

## 서울시 남산 신갈나무림 참나무시들음병 관리에 따른 식생변화 연구<sup>†</sup>

Study on Vegetation Changes Following the Management of Oak Wilt Disease in *Quercus mongolica* Forest of Namsan (Mt.), Seoul<sup>†</sup>

박미성\*, 한봉호\*\*, 박석철\*\*\*

\*서울시립대학교 조경학과 석사, \*\*서울시립대학교 조경학과 교수, \*\*\*서울시립대학교 도시과학연구원 연구원

Park, Mi-Sung\*, Han, Bong-Ho\*\*, Park, Seok-Cheol\*\*\*

\*Master of Landscape Architecture, Dept. of Landscape Architecture, University of Seoul

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

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

Received: October 9, 2025

Revised: November 14, 2025 (1st)

December 4, 2025 (2nd)

Accepted: December 4, 2025

3인인명 심사필

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 연구는 자연환경 변화와 남산 신갈나무림의 참나무시들음병 관리로 인한 남산 신갈나무림의 식생 변화 특성을 분석하고 남산 신갈나무림에서의 천이 예측과 관리방안을 제안하고자 하였다. 자연환경 변화로 졸참나무와 신갈나무의 생육 범위 변화, 광릉긴나무좀(*Platypus koryoensis*)의 밀도 증가와 병원균 증식, 도시환경 적응 수종과 외래종의 증가 등이 남산 신갈나무림 식생에 영향을 주는 것으로 분석되었다. 참나무시들음병 피해와 관리 영향을 분석한 결과 2019년까지 24,237주의 피해목이 발생하였으며, 끈끈이롤트랩 설치 54%, 벌채·훈증 처리 37%, 수간주사 17% 등의 방법으로 방제관리하였다. 현존식생은 도시화와 참나무시들음병 관리로 신갈나무림이 2007년 이후 감소하였다. 식생구조는 참나무시들음병 방제관리로 신갈나무, 팔배나무 세력이 감소하였고, 개방지 내 당단풍나무 세력이 급증하였다. 습윤지에 생육하는 물푸레나무는 세력이 감소하였으며, 기후변화에 생육 지위가 높은 졸참나무는 세력이 증가하고 있었다. 성장량 변화는 초기 흉고단면적 증가율이 높았고, 수관 개방은 수분 스트레스가 작용하여 수목생육에 부정적 영향을 주었다. 남산 신갈나무림은 천이 후기 단계의 숲인 신갈나무림으로 천이가 진행되었으나 도시화로 인해 극상종은 출현하지 못하고, 중단된 상태에서 참나무시들음병 발병과 방제관리로 신갈나무림의 세력이 악화되었다.

**주제어:** 자연환경 변화, 벌채·훈증, 수관 개방, 도시환경 적응 수종, 천이

### ABSTRACT

This study aimed to analyze the characteristics of vegetation changes in the *Quercus mongolica* forest on Namsan (Mt.), influenced by shifts in the urban natural environment and the management of oak wilt disease. In addition, predictions and appropriate management strategies for the ecological succession patterns of oak forests were presented. The urban environment is predicted to impact vegetation, including the growth ranges of *Quercus mongolica* and *Quercus serrata*, and trends in foreign species and pests, such as *Platypus koryoensis* and *Raffaelea* sp. By 2019, 24,237 damaged trees had been recorded and managed through various methods: 54% used sticky roll traps, 37% involved felling and fumigation, and 17% employed techniques, such as tree stem injections. The *Quercus mongolica* community on Namsan (Mt.) has been declining since 2007 due to both oak wilt disease management and urbanization. Intensive management in the early stages of the oak wilt disease outbreak, around the ridge, transformed the *Quercus mongolica* community into a deciduous broad-leaved forest, including species such as *Prunus sargentii*. The vegetation structure of this forest has been altered by felling and fumigation to control oak wilt disease, leading to a decline in the dominance of *Quercus mongolica* and *Sorbus alnifolia*. In contrast, there has been a significant increase in the prevalence of *Acer pseudosieboldianum*, a species well-adapted to urban environments, in the opening of the canopy areas. The dominance of *Fraxinus rhynchophylla*, which thrives in fertile and moist areas, has decreased due to urban environmental changes, such as alterations in water systems. Among oak species, *Quercus serrata*, which has a high growth niche under climate change, has increased in dominance. The outbreak and subsequent management of oak wilt disease have further weakened *Quercus mongolica*'s dominance. The opening of the canopy has improved light conditions, facilitating the emergence of *Quercus*

<sup>†</sup>본 논문은 박미성의 2024년도 서울시립대학교 대학원 석사학위논문 일부를 수정·보완하여 발전시킨 것임.

*mongolica* and *Quercus serrata*, both shade-intolerant species, in the sub-tree and shrub layers. This suggests the potential for secondary succession towards a community of *Quercus serrata*, *Quercus mongolica*, and *Zelkova serrata*. Considering the impact of climate change on the suitable distribution of *Quercus mongolica*, a cold-tolerant species, the succession trend indicates a potential shift towards *Quercus serrata*, the dominant species in southern Korean forests.

**Keywords:** Urban Environmental Changes, Logging, Fumigation, Tree Canopy Opening, Species Adapted to Urban Environments, Succession

## 1. 서론

서울시는 도시 열섬화와 집중 강우 특징을 갖는 도시기후가 형성되어, 생태계에 많은 영향을 주었다. 기온 상승은 식생 생육 범위의 변화와 미생물 및 곤충의 생리 상태 변화로 병해충 발생 추이 변화를 가져왔다(장동호와 권원태, 2007). 인간 활동 증가는 화석연료 사용과 차량 증가로 이어졌고, 대기 중 아황산가스(SO<sub>2</sub>), 이산화질소(NO<sub>2</sub>)와 같은 오염물질의 농도가 높아졌다(오규식 등, 2005). 대기오염 물질은 안개, 비 또는 눈과 화학반응을 일으켜 산성강하물로 토양에 유입되었다(국립환경과학원, 2010).

남산은 1990년 경관관리구역으로 지정되었고, 2006년 7월 27일 북사면 신갈나무 군락지 360,529m<sup>2</sup>를 생태·경관보전지역으로 지정하였다. 한랭성 수종인 신갈나무는 기후변화 시나리오 RCP 4.5(복사강제력 4.5) 적용 시 2090년에는 강원도 서부, 충청도 남부, 그리고 제주 일부 지역에 제한적으로 분포할 것이라는 예측이 있다(이영근 등, 2014). 참나무과의 쇠뇌 및 고사 원인으로서는 건조, 저온해, 미생물이나 곤충의 가해, 대기오염 물질 등이 거론되어왔다. 우리나라는 1935년 보고된 광릉간나무좀의 폭발적인 밀도 증가로 참나무시들음병이 발생하였고, *Raffaella* sp.에 의한 참나무시들음병으로 밝혀졌다(김경희, 2007). 2010~2013년까지 발생한 참나무시들음병의 77%가 수도권에 집중되어 있으며, 2010년 집중방제에도 불구하고 2013년 두 배 이상 증가하였다(산림청, 2013). 남산 신갈나무림은 2008년 9월 2일 산림병해충 예찰 중 참나무시들음병이 최초 확인되었다.

매개충은 평균기온 상승과 곰팡이균은 고온다습한 기온과 연관성이 있다(Meurant, 2012). 기후 외 요인으로는 흉고직경이 클수록 피해도가 증가하는 경향이고, 인구 이동이 빈번한 곳에서 광릉간나무좀 밀도가 높았으며(국립공원연구원, 2012), 벌채 등이 급격한 해충 개체 수 증가 요인으로 제시되었다(Ciesla, 2011). 피해목 분포 특성에 관한 연구에서는 고도 200~400m, 경사도 20~40°에 분포하는 활엽수림에서 발생율이 80%이며 능선을 끼고 있는 사면부, 급경사지~절협지에서 발생율이 높은 것으로 조사되었다(국립공원연구원, 2012).

온대 중부지방 식생구조 천이는 능선과 사면에서 소나무에서 신갈나무, 굴참나무, 졸참나무, 팔배나무를 거쳐 서어나무로, 계곡에서는 소나무에서 신갈나무, 졸참나무를 거쳐 까치박달, 층층나무로 천이가 진행되어야 하나 대도시 내 산림은 도시화의 영향으로 천이가 어려울 것으로 판단했다(곽정인, 2011). 2001년 남산 식생실태조사에서 도시화의 영향으로 토양산성화(pH 4.21~4.51), 종다양도(H') 감소, 참나무류의 쇠뇌가 나타나고 있으며, 때죽나무, 당단풍나무, 팔배나무 등 내공해성 수종의 세력이 확대되었다(이경재 등, 2000). 이후 남산 신갈나무림은 대기오염 및 산성비 등 도시환경의 영향, 참나무시들음병에 의한 신갈나무 단순림의 한계, 외래종의 유입 등 다양한 생태계 변화가 나타나고 있다고 했다(한봉호 등, 2022). 하민선 등(2025)의 연구에서 신갈나무 개체군의 밀도는 다소 감소하는 추세, 흉고단면적은 2019년 이후 다시 증가하고 있다고 하였다. 신갈나무의 경우 비내음성 수종으로 큰 개체가 교란에 의해 제거되면서 개방지에 유모가 침입하여 재생이 유지(강상준과 최철수, 2000)되며, 참나무류는 맹아를 내고 전생치수 때문에 절대 우점 능력을 가진 수종이다(이돈구 등, 1996).

본 연구는 남산 신갈나무림의 시계열 식생 변화를 분석하고, 자연환경 변화와 참나무시들음병 관리에 따른 식생 변화 원인을 규명하고자 하였다. 또한 식생변화 특성을 종합하여 남산 신갈나무림의 천이 경향 예측 및 관리방안을 제안하였다.

## 2. 연구방법

### 2.1 연구대상지 선정 및 개요

남산 신갈나무림은 자연환경 변화의 영향을 받고 있으며, 참나무시들음병 방제관리에 따른 교란이 일어난 지역

이다. 따라서 참나무시들음병 발생 후 관리에 따른 식생변화 연구 대상으로 선정하였다. 남산공원은 1940년 3월 15일 최초 공원으로 결정되었고, 1977년 7월 9일 건설부고시 138호로 공원으로 결정되었다. 1984년 9월 22일 도시공원법 제정(1980.1.4. 제정)에 따라 남산 도시자연공원으로 결정되었다. 2000년 도시공원법 전면 폐지 후 도시공원 및 녹지 등에 관한 법률 제정에 따라 남산 근린공원과 남산 도시자연공원구역으로 도시관리계획이 변경되었다. 2006년 7월에 북사면 신갈나무림을 서울시 생태·경관보전지역으로 지정하였다. 이후 2007년 12월 남사면 소나무림까지 생태·경관보전지역으로 확대 지정하였다.

