균기온이 30년간 약 0.1~0.5℃ 상승하였고, 도시지역의 경우 0.3~0.8℃ 추가 상승하는 등 기후변화와 도심 열섬현상이 두드러지고 있다(Kim *et al.*, 1999). 도시지역은 각종 개발로 녹지의 파편화와 단절로 인한 생물서식공간 파괴, 개체군 고립 또는 교란으로 인한 생물 종다양성 감소가 문제 시 되었으며(Brown, 1981; Harris, 1984), 도시 산림 생태계 내 자생식물군집의 파괴로 인하여 생물종 다양성이 낮아지고, 단일 수종에 의한 우점현상이 뚜렷이 관찰되고 있는 실정이다(Hough, 1983). 이러한 대기오염, 도시 열섬화 현상, 토양 산성화 등은 도시숲의 생물종 조성 변화 및 미세 기후의 변화를 초래한다(Oh *et al.*, 2008). 남산은 도시화된 바다에 떠 있는 하나의 녹색 섬의 형태로 존재하지만 도심에서는 녹지공동화 현상을 보이고 있음을 고려할 때 서울에서 남산이 차지하고 있는 생태적 가치는 크다고 말할 수 있다(Lee *et al.*, 2006). 남산은 한양의 안산(案山)으로 목멱산(木覓山), 인경산(引慶山) 등으로 불렸으며, 금산(禁山)으로 지정되어 소나무림을 보호하던 지역이었다. 남산은 도시자연공원으로 서울시 남북녹지축의 핵심적 위치를 점하고 있는 중요 거점공간이다. 일제 시대 이후 남산에 많은 시설이 입지하여 훼손되었고, 1960년대 중반부터 시작된 치산녹화사업을 통해 아까시나무, 은사시나무 등을 식재하였다. 1970년대 이후 대기오염, 토양 산성화

는 자연생태계를 훼손하는 주요 요인이 되었다. 서울시는 2006년 남산 북사면 신갈나무림을 생태·경관보전지역으로 지정하였고, 2007년 남사면 소나무군락을 확대 지정하였다.

신갈나무는 식물구계 상중부아구와 남부아구 고지대에 분포(Lee and Yang, 1978)하는 종이며, 수평적으로는 전라남도 해남군 대둔산(북위 34° 30′)으로부터 함경북도 온성군 증산(북위 42°20′), 수직적으로는 표고 100m부터 1,800m에 분포한다(Chung and Lee, 1965). 신갈나무는 동아시아지역 특산종으로 지리적으로 매우 중요한 식물이며, 산림을 이루는 가장 대표적인 수종(Kim, 2017)이다. 신갈나무는 생태적 지위 폭이 넓은 수종으로 산림에서 안정된 산림군락으로 인정되고 있으며(Lee *et al.*, 1994b), 중부지역의 냉온대 낙엽활엽수림대와 산악 정상 부근의 표징종으로 건조한 산악 상부에서는 기후적 극상림으로 발달하고 있다(Jang and Yim, 1985, Yim and Kim, 1992, Kang *et al.*, 2020).

남산의 식생변화 연구로 남산 소나무군락은 낙엽활엽수와의 경쟁에서 도태하며, 전체 식생은 동질화되어 간다고 하였다(Lee *et al.*, 1987). Oh *et al.*(1988)은 남산 자연생태계를 보존하고, 생태계 천이를 위해 최소한의 인위적 관리가 필요하다고 하였다. 서울 도심과 외곽 녹지를 비교 연구한 결과 종수, 개체수, Shannon의 종다양도 등의 감소 현상과 우점종인 낙엽참나무류의 쇠퇴 현상이 두드러진 반면, 내국해성 수종인 때죽나무, 당단풍나무, 팔배나무 등의 세력은 증가한 것으로 보고하였다(Lee *et al.*, 2000). 대기오염, 토양오염 등 도시환경 변화는 도

시숲의 생태적 천이 중단 및 변화, 도시환경 적응수종으로의 천이 진행, 종다양성 감소와 함께 생태계 쇠퇴 또는 퇴행천이를 야기하고 있다(Lee *et al.*, 1994a; Kwak, 2011). Kim *et al.*(1996)은 자연성이 높은 광릉의 식생구조를 파악하고, 이를 남산 생태 복원을 위한 생태자료로 제공하였다. 남산 신갈나무림은 일부 지역에 공해에 매우 강한 팔배나무와 심한 경쟁을 하고 있어 팔배나무로의 천이 진행이 예상된다고 하였다(Kil *et al.*, 1998). 2000년대 남산 식생의 변화 분석 연구를 통해 도시 환경적응 수종인 패죽나무, 국수나무 세력이 증가하는 것으로 보고하였다(Lee *et al.*, 2006). 최근 서울 남산은 참나무시들병의 발병과 관리, 숲가꾸기 사업 등에 의한 영향으로 식생구조가 훼손 및 종다양성이 감소하는 현상이 발생하였다(Seoul, 2017).

신갈나무림을 대상으로 식생구조 특성(Cheon *et al.*, 2014; Jung, 2017; Kim, 2017; Park *et al.*, 2019)에 관한 연구는 최근 까지 꾸준히 진행되고 있지만, 대부분의 연구가 조사 시점에서 대상지의 식생 구조 특성 분석과 생태적 복원 방향을 제시하였을 뿐 신갈나무림 고정조사구를 대상으로 시계열적 토양환경 변화, 현존식생 변화, 식물군집구조 변화를 파악한 연구는 부족한 실정이었다. 본 연구는 최근까지 진행된 서울 남산 신갈나무림의 토양환경, 현존식생과 식물군집구조 변화상을 분석하여 생태적 특성을 파악하고, 생태계 복원 기초자료로 활용하고자 하였다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구대상지

서울시는 2006년 7월 북사면 신갈나무림(360,529m²)을 도심 내 자연성이 우수한 숲으로 평가하여 서울시 생태·경관보전지역으로 지정하였다. 연구대상지는 남산 북사면의 생태경관보전지역을 대상으로 설정하였다. 토양환경 변화는 2016년에 조사 후 과거 조사 결과와 비교·분석하였다. 현존식생 변화는 신갈나무림 전체를 대상으로 2016년에 조사 후 과거 조사 결과와 비교·분석하였다. 식물군집구조변화는 총 8개소로 1994년에 설정한 조사구 1개소(고정조사구 1, 10m×10m×12개소)와 2000년에 설정한 조사구 7개소(고정조사구 2~8, 20m×20m)를 대상으로 실시하였다(Figure 1 참조).

2. 연구방법

1) 토양환경

토양 이화학적 특성은 식생 고정조사구 2개소(식생 조사구

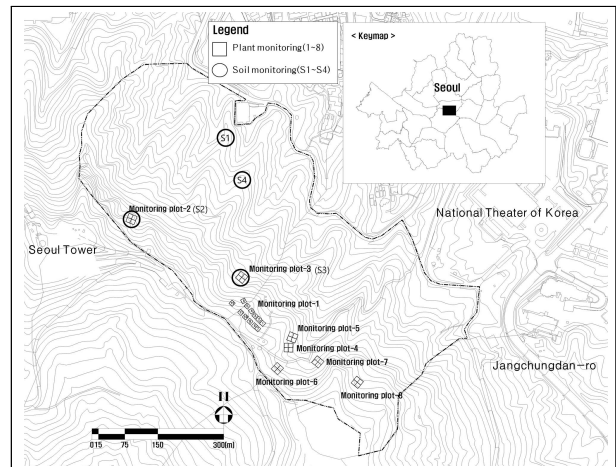


Figure 1. Location map of the study sites in *Qureus mongolica* forest in Namsan(Mt.)

2. 식생 조사구 3)와 신갈나무군락 하부 2개소(토양조사구 1, 토양조사구 4)를 대상으로 실시하였다. 시료 채취는 조사구 내에서 임의의 1개소를 선정하여 A0층을 걷어내고 표층으로부터 토양을 채취·혼합하여 음건하였다. 전처리한 토양시료는 농촌진흥청 국립농업과학원의 토양 및 식물체 분석법에 준하여 토양이화학성을 분석하였다. 분석항목은 토양산도(pH), 전기전도도, 유효인산, 유기물 함량, 치환성양이온, 토성이다. 토양환경 변화는 분석항목별 평균값을 가지고 선행연구 보고서에 제시된 결과 자료(Seoul, 2009; Seoul, 2017)를 활용하여 1986~2016년 40년간(1986년, 1993년, 2000년, 2005년, 2007년, 2016년)의 토양이·화학적 특성 변화를 비교·분석하였다.

2) 현존식생

현존식생 조사는 현장에서 식생상관에 의해 분류하였으며, 1/1,000 수치지형도에 30m×30m 규모 이상 식생군락의 분포 범위를 도면에 작성하고, 야장에 층위별 수종, 규격, 식피율을 기록하였다. 실내에서는 AutoCAD 2016과 ArcGIS Desktop 10.3 프로그램을 활용하여 현존식생도 작성과 현존식생 유형별 면적 및 비율을 산출하였다. 현존식생 변화 분석은 선행연구 보고서에 제시된 결과 자료(Seoul, 2009; Seoul, 2017)에 근거하여 1978년, 1986년, 2000년, 2005년 결과와 2016년 현장조사 결과를 비교하여 현존식생 유형별 면적 및 비율, 생육분포 지역의 변화양상을 파악하였다.

3) 식물군집구조

식물군집구조는 Monk *et al.*(1969)의 방법을 참고하여 방형구법(quadrat method)으로 조사하였다. 조사구 크기는 10m×10m~20m×20m 크기로 설정하였다. 식물군집구조 조사는 각 조사구 내에 출현하는 수종을 대상으로 교목 및 아교목층은 DBH 2cm

이상 수종의 흉고직경(cm)과 수고(m)를 조사하였다. 관목층은 수고(m), 지하고(m), 수관폭(m×m)을 조사하였다. 조사구의 일반적 개황은 지형적 위치, 경사도, 율폐도, 수고 항목을 조사하였다.

식생조사 자료를 토대로 각 수종의 상대적 우세를 비교하기 위하여 Curtis and 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 계산, 수관층위별 가중치 부여한 (교목층 I.P. × 3 + 아교목층 I.P. × 2 + 관목층 I.P. × 1)/6으로 평균상대우점치(mean importance percentage: M.I.P.)를 구하였다(Park, 1985). 고정조사구별로 종구성의 다양한 정도를 나타내는 척도인 Shannon의 종다양도는 Shannon의 수식(Pielou, 1975)을 이용하여 종다양도(Species Diversity, H')를 계산했고, 고정조사구별 종수 및 개체수를 분석하였다. 분석된 식물군집 구조 조사자료는 1994~2016년 32년간(1994년, 1998년, 2000년, 2005년, 2007년, 2016년) 고정조사구별 상대우점치, 종수 및 개체수, Shannon의 종다양도(목본식물군집) 변화를 비교·분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 토양환경

남산 북사면 신갈나무림 내 토양 이화학적 특성을 연도별 평균값을 가지고 비교·분석하였다. 토양산도는 1986년 4.44 → 1993년 4.70 → 2000년 4.49 → 2005년 4.89 → 2007년 4.79 → 2016년 4.40까지 낮아진 상태이었다. 남산의 토양은 pH 값이

낮은 산성토양이었고, 산성비로 인해 Ca^{++} 와 Mg^{++} 이 용탈되어 일반적인 산지토양보다 치환성양이온 농도가 영향을 받은 것으로 판단되었다. 남산 신갈나무림의 토양은 pH 5.0 이하 강산성 토양으로 식물 생육, 유기물 분해 등에 부정적 영향을 미칠 것으로 판단되었다. 유기물 함량은 1986년 3.57%에서 1993년 3.12%, 2000년 3.94%, 2005년 3.14%, 2007년 4.60%, 2016년 3.57%로 증감이 반복되었으나 일반적 산림토양 내 유기물 함량 3~5%(Ryu, 2000)과 유사한 수치를 보이고 있다. 유효인산은 1986년 45.20mg/kg에서 1993년 10.90mg/kg, 2000년 6.61mg/kg으로 감소하였고, 2005년과 2007년은 각각 1.69mg/kg, 1.76mg/kg로 지속적으로 감소하다 2016년에 다시 16.88mg/Kg으로 증가하였다. 유효인산 적정 함량비는 2~3mg/kg로 남산의 토양은 적정치보다 높은 수치를 나타내고 있었다. 치환성 양이온 중 Ca^{++} , Mg^{++} 은 1993년, 2005년은 이전 분석 수치보다 감소하였으나 2000년, 2007년 수치가 증가하는 경향이었다가 2016년에 다시 감소하였다. K^{+} 은 값은 1986년에 비해 크게 감소하였다. 남산 신갈나무림의 토양은 산성토양이었고, 유기물 함량은 산림토양과 유사하지만 치환성양이온 용량이 낮아 수목 생육에 부정적인 영향을 미칠 것으로 예측되었다(Table 1 참조).

2. 현존식생

남산 북사면 신갈나무림의 현존식생 유형은 크게 신갈나무군락, 아까시나무군락, 소나무군락, 낙엽활엽수림, 기타녹지, 도시화지역 등으로 구분되었다. 신갈나무림은 북사면 생태·경관보전지역 면적의 70.3%로 넓게 분포하였다. 아까시나무군락은 북측순환로와 인접한 지역에 약 14.2% 분포하였다. 소나무군락(5.2%)과 낙엽활엽수림(2.12%) 등은 소규모로 분포하고 있

Table 1. Changes in soil chemical properties *Qureus mongolica* forest in the northern slope of Namsan(Mt.)