### 2.2 자연환경 분석

자연환경 분석은 2000년을 기준 시점으로 기상청 개방포털 데이터(<https://data.kma.go.kr>)를 활용하여 서울지역의 50년간(1974~2023년) 연 평균기온, 강수량을 조사하였다. 온량지수(월평균기온 5°C 이상의 월평균 기온에서 -5°C를 뺀 값의 합계)를 분석하여 식생기후대를 분석하였다.

남산 신갈나무림의 토양 특성을 파악하기 위해 9개소의 토양 샘플을 채취하여 토성, 토양 pH, 유기물함량, 유효인산, 치환성 양이온(Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>)을 분석하였다(그림 1 참조). 토양환경 변화는 선행연구 보고서에서 제시된 결과자료(서울특별시, 2009; 2017; 2023)를 활용하여 1986~2022년까지 토양이화학적 변화 특성을 파악하였다.

### 2.3 남산 신갈나무림 관리 변화

생태·경관보전지역 지정 및 관리가 이루어진 2001년부터 2006년까지는 보호 및 환경영향 관리기, 참나무시들음병 발병 확인과 초기 대응 기간인 2007년부터 2010년까지는 참나무시들음병 발병기, 참나무시들음병이 확산된 2011~2016년까지는 확산기, 2017년 이후는 회복 관리기로 설정하고 신갈나무림 관리 변화를 분석하였다.

발생 현황은 e-나라지표(<https://www.index.go.kr/>) 중 산림병해충 발생 및 방제 현황 통계, 2009~2019년 서울시 중부공원녹지사업소 참나무시들음병 방제 추진 실적 및 검토 보고서를 통해 파악하였다. 관리 현황은 산림청 참나무시들음병 예방·방제 실무 매뉴얼, 산림병해충 방제규정(산림청 훈령 제1433호, <https://forest.go.kr>), 참나무시들음병 예방과 방제요령(산림과학속보 제19-9호)과 서울시 중부공원녹지사업소 참나무시들음병 관련 검토 보고서를 통해 파악하였다.

### 2.4 남산 신갈나무림 식생변화 특성

현존식생 조사는 현장에서 교목층 식생상관을 기본으로 1/1,000 수치지형도에 30m × 30m 규모 이상 식생군락의 분포범위를 도면화하여 작성하였다. 현존식생 변화 분석은 선행연구 보고서에 제시된 결과 자료(서울특별시,

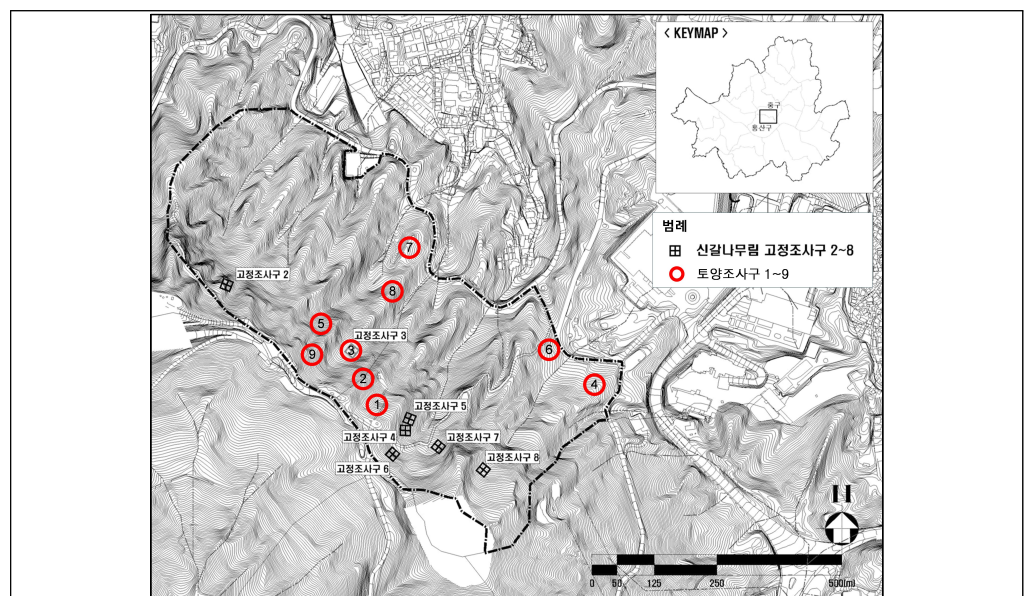


그림 1. 남산 신갈나무림 고정조사구 조사구 위치도  
고정조사구 1(서울특별시, 2023)은 조사구 크기 및 조사 시기 불일치로 제외

2009; 2023)에 근거하여 1978년, 1986년, 2000년, 2005년, 2009년, 2023년 결과를 비교하여 식생 유형별 면적 및 비율 변화를 파악하였다.

식물군집구조 조사는 서울특별시(2023)의 남산 생태·경관보전지역 정밀변화관찰에서 설정한 고정조사구를 대상으로 설정하였다. 참나무시들음병 주요 피해지역 내 8개 조사가구가 있으나, 고정조사구 1은 10m × 10m 크기의 10개의 조사구로 구성되어 있고, 선행 조사 결과 시기 등이 일치하지 않아 본 연구에서 제외하였다. 본 논문에서는 서울시에서 정기적으로 수행하는 남산 생태·경관보전지역 정밀변화관찰 연구 모니터링과 연계성을 고려하여 고정조사구 번호는 유지하기로 하였다. 세부 대상지는 고정조사구 7개소(고정조사구 2~8)이며, 경사는 12°~31°의 사면이고, 향은 북동향 4개소, 남동향 2개소, 북서향 1개소였다(표 1 참조).

식물군집구조는 Monk et al.(1969)의 방법을 참고하여 방형구법(Quadrat Method)으로 조사하였다. 각 조사구 내 출현하는 수종을 대상으로 교목 및 아교목층은 흉고직경 2cm 이상 수종의 흉고직경(cm), 수고(m), 지하고(m), 수관폭(m × m)를 조사하였다. 관목층은 수고(m), 지하고(m), 수관폭(m × m)을 조사하였다.

식생조사 자료를 기초로 수관층위별 각 수종의 상대적 우세를 비교하기 위해 Curtis and McIntosh(1951) 방법으로 중요치를 통합하여 백분율로 나타낸 상대우점치(importance percentage, I.P.)를 수관층위별로 분석하였다. 상대우점치는 (상대밀도 + 상대피도)/2로 산정하고, 평균상대우점치(M.I.P.)는 수관층위별 기중치를 적용하여 (교목층 I.P. × 3 + 아교목층 I.P. × 2 + 관목층 I.P. × 1)/6으로 산출하였다. 조사구별 종 구성의 다양도는 Shonnon의 수식(Pielou, 1975)을 이용하였다.

$$\text{종다양도}(H) = -\sum p_i \log p_i$$

$$\text{최대다양도}(H_{\max}) = \log S$$

$$\text{균재도}(J) = H / H_{\max}$$

$$\text{우점도}(D) = 1 - J$$

\*여기서,  $p_i$ 는 어떤 종의 개체수대 전체종의 총 개체수의 비, S는 구성 종수

조사구 생장량은 교목층의 흉고직경을 이용하여 원의 넓이를 구하는 식으로 각 수목의 흉고단면적을 산출하고, 총합을 수목 개체수로 나누어 평균 흉고단면적을 계산하였다. 식물군집구조 변화 분석은 23년간(2000년, 2005년, 2007년, 2016년, 2023년) 상대우점치, 종수 및 개체수, 목본식물의 Shonnon 종다양도(H) 변화를 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 자연환경 변화

##### 3.1.1 기후변화

서울시의 50년간 연평균 기온은 12.6°C였고, 연도별 증감의 차이는 있었으나 1974년 11.1°C에서 2023년 14.1°C로 3°C 상승하였다. 최근 50년간(1974~2023년) 서울의 온량지수는 109°C · month로 Yim(1987)의 산림대 구분에 의하면 온대 남부기후대이지만, 기후온난화와 도시 열섬화를 고려하면 소나무, 신갈나무, 졸참나무, 물박달나무 등이 분포하는 온대 중부림에 속한다. 강수량 변화를 살펴보면 평균 연간 강수량은 1,436mm이며 7~8월 강수량은 연간 강수량의 약 50%를 차지하는 746mm이었다. 강수량은 증가 추세를 나타내고 있으며, 7~8월에 연 강수량의 50%를 초과하는 빈도가 늘어남을 확인할 수 있다. 참나무시들음병이 발생한 2008~2013년 구간의 7~8월 강수량은

표 1. 남산 신갈나무림 고정조사구 개황

구분	지형	경사	향	군집명
고정조사구 2	사면	13	N15E	신갈나무
고정조사구 3	사면	13	N40E	신갈나무-팔배나무-졸참나무
고정조사구 4	사면	31	S80E	신갈나무-산벚나무
고정조사구 5	사면	24	S85E	졸참나무-팔배나무
고정조사구 6	사면	20	N70E	산벚나무-느티나무
고정조사구 7	사면	18	N20W	느티나무-산벚나무
고정조사구 8	사면	12	N46E	신갈나무-물푸레나무

고정조사구 1(서울특별시, 2023)은 조사구 크기 및 조사 시기 불일치로 제외

963mm로 평년 대비 37%가 증가하였다. 참나무시들음병이 다시 발생한 2011년 여름철 강수량은 1,298mm로 남산 신갈나무림의 공중습도가 급격히 증가하였다(그림 2 참조).

기온 상승은 한랭성 수종 신갈나무의 생육 저하와 온대 남부 우점종인 졸참나무 세력 증가에 영향을 주었을 것으로 판단되었다. 광릉긴나무썩의 기온상승에 따른 밀도 증가와 고온다습한 환경은 라펠리아균(*Raffaella quercus-mongolicae*)의 증식(Meurant, 2012)에 영향을 주었을 것으로 판단된다.