Year		pH (1:5)	Available phosphate (mg/kg)	Organic matter (%)	Exchangeable cation(cmol/kg)			
					Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺
1986		4.44	45.20	3.57	1.00	0.25	0.32	-
1993		4.70	10.90	3.12	0.57	0.18	0.15	-
2000		4.49	6.61	3.94	2.28	0.87	0.21	0.21
2005		4.89	1.69	3.14	0.14	0.16	0.31	0.14
2007		4.79	1.76	4.60	1.66	0.16	0.23	0.08
2016		4.40	16.88	3.57	0.68	0.17	0.11	0.07
2016	Soil 1	4.47	18.66	2.05	0.16	0.07	0.22	0.06
	Soil 2	4.65	15.46	1.11	0.87	0.09	0.09	0.06
	Soil 3	4.18	19.19	8.49	1.62	0.42	0.11	0.07
	Soil 4	4.31	14.21	2.61	0.06	0.08	0.01	0.09
Acid soil A layer [*]		5.48	25.60	4.49	2.44	1.01	0.23	0.22
Acid soil B layer [*]		5.52	11.90	2.03	1.64	1.03	0.15	0.21

*Jeong, J. H. and others, (2002) Physico-chemical Properties of Korean Forest Soils by Regions, Journal of Korean Forestry Society, 91(6): 694-700.

었다. 남산 신갈나무림을 대상으로 시계열적 현존식생 유형별 면적비율 변화를 분석하였다. 신갈나무림은 1986년 이후로 70% 이상이었고, 1978년 49.4%, 2016년 70.3%로 1978년에 비해 20.9% 정도 세력이 증가하였다. 하지만 2005년과 비교하면 18.0% 크게 감소하였다. 이는 교목층 우점종인 신갈나무의 생장에 의한 증가였으나 참나무시들음병 확산 및 방제 관리 영향으로 세력이 감소되었기 때문으로 판단되었다. 참나무시들음병은 병원성 곰팡이가 참나무류 변재부에 번식하여 도관을 막고 수분 이동이 저지되어 고사되는 병이다. 병원균은 공생관계의 매개충인 광릉진나무좀(*Platypus koryoensis*)이 나무속으로 들어갈 때 옮겨진다(KFRI, 2008). 남산에서는 2008년 9월에 최초 발견되었으며, 생태경관보전지역 북사면 면적의 약 60% 이상이 피해를 받은 것으로 분석되었고, 서울시와 산림청은 2008년 10월부터 2014년까지 지속적으로 방제사업을 실시하였다(Nor, 2015). 아까시나무는 1978년 7.0% → 1986년 7.8% → 2000년 6.6% → 2005년 4.6% → 2016년 14.2%로 1978년에 비해 약 7.2% 증가하였는데, 과거 벌채된 아까시나무에서 다시 맹아가 발생하여 세력이 확대되고 있었다. 팔배나무군락은 2000년 이

후 2016년까지 그 세력을 유지하고 있었고, 느티나무군락은 2005년 이후 지속적으로 세력이 확대되고 있었다(Table 2 참조, Figure 2 참조).

3. 식물군집구조

1) 고정조사구 개요

고정조사구 1은 과거 Lee *et al.*(2006)의 연구에서 설정한 신갈나무 군락(1,200m²)과 동일한 곳을 조사·분석하였고, 고정조사구 2~8은 2000년에 설정한 고정조사구로 조사구별 면적은 400m²(20m×20m)이다. 식생 조사 군락은 신갈나무군락, 신갈나무-팔배나무군락, 신갈나무-팔배나무-옻나무군락, 졸참나무-갈참나무-신갈나무군락, 신갈나무-아까시나무군락, 산벚나무-느티나무군락, 산벚나무-신갈나무군락, 물푸레나무-신갈나무군락이었다. 조사구의 향은 남동향, 북향, 남동향, 북동향, 북서향, 남서향에 해당되었고, 경사는 13°~31°로 분포하였다. 교목층 평균 수고는 16~19m, 평균 흉고직경은 25~35cm, 울폐도 30~70%이었으며, 아교목층 평균수고는 4~7m, 평균 흉고

Table 2. Changes in the distribution of actual vegetation in ecological and landscape conservation areas in the northern slope of Namsan(Mt.)(1978~2016)

Division	Type of actual vegetation	1978		1986		2000		2005		2016	
		Area (m ²)	Ratio (%)	Area (m ²)	Ratio (%)	Area (m ²)	Ratio (%)	Area (m ²)	Ratio (%)	Area (m ²)	Ratio (%)
Natural forest	<i>Pinus densiflora</i> forest	2,380	0.6	33,356	8.9	28,320	7.6	9,124	2.4	19,489	5.2
	<i>Qureus mongolica</i> forest	184,406	49.4	301,567	80.7	307,953	82.4	329,776	88.3	262,742	70.3
	<i>Prunus sargentii</i> forest	-	-	1,827	0.5	65	0.0	-	-	5,799	1.6
	<i>Sorbus alnifolia</i> forest	-	-	-	-	2,442	0.7	1,219	0.3	2,216	0.6
	<i>Alnus hirsuta</i> forest	-	-	-	-	1,570	0.4	3,460	0.9	-	-
	<i>Zelkova serrata</i> forest	-	-	-	-	-	-	694	0.2	3,723	1.0
	Mixed forest of coniferous trees	103,986	27.8	-	-	-	-	-	-	-	-
Artificial forest	Mixed forest leaved deciduous broad	42,156	11.3	-	-	6	0.0	606	0.2	7,901	2.1
	<i>Pinus koraiensis</i> forest	2,988	0.8	-	-	-	-	-	-	133	0.0
	<i>Pinus banksiana</i> forest	182	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Robinia pseudoacacia</i> forest	25,968	7.0	29,169	7.8	24,532	6.6	17,257	4.6	52,973	14.2
	<i>Populus tomentiglandulosa</i> forest	4,412	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Ailanthus altissima</i> forest	-	-	-	-	1,108	0.3	-	-	-	-
Ect.	<i>Betula platyphylla</i> forest	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Landscaping plant	-	-	-	-	145	0.0	13	0.0	643	0.2
	Shrubbery	-	-	-	-	-	-	-	-	2,479	0.7
	Grass land	-	-	-	-	-	-	-	-	447	0.1
Urbanizing area and facility site	Deforestation and Bare land	-	-	-	-	0	0.0	-	-	-	-
	Facility site	7,060	1.9	-	-	-	-	490	0.1	2,380	0.6
	Military base	-	-	1,529	0.4	1,541	0.4	1,519	0.4	1,657	0.4
	Road	-	-	6,089	1.6	5,856	1.6	9,380	2.5	10,955	2.9
Total		373,537	100.0	373,537	100.0	373,537	100.0	373,537	100.0	373,537	100.0

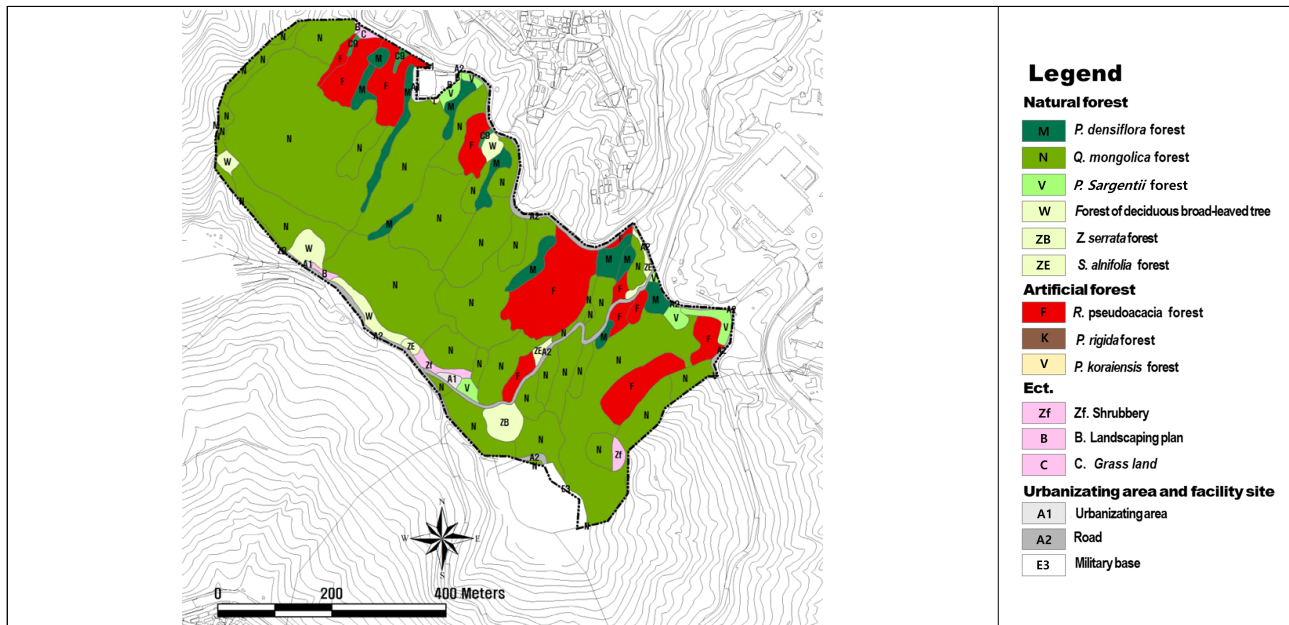


Figure 2. Map of actual vegetation about ecological and landscape conservation areas in the northern slope of Namsan(Mt.)(2016)

직경은 4~10cm, 울폐도는 10~40%이었다. 관목층 평균수고는 2.0~3.0m, 울폐도는 5~90%이었다(Table 3 참조).

2) 식물군집구조 변화

(1) 고정조사구 1(신갈나무군락)

남산 신갈나무군락 고정조사구 1의 2016년 상대우점치 분석 결과 교목층에서는 신갈나무(I.P.: 69.00%)의 세력이 우세하였으며, 졸참나무, 갈참나무, 아까시나무, 뽕나무가 함께 출현하

Table 3. General condition of plants community structure's fixed plot in ecological and landscape conservation areas of the northern slope of Namsan(Mt.)

Community		Plot 1	Plot 2	Plot 3	Plot 4	Plot 5	Plot 6	Plot 7	Plot 8
Area(m ²)		1,200	400	400	400	400	400	400	400
		10m×10m×12	20m×20m	20m×20m	20m×20m	20m×20m	20m×20m	20m×20m	20m×20m
Bearing		N45E	N15	N40	S80E	S85E	N70E	N20W	NW58E
Slope(°)		13	13	13	31	24	24	18	12
Canopy layer	Average height(m)	16	16	19	19	17	17	18	19
	Average HRB(cm)	30	25	25	35	30	30	30	30
	Plant cover ratio(%)	50	30	60	60	50	60	70	60
Understory layer	Average height(m)	5	4	5	6	7	3	4	4
	Average HRB(cm)	7	6	6	7	10	4	9	6
	Plant cover ratio(%)	40	20	30	30	40	10	30	30
Shrub layer	Average height(m)	3.0	2.0	2.0	3.0	3.0	2.5	2.0	2.0
	Plant cover ratio(%)	80	80	40	90	90	60	10	5
Herbaceous layer	Length(m)	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.5	0.3	0.3
	Plant cover ratio(%)	10	25	5	5	1	20	1	5

*Plot 1: *Quercus mongolica*, Plot 2: *Quercus mongolica*-*Sorbus alniifolia*, Plot 3: *Quercus mongolica*-*Sorbus alniifolia*-*Kalopanax pictum*, Plot 4: *Quercus serrata*-*Quercus aliena*-*Quercus mongolica*, Plot 5: *Quercus mongolica*-*Robinia pseudoacacia*, Plot 6: *Prunus sargentii*-*Zelkova serrata*, Plot 7: *Prunus sargentii*-*Quercus mongolica*, Plot 8: *Fraxinus rhynchophylla*-*Quercus mongolica*.

였다. 하교목층에서는 때죽나무(I.P.: 35.21%)와 당단풍(I.P.: 29.52%)이 지속적으로 그 세력을 유지하고 있었으며, 그 외 팔배나무, 아까시나무, 산벚나무 등의 세력은 미미하였다. 관목층에서는 국수나무(I.P.: 14.93%), 담쟁이덩굴(I.P.: 13.18%), 신갈나무(I.P.: 11.68%) 순으로 생육하고 있었다.

수종별 평균상대우점치 변화를 살펴보면 신갈나무(M.I.P.: 44.35% → 50.27% → 48.39% → 37.24%)는 세력이 크게 감소하였으나, 팔배나무(M.I.P.: 11.41% → 8.81% → 9.63% → 9.00%) 다소 감소, 때죽나무(M.I.P.: 9.33% → 8.26% → 9.35% → 12.75%)와 당단풍(M.I.P.: 7.51% → 6.69% →

9.28% → 11.36%)의 세력이 다소 증가하였다. 교목 개체수 변화를 살펴보면 56 → 47 → 48 → 22로 크게 감소하였고, 2016년에 전체 출현 종수(35종)와 Shannon의 종다양도 지수(1.2405)는 크게 증가하였다. 이는 남산 북사면 신갈나무림을 대상으로 참나무시들음병 발병에 따른 방제 관리가 원인으로 판단되었다. 기존의 상층을 형성하고 있는 신갈나무 교목이 제거 관리되면서 수관이 개방된 하부에 다양한 관목이 출현하였기 때문이다(Table 4 참조).