### 3.1.2 토양 특성 변화

토양 산도(pH)는 2000년 4.49에서 2023년 4.79로 다소 개선되었다. 유기물 함량은 6.02%로 산지토양 4.49%보다 높았으며, 유효인산도 25.60mg/kg로 미경작 산지토양 22.42mg/kg보다 높았다. 참나무시들음병 발병에 따른 방제관리 시 약제살포와 산림 내에서 벌채목의 혼중처리와 집적과정에서 약제에 의한 토양오염으로 pH, 유기물 함량, 치환성양이온 함량이 낮아져 토양환경이 저하된 것으로 보인다. 이후 신갈나무림 생육환경 개선을 위한 시비작업 시행으로 토양환경이 개선되었으나 토양 pH는 산지토양 평균보다는 낮아 치환성양이온의 용탈과 유해중금속의 집적으로 수목 생육환경에 부정적인 영향을 줄 것으로 판단되었다(표 2 참조).

## 3.2. 남산 신갈나무림 관리 변화

### 3.2.1 참나무시들음병 피해 및 관리현황

참나무시들음병은 2008년 9월 2일 최초 확인되었으며, 발견 당시 신갈나무림의 60% 이상이 피해를 받은 것으로

표 2. 남산 신갈나무림 토양 특성 변화

구분	pH	유기물 (%)	유효인산 (mg/kg)	치환성양이온(cmol/kg)				토성	
				Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>		
2000년 13개소	4.49	3.94	6.61	2.88	0.87	0.21	0.21	식양토	
2007년 11개소	4.79	4.6	1.76	1.66	0.16	0.23	0.08	사질양토, 양토	
2016년 4개소	4.40	3.57	16.88	0.68	0.17	0.11	0.07	사질양토	
2023년	1	5.53	9.16	22.09	6.78	0.39	0.32	0.17	양토
	2	4.87	3.70	22.51	0.62	0.10	0.12	0.05	사양토
	3	4.48	5.49	21.67	1.11	0.15	0.11	0.08	양토
	4	4.79	3.77	19.45	2.45	0.41	0.21	0.08	사양토
	5	4.87	4.99	20.70	0.98	0.17	0.19	0.09	사양토
	6	4.44	9.82	20.70	0.98	0.15	0.08	0.05	양토
	7	4.62	6.33	26.82	0.61	0.14	0.08	0.05	양토
	8	4.41	8.35	25.85	0.81	0.24	0.06	0.05	사양토
	9	5.07	2.56	21.95	1.24	0.12	0.15	0.05	사양토
평균	4.79	6.02	22.42	1.73	0.21	0.15	0.07	사질양토	
산지토양 A층*	5.48	4.49	25.60	2.44	1.01	0.23	0.22	사질양토	

\*자료: 정진현 등(2002), 우리나라 산림토양의 지역별 이화학적 특성

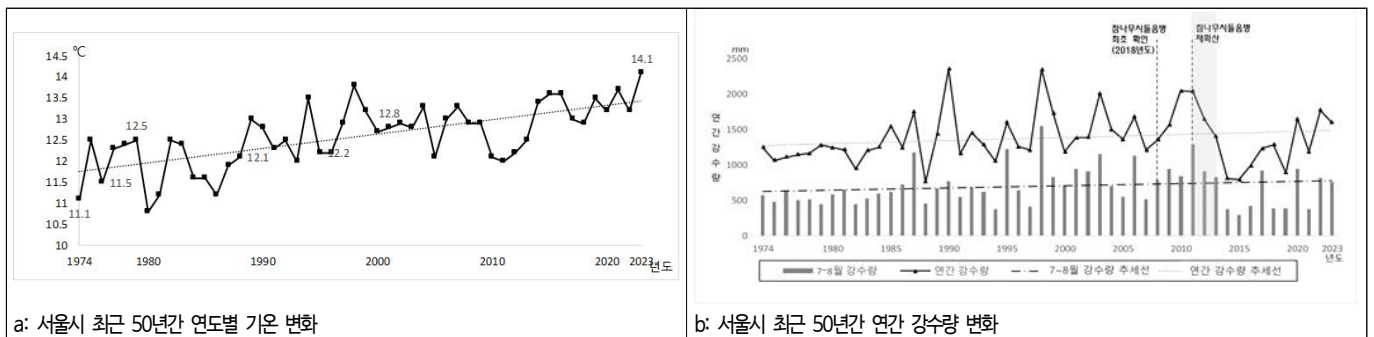


그림 2. 서울시 최근 50년간 기후변화 분석

범례: ■■■ 7~8월 강수량    ▲ 연간 강수량    - - - 7~8월 강수량 추세선    ..... 연간 강수량 추세선

로 분석되었다. 산림청과 합동 조사 후 수간주사 1,200주, 약제살포 25ha, 벌채·혼증 70주를 실시하였다. 2009년 에도 수간주사 200주, 약제살포 66ha, 벌채·혼증 80주, 탈출방지망 200주를 실시하였다(서울시 중부공원여가센터 내부자료 재구성). 2010년 이후부터는 물리적 방제방법으로 끈끈이롤트랩 활용을 병행하였다. 2008년에서 2010년 까지는 산림청 매뉴얼에 따라 「심·중」인 감염목은 벌채·혼증(메탐소독)하고 발생구역은 페니트로티온 500배액 을 지상약제를 살포하여 방제하였다. 2011년부터는 참나무시들음병이 재확산되면서 3,320주를 벌채·혼증처리하고 2,200주에 끈끈이롤트랩을 설치하였다. 2012년과 2013년에도 비슷한 규모로 지속적으로 발생하여 2년간 4,980주를 벌채·혼증처리하고 6,500주에 끈끈이롤트랩을 설치하였다. 2014년에는 벌채·혼증처리 310주, 끈끈이롤트랩 설치 1,500주 그 외 약제줄기분사 200주를 실시하기도 하였다. 방제방법으로 끈끈이롤트랩 설치가 54%, 벌채·혼증처리가 37%의 비중을 차지하였다.

### 3.2.2 참나무시들음병 관리 효과 및 식생변화 영향 분석

남산 신갈나무림의 방제방법으로 사용된 혼증·벌채, 끈끈이롤트랩, 수간주사, 약제살포 등은 매개충 방제에 초점을 둔 산림청의 산림병충해 방제계획에 따라 시행되었다. 혼증·벌채처리는 고사목, 피해도 「심·중」인 감염목을 벌채 하고 운반작업이 가능한 구간에서는 반출되었지만 작업이 용이하지 않은 지역에서는 현장 내 집적하여 혼증처리하고 2년 경과 시 해체하는 방식이다. 2012년도 조사구 7개소 중 6개소에서 주요 관리종이 출현하였으며, 벌채량이 가장 많은 조사구 2에서 가죽나무(*Ailanthus altissima*) 등 관리가 필요한 외래종의 출현량이 많음을 확인되었다(표 3 참조).

남산 신갈나무림 식생변화에 영향을 미친 방제방법은 혼증·벌채처리로 벌채과정에서 하층식생까지 훼손되었다. 또한 수관 개방으로 인해 미기후의 변화를 초래하고 벌채면적이 넓은 지역은 수분스트레스 환경 작용으로 수목 생육에 부정적 영향을 미쳤을 것으로 판단되며 광조건의 증가로 다양한 종이 유입되어 수종의 구성과 구조에 변화를 가져왔을 것으로 판단되었다.

## 3.3 남산 신갈나무림 식생변화 특성

### 3.3.1 현존식생 변화

2023년 현존식생 조사 결과 신갈나무림은 생태·경관보전지역 전체 면적(373,537m<sup>2</sup>)의 70.3%를 차지하고, 아까시 나무림은 북측 산책로변 주변 계곡부에 14.2% 군락을 형성하고 있었다. 북측 산책로 변에는 소나무림과 벗나무림이 분포하였고, 능선부는 느티나무, 벗나무, 낙엽활엽수림이 분포하였다. 신갈나무림은 능선에서 사면부로 넓게 분포하고 있으며 일부지역에서 참나무시들음병 관리로 세력이 감소하고 있었다. 참나무시들음병이 발생한 능선부는 낙엽활엽수림 및 관목식재지로 변화하였다. 신갈나무림의 분포는 1978년에서 2007년까지는 49.4% → 80.7% → 82.4% → 88.3%로 증가 추세였으나 참나무시들음병 발병 및 방제관리로 70.3%까지 감소하였다. 아까시나무림은 1978년에서 2007년까지는 7.0% → 7.8% → 6.6% → 4.6% → 14.2%로 처음에는 감소 추세였으나 북측 산책로와 시가지지역과 접한 지역의 신갈나무림이 쇠퇴하고 아까시나무 군락으로 변화하여 세력이 증가하였다(표 4, 그림 3 참조).

### 3.3.2 식생구조 변화

#### 3.3.2.1 고정조사구 2(신갈나무 군집)

고정조사구 2는 참나무시들음병 발병에 따른 방제 관리 시 전면적인 벌채와 하부식생의 훼손이 일어난 조사구이

표 3. 남산 신갈나무림 참나무시들음병 피해목 벌채 현황 및 관리 이후 주요 출현종(2011년)

구분	벌채 현황							관리 후 주요 출현종						
	계			신갈나무		기타 종		신갈나무(주)	가죽나무(주)	아까시나무(주)	양버즘나무(주)	서양등골나물 (m <sup>2</sup> )	개망초 (m <sup>2</sup> )	환삼덩굴 (m <sup>2</sup> )
	계	교목층	아교목층	교목층	아교목층	교목층	아교목층							
고정조사구 2	26	12	14	12	1	-	13	16	26	-	1	2.7	0.1	-
고정조사구 3	11	6	5	6	1	-	4	28	-	-	-	0.5	-	-
고정조사구 4	16	8	8	7	1	1	7	9	2	3	-	7	-	-
고정조사구 5	10	7	3	4	-	3	3	53	-	-	-	-	-	-
고정조사구 6	9	6	3	6	-	-	3	5	-	-	-	-	-	0.8
고정조사구 7	4	1	3	1	1	-	2	5	-	-	-	10	-	-
고정조사구 8	12	2	10	1	-	1	10	8	-	-	-	-	-	-

표 4. 남산 신갈나무림 현존식생 분포 변화(1978~2023년)