고정조사구 1 식물군집은 교목층에 신갈나무가 우점하면서 하교목층에서는 도시환경 적응성이 높은 때죽나무, 당단풍, 팔

Table 4. Change of plant cluster structure in Plot 1 of *Quercus mongolica* forest of the northern slope of Namsan(Mt.)(1994~2016)
(Area: 1,200m²)

Species	Layer	1994				1998				2005				2016			
		C ¹	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M
	<i>Quercus mongolica</i>	84.37	4.48	4.02	44.35	90.74	13.06	3.25	50.27	88.49	8.96	6.95	48.39	69.00	2.37	11.68	37.24
	<i>Styrax japonicus</i>	-	25.84	4.31	9.33	-	23.12	3.31	8.26	-	26.65	2.82	9.35	-	35.21	6.05	12.75
	<i>Acer pseudosieboldianum</i>	-	16.18	12.67	7.51	-	13.65	12.86	6.69	1.06	14.32	23.86	9.28	-	29.52	9.14	11.36
	<i>Sorbus alnifolia</i>	2.48	24.61	11.82	11.41	-	21.58	9.72	8.81	1.08	24.02	6.51	9.63	6.14	15.85	3.88	9.00
	<i>Quercus serrata</i>	-	2.32	-	0.77	4.32	-	-	2.16	5.99	1.70	1.36	3.79	9.37	-	-	4.69
	<i>Quercus aliena</i>	8.86	-	-	4.43	2.75	-	-	1.38	-	-	0.17	0.03	9.01	-	-	4.51
	<i>Robinia pseudoacacia</i>	1.59	6.21	2.56	3.29	2.19	6.47	15.04	5.76	3.38	5.39	6.65	4.60	2.29	3.76	8.00	3.73
	<i>Stephanandra incisa</i> var. <i>incisa</i>	-	-	15.80	2.63	-	-	15.03	2.51	-	-	19.46	3.24	-	-	14.93	2.49
	<i>Parthenocissus teicuspoidata</i>	-	-	8.30	1.38	-	-	4.12	0.69	-	-	2.52	0.42	-	-	13.18	2.20
	<i>Prunus sargentii</i>	2.70	5.59	1.33	3.44	-	9.16	3.38	3.62	-	8.60	-	2.87	4.20	4.05	2.07	3.80
	<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i>	-	8.83	24.25	6.99	-	9.29	17.19	5.96	-	7.20	7.77	3.70	-	1.09	6.91	1.52
	<i>Cornus controversa</i>	-	1.12	-	0.37	-	0.91	-	0.30	-	1.36	0.83	0.59	-	3.50	-	1.17
	<i>Viburnum erosum</i>	-	1.07	3.48	0.94	-	0.34	8.89	1.60	-	0.42	14.89	2.62	-	0.57	3.06	0.70
Relative ratio (%)	<i>Carlicarpa japonica</i>	-	-	-	-	-	-	0.76	0.13	-	-	2.18	0.36	-	-	3.87	0.65
	<i>Aralia elata</i>	-	-	-	-	-	-	1.35	0.23	-	-	-	-	-	-	3.27	0.55
	<i>Acer palmatum</i>	-	-	-	-	-	0.41	-	0.14	-	0.66	-	0.22	-	1.22	0.70	0.52
	<i>Zelkova serrata</i>	-	0.29	-	0.10	-	0.30	-	0.10	-	0.38	-	0.13	-	1.17	-	0.39
	<i>Smilax sieboldii</i>	-	-	1.99	0.32	-	-	2.78	0.46	-	-	1.39	0.23	-	-	2.14	0.36
	<i>Kalopanax septemlobus</i>	-	-	1.91	0.32	-	-	-	-	-	-	0.67	0.11	-	1.09	-	0.36
	<i>Ligustrum obtusifolium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.34	0.06	-	-	1.49	0.25
	<i>Lespedeza maximowiczii</i>	-	-	0.69	0.12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.50	0.25
	<i>Rubus crataegifolius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.44	0.24
	<i>Ailanthus altissima</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.46	0.24
	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	-	0.31	-	0.10	-	0.30	-	0.10	-	0.34	-	0.11	-	0.63	-	0.21
	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	-	-	2.28	0.38	-	-	1.52	0.25	-	-	-	-	-	-	1.13	0.19
	<i>Quercus acutissima</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.69	0.12
	<i>Morus bombycis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.70	0.12
	<i>Castanea crenata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.50	0.08
	<i>Vitis coignetiae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.41	0.07
	<i>Rosa multiflora</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.41	0.07

Table 4. Continued

Species	Layer	1994				1998				2005				2016			
		C ¹	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M
<i>Lespedeza bicolor</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.41	0.07
<i>Morus alba</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.37	0.06
<i>Rubus oldhamii</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.35	0.06
<i>Alnus sibirica</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.32	0.05
<i>Rhus trichocarpa</i>		-	0.63	0.47	0.29	-	-	0.80	0.13	-	-	0.38	0.06	-	-	-	-
<i>Maackia amurensis</i>		-	1.89	0.19	0.66	-	1.41	-	0.47	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>		-	0.63	0.40	0.28	-	-	-	-	-	-	0.48	0.08	-	-	-	-
<i>Sambucus williamsii</i> var. <i>coreana</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.36	0.06	-	-	-	-
<i>Lindera obtusiloba</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.24	0.04	-	-	-	-
<i>Euonymus oxyphyllus</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.17	0.03	-	-	-	-
<i>Celastrus orbiculatus</i>		-	-	0.59	0.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Weigela subsessilis</i>		-	-	2.39	0.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Smilax china</i>		-	-	0.55	0.09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
The number of populatio		56	187	1,044	1,287	47	186	636	869	48	160	1,228	1,436	22	102	640	764
Amount of species(species)		26				22				25				35			
Shannon's species diversity index(H')		1.0921				1.0381				1.0633				1.2405			
Various species diversity indices(2016)		H'(Shannon)				J'(evenness)				D(dominance)				H'max			
		1.2405				0.8034				0.1966				1.5441			

¹C: Canopy layer of importance percentage, U: Understory layer of importance percentage, S: Shrub layer of importance percentage, M: Mean importance percentage.

배나무의 세력이 지속적으로 유지되고 있었다. 본 군집은 교목층에 신갈나무와 함께 졸참나무와 갈참나무가 출현하고 있지만 북사면 급경사의 생육환경과 함께 신갈나무 맹아가 지속적으로 출현하고 있으므로 당분간 신갈나무군집을 유지할 것으로 판단되었다.

(2) 고정조사구 2(신갈나무-팔배나무군락)

남산 신갈나무군락 고정조사구 2의 2016년 상대우점치 분석 결과, 교목층에서는 신갈나무가 100.00%로 세력이 지속적으로 유지되고 있었다. 아교목층에서는 당단풍(I.P.: 35.13%), 팔배나무(I.P.: 34.38%), 때죽나무(I.P.: 24.75%)가 서로 경쟁하는 상태이었다. 관목층에서는 국수나무(I.P.: 21.33%), 작살나무(I.P.: 17.39%), 당단풍(I.P.: 8.42%), 신갈나무(I.P.: 7.31%) 순으로 생육하고 있었다.

수종별 평균상대우점치 변화를 살펴보면 신갈나무(M.I.P.: 53.38% → 54.34% → 53.37% → 51.22%)는 큰 세력 변화가 없었으나, 당단풍(M.I.P.: 14.87% → 15.43% → 15.88% → 13.11%), 때죽나무(M.I.P.: 14.15% → 10.62% → 14.07% → 8.81%), 팔배나무(M.I.P.: 12.831% → 12.45% → 14.18% → 11.46%)는 세력이 다소 감소하였다. 교목개체수 변화를 살펴보면 17 → 15 → 17 → 3으로 크게 감소하였고, 관목층 개체수(228 → 168 → 104 → 128)는 지속적으로 감소하다 증가 추세

로 바뀌었다. 2016년에 전체 출현 종수(18종)와 Shannon의 종 다양도 지수(1.1166)는 크게 증가하였다. 이는 남산 북사면 신갈나무림을 대상으로 참나무시들음병 발병에 따른 방제 관리가 원인으로 판단되었다. 기존의 상층을 형성하고 있는 신갈나무 교목이 상당수 제거 관리되면서 수관이 크게 개방된 하부에 다양한 관목이 출현한 것이다(Table 5 참조).

고정조사구 2 식물군집은 교목층에 신갈나무, 아교목층은 때죽나무, 팔배나무, 당단풍이 세력을 유지하고 있었다. 본 군집의 천이 예측은 신갈나무 하부에 교목 성상으로 발달할 수 있는 수종이 미비하여 신갈나무 이후 천이여부 판단은 불가능하였다. Seol(2008)의 연구결과와 마찬가지로 본 군락은 신갈나무 하부에 팔배나무, 때죽나무, 당단풍나무가 아교목층 및 관목층을 이루며 서울 남산이 도시 환경오염과 인간 간섭에 지속적인 영향을 받기 때문으로 판단되었다.

(3) 고정조사구 3(신갈나무-팔배나무-옻나무군락)

북사면 중앙부 고지대에 설정한 고정조사구 3의 2016년 상대우점치 분석 결과, 교목층에서는 신갈나무(I.P.: 60.32%)의 세력이 우세하였으며, 옻나무, 팔배나무, 물푸레나무가 함께 출현하였다. 아교목층에서는 때죽나무(I.P.: 46.70%), 팔배나무(I.P.: 28.40%), 당단풍(I.P.: 22.5%)이 지속적으로 그 세력을 유지하고 있었다. 관목층에서는 국수나무(I.P.: 14.50%), 때죽

Table 5. Change of plant cluster structure in Plot 2 of *Quercus mongolica* forest of the northern slope of Namsan(Mt.)(2000~2016)
(Area: 400m²)

Species	Layer	2000				2005				2007				2016			
		C ¹	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M
Relative ratio (%)	<i>Quercus mongolica</i>	100.00	-	20.30	53.38	100.00	8.22	9.60	54.34	100.00	8.16	3.90	53.37	100.00	-	7.31	51.22
	<i>Acer pseudosieboldianum</i>	-	24.04	41.14	14.87	-	24.59	43.37	15.43	-	24.05	47.18	15.88	-	35.13	8.42	13.11
	<i>Sorbus alnifolia</i>	-	35.48	6.03	12.83	-	34.29	6.10	12.45	-	30.41	24.24	14.18	-	34.38	-	11.46
	<i>Styrax japonicus</i>	-	38.73	7.46	14.15	-	29.71	4.29	10.62	-	34.25	15.91	14.07	-	24.75	3.36	8.81
	<i>Stephanandra incisa</i> var. <i>incisa</i>	-	-	10.36	1.73	-	-	8.05	1.34	-	-	2.03	0.34	-	-	21.33	3.56
	<i>Carlicarpa japonica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.39	2.90
	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.73	1.46
	<i>Morus alba</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.81	1.30
	<i>Carpinus laxiflora</i>	-	1.75	-	0.58	-	1.76	-	0.59	-	1.79	-	0.60	-	3.45	-	1.15
	<i>Vitis coignetiae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.21	0.87
	<i>Zelkova serrata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.74	0.79
	<i>Magnolia obovata</i>	-	-	-	-	-	1.43	-	0.48	-	1.35	-	0.45	-	2.30	-	0.77
	<i>Zanthoxylum piperitum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.36	0.56
	<i>Aralia elata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.36	0.56
	<i>Cornus controversa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.36	0.56
	<i>Robinia pseudoacacia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.44	0.41
	<i>Rubus crataegifolius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.63	0.27
	<i>A. brevipedunculata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.58	0.26
	<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	-	-	2.97	0.50	-	-	-	-	-	-	2.17	0.36	-	-	-	-
	<i>Celastrus orbiculatus</i>	-	-	0.93	0.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Viburnum erosum</i>	-	-	8.45	1.41	-	-	4.02	0.67	-	-	2.60	0.43	-	-	-	-
	<i>Prunus sargentii</i>	-	-	1.48	0.25	-	-	1.36	0.23	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Euonymus oxyphyllus</i>	-	-	0.88	0.15	-	-	14.89	2.48	-	-	1.98	0.33	-	-	-	-
	<i>Rhus trichocarpa</i>	-	-	-	-	-	-	1.44	0.24	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Acer palmatum</i>	-	-	-	-	-	-	6.88	1.15	-	-	-	-	-	-	-	-
The number of populatio		17	39	228	284	15	37	168	220	17	38	104	159	3	33	128	164
Amount of species(species)		11				12				10				18			
Shannon's species diversity index(H')		0.8021				0.8603				0.7582				1.1166			
Various species diversity indices(2016)		H'(Shannon)				J'(evenness)				D(dominance)				H'max			
		1.1166				0.8895				0.1105				1.2553			

¹C: Canopy layer of importance percentage, U: Understory layer of importance percentage, S: Shrub layer of importance percentage, M: Mean importance percentage.

나무(12.11%), 담쟁이덩굴(IP.: 9.95%), 덜꿩나무(IP.: 9.60%) 순으로 생육하고 있었다.