구분	현존식생 유형	1978년		1986년		2000년		2007년		2023년	
		면적(m <sup>2</sup> )	비율(%)	면적(m <sup>2</sup> )	비율(%)	면적(m <sup>2</sup> )	비율(%)	면적(m <sup>2</sup> )	비율(%)	면적(m <sup>2</sup> )	비율(%)
자연림	소나무림	2,380	0.6	33,356	8.9	28,320	7.6	9,124	2.4	19,489	5.2
	신갈나무림	184,406	49.4	301,567	80.7	307,953	82.4	329,776	88.3	262,742	70.3
	산벚나무림	-	-	1,827	0.5	65	0.0	-	-	5,799	1.6
	팔배나무림	-	-	-	-	2,442	0.7	1,219	0.3	2,216	0.6
	물오리나무림	-	-	-	-	1,570	0.4	3,460	0.9	-	-
	느티나무림	-	-	-	-	-	-	694	0.2	3,723	1.0
	침활흔호림	103,986	27.8	-	-	-	-	-	-	-	-
	낙활흔호림	42,156	11.3	-	-	6	0.0	606	0.2	7,901	2.1
인공림	잣나무림	2,988	0.8	-	-	-	-	-	-	133	0.0
	방크스소나무림	182	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-
	아까시나무림	25,968	7.0	29,169	7.8	24,532	6.6	17,257	4.6	52,973	14.2
	은사시나무림	4,412	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-
	가죽나무림	-	-	-	-	1,108	0.3	-	-	-	-
기타 산림	조경수식재지	-	-	-	-	145	0.0	13	0.0	64	0.2
	관목식생지	-	-	-	-	-	-	-	-	2,479	0.7
	초지	-	-	-	-	-	-	-	-	447	0.1
시기화 지역	시설지	7,060	1.9	-	-	-	-	490	0.1	2,380	0.6
	군사지역	-	-	1,529	0.4	1,541	0.4	1,519	0.4	1,657	0.4
	도로	-	-	6,089	1.6	5,856	1.6	9,380	2.5	10,955	2.9
합계		373,537	100	373,537	100	373,537	100	373,537	100	373,537	100.0

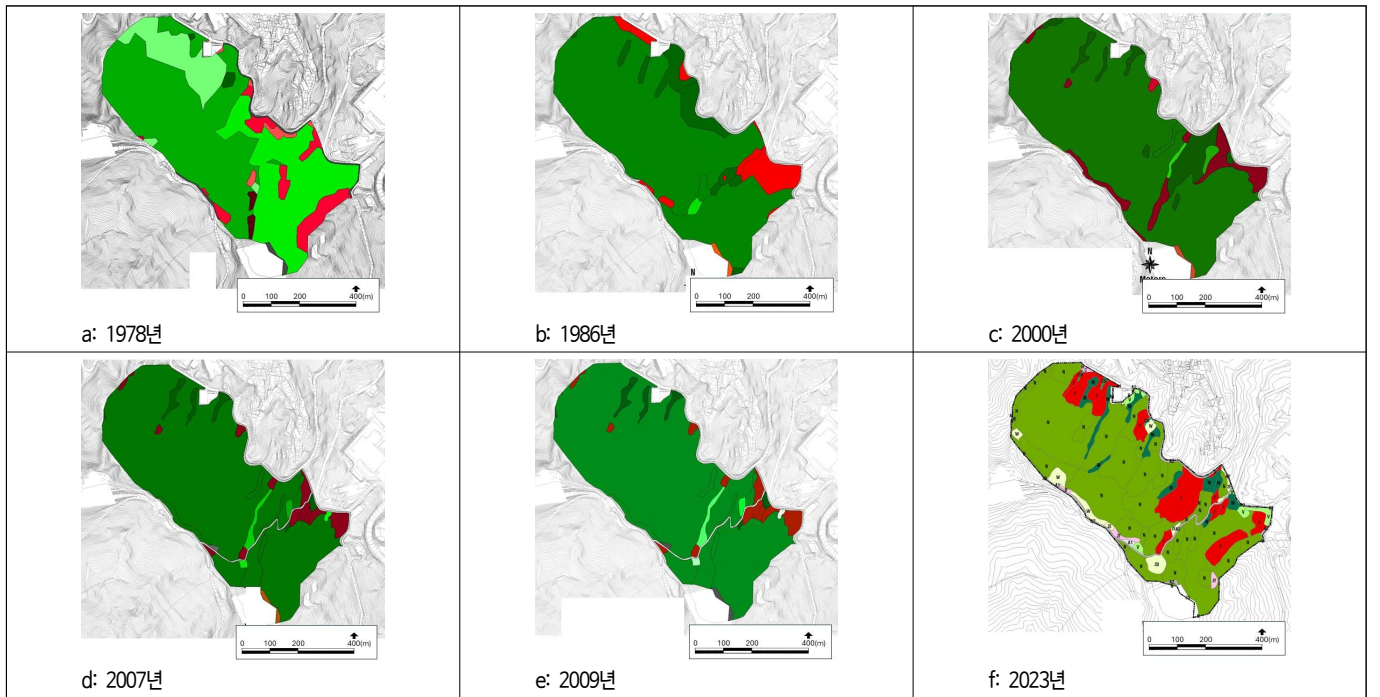
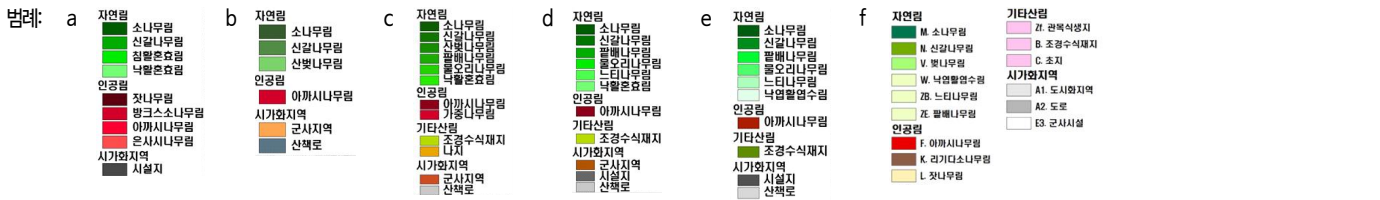


그림 3. 남산 신갈나무림 현존식생 변화(1978~2023년)



다. 아교목층과 관목층에서 당단풍나무의 급격한 증가로 조사구 확인 및 조사에 한계가 있었다. 고정조사구 2(신갈나무 군집)는 참나무시들음병 발생 이전까지 신갈나무 단일 수종으로 교목층을 구성하였고 아교목 층에서는 도시화 수종인 팔배나무와 신갈나무가 우세하였으나 참나무시들음병 발병에 따른 방제(벌채·훈증)과정에서 신갈나무 12주가 벌채되었고, 주변의 팔배나무 등 교목 및 아교목 14주가 벌채되어 총 26주가 제거되고 신갈나무 2주만이 존치되었다. 2023년까지 그 외 교목층으로 출현 개체가 없고 아교목층에서는 팔배나무가 우세하나 관목층에서 출현되는 개체가 없으며 교목층으로 성장도 중단된 것으로 보인다.

2016년까지 교목 개체수의 변화는 17주 → 15주 → 4주 → 3주 → 16주로 참나무시들음병 발병에 따른 방제(벌채·훈증)로 교목 개체수가 급감하였으며, 2016년 출현종은 19종이었지만 2023년에 관목층에서 당단풍나무 외 수종이 발견되지 않았다(표 5 참조).

고정조사구 2는 전면적인 벌채 후 급증한 광량에 따른 토양 수분의 건조로 도시환경 적응 수종인 당단풍나무가 번성한 것으로 판단된다. 당단풍나무의 광차단으로 신갈나무 등 참나무류의 유묘 출현과 교목으로의 성장 가능성이 낮을 것으로 추정되어 향후 천이경향 예측에 한계가 있었다.

### 3.3.2.2 고정조사구 3(신갈나무-팔배나무-졸참나무)

고정조사구 3의 2023년 상대우점치 분석 결과, 교목층에서는 신갈나무(I.P.: 26.62%)와 팔배나무(I.P.: 20.76%)의 세력이 우세하였으며 졸참나무, 물푸레나무가 함께 출현하였다. 아교목층에서는 당단풍나무(I.P.: 50.63%) 세력이 급증하면서 팔배나무(I.P.: 20.73%)와 때죽나무(I.P.: 26.62%)가 세력이 감소하였으며 극상 수종인 층층나무(I.P.: 1.99%)가 새롭게 출현하였다. 관목층에서는 국수나무(I.P.: 23.81%), 신갈나무(I.P.: 7.31%), 달팽나무(I.P.: 7.01%) 순으로 생육하고 있었다. 신갈나무(M.I.P.: 42.2% → 36.47% → 32.89% → 30.89% → 26.62%)는 참나무시들음병 발병으로 벌채·훈증처리되어 크게 감소하였으나 팔배나무(M.I.P.: 13.88% → 15.82% → 14.23% → 17.02% → 20.76%)는 도시환경 적응종으로 꾸준히 증가하고 있었다. 때죽나무(M.I.P.: 18.56% → 21.06% → 21.51% → 17.59% → 9.07%)는 팔배나무, 당단풍나무와 경쟁으로 2016년부터 감소 추세로 변하였다. 당단풍나무 (M.I.P.: 10.73% → 9.86% → 8.98% → 8.14% → 19.09%)는 2023년 급격히 증가하였다. 교목 개체수의 변화는 18주 → 18주 → 12주 → 7주 → 12주로 참나무시들음병 발병에 따른 방제(벌채·훈증)로 교목 개체수가 급감하였으나 회복하고 있으며 종다양도(H')지수는 참나무시들음병 발병 직전인 2007년도 1.1903까지 증가하였으나 참나무시들음병 발병으로 방제관리되던 2011년엔 0.8671로 가장 낮은 수준으로 하락하였다(표 6 참조).