수종별 평균상대우점치 변화를 살펴보면 신갈나무(M.I.P.: 42.20% → 36.89% → 36.47% → 30.89%)는 세력이 크게 감소하였으나, 팔배나무(M.I.P.: 13.88% → 14.53% → 15.82% → 17.02%)는 크게 증가하였다. 때죽나무(M.I.P.: 18.59% → 19.97% → 21.06% → 17.59%)와 당단풍(M.I.P.: 10.73% → 11.34% → 9.86% → 8.14%)은 세력이 다소 감소하였다. 교목 개체수 변화를 살펴보면 18 → 18 → 18 → 11로 감소하였고,

2016년에 전체 출현 종수(25종)와 Shannon의 종다양도 지수(1.2378)는 크게 증가하였다. 이는 다른 조사구와 마찬가지로 참나무시들음병 발병에 따른 방제 관리가 원인으로 판단되었다. 기존의 상층을 형성하고 있는 신갈나무 교목이 일부 제거 관리되면서 수관이 개방된 하부에 다양한 관목이 출현한 것이다(Table 6 참조). 즉 얇은 수관층의 두께로 인해 숲의 하층에는 빛과 강우의 양이 증가하고, 이는 아교목층에 팔배나무와

Table 6. Change of plant cluster structure in Plot 3 of *Quercus mongolica* forest of the northern slope of Namsan(Mt.)(2000~2016)
(Area: 400m²)

Species	Layer	2000				2005				2007				2016			
		C ¹	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M
<i>Quercus mongolica</i>		74.21	8.5	13.57	42.2	73.01	-	2.32	36.89	72.93	-	-	36.47	60.32	-	4.37	30.89
<i>Styrax japonicus</i>		-	52.34	6.86	18.59	-	58.5	2.83	19.97	-	56.47	13.42	21.06	-	46.7	12.11	17.59
<i>Sorbus alnifolia</i>		8.98	18.19	19.98	13.88	9.96	19.86	17.58	14.53	10.24	19.98	24.26	15.82	13.4	28.4	5.13	17.02
<i>Kalopanax septemlobus</i>		10.25	-	-	5.13	10.44	-	-	5.22	10.24	-	-	5.12	17.66	-	-	8.83
<i>Acer pseudosieboldianum</i>		-	20.97	22.45	10.73	-	21.64	24.78	11.34	-	23.55	12.08	9.86	-	22.5	3.85	8.14
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>		6.56	-	2.07	3.63	6.59	-	2.4	3.7	6.59	-	1.3	3.51	8.63	-	4.31	5.03
<i>Stephanandra incisa</i> var. <i>incisa</i>		-	-	4.24	0.71	-	-	3.55	0.59	-	-	1.93	0.32	-	-	14.5	2.42
<i>Parthenocissus teicuspida</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.2	0.7	-	-	9.95	1.66
<i>Viburnum erosum</i>		-	-	19.46	3.24	-	-	33.59	5.6	-	-	29.69	4.95	-	-	9.6	1.6
<i>Ailanthus altissima</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.4	4.2	1.5
<i>Carlicarpa japonica</i>		-	-	3.37	0.56	-	-	4.76	0.79	-	-	5.69	0.95	-	-	4.23	0.71
<i>Acer palmatum</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.2	0.7
<i>R. chinensis</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.9	0.65
<i>Euonymus alatus</i> for. <i>ciliatodentatus</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.13	0.52
<i>Aralia elata</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.13	0.52
<i>Lespedeza maximowiczii</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.03	0.51
<i>Ligustrum obtusifolium</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.47	0.41
<i>Prunus sargentii</i>		-	-	0.94	0.16	-	-	1.16	0.19	-	-	-	-	-	-	1.81	0.3
<i>Robinia pseudoacacia</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.12	0.19
<i>Rhododendron yedoense</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.11	0.19
<i>Euonymus oxyphyllus</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.54	0.26	-	-	1.04	0.17
<i>Rubus crataegifolius</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.7	0.12
<i>Pueraria montana</i> var. <i>lobata</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.7	0.12
<i>Zanthoxylum piperitum</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.74	0.12
<i>Tetradium daniellii</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.72	0.12
<i>Maackia amurensis</i>		-	-	2.25	0.38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i>		-	-	3.43	0.57	-	-	7.03	1.17	-	-	4.6	0.77	-	-	-	-
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>		-	-	1.38	0.23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3	0.22	-	-	-	-
The number of populatio		18	25	252	295	18	23	176	217	18	22	164	204	11	22	292	325
Amount of species(species)		13				11				13				25			
Shannon's species diversity index(H')		0.8911				0.8485				0.8892				1.2378			
Various species diversity indices(2016)		H'(Shannon)				J'(evenness)				D(dominance)				Hmax			
		1.2378				0.8854				0.1146				1.3979			

¹C: Canopy layer of importance percentage, U: Understory layer of importance percentage, S: Shrub layer of importance percentage, M: Mean importance percentage.

같은 수준이 변성하는 원인이 되었다(Seol, 2008).

고정조사구 3은 16년간 교목층 수준 구성의 변화는 없었고, 아교목층에서는 신갈나무가 팔배나무, 때죽나무, 당단풍 등의 세력이 지속적으로 확대되면서 2005년 도태된 이후 출현하지 않은 것으로 판단되었다. 본 군집은 교목 상상의 차대목이 출현하지 않아 신갈나무군락 이후 천이 여부 판단은 불가능하였다.

(4) 고정조사구 4(줄참나무-갈참나무-신갈나무군락)

남산 중앙부 고지대 북사면에 설정한 고정조사구 4의 2016년 상대우점치 분석 결과 교목층에서는 줄참나무(I.P.: 57.29%)가 세력이 우세하였으며, 신갈나무(I.P.: 27.62%), 산벚나무(I.P.: 15.09%)가 함께 출현하였다. 아교목층에서는 팔배나무(I.P.: 47.88%), 때죽나무(I.P.: 25.22%), 아까시나무(I.P.: 7.17%)이었다. 관목층에서는 담쟁이덩굴(I.P.: 13.43%), 줄참나무(I.P.: 11.48%), 국수나무(I.P.: 11.17%), 신갈나무(I.P.: 9.64%) 순으로 생육하고 있었다.

수종별 평균상대우점치 변화를 살펴보면 신갈나무(M.I.P.: 39.53% → 35.36% → 35.23% → 15.42%)는 세력이 크게 감소하였으나, 줄참나무(M.I.P.: 10.73% → 13.81% → 9.06% → 30.56%)는 증가하였다. 팔배나무(M.I.P.: 18.98% → 17.21% → 14.43% → 15.96%)와 산벚나무(M.I.P.: 9.55% → 10.22% → 11.71% → 8.52%)는 세력이 다소 감소하였다. 교목개체수 변화를 살펴보면 11 → 11 → 13 → 5로 크게 감소하였고, 2016년에 전체 출현 종수(30종)와 Shannon의 종다양도 지수(1.1999)는 크게 증가하였다. 이는 참나무시들음병 발병에 따른 방제 관리에 의해 기존의 상층을 형성하고 있는 신갈나무 교목이 제거 관리되면서 수관이 개방된 하부에 다양한 관목이 출현한 것으로 판단되었다(Table 7 참조).

고정조사구 4는 교목층에 줄참나무가 우점하면서 신갈나무, 산벚나무가 함께 출현하고 있었다. 아교목층에서는 팔배나무, 때죽나무, 산벚나무의 세력이 유지되고 있었다. 본 군집은 현 상태의 줄참나무군집을 당분간 유지할 것으로 보이며, 줄참나

Table 7. Change of plant cluster structure in Plot 4 of *Quercus mongolica* forest of the northern slope of Namsan(Mt.)(2000~2016)(Area: 400m²)

Species	Layer	2000				2005				2007				2016			
		C ¹	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M
Relative ratio (%)	<i>Quercus serrata</i>	21.46	-	-	10.73	27.62	-	-	13.81	18.11	-	-	9.06	57.29	-	11.48	30.56
	<i>Sorbus alnifolia</i>	-	53.66	6.55	18.98	-	51.63	-	17.21	6.27	33.87	-	14.43	-	47.88	-	15.96
	<i>Quercus mongolica</i>	70.76	4.43	16.04	39.53	65.61	4.05	7.24	35.36	64.87	-	16.79	35.23	27.62	-	9.64	15.42
	<i>Styrax japonicus</i>	-	18.34	3.09	6.63	-	18.06	4.31	6.74	-	40.42	-	13.47	-	25.22	0.7	8.52
	<i>Prunus sargentii</i>	7.78	16.99	-	9.55	6.77	20.5	-	10.22	10.74	19.01	-	11.71	15.09	2.16	0.48	8.35
	<i>Robinia pseudoacacia</i>	-	-	0.65	0.11	-	-	2.22	0.37	-	-	2.78	0.46	-	7.17	-	2.39
	<i>Aralia elata</i>	-	-	2.8	0.47	-	-	0.81	0.14	-	-	-	-	-	3.65	6.71	2.34
	<i>Parthenocissus teicuspidata</i>	-	-	4.01	0.67	-	-	1.63	0.27	-	-	4.25	0.71	-	-	13.43	2.24
	<i>Stephanandra incisa</i> var. <i>incisa</i>	-	-	19.64	3.27	-	-	11.79	1.97	-	-	33.13	5.52	-	-	11.17	1.86
	<i>Euonymus alatus</i> for. <i>ciliatodentatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.91	3.05	1.81
	<i>Acer pseudosieboldianum</i>	-	2.08	-	0.69	-	1.91	-	0.64	-	2.17	3.38	1.29	-	2.16	4.61	1.49
	<i>Callicarpa japonica</i>	-	-	6.34	1.06	-	-	15.76	2.63	-	-	9.05	1.51	-	-	7.73	1.29
	<i>Smilax china</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.53	-	1.18
	<i>Viburnum erosum</i>	-	-	13.35	2.23	-	-	33.48	5.58	-	-	8.88	1.48	-	-	6.63	1.11
	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	-	2.16	-	0.72	-	1.91	-	0.64	-	2.17	-	0.72	-	2.27	-	0.76
	<i>Euonymus oxyphyllus</i>	-	2.34	1.66	1.06	-	1.94	6.39	1.71	-	2.36	5.99	1.78	-	-	4.38	0.73
	<i>Paulownia coreana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.05	-	0.68
	<i>Kalopanax septemlobus</i>	-	-	4.43	0.74	-	-	3.88	0.65	-	-	1.06	0.18	-	-	4.03	0.67
	<i>Rubus crataegifolius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.75	0.63

Table 7. Continued

Species	Layer	2000				2005				2007				2016			
		C ¹	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M
<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i>		-	-	9.98	1.66	-	-	5.85	0.98	-	-	7.73	1.29	-	-	2.79	0.47
<i>Sambucus williamsii</i> var. <i>coreana</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.65	0.28
<i>Ligustrum obtusifolium</i>		-	-	-	-	-	-	0.86	0.14	-	-	-	-	-	-	1.48	0.25
<i>Ailanthus altissima</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.52	0.25
<i>Morus bombycis</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3	0.22
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>		-	-	3.71	0.62	-	-	1.09	0.18	-	-	2.71	0.45	-	-	0.7	0.12
<i>L. cyrtobotrya</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.7	0.12
<i>Pueraria montana</i> var. <i>lobata</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6	0.1
<i>Celastrus orbiculatus</i>		-	-	0.82	0.14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.48	0.08
<i>Zanthoxylum piperitum</i>		-	-	1.16	0.19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.48	0.08
<i>Morus alba</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.48	0.08
<i>Rhus trichocarpa</i>		-	-	1.83	0.31	-	-	1.85	0.31	-	-	2.13	0.36	-	-	-	-
<i>Juniperus rigida</i>		-	-	0.92	0.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lespedeza maximowiczii</i>		-	-	0.95	0.16	-	-	1.31	0.22	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Smilax sieboldii</i>		-	-	2.07	0.35	-	-	1.53	0.26	-	-	2.13	0.36	-	-	-	-
The number of populatio		11	25	328	364	11	27	280	318	13	24	240	277	5	30	452	487
Amount of species(species)		23				21				18				30			
Shannon's species diversity index(H')		1.0937				1.1183				1.0802				1.1999			
Various species diversity indices(2016)		H'(Shannon)				J'(evenness)				D(dominance)				H'max			
		1.1999				0.8123				0.1877				1.4771			

¹C: Canopy layer of importance percentage, U: Understory layer of importance percentage, S: Shrub layer of importance percentage, M: Mean importance percentage.

무와 신갈나무가 경쟁하는 숲으로 천이가 예측되었다.

(5) 고정조사구 5(신갈나무-아까시나무군락)

남산 중앙부 고지대 북사면에 설정한 고정조사구 5의 2016년 상대우점치 분석 결과 교목층 아까시나무(I.P.: 44.51%)가 세력이 우세하였으며, 신갈나무(I.P.: 30.19%), 팔배나무(I.P.: 10.33%)가 출현하였다. 아교목층에서는 팔배나무(I.P.: 84.59%), 당단풍, 때죽나무, 신갈나무가 함께 출현하였다. 관목층에서는 국수나무(I.P.: 28.91%), 털팽나무(I.P.: 16.31%), 신갈나무(I.P.: 10.71%), 때죽나무(I.P.: 7.83%) 순으로 생육하고 있었다.

수종별 평균상대우점치 변화를 살펴보면 아까시나무(M.I.P.: 29.73% → 28.20% → 24.27% → 22.72%)와 신갈나무(M.I.P.:

22.11% → 21.82% → 23.91% → 17.45%)는 다소 감소하였다. 아교목층의 팔배나무(M.I.P.: 23.42% → 25.39% → 34.97% → 33.60%)는 크게 증가하였다. 교목개체수 변화를 살펴보면 23 → 20 → 22 → 16로 감소하였고, 2016년에 전체 출현 종수(25종)와 Shannon의 종다양도 지수(1.1295)는 증가하였다(Table 8 참조).

고정조사구 5의 식물군집구조 변화 분석 결과 교목층에서는 아까시나무와 신갈나무가 함께 출현하였고, 팔배나무는 교목층에 일부 출현하였으며, 아교목층에서 우점하였다. 향후 아까시나무 쇠퇴 이후 팔배나무의 세력 확장이 예상되어 신갈나무-팔배나무군집으로 천이가 예측되었다.

Table 8. Change of plant cluster structure in Plot 5 of *Quercus mongolica* forest of the northern slope of Namsan(Mt.)(2000~2016)
(Area: 400m²)

Species	Layer	2000				2005				2007				2016			
		C ¹	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M
<i>Sorbus alnifolia</i>		-	69.3 8	1.77	23.42	4.05	68.6	2.97	25.39	7.05	89.9 7	8.72	34.97	10.3 3	84.5 9	1.4	33.6
<i>Robinia pseudoacacia</i>		51.32	11.74	0.95	29.73	50.74	8.48	-	28.2	48.01	-	1.6	24.27	44.51	1.38	-	22.72
<i>Quercus mongolica</i>		39.06	3.51	8.46	22.11	34.11	5.7	17.19	21.82	41.9	1.42	14.94	23.91	30.19	1.71	10.71	17.45
<i>Stephanandra incisa</i> var. <i>incisa</i>		-	-	14.75	2.46	-	-	20.04	3.34	-	-	20.01	3.34	-	-	28.91	4.82
<i>Styrax japonicus</i>		-	1.5	0.82	0.64	-	2.75	2.01	1.25	-	1.53	1.45	0.75	3.16	2.68	7.83	3.78
<i>E. nigrum</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.88	-	-	3.44
<i>Viburnum erosum</i>		-	-	36.09	6.02	-	-	38.48	6.41	-	1.4	24.14	4.49	-	1.51	16.31	3.22
<i>Quercus serrata</i>		-	2.48	3.97	1.49	-	3.46	3.5	1.74	-	-	4.59	0.77	4.93	1.71	0.69	3.15
<i>Carlicarpa japonica</i>		-	-	2.96	0.49	-	-	4.39	0.73	-	-	-	-	-	-	7.39	1.23
<i>Acer pseudosieboldianum</i>		-	1.25	0.82	0.55	-	2.4	-	0.8	-	2.86	-	0.95	-	3.51	-	1.17
<i>Parthenocissus teicuspida</i>		-	-	3.35	0.56	-	-	0.97	0.16	-	-	2.55	0.43	-	-	6.91	1.15
<i>Smilax sieboldii</i>		-	-	5.66	0.94	-	-	1.99	0.33	-	-	0.7	0.12	-	-	5.11	0.85
<i>Kalopanax septemlobus</i>		-	5.16	4.38	2.45	-	4.97	1.19	1.86	-	1.42	0.85	0.62	-	1.46	1.85	0.80
<i>Castanea crenata</i>		-	-	-	-	-	-	0.55	0.09	-	-	2.62	0.44	-	1.46	-	0.49
<i>Rhus trichocarpa</i>		-	-	3.75	0.63	-	-	0.39	0.07	-	-	2.55	0.43	-	-	1.98	0.33
<i>Ligustrum obtusifolium</i>		-	-	-	-	-	-	0.69	0.12	-	-	2.34	0.39	-	-	1.56	0.26
<i>Lindera obtusiloba</i>		-	-	2.94	0.49	-	-	0.46	0.08	-	-	0.99	0.17	-	-	1.38	0.23
<i>Acer palmatum</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.38	0.23
<i>Euonymus oxyphyllus</i>		-	2.51	-	0.84	-	1.3	0.48	0.51	-	-	-	-	-	-	1.11	0.19
<i>Rhododendron yedoense</i>		-	-	-	-	-	-	0.54	0.09	-	-	-	-	-	-	1.07	0.18
<i>Prunus serrulata</i> var. <i>spontanea</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.95	0.16
<i>Rubus crataegifolius</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.74	0.12
<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.74	0.12
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.74	0.12
<i>Corylus heterophylla</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.69	0.12
<i>Prunus sargentii</i>		6.82	-	-	3.41	7.84	-	0.4	3.99	-	-	-	-	-	-	0.56	0.09
<i>Quercus aliena</i>		2.8	-	-	1.4	3.26	-	-	1.63	3.05	1.4	-	1.99	-	-	-	-
<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i>		-	1.3	6.89	1.58	-	-	3.39	0.57	-	-	1.16	0.19	-	-	-	-
<i>Prunus padus</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.5	1.42	-	-	-	-
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>		-	1.17	-	0.39	-	1.12	-	0.37	-	-	0.76	0.13	-	-	-	-
<i>Corylus heterophylla</i>		-	-	1.12	0.19	-	-	0.37	0.06	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Smilax china</i>		-	-	1.32	0.22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E. hamiltonianus</i>		-	-	-	-	-	1.22	-	0.41	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Euonymus alatus</i> for. <i>ciliatodentatus</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.7	0.12	-	-	-	-
<i>Lespedeza maximowiczii</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.85	0.14	-	-	-	-
The number of populatio		23	45	244	312	20	48	644	712	22	36	296	354	16	38	384	438
Amount of species(species)		21				24				21				25			
Shannon's species diversity index(H')		1.1174				0.9306				1.0805				1.1295			
Various species diversity indices(2016)		H'(Shannon)				J'(evenness)				D(dominance)				H'max			
		1.1295				0.7983				0.2017				1.4150			

¹C: Canopy layer of importance percentage, U: Understory layer of importance percentage, S: Shrub layer of importance percentage, M: Mean importance percentage.

(6) 고정조사구 6(산벚나무-느티나무군락)

남산 중앙부 고지대 북사면에 설정한 고정조사구 6의 2016년 상대우점치 분석 결과, 교목층 신갈나무(I.P.: 46.65%), 산벚나무(I.P.: 33.29%), 느티나무(I.P.: 20.08%)가 생육하고 있었다. 아교목층에서는 팔배나무(I.P.: 51.11%), 느티나무(I.P.: 27.58%), 음나무(I.P.: 5.96%)가 출현하였다. 기존 교목층 산벚나무는 세력을 확장하였으나 일부 수목이 쇠퇴하고, 아교목층에서 세력을 형성한 것으로 분석되었다. 관목층에서는 국수나무(I.P.: 23.63%), 쥐똥나무(I.P.: 14.26%), 담쟁이덩굴(I.P.: 9.37%), 느티나무(I.P.: 7.42%) 순으로 생육하고 있었다.

수종별 평균상대우점치 변화를 살펴보면 신갈나무(M.I.P.: 28.92% → 27.11% → 25.02% → 24.19%)와 산벚나무(M.I.P.: 25.37% → 17.95% → 26.61% → 16.65%)는 다소 감소하였고, 팔배나무(M.I.P.: 12.33% → 19.07% → 17.06% → 17.31%)는 크게 증가하였다. 교목개체수 변화를 살펴보면 16 → 16 → 16 → 10으로 감소하였고, 2016년에 전체 출현 종수(22종)와 Shannon의 종다양도 지수(1.1903)는 증가하였다(Table 9 참조).

고정조사구 6의 식물군집구조 변화 분석 결과 신갈나무, 느티나무, 산벚나무가 생육하는 군락으로서 전반적으로 식생구조는 양호하였다. 식생구조 분석결과 교목층에서는 신갈나무와

Table 9. Change of plant cluster structure in Plot 6 of *Quercus mongolica* forest of the northern slope of Namsan(Mt.)(2000~2016) (Area: 400m²)

Species	Layer	2000				2005				2007				2016			
		C ¹	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M
	<i>Quercus mongolica</i>	45.39	18.66	-	28.92	50.61	4.83	1.18	27.11	50.04	-	-	25.02	46.65	-	5.20	24.19
	<i>Zelkova serrata</i>	12.85	6.12	-	8.47	13.49	10.04	1.6	10.36	14.25	8.71	1.84	10.34	20.08	27.58	7.42	20.47
	<i>Sorbus alnifolia</i>	-	35.9	2.17	12.33	-	56.47	1.5	19.07	-	48.18	6	17.06	-	51.11	1.64	17.31
	<i>Prunus sargentii</i>	41.76	13.47	-	25.37	35.9	-	-	17.95	35.72	26.25	-	26.61	33.29	-	-	16.65
	<i>Styrax japonicus</i>	-	4.58	-	1.53	-	2.63	1.24	1.08	-	3.14	-	1.05	-	15.35	1.47	5.36
	<i>Stephanandra incisa</i> var. <i>incisa</i>	-	-	11.62	1.94	-	-	6.22	1.04	-	-	11.4	1.9	-	-	23.63	3.94
	<i>Kalopanax septemlobus</i>	-	2.17	-	0.72	-	3.08	-	1.03	-	3.43	1.08	1.32	-	5.96	5.26	2.86
	<i>Ligustrum obtusifolium</i>	-	-	33.02	5.5	-	-	30.86	5.14	-	-	20.2	3.37	-	-	14.26	2.38
	<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	-	-	6.23	1.04	-	-	1.18	0.2	-	-	16.78	2.8	-	-	9.37	1.56
	<i>Viburnum erosum</i>	-	-	25.84	4.31	-	-	20.14	3.36	-	3.02	13.9	3.32	-	-	6.9	1.15
	<i>Sambucus williamsii</i> var. <i>coreana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.99	0.67
	<i>A. brevipedunculata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.81	0.64
	<i>Euonymus alatus</i> for. <i>ciliatodentatus</i>	-	-	2.86	0.48	-	-	6.35	1.06	-	-	5.14	0.86	-	-	3.65	0.61
	<i>Euonymus alatus</i> for. <i>ciliatodentatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.65	0.61
	<i>Carlicarpa japonica</i>	-	-	2.36	0.39	-	-	10.9	1.82	-	-	11.05	1.84	-	-	3	0.5
	<i>Smilax sieboldii</i>	-	-	1.26	0.21	-	-	12.59	2.1	-	-	2.37	0.4	-	-	2.25	0.38
	<i>Elaeagnus umbellata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.59	0.27
	<i>Clematis apiifolia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.16	0.19
	<i>Styphnolobium japonicum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.16	0.19
	<i>Ailanthus altissima</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.16	0.19
	<i>Smilax china</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.16	0.19
	<i>Morus bombycis</i>	-	-	1.63	0.27	-	-	0.89	0.15	-	-	2.17	0.36	-	-	1.05	0.18
	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.9	0.15
	<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i>	-	13.76	8.85	6.06	-	12.64	5.35	5.11	-	-	5.17	0.86	-	-	-	-
	<i>Quercus serrata</i>	-	5.34	-	1.78	-	10.31	-	3.44	-	7.27	-	2.42	-	-	-	-
	<i>Rhus trichocarpa</i>	-	-	1.63	0.27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Celastrus orbiculatus</i>	-	-	2.53	0.42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Table 9. Continued

Species		2000				2005				2007				2016			
		C ¹	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M
	<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.81	0.3	-	-	-	-
	<i>Forsythia koreana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.08	0.18	-	-	-	-
The number of populatio		16	29	164	209	16	23	364	403	16	18	280	314	10	15	236	261
Amount of species(species)		18				16				18				22			
Shannon's species diversity index(H')		1.0511				1.0020				1.0591				1.1903			
Various species diversity indices(2016)		H'(Shannon)				J'(evenness)				D(dominance)				H'max			
		1.1903				0.8867				0.1133				1.3424			

¹C: Canopy layer of importance percentage, U: Understory layer of importance percentage, S: Shrub layer of importance percentage, M: Mean importance percentage.

산벚나무가 경쟁하였으며, 느티나무는 교목층, 아교목층, 관목층에서 전반적으로 출현하고 있어 장기적으로 판단했을 때 느티나무군락으로 천이가 예측되었다.

(7) 고정조사구 7(산벚나무-신갈나무군락)

남산 중앙부 고지대 북사면에 설정한 고정조사구 7의 2016년 상대우점치 분석 결과 교목층 산벚나무(I.P.: 25.95%), 느티나무(I.P.: 20.10%), 신갈나무(I.P.: 15.30%), 팔배나무(I.P.: 15.22%)가 생육하고 있었다. 아교목층에서는 팔배나무(I.P.: 59.22%), 때죽나무, 음나무, 단풍나무가 출현하였다. 관목층에서는 신갈나무(I.P.: 33.30%), 국수나무(I.P.: 19.50%), 당단풍(I.P.: 12.38%), 담쟁이덩굴(I.P.: 5.85%) 순으로 생육하고 있었다.

수종별 평균상대우점치 변화를 살펴보면 신갈나무(M.I.P.: 23.14% → 24.94% → 22.88% → 13.20%)와 산벚나무(M.I.P.: 19.63% → 13.40% → 13.52% → 13.16%)는 크게 감소하였고, 팔배나무(M.I.P.: 15.12% → 16.98% → 16.72% → 27.67%)는 크게 증가하였다. 교목개체수 변화를 살펴보면 15 → 13 → 13 → 23으로 크게 증가하였는데, 이는 기존의 아교목 성상으로 생육하고 있던 팔배나무와 당단풍이 교목층으로 성장하였기 때문인 것으로 판단되었다. 2016년에 전체 출현 종수(26종)는 증가하였고, Shannon의 종다양도 지수(0.8177)는 감소하였다(Table 10 참조).