표 5. 남산 신갈나무림 고정조사구 2(신갈나무) 상대우점치 변화(단위면적: 400m<sup>2</sup>)

구분	연도	2000년				2005년				2007년				2011년				2016년			
		교목층	아교목층	관목층	평균	교목층	아교목층	관목층	평균	교목층	아교목층	관목층	평균	교목층	아교목층	관목층	평균	교목층	아교목층	관목층	평균
상대우점치 (%)	신갈나무	100	-	20.3	53.38	100	8.22	9.6	54.34	100	8.16	3.9	53.37	100	-	18.17	53.03	100	-	7.31	51.2
	팔배나무	-	35.48	6.03	12.83	-	34.29	6.1	12.45	-	30.41	24.24	14.18	-	42.29	-	14.1	-	34.4	-	11.46
	때죽나무	-	38.73	7.46	14.15	-	29.71	4.29	10.62	-	34.25	15.91	14.07	-	23.02	52.29	16.39	-	24.8	3.4	8.8
	당단풍나무	-	24.04	41.14	14.87	-	24.59	43.37	15.43	-	24.05	47.18	15.88	-	28.63	15.71	12.16	-	35.1	8.4	13.1
	단풍나무	-	-	-	-	-	-	6.88	1.15	-	-	-	-	-	1.74	-	0.58	-	-	-	-
	서어나무	-	1.75	-	0.58	-	1.76	-	0.59	-	1.79	-	0.6	-	2.68	-	0.89	-	3.45	-	1.2
	일본목련	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.64	-	-	-	2.30	-	0.77
	작살나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.62	0.27	-	-	17.4	3	-	-	15.98	2.66
	국수나무	-	-	10.36	1.73	-	-	2.03	0.34	-	-	2.93	0.49	-	-	21.3	3.6	-	-	7.62	1.27
	달팽나무	-	-	8.45	1.41	-	-	2.6	0.43	-	-	0.89	0.15	-	-	-	-	-	-	6.97	1.16
	졸참나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.46	0.24
	층층나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.36	0.56
기타출현종	노린재나무, 노박덩굴, 달팽나무, 잔털벚나무, 참화나무				달팽나무, 잔털벚나무, 참화나무, 개울나무, 일본목련				노린재나무, 달팽나무, 참화나무, 일본목련				작살나무, 달팽나무참화나무				작살나무, 참새리, 뽕나무, 개머루, 느티나무, 산초나무, 두릅나무				
개체수	17	39	228	284	15	37	168	220	17	38	104	159	4	32	392	428	3	33	128	164	
종수	11				12				10				16				18				
종다양도(H')	0.8021				0.8603				0.7582				0.8034				1.1166				

표 6. 남산 신갈나무림 고정조사구 3(신갈나무-팔배나무) 상대우점치 변화(단위면적: 400m<sup>2</sup>)

구분	연도	2000년				2007년				2011년				2016년				2023년				
		교목층	아교목층	관목층	평균	교목층	아교목층	관목층	평균	교목층	아교목층	관목층	평균	교목층	아교목층	관목층	평균	교목층	아교목층	관목층	평균	
상대우점치 (%)	신갈나무	74.21	8.5	13.57	42.2	72.93	-	-	36.47	64.08	-	5.08	32.89	60.32	-	4.37	30.89	44.14	-	7.31	26.62	
	옴나무	10.25	-	-	5.13	10.24	-	-	5.12	13.72	-	-	6.86	17.66	-	-	8.83	-	-	-	-	
	팔배나무	8.98	18.19	19.98	13.88	10.24	19.98	24.26	15.82	13.54	21.74	1.28	14.23	13.4	28.4	5.13	17.02	27.7	20.73	-	20.76	
	물푸레나무	6.56	-	2.07	3.63	6.59	-	1.3	3.51	8.67	-	-	4.34	8.63	-	4.31	5.03	8.39	-	-	4.2	
	때죽나무	-	52.34	6.86	18.56	-	56.41	13.42	21.06	-	62	5.03	21.51	-	46.7	12.11	17.59	-	26.65	1.09	9.07	
	당단풍나무	-	20.97	22.45	10.73	-	23.55	12.08	9.86	-	16.26	21.35	8.98	-	22.5	3.85	8.14	-	50.63	3.25	19.09	
	국수나무	-	-	4.24	0.71	-	-	1.93	0.32	-	-	13.78	2.3	-	-	14.5	2.42	-	-	23.81	3.97	
	다릅나무	-	-	2.25	0.38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	덜꿩나무	-	-	19.46	3.24	-	-	29.69	4.95	-	-	28.71	4.79	-	-	9.6	1.6	-	-	7.01	1.17	
	산벚나무	-	-	0.94	0.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.81	0.3	-	-	-	-	
	줄참나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19.78	-	5.90	10.87
	층층나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.99	-	0.66
기타출현종		철쭉꽃				담쟁이덩굴, 참화나무, 참새리				작살나무, 참화나무, 난티잎나무				담쟁이덩굴, 참화나무, 회잎나무, 산딸기, 조록싸리, 칩, 아까시나무, 산초나무, 쉬나무, 가죽나무				회잎나무, 쉬나무, 개율나무, 참화나무, 작살나무, 청가시덩굴, 다릅나무				
개체수		18	25	252	295	18	22	164	204	12	18	230	260	7	14	96	117	12	37	468	517	
종 수		13				13				11				17				18				
종다양도(H')		0.8911				1.1903				0.8671				1.1279				0.889				

고정조사구 3은 참나무시들음병 발병 및 방제관리로 신갈나무 큰 개체가 벌채되며 신갈나무의 어린 개체가 출현하는 재생과정 중에 있었다. 팔배나무는 교목층에서 증가세이나 아교목층에서는 감소되고 관목층에서는 도태되었다. 서울의 기후변화로 온대 남부 우점종인 줄참나무가 교목층과 관목층에서 세력이 확산되고 있어 줄참나무림으로 천이가 예측되었다.

### 3.3.2.3 고정조사구 4(신갈나무-산벚나무)

고정조사구 4의 2023년 상대우점치 분석 결과 교목층에서는 신갈나무(I.P.: 33.61%)가 세력이 우세하였고, 그 외 산벚나무(I.P.: 21.71%), 팔배나무(I.P.: 15.32%), 줄참나무(I.P.: 9.71%), 아까시나무(I.P.: 5.78%), 갈참나무(I.P.: 4.76%), 굴참나무(I.P.: 4.99%), 층층나무(I.P.: 4.12%)가 함께 출현하였다. 아교목층에서는 신갈나무(I.P.: 29.23%)와 팔배나무(I.P.: 29.44%) 등이 분포하고 있으며 극상 수종인 층층나무(I.P.: 10.05%)가 새롭게 출현하였다. 관목층에서는 국수나무(I.P.: 33.8%), 때죽나무(I.P.: 10.78%), 옴나무(I.P.: 10.05%) 순으로 생육하고 있었다. 신갈나무(M.I.P.: 39.53% → 35.23% → 45% → 15.4% → 27.55%)는 크게 감소하였으나 2023년 조사에서 다소 회복하였다. 줄참나무(M.I.P.: 10.73% → 9.06% → 0% → 30.6% → 5.06%)는 참나무시들음병 발병에 따른 방제 관리 후 2016년 세력이 급격히 증가하였고 이후 추가 고사목 발생으로 세력이 급감하였다. 아까시나무(M.I.P.: 0.11% → 0.46% → 0.1% → 2.4% → 4.4%)는 참나무시들음병 방제 후 증가하였다. 산벚나무(M.I.P.: 9.55% → 11.71% → 6.51% → 8.4% → 12.2%)는 다소 감소하였다 회복하였다. 도시환경 적응 수종인 팔배나무(M.I.P.: 18.98% → 14.43% → 20.74% → 16.6% → 18.37%)와 때죽나무(M.I.P.: 6.63% → 13.47% → 15.46% → 8.5% → 7.04%), 당단풍나무 (M.I.P.: 0.69% → 1.29% → 1.23% → 1.5% → 1.39%)는 경쟁 관계로 당단풍나무 세력이 증가하면서 팔배나무와 때죽나무 세력 감소 경향이 나타나고 있다. 교목 개체수의 변화는 11주 → 13주 → 5주 → 5주 → 14주로 참나무시들음병 발병에 따른 방제(벌채·훈증)로 교목 개체수가 급감하였으나 회복하고 있으며 종다양도(H') 지수는 참나무시들음병 발병으로 방제관리되던 2011년엔 0.9248로 가장 낮은 수준이었고 참나무시들음병 발병 및 관리 과정에 1.1999까지 증가하였으나 2023년 1.0923으로 참나무시들음병 발병 이전 수준으로 하락하였다(표 7 참조).

고정조사구 4는 신갈나무가 우점하면서 줄참나무, 갈참나무, 굴참나무가 함께 출현하고 있으며 참나무류는 참나무시들음병 발병에 따른 방제관리로 큰 개체가 벌채되었으며 비내음성인 어린 개체가 출현하는 재생과정 중에 있었다. 도시환경 적응수종인 팔배나무, 때죽나무, 당단풍나무는 참나무시들음병 발병 이전과 비슷한 수준으로 유지되고 있다.

표 7. 남산 신갈나무림 고정조사구 4(신갈나무-산벚나무) 상대우점치 변화(단위면적: 400m<sup>2</sup>)

구분	연도	2000년				2007년				2011년				2016년				2023년			
		교목층	아교목층	관목층	평균	교목층	아교목층	관목층	평균	교목층	아교목층	관목층	평균	교목층	아교목층	관목층	평균	교목층	아교목층	관목층	평균
상대우점치 (%)	신갈나무	70.76	4.43	16.04	39.53	64.87	-	16.79	35.23	87	-	8.97	45	27.6	-	9.6	15.4	33.61	29.23	6.01	27.55
	줄참나무	21.46	-	-	10.73	18.11	-	-	9.06	-	-	-	-	57.3	-	11.5	30.6	9.71	-	1.2	5.06
	산벚나무	7.78	16.99	-	9.55	10.74	19.01	-	11.71	13.01	-	-	6.51	15.1	2.2	0.5	8.4	21.71	4.04	-	12.2
	팔배나무	-	53.66	6.55	18.98	6.27	33.87	-	14.43	-	62.23	-	20.74	-	47.9	-	16	15.32	29.44	5.39	18.37
	매죽나무	-	18.34	3.09	6.63	-	40.42	-	13.47	-	28.03	36.68	15.46	-	25.2	0.7	8.5	-	15.73	10.78	7.04
	물푸레나무	-	2.16	-	0.72	-	2.17	-	0.72	-	3.21	-	1.07	-	2.3	-	0.8	-	-	-	-
	당단풍나무	-	2.08	-	0.69	-	2.17	3.38	1.29	-	3.33	0.71	1.23	-	2.2	4.6	1.5	-	4.17	-	1.39
	아까시나무	-	-	0.65	0.11	-	-	2.78	0.46	-	-	0.57	0.1	-	7.2	-	2.4	5.78	4.53	-	4.4
	옻나무	-	-	4.43	0.74	-	-	1.06	0.18	-	-	2.16	0.36	-	-	-	-	-	5.96	10.05	3.66
	오동나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.2	0.37	-	2.1	-	0.7	-	-	-	-
	갈참나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.76	-	-	2.38
	굴참나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.99	-	-	2.5
	층층나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.12	-	-	2.06
기타출현종	참화나무, 개울나무, 국수나무, 노간주나무, 노린재나무, 노박덩굴, 담쟁이덩굴, 달팽나무, 두릅나무, 산초나무, 작살나무, 조록싸리, 진달래, 청가시덩굴				참화나무, 개울나무, 국수나무, 노린재나무, 담쟁이덩굴, 달팽나무, 작살나무, 조록싸리, 진달래, 청가시덩굴				국수나무, 노린재나무, 달팽나무, 작살나무, 진달래, 화인나무, 산딸기, 가죽나무, 청미래덩굴				참화나무, 국수나무, 담쟁이덩굴, 달팽나무, 두릅나무, 작살나무, 쥐똥나무, 화인나무, 산딸기				작살나무, 쥐똥나무, 달팽나무, 참화나무, 생강나무, 붉나무, 디릅나무, 화인나무, 청미래덩굴				
개체수	11	25	328	364	13	24	240	277	5	17	201	223	5	30	452	487	14	31	180	225	
종 수	23				18				18				30				21				
종다양도(H')	1.0937				1.0802				0.9248				1.1999				1.0923				