고정조사구 7의 식물군집구조 변화 분석 결과 교목층에 신갈나무, 산벚나무, 느티나무, 팔배나무가 경쟁하고 있었고, 신갈나무의 세력은 감소하였다. 특이사항으로 교목층과 아교목층

Table 10. Change of plant cluster structure in Plot 7 of *Quercus mongolica* forest of the northern slope of Namsan(Mt.)(2000~2016) (Area: 400m²)

Species		2000				2005				2007				2016			
		C ¹	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M
Relative ratio (%)	<i>Sorbus alnifolia</i>	-	39.56	11.57	15.12	-	47.55	6.76	16.98	4.24	40.66	6.29	16.72	15.22	59.22	1.94	27.67
	<i>Quercus mongolica</i>	44.6	-	5.02	23.14	45.71	-	12.52	24.94	41.63	5.14	2.11	22.88	15.30	-	33.30	13.20
	<i>Prunus sargentii</i>	26.14	19.69	-	19.63	26.8	-	-	13.4	26.52	-	1.58	13.52	25.95	-	1.11	13.16
	<i>Styrax japonicus</i>	-	15.03	3.57	5.61	-	16.47	-	5.49	-	31	1.45	10.58	-	31.64	4.46	11.29
	<i>Zelkova serrata</i>	23.24	3.24	2.44	13.11	21.2	12.97	-	14.92	21.30	4.82	5.55	13.18	20.1	-	0.46	10.13
	<i>Acer pseudosieboldianum</i>	-	12.93	9.16	5.84	-	14.47	24.6	8.92	-	15.77	8.14	6.61	14.25	-	12.38	9.19
	<i>Stephanandra incisa</i> var. <i>incisa</i>	-	-	7.55	1.26	-	-	12.94	2.16	-	-	18.66	3.11	-	-	19.5	3.25
	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	6.02	-	6.6	4.11	6.29	-	6.69	4.26	6.31	-	12.48	5.24	5	-	2.52	2.92
	<i>Castanea crenata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.18	-	0.37	2.15
	<i>Kalopanax septemlobus</i>	-	2.09	0.77	0.83	-	2.76	-	0.92	-	2.63	-	0.88	-	5.64	-	1.88
	<i>Acer palmatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.49	-	1.16
	<i>Parthenocissus teicuspida</i>	-	-	17.37	2.9	-	-	-	-	-	-	10.41	1.74	-	-	5.85	0.98
	<i>A. brevipedunculata</i>	-	-	3.33	0.56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.61	0.94
	<i>Viburnum erosum</i>	-	-	15.8	2.63	-	-	12.03	2.01	-	-	2.78	0.46	-	-	2.58	0.43

Table 10. Continued

Species	Layer	2000				2005				2007				2016			
		C ¹	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M
(%)	<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i>	-	7.46	0.6	2.59	-	5.78	4.06	2.6	-	-	10.97	1.83	-	-	2.36	0.39
	<i>Ailanthus altissima</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.35	0.39
	<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	-	-	1.38	0.23	-	-	2.53	0.42	-	-	0.59	0.1	-	-	1.18	0.2
	<i>Ligustrum obtusifolium</i>	-	-	4.22	0.7	-	-	6.29	1.05	-	-	2.61	0.44	-	-	0.85	0.14
	<i>Rubus crataegifolius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.8	0.13
	<i>Zanthoxylum piperitum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6	0.1
	<i>L. maximowiczii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.07	0.51	-	-	0.46	0.08
	<i>Carlicarpa japonica</i>	-	-	7.87	1.31	-	-	8.6	1.43	-	-	4.81	0.8	-	-	0.37	0.06
	<i>Smilax sieboldii</i>	-	-	0.77	0.13	-	-	0.73	0.12	-	-	1.16	0.19	-	-	0.26	0.04
	<i>Euonymus oxyphyllus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.29	0.22	-	-	0.21	0.04
	<i>Morus bombycis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.26	0.04
	<i>Celastrus orbiculatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.21	0.04
	<i>Juniperus rigida</i>	-	-	0.69	0.12	-	-	-	-	-	-	0.7	0.12	-	-	-	-
	<i>Quercus serrata</i>	-	-	1.29	0.22	-	-	0.73	0.12	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Euonymus alatus</i> for. <i>ciliatodentatus</i>	-	-	-	-	-	-	1.52	0.25	-	-	0.53	0.09	-	-	-	-
	<i>Prunus padus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.7	0.62	-	-	-	-
	<i>Pueraria montana</i> var. <i>lobata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.59	0.1	-	-	-	-
	<i>Robinia pseudoacacia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.59	0.1	-	-	-	-
The number of populatio		15	40	332	387	13	39	288	340	13	32	396	441	23	18	980	1,021
Amount of species(species)		19				17				23				26			
Shannon's species diversity index(H')		1.1287				1.0375				1.1667				0.8177			
Various species diversity indices(2016)		H'(Shannon)				J'(evenness)				D(dominance)				H'max			
		0.8177				0.5779				0.4221				1.4150			

¹C: Canopy layer of importance percentage, U: Understory layer of importance percentage, S: Shrub layer of importance percentage, M: Mean importance percentage.

에서 팔배나무가 증가하였으며, 관목층에서 맹아와 함께 신갈나무 치수가 발생해 우점하고 있었다. 본 군집은 장기적으로 볼 때 팔배나무군락으로 천이가 예측되었다.

(8) 고정조사구 8(물푸레나무-신갈나무군락)

미통신대 북쪽 계곡부 사면에 설정한 고정조사구 8의 2016년 상대우점치 분석 결과, 교목층에서는 물푸레나무(I.P.: 52.48%), 신갈나무(I.P.: 47.52%)가 생육하고 있었다. 아교목층에서는 팔배나무(I.P.: 78.33%), 때죽나무(I.P.: 21.67%)가 출현하였다. 관목층에서는 국수나무(I.P.: 39.62%), 신갈나무(17.94%), 회잎나무(8.57%), 담쟁이덩굴(I.P.: 7.16%) 순으로 생육하고 있었다.

수종별 평균상대우점치 변화를 살펴보면 물푸레나무(M.I.P.: 34.87% → 31.24% → 25.71% → 26.32%)와 신갈나무(M.I.P.: 30.10% → 25.62% → 32.89% → 26.75%)는 다소 감소하였다.

팔배나무(M.I.P.: 20.59% → 22.93% → 22.60% → 26.28%)는 크게 증가하였다. 교목개체수 변화를 살펴보면 16 → 17 → 16 → 13으로 감소하였고, 2016년에 전체 출현 종수(22종)와 Shannon의 종다양도 지수(0.9877)는 증가하였다. 이는 참나무 시들음병 발병에 따른 방제 관리에 의해 기존의 상층을 형성하고 있는 신갈나무 일부가 제거 관리되면서 하부에 다양한 관목이 출현하였기 때문인 것으로 판단되었다(Table 11 참조).

고정조사구 8의 식물군집구조 변화를 분석한 결과 교목층에서는 물푸레나무와 신갈나무가 경쟁하였고, 아교목층에서 팔배나무가 우점하였지만 교목 성상 수종이 출현하지 않아 당분간 현 상태를 유지할 것으로 판단되었다.

3) 식물군집구조 변화 종합

모든 고정조사구에서 교목층은 참나무시들음병 발병에 따른

Table 11. Change of plant cluster structure in Plot 8 of *Quercus mongolica* forest of the northern slope of Namsan(Mt.)(2000~2016)
(Area: 400m²)

Species	Layer	2000				2005				2007				2016			
		C ¹	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M
Relative ratio (%)	<i>Quercus mongolica</i>	52.76	-	22.32	30.10	50.49	-	2.27	25.62	52.40	15.04	10.05	32.89	47.52	-	17.94	26.75
	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	47.24	30.80	5.90	34.87	49.51	18.41	2.06	31.24	47.60	5.74	-	25.71	52.48	-	0.50	26.32
	<i>Sorbus alnifolia</i>	-	56.62	10.31	20.59	-	65.31	6.97	22.93	-	62.19	11.20	22.60	-	78.33	1.00	26.28
	<i>Styrax japonicus</i>	-	11.09	1.45	3.94	-	14.60	-	4.87	-	15.57	-	5.19	-	21.67	2.20	7.59
	<i>Stephanandra incisa</i> var. <i>incisa</i>	-	-	41.23	6.87	-	-	47.07	7.85	-	-	47.79	7.97	-	-	39.62	6.60
	<i>Euonymus alatus</i> for. <i>ciliatodentatus</i>	-	-	7.98	1.33	-	-	16.39	2.73	-	-	4.98	0.83	-	-	8.57	1.43
	<i>Parthenocissus teicuspida</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.96	2.33	-	-	7.16	1.19
	<i>Zanthoxylum piperitum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.61	0.60
	<i>A. brevipedunculata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.58	0.60
	<i>Liriodendron tulipifera</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.08	0.51
	<i>Ailanthus altissima</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.80	0.47
	<i>Cornus kousa</i>	-	1.49	-	0.50	-	1.68	-	0.56	-	1.47	-	0.49	-	-	2.32	0.39
	<i>Smilax sieboldii</i>	-	-	0.82	0.14	-	-	1.48	0.25	-	-	-	-	-	-	1.13	0.19
	<i>Viburnum erosum</i>	-	-	8.40	1.40	-	-	22.28	3.71	-	-	10.00	1.67	-	-	1.06	0.18
	<i>Carlicarpa japonica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.96	0.16
	<i>Rubus crataegifolius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.88	0.15
	<i>Euonymus oxyphyllus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.73	0.12
	<i>Prunus sargentii</i>	-	-	0.94	0.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.61	0.10
	<i>Lespedeza maximowiczii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.03	0.34	-	-	0.60	0.10
	<i>Rubus oldhamii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.61	0.10
	<i>Lespedeza bicolor</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.61	0.10
	<i>Morus bombycis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.44	0.07
	<i>Celastrus orbiculatus</i>	-	-	0.65	0.11	-	-	1.48	0.25	-	-	-	-	-	-	-	-
The number of populatio		16	36	336	388	17	33	196	246	16	39	192	247	13	24	584	621
Amount of species(species)		11				10				10				22			
Shannon's species diversity index(H')		0.7564				0.7972				0.8703				0.9877			
Various species diversity indices(2016)		H'(Shannon)				J'(evenness)				D(dominance)				H'max			
		0.9877				0.7358				0.2642				1.3424			

¹C: Canopy layer of importance percentage, U: Understory layer of importance percentage, S: Shrub layer of importance percentage, M: Mean importance percentage.

방제 관리로 신갈나무의 개체수는 크게 감소하였고, 그 영향으로 수종별 상대우점치 변화가 있었다. 그 외 산벚나무, 졸참나무, 물푸레나무, 느티나무 등은 그 세력을 유지 또는 확대하고 있었다. 고정조사구 7의 경우 군락 내 교목층의 신갈나무 세력 감소와 함께 팔매나무, 당단풍의 생육 성장에 따라 층위 구분에 있어 교목 성상으로 구분되어 교목층 개체수가 13주에서 23주로 증가하였다. 아교목층에서는 도시환경 적응 수종인 팔매나무, 때죽나무, 당단풍 등이 세력을 유지하거나 증가하였다. 관목층에서는 교목층의 수관이 열려 짙레꽃, 산딸기, 산초나무, 청가시덩굴 등이 출현하였고, 가죽나무, 일본목련, 양버즘나무,

참오동나무 등 외래종 치수가 발생하였다. Noh(2015) 연구결과에 따르면 이들 외래식물의 세력 확산은 대기오염 및 토양 산성화, 기후변화 및 도시 열섬현상 등 도시환경 변화에 따른 영향인 것으로 판단되었다. 조사구별 사라진 종은 진달래, 노간주나무, 노린재나무 등 1~6종이었고, 새롭게 출현한 종은 작살나무, 단풍나무, 산딸기, 가죽나무 등 8~15종이 조사되었다. 8개 조사구를 대상으로 전체 종수를 분석한 결과 총 4~12종이 증가하였다.

남산 신갈나무군락의 층위별 출현종 개체수 변화를 살펴본 결과, 고정조사구 1의 경우 교목층의 신갈나무 개체수가 41주

→ 15주로 크게 감소하였고, 아교목층에서도 때죽나무, 팔배나무의 개체수 함께 감소하였다. 고정조사구 2의 경우 교목층의 신갈나무 개체수가 5주 → 3주로 감소하였고, 아교목층에서는 때죽나무와 팔배나무는 감소하고, 당단풍은 증가하였다. 고정조사구 3의 경우 교목층의 신갈나무 개체수가 15주 → 8주로 감소하였고, 아교목층에서는 때죽나무, 당단풍, 팔배나무가 그 세력을 유지하고 있었다. 고정조사구 4의 경우 교목층의 신갈나무 개체수가 8주 → 2주로 크게 감소하였고, 아교목층에서는 때죽나무의 개체수가 감소하였다. 고정조사구 5의 경우 교목층의 신갈나무 개체수가 10주 → 6주로 감소하였고, 아교목층에서는 때죽나무, 당단풍, 팔배나무의 개체수 변화가 없었다. 고정조사구 6의 경우 교목층의 신갈나무 개체수가 10주 → 5주로 크게 감소하였고, 아교목층에서도 때죽나무와 느티나무는 증가

하였고, 팔배나무는 감소하였다. 고정조사구 7의 경우 교목층의 신갈나무 개체수가 6주 → 3주로 크게 감소하였고, 팔배나무가 1주 → 6주로 크게 증가하였다. 아교목층에서는 때죽나무와 팔배나무의 개체수 함께 감소하였다. 고정조사구 8의 경우 신갈나무 개체수가 8주로 과거와 동일하였으며, 물푸레나무가 증가하였다. 아교목층의 팔배나무, 물푸레나무, 때죽나무 모두 감소하였다(Table 12 참조).

남산 북사면 신갈나무군락은 참나무시들음병 방제관리로 인한 신갈나무 세력 약화, 졸참나무, 느티나무, 물푸레나무 등 경쟁수목 증가로 신갈나무 세력 약화, 아까시나무의 맹아가 재발생하였다. 남산 신갈나무군락은 지속적인 참나무시들음병에 대한 영향을 받을 경우 물푸레나무, 느티나무, 졸참나무, 산벚나무군집으로의 천이 잠재성이 있었다. 남산 신갈나무군집은 현

Table 12. Changes in the number of species of 8 fixed plots in *Quercus mongolica* forest of Namsan(Mt.)(2005~2016)

Plot	Layer	Species	3rd 2005	4th 2016
Pot 1	Canopy layer	<i>Quercus mongolica</i>	41	15
		<i>Quercus serrata</i>	3	2
		<i>Robinia pseudoacacia</i>	2	1
	Understory layer	<i>Styrax japonicus</i>	50	36
		<i>Sorbus alnifolia</i>	30	13
		<i>Acer pseudosieboldianum</i>	29	31
Plot	Layer	Species	3rd 2007	4th 2016
Pot 2	Canopy layer	<i>Quercus mongolica</i>	5	3
	Understory layer	<i>Styrax japonicus</i>	17	11
		<i>Acer pseudosieboldianum</i>	9	12
		<i>Sorbus alnifolia</i>	9	8
Pot 3	Canopy layer	<i>Quercus mongolica</i>	15	8
		<i>Sorbus alnifolia</i>	1	1
		<i>Kalopanax septemlobus</i>	1	1
	Understory layer	<i>Styrax japonicus</i>	12	11
		<i>Acer pseudosieboldianum</i>	6	5
Pot 4	Canopy layer	<i>Sorbus alnifolia</i>	4	5
		<i>Quercus mongolica</i>	8	2
	Understory layer	<i>Prunus sargentii</i>	2	1
		<i>Styrax japonicus</i>	13	8
		<i>Acer pseudosieboldianum</i>	1	1
		<i>Sorbus alnifolia</i>	6	8
Pot 5	Canopy layer	<i>Robinia pseudoacacia</i>	0	4
		<i>Quercus mongolica</i>	10	6
		<i>Robinia pseudoacacia</i>	9	5
	Understory layer	<i>Sorbus alnifolia</i>	2	2
		<i>Styrax japonicus</i>	1	1
		<i>Acer pseudosieboldianum</i>	2	2
		<i>Sorbus alnifolia</i>	29	29
Pot 6	Understory layer	<i>Quercus mongolica</i>	0	1

Table 12. Continued

Plot	Layer	Species	3rd 2005	4th 2016
Pot 6	Canopy layer	<i>Quercus mongolica</i>	10	5
		<i>Prunus sargentii</i>	5	4
		<i>Zelkova serrata</i>	1	1
	Understory layer	<i>Styrax japonicus</i>	1	3
		<i>Zelkova serrata</i>	2	5
		<i>Sorbus alnifolia</i>	11	6
Pot 7	Canopy layer	<i>Quercus mongolica</i>	6	3
		<i>Zelkova serrata</i>	1	2
		<i>Sorbus alnifolia</i>	1	6
	Understory layer	<i>Styrax japonicus</i>	14	7
		<i>Kalopanax septemlobus</i>	1	1
		<i>Sorbus alnifolia</i>	11	9
Pot 8	Canopy layer	<i>Quercus mongolica</i>	8	8
		<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	5	7
	Understory layer	<i>Sorbus alnifolia</i>	27	18
		<i>Styrax japonicus</i>	8	7
		<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	2	1

상태를 유지하지만 천이 경향을 예측하였을 때 차대를 형성하는 교목 성상의 수종이 거의 없어 생태적 천이 가능성은 낮은 것으로 판단되었다.

남산 신갈나무군락의 2016년도 Shannon의 종다양도지수는 0.8177~1.2405이었다. 종다양도가 낮은 조사구는 교목층 신갈나무, 아교목층 팔배나무, 때죽나무가 우점하고 관목층에 국수나무가 우점하여 단일종에 의한 우점도가 높아 종다양도가 낮았다. 종다양도가 가장 높은 조사구는 교목층에 신갈나무 아교목층에 산벚나무와 당단풍나무가 우점하였고, 관목층에 산딸기, 산초나무, 청미래덩굴 등이 고르게 분포하여 균재도가 높아 종다양도가 높았다. 남산의 종다양도는 온대중부림에 위치한 치악산국립공원 신갈나무군집(500m²)의 종다양도 1.2546(Park *et al.*, 1988), 계룡산국립공원 동학사 계곡의 신갈나무군집(500m²)의 종다양도 1.2732(Han *et al.*, 2001), 서울시 외곽산림 신갈나무군집(400m²)의 종다양도 1.2602(Kwak, 2011)와 비교하였을 때 다소 낮은 상태이었다. 남산의 신갈나무군락은 자연상태의 신갈나무군락과 비교하였을 때, 참나무시들음병에 따른 교목층의 세력 감소, 아교목층에서 팔배나무, 때죽나무, 단풍나무 등 도시화 수종의 확대, 관목층에서 상부 수관 개방에 따른 다양한 수종의 유입 및 발생, 도시산림의 토양환경 등 많은 요인 및 위협요인으로 현재 불안정한 신갈나무군락을 유지하고 있는 것으로 판단되었다(Table 13 참조, Figure 3 참조).

서울 남산 신갈나무군락의 생태계 현황 파악 및 변화 추이를 고찰한 결과, 식생구조 특성 및 변화를 반영하여 도시환경에 적응한 자생종에 대한 활용을 통한 숲 관리가 필요하였다. 세

부 내용으로 남산 신갈나무군락은 현재 남아 있는 신갈나무군락의 보전과 참나무시들음병 이후 식생 복원, 과거 신갈나무림이었던 팔배나무림, 산벚나무림의 생태적 건강성 회복을 관리 목표로 제시할 수 있다. 현재 신갈나무군락지, 과거 신갈나무림이었던 팔배나무림과 산벚나무림은 현재의 낙엽활엽수 혼효림을 구조를 유지할 수 있도록 산성화된 토양 관리와 함께 외래종 하층식생 관리가 필요하다. 참나무시들음병에 따른 신갈나무군락 훼손지는 지속적인 모니터링을 통한 목표 식생 및 식생 복원 방향을 설정하여 신갈나무군락 식재모델 마련을 통한 장기적인 식생복원이 필요하다.

IV. 결론

서울시는 남산의 북사면 신갈나무림과 남사면의 소나무림을 2006~2007년에 걸쳐 남북녹지축의 거점공간인점, 신갈나무림과 소나무림이 자연성을 유지하고 있는 점을 들어 생태경관보전지역으로 지정·관리하고 있다. 하지만 남산은 일제 강점기 이후 생태계 천이 중단, 토양 산성화, 특정종의 우점 등의 문제가 지속적으로 발생하고 있다. 본 연구는 남산 신갈나무림의 생태계 현황을 조사하고, 과거 조사자료와의 비교·분석을 통해 생태적 특성 및 변화경향을 예측하고자 하였다. 남산 토양은 산성 토양(2016년 pH 4.40)이며, 유기물 함량은 산림토양과 유사한 수준이지만 치환성양이온 용량이 낮아 수목 생육에 좋지 않을 것으로 예측되었다. 현존식생 변화로 남산 신갈나무림은 1978년 49.4%, 1986년 80.7%, 2000년 82.4%, 2005년 88.3%,

Table 13. Summarized changes about plant community structure of 8 fixed plots in *Qureus mongolica* forest of Namsan(Mt.)(1994~2016)

Plot	Major species of dominance value change			Number of individual												The missing and being new species		
	Canopy layer	Understory layer	Shrub layer	Canopy layer				Understory layer				Shrub layer				The missing species	The being new species	C*
1	<i>Q. serrata</i> (+) <i>Q. aliena</i> (+) <i>Q. mongolica</i> (-)	<i>S. japonicus</i> (+) <i>A. pseudosieboldianum</i> (+) <i>S. alnifolia</i> (-)	<i>P. tricuspidata</i> (+) <i>Stephanandra incisa</i> var. <i>incisa</i> (-) <i>R. mucronulatum</i> var. <i>mucronulatum</i> (-)	1 st 1994	2 nd 1998	3 rd 2005	4 th 2016	1 st 1994	2 nd 1998	3 rd 2005	4 th 2016	1 st 1994	2 nd 1998	3 rd 2005	4 th 2016	6 species <i>R. trichocarpa</i> , <i>M. amurensis</i> , <i>Symplocos chinensis</i> for, <i>pilosa</i> ect.	15 species <i>C. japonica</i> , <i>A. elata</i> , <i>A. palmatum</i> , <i>Q. acutissima</i> ect.	▲ 9
				56	47	48	22	187	186	160	102	1,044	636	1,228	640			
2	<i>Q. mongolica</i> (-)	<i>A. pseudosieboldianum</i> (+) <i>S. alnifolia</i> (-) <i>S. japonicus</i> (-)	<i>Stephanandra incisa</i> var. <i>incisa</i> (+) <i>Z. serrata</i> (+) <i>Magnolia obovata</i> (+)	1 st 2000	2 nd 2005	3 rd 2007	4 th 2016	1 st 2000	2 nd 2005	3 rd 2007	4 th 2016	1 st 2000	2 nd 2005	3 rd 2007	4 th 2016	5 species <i>Symplocos chinensis</i> for, <i>pilosa</i> , <i>C. orbiculatus</i> , <i>V. erosum</i> , <i>P. sargentii</i> etc.	12 species <i>C. japonica</i> , <i>L. cyrtobotrya</i> , <i>M. alba</i> , <i>V. coignetiae</i> , <i>Z. serrata</i> , <i>Magnolia obovata</i> ect.	▲ 7
				17	15	17	3	39	37	38	33	228	168	104	128			
3	<i>S. alnifolia</i> (+) <i>K. septemlobus</i> (+) <i>P. sargentii</i> (+) <i>Q. mongolica</i> (-)	<i>S. alnifolia</i> (+) <i>A. pseudosieboldianum</i> (+) <i>Q. mongolica</i> (-) <i>S. japonicus</i> (-)	<i>S. japonicus</i> (+) <i>A. pseudosieboldianum</i> (+) <i>Q. mongolica</i> (-) <i>S. alnifolia</i> (-)	18	18	18	11	25	23	22	22	252	176	164	292	3 species <i>M. amurensis</i> , <i>R. mucronulatum</i> var., <i>mucronulatum</i> , <i>Rhododendron schlippenbachii</i>	15 species <i>P. tricuspidata</i> , <i>A. altissima</i> , <i>A. palmatum</i> , <i>R. chinensis</i> , <i>E. alatus</i> for, <i>ciliatodentatus</i> ect.	▲ 12
4	<i>Q. serrata</i> (+) <i>P. sargentii</i> (+) <i>Q. mongolica</i> (-)	<i>S. japonicus</i> (+) <i>S. alnifolia</i> (-) <i>Q. mongolica</i> (-) <i>P. sargentii</i> (-)	<i>A. elata</i> (+) <i>P. tricuspidata</i> (+) <i>R. pseudoacacia</i> (-) <i>S. incisa</i> var. <i>incisa</i> (-)	11	11	13	5	25	27	24	30	328	280	240	452	4 species <i>R. trichocarpa</i> , <i>J. rigida</i> , <i>L. maximowiczii</i> , <i>S. sieboldii</i>	11 species <i>E. alatus</i> for, <i>ciliatodentatus</i> , <i>S. china</i> , <i>P. coreana</i> , <i>R. crataegifolius</i> , <i>S. williamsii</i> var. <i>coreana</i> ect.	▲ 7
5	<i>R. pseudoacacia</i> (-) <i>Q. mongolica</i> (-) <i>P. sargentii</i> (-) <i>Q. aliena</i> (-)	<i>S. alnifolia</i> (+) <i>R. pseudoacacia</i> (-) <i>Q. mongolica</i> (-) <i>K. septemlobus</i> (-)	<i>S. incisa</i> var. <i>incisa</i> (+) <i>S. japonicus</i> (+) <i>V. erosum</i> (-) <i>S. sieboldii</i> (-)	23	20	22	16	45	48	36	38	244	644	296	384	5 species <i>Q. aliena</i> , <i>R. mucronulatum</i> var., <i>mucronulatum</i> , <i>Symplocos chinensis</i> for, <i>pilosa</i> , <i>U. laciniata</i> , <i>S. china</i>	10 species <i>E. nigrum</i> , <i>C. crenata</i> , <i>L. obtusifolium</i> , <i>A. palmatum</i> , <i>R. yedoense</i> ect.	▲ 4
6	<i>Q. mongolica</i> (+) <i>Z. serrata</i> (+) <i>P. sargentii</i> (-)	<i>Z. serrata</i> (+) <i>S. japonicus</i> (+) <i>S. alnifolia</i> (+)	<i>S. incisa</i> var. <i>incisa</i> (+) <i>S. alnifolia</i> (-) <i>L. obtusifolium</i> (-)	16	16	16	10	29	23	18	15	164	364	280	236	4 species <i>R. mucronulatum</i> var., <i>mucronulatum</i> , <i>Q. serrata</i> , <i>R. trichocarpa</i> , <i>C. orbiculatus</i>	8 species <i>S. williamsii</i> , <i>A. brevipedunculata</i> , <i>E. umbellata</i> , <i>C. apiifolia</i> , <i>S. japonicum</i> ect.	▲ 4

Table 13. Continued

Plot	Major species of dominance value change			Number of individual												The missing and being new species		
	Canopy layer	Understory layer	Shrub layer	Canopy layer				Understory layer				Shrub layer				The missing species	The being new species	C*
7	<i>Q. mongolica</i> (-) <i>P. sargentii</i> (-) <i>Z. serrata</i> (-) <i>F. rhyncho- phylla</i> (-) <i>S. alniifolia</i> (+) <i>A. pseudosie- boldianum</i> (+)	<i>S. alniifolia</i> (+) <i>S. japonicus</i> (+) <i>P. sargentii</i> (-) <i>Z. serrata</i> (-)	<i>S. incisa</i> var. <i>incisa</i> (+) <i>F. rhyncho- phylla</i> (-) <i>K. septemlobus</i> (-)	1 st 2000	2 nd 2005	3 rd 2007	4 th 2016	1 st 2000	2 nd 2005	3 rd 2007	4 th 2016	1 st 2000	2 nd 2005	3 rd 2007	4 th 2016	2 species <i>J. rigida</i> , <i>Q. serrata</i>	9 species <i>C. crenata</i> , <i>A. palmatum</i> , <i>A. altissima</i> , <i>R. crataegifolius</i> , <i>Z. piperitum</i> ect.	▲ 7
				15	13	13	23	40	39	32	18	332	288	396	980			
8	<i>F. rhyncho- phylla</i> (+) <i>Q. mongolica</i> (-)	<i>S. alniifolia</i> (+) <i>S. japonicus</i> (+) <i>P. sargentii</i> (-)	<i>Q. mongolica</i> (-) <i>P. sargentii</i> (-) <i>S. alniifolia</i> (-) <i>S. incisa</i> var. <i>incisa</i> (-)													1 species <i>C. orbiculatus</i>	12 species <i>P. tricuspidata</i> , <i>Z. piperitum</i> , <i>A. brevipe- dunculata</i> , <i>L. tulipifera</i> , <i>A. altissima</i> ect.	▲ 11
				16	17	16	13	36	33	39	24	336	196	192	584			

C*: Change in the number of species, (+) Increased the dominant point, (·) Maintaining the dominant position, (-) Less dominant point, ▲ Increased number of appearances.



Figure 3. Individuals(canopy layer) and species changes about plant community structure of 8 fixed plots in *Qureus mongolica* forest of Namsan(Mt.).