고정조사구 4는 2016년 줄참나무-신갈나무군집에서 줄참나무 세력 감소로 신갈나무-산벚나무군집으로 변화되었으나, 줄참나무와 신갈나무가 재생과정에 있고 갈참나무와 굴참나무도 출현하고 있어 참나무류 군집으로 천이가 예측되었다.

### 3.3.2.4 고정조사구 5(줄참나무-팔배나무)

고정조사구 5의 2023년 상대우점치 분석 결과 교목층에서는 줄참나무(I.P.: 41.675%)가 세력이 우세하였고, 그 외 팔배나무(I.P.: 30.55%), 밤나무(I.P.: 10.71%), 아까시나무(I.P.: 9.51%), 신갈나무(I.P.: 7.57%)가 함께 출현하였다. 아교목층에서는 팔배나무(I.P.: 14.21%)와 아까시나무(I.P.: 13.65%), 산벚나무(I.P.: 12.85%) 등이 분포하고 있으며, 극상 수종인 층층나무(I.P.: 1.99%)가 새롭게 출현하였다. 관목층에서는 단풍나무(I.P.: 15.61%), 팔배나무(I.P.: 14.21%), 벚나무(I.P.: 12.85%) 순으로 생육하고 있었다. 신갈나무(M.I.P.: 22.11% → 23.91% → 28.41% → 17.45% → 4.52%)는 크게 감소하였다. 줄참나무(M.I.P.: 1.49% → 0.77% → 2.57% → 3.15% → 23.74%)는 참나무시들음병 발병에 따른 방제관리 후 세력이 급격히 증가하였다. 아까시나무(M.I.P.: 29.73% → 24.27% → 21.98% → 22.72% → 9.31%)는 참나무시들음병 발병에 따른 방제관리 이후 세력이 감소하였다. 도시환경 적응 수종인 팔배나무(M.I.P.: 23.42% → 34.972% → 34.87% → 33.62% → 20.01%)와 매죽나무(M.I.P.: 0.64% → 0.75% → 0.87% → 3.78% → 0%), 당단풍나무 (M.I.P.: 0.55% → 1.95% → 1.24% → 1.17% → 0%)는 세력이 감소하는 경향이 나타나고 있었다. 교목 개체수의 변화는 23주 → 22주 → 16주 → 16주 → 9주로 참나무시들음병 발병에 따른 방제(벌채·훈증)로 교목 개체수가 지속적으로 감소하였으며, 종다양도(H') 지수는 2011년 0.814로 가장 낮았고 2016년 1.1295로 가장 높은 수준이었으며 2023년 1.0606이었다(표 8 참조).

고정조사구 5는 2016년 신갈나무-아까시나무군집에서 신갈나무, 아까시나무 세력의 감소와 줄참나무의 세력이 증가되어 줄참나무-팔배나무군집으로 변화되었고 장기적으로는 줄참나무군집으로 천이 잠재성이 있다.

### 3.3.2.5 고정조사구 6(산벚나무-느티나무)

고정조사구 6의 2023년 상대우점치 분석 결과 교목층에서는 산벚나무(I.P.: 42.14%)와 느티나무(I.P.: 36.63%)가 세력이 우세하였고, 그 외 신갈나무(I.P.: 21.23%)가 함께 출현하였다. 아교목층에서는 팔배나무(I.P.: 46.37%)가 세

표 8. 남산 신갈나무림 고정조사구 5(졸참나무-팔배나무) 상대우점치 변화(단위면적: 400m<sup>2</sup>)

구분	연도	2000년				2007년				2011년				2016년				2023년			
		교목층	아교목층	관목층	평균	교목층	아교목층	관목층	평균	교목층	아교목층	관목층	평균	교목층	아교목층	관목층	평균	교목층	아교목층	관목층	평균
상대우점치 (%)	아까시나무	51.32	11.74	0.95	29.73	48.01	-	1.6	24.27	43.95	-	-	21.98	44.51	1.38	-	22.72	9.51	13.65	-	9.31
	신갈나무	39.06	3.51	8.46	22.11	41.9	1.42	14.94	23.91	41.76	1.79	41.58	28.41	30.2	1.7	10.7	17.45	7.57	-	4.39	4.52
	산벚나무	6.82	-	-	3.41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.85	-	4.28
	갈참나무	2.8	-	-	1.4	3.05	1.4	-	1.99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	팔배나무	-	69.38	1.77	23.42	7.05	89.97	8.72	34.97	10.02	88.4	2.38	34.87	10.3	84.6	1.4	33.6	30.55	14.21	-	20.01
	옻나무	-	5.16	4.38	2.45	-	1.42	0.85	0.62	-	1.79	0.85	0.74	-	1.5	1.9	0.8	-	5.41	7.04	2.98
	참참나무	-	2.51	-	0.84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	졸참나무	-	2.48	3.97	1.49	-	-	4.59	0.77	4.28	0	2.59	2.57	4.9	1.71	0.69	3.15	41.67	5.32	6.76	23.74
	매죽나무	-	1.5	0.82	0.64	-	1.53	1.45	0.75	-	2.6	0	0.87	3.2	2.68	7.83	3.78	-	-	-	-
	당단풍나무	-	1.25	0.82	0.55	-	2.86	-	0.95	-	3.73	0	1.24	-	3.51	-	1.17	-	-	-	-
	밤나무	-	-	-	-	-	-	2.62	0.44	-	-	2.59	0.43	-	1.5	-	0.5	10.71	-	-	5.36
	노린재나무	1.17	-	0.39	-	-	0.76	0.13	-	-	0.71	0.12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	단풍나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.38	0.23	-	15.61	-	5.2
	층층나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.53	-	3.51
귀룽나무	-	-	-	-	-	-	8.5	1.42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
기타출현종	진달래, 개옻나무, 국수나무, 난티잎개암나무, 담쟁이덩굴, 달팽나무, 생강나무, 작살나무, 창가시덩굴, 청미래덩굴				진달래, 개옻나무, 국수나무, 담쟁이덩굴, 달팽나무, 생강나무, 창가시덩굴, 쥐똥나무, 회잎나무, 시로미				개옻나무, 국수나무, 달팽나무, 생강나무, 작살나무, 창가시덩굴, 쥐똥나무				국수나무, 담쟁이덩굴, 달팽나무, 작살나무, 창가시덩굴, 개옻나무, 쥐똥나무, 생강나무, 단풍나무, 참참나무, 산철쭉, 진달래, 산딸기, 참새리, 노린재나무, 개암나무, 산벚나무				국수나무, 쥐똥나무				
개체수	23	45	244	312	22	36	296	354	16	31	316	363	16	38	384	438	9	21	188	218	
종 수	21				21				16				25				21				
종다양도(H')	1.1174				1.0805				0.814				1.1295				1.0606				

력이 우세하고 매죽나무(I.P.: 24.11%), 느티나무(I.P.: 23.86%), 아까시나무(I.P.: 5.66%)가 생육하고 있었다. 관목층에서는 쥐똥나무(I.P.: 30.99%), 국수나무(I.P.: 13.12%), 옻나무(I.P.: 8.18%) 순으로 우점하며 생육하고 있었다. 느티나무(M.I.P.: 8.47% → 10.34% → 16.28% → 20.47% → 26.68%)는 증가하였다. 산벚나무(M.I.P.: 25.37% → 26.61% → 24.47% → 16.65% → 21.07%)는 다소 감소하며 유지하고 있었다. 신갈나무(M.I.P.: 28.92% → 25.02% → 16.28% → 24.19% → 10.97%)는 참나무시들음병 발병에 따른 방제관리로 세력이 감소하였다. 도시환경 적응 수종인 팔배나무(M.I.P.: 12.33% → 17.06% → 25.91% → 17.31% → 16.06%)와 매죽나무(M.I.P.: 1.53% → 1.05% → 2.48% → 5.36% → 8.04%)는 아교목층에서 지속적인 세력을 유지하고 있으나 교목층으로 성장은 없었으며 2023년 조사에서 단풍나무(M.I.P.: 0.41%)와 아까시나무(M.I.P.: 1.89%)가 출현하였다. 교목 개체수의 변화는 16주 → 16주 → 10주 → 10주 → 7주로 참나무시들음병 발병에 따른 방제(벌채·훈증)로 교목 개체수가 지속적으로 감소하였으며 종다양도(H') 지수는 2011년 0.9483으로 가장 낮았고 2016년 1.1903로 가장 높은 수준이었으며 2023년 1.1279로 비교적 변화 폭이 적다(표 9 참조).

고정조사구 6에서의 교목층은 산벚나무, 느티나무, 신갈나무가 생육하는 군집으로서 산벚나무와 느티나무가 경쟁하였으며 전반적으로 식생구조는 양호하여 현상태를 유지할 것으로 예측되며 느티나무가 교목층, 아교목층, 관목층에서 전반적으로 출현하고 있어 장기적으로는 느티나무군집으로 변경이 예측되었다.

### 3.3.2.6 고정조사구 7(느티나무-산벚나무)

고정조사구 7의 2023년 상대우점치 분석 결과 교목층 느티나무(I.P.: 45.12%), 산벚나무(I.P.: 28.62%), 신갈나무(I.P.: 10.36%), 물푸레나무(I.P.: 9.05%), 팔배나무(I.P.: 6.872%)가 생육하고 있었다. 아교목층에는 도시환경 적응 수종인 팔배나무(I.P.: 54.87%), 당단풍나무(I.P.: 17.42%), 매죽나무(I.P.: 16.40%), 산벚나무, 옻나무 등이 생육하고 있었다. 관목류에는 국수나무(I.P.: 28.58%), 노린재나무(I.P.: 10.45%) 순으로 생육하고 있었다. 신갈나무

표 9. 남산 신갈나무림 고정조사구 6(산벚나무-느티나무) 상대우점치 변화(단위면적: 400m<sup>2</sup>)

구분	연도	2000년				2007년				2011년				2016년				2023년			
		교목층	아교목층	관목층	평균	교목층	아교목층	관목층	평균	교목층	아교목층	관목층	평균	교목층	아교목층	관목층	평균	교목층	아교목층	관목층	평균
상대우점치 (%)	신갈나무	45.39	18.66	-	28.92	50.04	-	-	25.02	29.33	-	9.67	16.28	46.65	-	5.2	24.19	21.23	-	2.14	10.97
	산벚나무	41.76	13.47	-	25.37	35.72	26.25	-	26.61	48.93	-	-	24.47	33.29	-	-	16.65	42.14	-	-	21.07
	느티나무	12.85	6.12	-	8.47	14.25	8.71	1.84	10.34	21.74	20.69	4	18.43	20.08	27.58	7.42	20.47	36.63	23.86	2.46	26.68
	팔배나무	-	35.9	2.17	12.33	-	48.18	6	17.06	-	64.45	26.56	25.91	-	51.11	1.64	17.31	-	46.37	3.61	16.06
	아까시나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.66	-	1.89
	단풍나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.46	0.41
	출참나무	-	5.34	-	1.78	-	7.27	-	2.42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	때죽나무	-	4.58	-	1.53	-	3.14	-	1.05	-	7.43	0	2.48	-	15.35	1.47	5.36	-	24.11	-	8.04
음나무	-	2.17	-	0.72	-	3.43	1.08	1.32	-	7.43	0	2.48	-	5.96	5.26	2.86	-	-	8.18	1.36	
기타출현종		산벚나무, 진달래, 국수나무, 담쟁이덩굴, 달팽나무, 작살나무, 쥐똥나무, 청가시덩굴, 회잎나무, 개울나무, 노박덩굴				산벚나무, 진달래, 국수나무, 담쟁이덩굴, 달팽나무, 작살나무, 쥐똥나무, 청가시덩굴, 회잎나무, 노린재나무, 개나리				진달래, 국수나무, 달팽나무, 작살나무, 쥐똥나무, 청가시덩굴, 회잎나무, 청미래덩굴				산벚나무, 국수나무, 담쟁이덩굴, 달팽나무, 작살나무, 쥐똥나무, 청가시덩굴, 회잎나무, 사유잡생, 참새리, 회화나무, 가죽나무, 개머루, 보리수나무, 딱총나무, 회잎나무, 청미래덩굴				국수나무, 담쟁이덩굴, 쥐똥나무, 청가시덩굴, 회잎나무, 사유잡생, 보리수나무, 딱총나무			
개체수	16	29	164	209	16	18	280	314	10	10	188	208	10	15	236	261	7	14	96	117	
종 수	18				18				14				22				17				
종다양도(H')	1.0511				1.0591				0.9483				1.1903				1.1279				

(M.I.P.: 23.14% → 22.88% → 18.21% → 13.20% → 5.42%)는 감소 추세였다. 느티나무(M.I.P.: 13.11% → 13.18% → 17.9% → 10.13% → 22.56%)와 산벚나무(M.I.P.: 19.63% → 13.52% → 15.17% → 13.16% → 16.29%)는 증가추세였다. 도시환경 적응 수종인 팔배나무(M.I.P.: 15.12% → 16.72% → 21.18% → 27.67% → 24.3%), 때죽나무(M.I.P.: 5.61% → 10.58% → 6.45% → 11.29% → 6.48%)는 증가 후 감소 추세였고, 단풍나무(M.I.P.: 5.84% → 6.61% → 7.09% → 9.19% → 7.69%)는 지속적인 증가추세였다. 교목 개체수 변화를 살펴보면 15주 → 13주 → 12주 → 9주 → 8주로 감소하였으며 2011년 이후 산벚나무 1주, 2016년 이후 신갈나무 1주가 고사하여 감소하였다. 종수는 20종이며 종다양도(H') 지수는 23년간 0.8518~1.1667이며 참나무시들음병 발병 및 방제관리의 영향으로 판단된다(표 10 참조).

고정조사구 7의 식물군집구조 변화 분석 결과 교목층에 느티나무, 산벚나무, 신갈나무가 경쟁하고 신갈나무 세력은 감소하였다. 평균상대우점치는 느티나무가 가장 높았으며 참나무시들음병 관리 후 단풍나무 세력 증가세였다. 고정조사구 7은 신갈나무-산벚나무군집에서 느티나무-산벚나무군집으로 변경이 예측되었다.

### 3.3.2.7 고정조사구 8(신갈나무-물푸레나무)

고정조사구 8의 2023년 상대우점치 분석 결과 교목층에 신갈나무(I.P.: 76.46%), 물푸레나무(I.P.: 23.54%)가 생육하고 있었다. 아교목층에서는 도시환경 적응 수종인 팔배나무(I.P.: 55.02%), 때죽나무(I.P.: 21.85%), 산벚나무(I.P.: 5.46%), 층층나무(I.P.: 3.70%) 등이 생육하고 있었다. 관목류에는 국수나무(I.P.: 60.68%), 회잎나무, 팔배나무, 아까시나무 순으로 생육하고 있었다. 신갈나무(M.I.P.: 30.1% → 32.89% → 40.13% → 26.75% → 41.28%)는 참나무시들음병 발병에 따른 방제(벌채·훈증)로 감소하였고 회복하였고, 물푸레나무(M.I.P.: 34.87% → 25.71% → 19.91% → 26.32% → 11.77%)는 감소세였다. 도시환경 적응 수종인 팔배나무(M.I.P.: 20.59% → 22.6% → 22.93% → 20.3% → 19.11%)는 감소세이며 때죽나무(M.I.P.: 3.94% → 5.19% → 6.55% → 7.59% → 7.67%)는 급속히 증가하였으나 2016년 이후 증가세가 둔화되었다. 교목개체수 변화를 살펴보면 16주 → 16주 → 13주 → 13주 → 10주로 감소하였으며 참나무시들음병 발병에 따른 방제(벌채·훈증)과 2016년 이후 신갈나무와 물푸레나무 고사로 교목 개체수가 감소하였다. 2023년 출현 종수는 총 20종이며 종다양도(H') 지수는 23년간 0.7564~0.9877이며 2023년 0.8907이다(표 11 참조).

고정조사구 8의 식물군집구조 변화 분석 결과 교목층에서 물푸레나무의 세력이 급격히 감소하여 2016년 신갈나무-물푸레나무군집에서 신갈나무군집으로 변화되었다. 참나무시들음병 발병 및 방제관리로 신갈나무 큰 개체가 벌

표 10. 남산 신갈나무림 고정조사구 7(느티나무-산벚나무) 상대우점치 변화(단위면적: 400 m<sup>2</sup>)

구분	연도	2000년				2007년				2011년				216년				2023년			
		교목층	야교목층	관목층	평균	교목층	야교목층	관목층	평균	교목층	야교목층	관목층	평균	교목층	야교목층	관목층	평균	교목층	야교목층	관목층	평균
상대우점치 (%)	신갈나무	44.6	-	5.02	23.14	41.63	5.14	2.11	22.88	32.33	-	12.25	18.21	15.3	-	33.3	13.20	10.36	-	1.44	5.42
	산벚나무	26.14	19.69	-	19.63	26.52	-	1.58	13.52	30.34	-	-	15.17	25.95	-	1.11	13.16	28.62	5.95	-	16.29
	느티나무	23.24	3.24	2.44	13.11	21.3	4.82	5.55	13.18	25.78	6.09	17.89	17.9	20.1	-	0.46	10.13	45.12	-	-	22.56
	물푸레나무	6.02	-	6.6	4.11	6.31	-	12.48	5.24	6.94	-	1.24	3.68	5	-	2.52	2.92	9.05	-	1.6	4.79
	팔배나무	-	39.56	11.57	15.12	4.24	40.66	6.29	16.72	4.61	56.62	-	21.18	15.22	59.22	1.94	27.67	6.87	54.87	5.43	24.3
	매죽나무	-	15.03	3.57	5.61	-	31	1.45	10.58	-	18.2	2.29	6.45	-	31.64	4.46	11.29	-	16.4	6.07	6.48
	진달래	-	7.46	0.6	2.59	-	-	10.97	1.83	-	-	3.25	0.54	-	-	2.36	0.39	-	-	-	-
	옻나무	-	2.09	0.77	0.83	-	2.63	-	0.88	-	3.17	-	1.06	-	5.64	-	1.88	-	3.21	-	1.07
	밤나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.18	-	0.37	2.15	-	-	-	-
	단풍나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.49	0	1.16	-	2.14	3.03	1022
당단풍나무	-	12.93	9.16	5.84	-	15.77	8.14	6.61	-	15.92	10.7	7.09	14.25	-	12.38	9.19	-	17.42	1.32	7.69	
기타출현종		개머루, 국수나무, 노간주나무, 노린재나무, 담쟁이덩굴, 달팽나무, 작살나무, 졸참나무, 쥐똥나무, 청가시덩굴				국수나무, 노간주나무, 노린재나무, 담쟁이덩굴, 달팽나무, 작살나무, 쥐똥나무, 청가시덩굴, 회잎나무, 귀룽나무, 조록싸리, 참화나무, 칩, 아까시나무				국수나무, 노간주나무, 노린재나무, 담쟁이덩굴, 달팽나무, 작살나무, 쥐똥나무, 청가시덩굴, 조록싸리, 참화나무, 칩, 아까시나무, 산뽕나무, 산딸기, 산초나무, 가중나무, 노박덩굴				국수나무, 노린재나무, 작살나무, 쥐똥나무, 조록싸리, 참싸리, 아까시나무, 산초나무, 진달래, 달팽나무, 청가시덩굴							
	개체수	15	40	332	387	13	32	396	441	12	26	93	131	9	30	197		8	29	156	193
	종 수	19				23				18				26				20			
	종다양도(H')	1.1287				1.1667				1.0859				0.8703				1.0972			