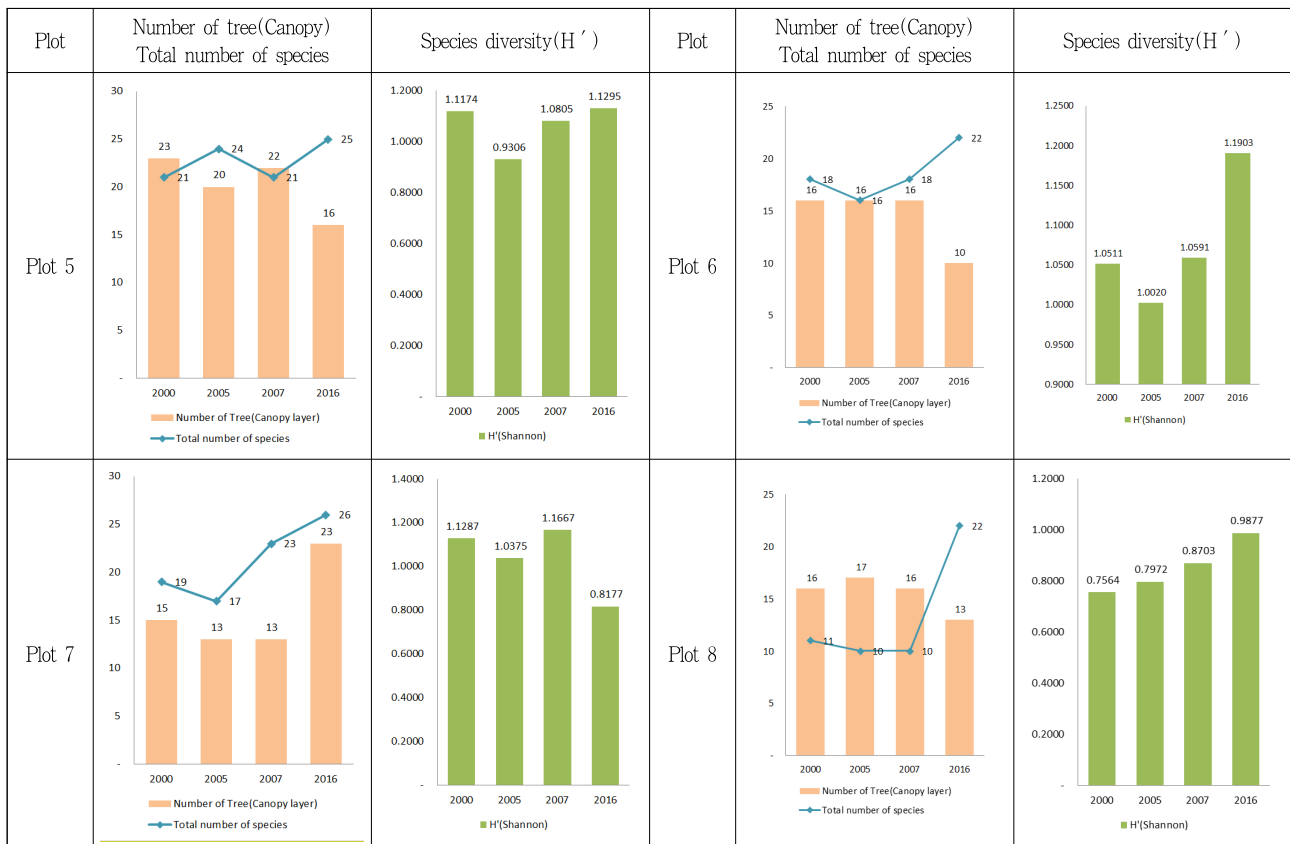


Figure 3. Continued

2016년 70.3%이었고, 2016년에는 2005년과 비교해 세력이 18.0% 감소하였다. 식물군집구조 변화로 교목층 신갈나무는 참나무시들음병 별채 및 훈증 관리로 세력이 쇠퇴하고 있었다. 이 영향을 받아 교목층의 졸참나무, 아까시나무, 느티나무, 산벚나무, 팔배나무, 물푸레나무의 세력이 확대되고 있었다. 아교목층은 열악한 서울 도시환경에 적응성이 높은 때죽나무, 팔배나무, 당단풍이 세력을 유지하거나 확대되고 있었다. 관목층은 기존의 상층을 형성하고 있는 신갈나무 교목이 상당수 제거 관리되면서 수관이 크게 개방된 식생군락 하부에 국수나무, 털팽나무, 때죽나무 등 다양한 관목이 출현하였다. 조사구별 사라진 종은 진달래, 노간주나무, 노린재나무 등 1~6종이었고, 새롭게 출현한 종은 작살나무, 단풍나무, 산딸기, 가죽나무 등 8~15종이 조사되었다. 8개 고정조사구의 전체 종수는 4~12종이 증가하였다. 2016년 남산 신갈나무군락의 Shannon의 종다양도지수는 0.8177~1.2405이었다. 남산 신갈나무군집은 당분간 유지될 것으로 판단되었지만 천이 경향은 차대를 형성하는 교목 성상의 수종이 거의 없어 천이 발달 가능성은 낮을 것으로 판단되었다.

서울시 남산 신갈나무림은 도시환경에 의한 영향으로 인해 자연성은 점차 감소되고 있으며 이러한 영향은 지속될 것으로 판단되었다. 따라서 식생구조 특성 및 변화를 반영하여 도시환경에 적응한 자생종 숲으로 관리가 필요하였다. 남산에 적응해

서 생육상태가 양호한 수종을 산벚나무, 팔배나무, 졸참나무, 소나무 등을 선정하고, 주요 군락별 지형구조와 천이계열을 고려한 자연림 구조의 숲을 조성할 수 있다. 특히 참나무시들음병 피해목에 대한 재감염 모니터링, 방제 관리지역에 대한 식생 변화 모니터링 등이 필요할 것이다. 서울시 남산 신갈나무림은 산림 내 생물다양성 증진과 함께 엔트로피 저감, 물 순환 체계의 회복 등 도시의 근본적인 환경개선을 위한 노력도 함께 병행되어야 건전한 생태적 보전 및 복원이 가능할 것으로 판단되었다.

서울시는 생태경관보전지역을 대상으로 6년마다 정밀변화관찰 모니터링, 매년 일반변화관찰 모니터링을 실시하면서 생태적 관리를 함께 시행하고 있다. 본 논문의 2007년과 2016년 토양분석, 현존식생, 식물군집구조 조사 결과는 서울시 생태경관보전지역 정밀변화관찰연구 결과의 일부를 재분석·고찰하여, 연구진이 보유한 과거 남산 신갈나무군락의 생태계 자료와 비교·분석을 통해 본 논문으로 발전시킨 것이다. 향후 시행 될 남산 생태경관보전지역의 정밀변화관찰 시 신갈나무림 고정조사구의 생태계 변화를 연구내용에 포함하여 서울 도시 내 신갈나무군락의 식생구조 특성과 변화, 적정 관리방안 모색이 필요하다.

References

- Brown, L. R.(1981) Building a sustainable society. WW Norton and Company, Inc., 500 Fifth Avenue, New York, NY 10110.
- Cheon, K. I., J. G. Byun, S. C. Jung and J. H. Sung(2014) Community structure of *Quercus mongolica* stand in Hyangrobong area, Baekdudaegan, Journal of Agriculture and Life Sciences 48(1): 1-13.
- Chung, T. H. and W. C. Lee(1965) A study of the Korean woody plant zone and favorable region for the growth and proper species, Journal of Sunkyunwan University 10: 329-366.
- Curtis, J. T. and R. P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin, Ecology 32(3): 476-496.
- Han, B. H., W. Cho and S. D. Lee(2001) Plant community structure of Donghakas valley in Kyeryongsan national park, Korean Journal of Environment and Ecology 14(4): 238-251.
- Harris, L. D. 1984. The Fragmented Forest: Island Biogeography Theory and the Preservation of Biotic Diversity. Chicago: University of Chicago Press.
- Hough, M.(1984) City Form and Natural Process (p. 279) London: Croom Helm.
- Jang, Y. S. and Y. J. Yim(1985) Vegetation types and their structures of the Piagol, Mt. Chiri, Korean Journal of Botany 28: 165-175.
- Jeong J. H., K. S. Koo, C. H. Lee and C. S. Km(2002) Physico-chemical properties of Korean forest soils by regions, Journal of Korean Forestry Society 91(6): 694-700.
- Jung, J. W.(2017) A Study on the Structure and Succession of *Quercus mongolica* Community in Sajayung Upland on Miryang, Southeastern Korea, Ph. D. Dissertation, Daegu Haany University, p. 116.
- Kang, H. M., D. H. Kim and S. G. Park(2020) Characteristics of *Quercus mongolica* dominant community on the ridge of the Nakdong-Jeongmaek-Focusing on the Baekbyeongsan, Chilbosan, Baegamsan, Unjusan, Goheonsan, Gudeoksan, Korean Journal of Environment and Ecology 34(4): 318-333.
- Kil, B. S., H. K. You, B. S. Kim, H. C. Kim, I. S. Jeon, Y. S. Kim, C. H. Kim and K. W. Yun(1998) The Ecological Society of Korea 21(5-3): 603-631.
- Kim, D. H.(2017) A Study on the Composition Characteristics of *Quercus mongolica* Communities in the Baekdudaegan Mountains Ph. D. Dissertation, Dongguk University, p. 156.
- Kim, J. H., B. C. Lee and Y. M. Lee(1996) The comparative evaluation of plant species diversity in forest ecosystems of Namsan and Kwangneung, Journal of Korean Society of Forest Science 85(4): 605-618.
- Kim, M. K., I. S. Kang, and C. H. Kwak(1999) The estimation of urban warming amounts due to urbanization in Korea for the recent 40 years, Journal of the Korean Meteorological Society 35(1): 118-126.
- Korea Forest Research Institute(2008) Oak Wilt, p. 3.
- Kwak, J. I.(2011) A Study on Vegetation Structure Characteristics and Ecological Succession Trends of Seoul urban forest, Korea, Ph. D. Dissertation, University of Seoul, p. 316.
- Lee K. J., B. H. Han and S. D. Lee(2000) A study on the plant ecosystem decline of urban forest (1) -Namsan, Changdokkung, The Journal of Academic Paper Presentation of the Korean Environmental Ecology Association, 85-88.
- Lee, H. J., J. S. Lee and D. W. Byun(1994) Community classification and vegetation pattern of *Quercus mongolica* forest in Mt. Myongji, The Korean Journal of Ecology 17(2): 185-201.
- Lee, K. J., I. H. Park and K. K. Oh(1987) Analysis of vegetational community structure and phytosociological changes during eight years of the Namsan nature park in Seoul, Journal of Korean Society of Forest Science 76(3): 206-217.
- Lee, K. J., K. J. Song and W. Cho(1994) Changes of the plant community structure during the twenty-two years (1972~ 1993) in Forest of Mt. Kwanak, Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture 22(3): 79-90.
- Lee, K. J., K. S. Ki, B. H. Han and J. H. Kim(2006) Change for eleven years (1994 {sim} 2005) of plant community structure of major community in Namsan, Seoul, Korean Journal of Environment and Ecology 20(4): 448-463.
- Lee, W. T. and J. Y. Yang(1978) Studies on the distribution of vascular plants in the Korean Peninsula, Korean Journal of Plant Taxonomy 8(Appendix): 1-33.
- Monk, C. D., G. I. Child and S. A. Nicholson(1969) Species diversity of a stratified oak hickory community, Ecology 50(3): 468-470.
- Noh, T. H.(2015) The Eco-Adaptive Urban Forest Management Methods of Namsan (Mt.) according to the Urban Environment Change and Management in Seoul, Korea, Ph. D. Dissertation, University of Seoul, p. 161.
- Oh, J. H., J. H. Cho, H. J. Cho, M. S. Choi and J. Kwon(2008) A study on the biotope evaluation and classification of urban forests for landscape ecological management, Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies 11(4): 101-111.
- Oh, K. K., K. J. Lee and K. B. Yim(1988) Vegetational management planning of the Namsan nature park in Seoul on the basis of phytosociological characteristics, Journal of Korean Society of Forest Science 77(1): 1-9.
- Park, I. H.(1985) A Study on Forest Structure and Biomass in Baegwoonsan Natural Ecosystem, Ph. D. Dissertation, Seoul National Univ. Graduate School, p. 42.
- Park, B. J., J. G. Byeon, and K. I. Cheon(2019) Study of ecological niche and indicator species by landforms and altitude of forest vegetation in Mt. Myeonbong, Korean Journal of Plant Resources 32(4): 325-337.
- Park, I. H., K. J. Lee and J. C. Jo(1988) Structure of forest communities in Chiak Mountain National Park-case study of Guryong temple-Birobong area, Kor. J. Env. Eco 2(1): 1-8.
- Pielou, E. C.(1975) Ecological Diversity, New York, John Wiley and Sons Inc, p. 165.
- Ryu S. H. (2000) Soil Dictionary, Seoul National University Publishing Department.
- Seol, Y. J.(2008) Structure and Dynamics of Mongolian oak (*Quercus mongolica* Fisch, ex Ledeb.) Community in Mt. Nam as a Long Term Ecological Research (LTER) Site, Master Thesis, Seoul Women's University, p. 52.
- Seoul(2009) Namsan Mt. Ecological Landscape Conservation Area Management Plan, p. 249.
- Seoul(2017) Namsan Mt. Ecological Landscape Conservation Area Management Plan, p. 216.
- Yim, Y. J. and J. U. Kim(1992) The Vegetation of Mt. Chiri National Park, The Chung-Ang University Press.

Received : 17 January, 2022

Revised : 2 February, 2022 (1st)

25 February, 2022 (2nd)

Accepted : 25 February, 2022

3인익명 심사필