표 11. 남산 신갈나무림 고정조사구 8(신갈나무-물푸레나무) 상대우점치 변화(단위면적: 400 m<sup>2</sup>)

구분	연도	2000년				2007년				2011년				2016년				2023년			
		교목층	야교목층	관목층	평균	교목층	야교목층	관목층	평균	교목층	야교목층	관목층	평균	교목층	야교목층	관목층	평균	교목층	야교목층	관목층	평균
상대우점치 (%)	신갈나무	52.76	-	22.32	30.1	52.4	15.04	10.05	32.89	67.13	15.05	9.31	40.13	47.52	-	17.94	26.75	76.46	3.78	0.76	41.28
	물푸레나무	47.24	30.8	5.9	34.87	47.6	5.74	-	25.71	32.87	10.42	-	19.91	52.48	-	0.5	26.32	23.54	-	-	11.77
	팔배나무	-	56.65	10.31	20.59	-	62.19	11.2	22.6	-	54.87	12.08	20.3	-	78.33	1	26.28	-	55.02	4.60	19.11
	매죽나무	-	11.09	1.45	3.94	-	15.57	-	5.19	-	19.65	-	6.55	-	21.67	2.2	7.59	-	21.85	2.30	7.67
	산딸나무	-	1.49	-	0.5	-	1.47	-	0.49	-	-	-	-	-	-	2.32	0.39	-	-	-	-
	밤나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.61	-	0.54
	졸참나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.94	-	0.65
	뽕나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.44	-	0.81
	벚나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.44	-	0.81
	산벚나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.08	0.51	-	5.46	-	1.82
	복자기	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.76	-	0.59
층층나무	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.70	-	1.23	
기타출현종		국수나무, 노박덩굴, 달팽나무, 청가시덩굴, 회잎나무				국수나무, 달팽나무, 청가시덩굴, 회잎나무, 진달래				국수나무, 달팽나무, 청가시덩굴, 회잎나무, 귀룽나무				국수나무, 달팽나무, 산벚나무, 청가시덩굴, 회잎나무, 진달래, 참화나무, 담쟁이덩굴, 산초나무, 개머루, 툼나무, 산딸기, 찔레꽃				회잎나무, 국수나무, 생강나무, 조록싸리, 싸리, 당단풍나무, 쥐똥나무, 딱총나무			
	개체수	16	36	336	388	16	39	192	247	13	29	176	218	13	24	584	621	10	35	208	253
	종 수	11				10				9				22				20			
	종다양도(H')	0.7564				0.8703				0.7583				0.9877				0.8907			

채되며 비내음성인 신갈나무의 어린 개체가 출현하는 재생과정 중에 있는 것으로 판단된다. 2016년 이후 물푸레나무 5주가 고사하였으며, 이는 서울의 기후변화 분석에서 2014년부터 2019년까지 강수량이 최근 50년 중 가장 건조한 시기로 확인되었다. 온대 남부 우점종인 졸참나무와 극상종인 층층나무가 아교목층에서 출현하고 있다. 온대 중부지방 천이 경향 등을 고려할 때 신갈나무군집을 거쳐 졸참나무로의 천이가 추정되며 층층나무 극상림으로의 발전은 지속적인 관찰이 필요할 것으로 판단되었다.

### 3.3.2.8 식물군집구조 변화 종합

모든 고정조사구에서 교목층은 참나무시들음병 발병에 따른 방제(벌채·혼중)관리로 신갈나무의 개체수는 크게 감소하였고 유기물 함량이 높고 습윤한 토양에서 생육이 양호한 물푸레나무(*Fraxinus rhynchophylla*)는 자연환경 변화로 고사되고 있었다. 그 외 느티나무(*Zelkova serrata*), 졸참나무(*Quercus serrata*)는 그 세력을 유지 또는 확대하고 있었다. 아교목층에서는 도시환경 적응 수종인 팔배나무(*Aria alnifolia*), 때죽나무(*Styrax japonicus*), 당단풍나무(*Acer pseudosieboldianum*)가 경쟁 관계로 팔배나무와 때죽나무는 세력을 유지하거나 다소 감소세이며, 당단풍나무의 세력이 증가하였다. 관목층에서는 교목층의 수관 개방으로 짙레꽃(*Rosa multiflora*), 산딸기(*Rubus crataegifolius*), 산초나무(*Zanthoxylum schinifolium*), 청가시덩굴(*Smilax sieboldii*) 등이 출현하였고, 가죽나무(*Ailanthus altissima*), 일본목련(*Magnolia obovata*), 양버즘나무(*Platanus occidentalis*) 등 외래종 치수가 발생하였다. 남산 신갈나무림은 참나무시들음병 관리 이후 조사구 내에서 신갈나무 등 33종은 유지되고 있었다. 자생종인 귀룽나무(*Prunus padus*), 노간주나무(*Juniperus rigida*), 산딸나무(*Cornus kousa*)가 도태되었고 가죽나무(*Ailanthus altissima*), 딱총나무(*Sambucus williamsii*) 등 12종이 도입되어 총 42종이 분포하였다(표 12 참조).

고정조사구 2를 제외한 6개 조사구에는 18~21종이 분포하고 있으며 평균 20종이 교목층, 관목층, 아교목층을 구성하고 있었다. 고정조사구 2는 관목층과 아교목층에서 당단풍나무의 급격한 증가로 현장조사에 한계가 있어 종수 및 종다양도(H') 분석에서 제외하였다. 종수 변화를 보면 2000년 종수 11~23종이 분포하였고, 참나무시들음병 발생 및 방제관리 시기인 2011년은 9~18종으로 고정조사구 4를 제외하고 종수가 감소하였으나 2016년에는 모든 조사구에서 17~30종으로 종수가 증가하였다. 고정조사구 8은 13종이 증가하여 변화량이 가장 컸다. 2023년에는 고정조사구 4~8에서 17~20종으로 종수가 감소하였고, 고정조사구 4는 9종이 감소하였다. 이는 참나무시들음병 발병에 따른 벌채 및 혼중처리로 무식생 상태의 개방이 원인으로 생태적 천이 단계에 있어 무식생 상태부터 전구식생 도입 단계를 거쳐 경쟁단계로 종수가 감소하는 과정으로 판단되었다(그림 4 참조).

표 12. 남산 신갈나무림 조사구 출현 종 변화

구분	유지종	도태종	도입종
종수	33종	3종	12종
종명	개머루, 개울나무, 국수나무, 노린재나무, 느티나무, 땃쟁나무, 땃쟁이덩굴, 당단풍나무, 단풍나무, 두릅나무, 때죽나무, 물푸레나무, 밤나무, 산벚나무, 산철쭉, 생강나무, 서어나무, 시로미, 신갈나무, 아까시나무, 음나무, 일본목련, 작살나무, 조록사리, 졸참나무, 쥐똥나무, 진달래, 참화나무, 청가시덩굴, 팔배나무, 회향나무	귀룽나무, 노간주나무, 산딸나무	가죽나무, 딱총나무, 보리수나무, 산딸기, 산초나무, 쉬나무, 오동나무, 조릿대, 짙레꽃, 층층나무, 칩, 백합나무

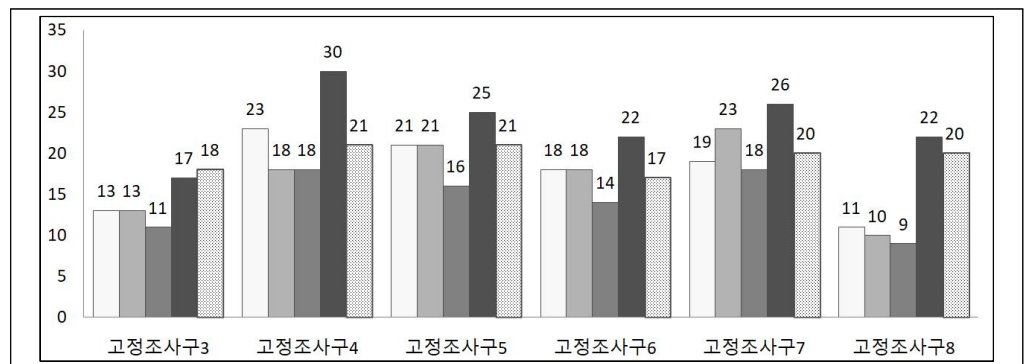


그림 4. 남산 신갈나무림 조사구별 종수 변화

범례: □ 2000년 ■ 2007년 ■ 2011년 ■ 2016년 ▨ 2023년

참나무시들음병 발병 이전 2007년 종다양도(H')는 0.7582~1.1903에서 참나무시들음병 발생에 따른 방제관리 이후 2016년 0.9877~1.1279로 증가하였다. 고정조사구 3~8에서 종다양도(H')가 증가하였으며 신갈나무군집의 종다양도(H') 변화량이 0.7582에서 1.1166으로 변화량이 가장 컸다. 참나무시들음병 벌채·훈증과정에 수관 개방으로 인한 광량 증가와 기존 하부 식생인 팔배나무, 때죽나무, 당단풍나무, 노린재나무, 달팽나무 등은 훼손되며 조사구 내에서 도태되거나 감소되었으며, 산림 내 개방지 생성으로 주변 식생인 작살나무, 참싸리, 뽕나무, 개머루, 느티나무, 산초나무 등 새로운 종이 도입되어 종다양도(H')가 증가하였다(표 13 참조).

고정조사구 8은 참나무시들음병 발병 및 방제관리와 물푸레나무 쇠퇴로 개체수가 지속적으로 감소하고 있어 고정조사구별 개체수, 식피율, 흉고단면적 변화 종합에서 제외하였다. 개체수 및 흉고단면적은 참나무시들음병 관리로 2007년 조사 대비 2016년 모두 감소하였고, 이후 신갈나무-아까시나무군집을 제외하고 증가하였다. 줄참-갈참-신갈나무 군집 흉고단면적은 13,463cm<sup>2</sup>로 가장 크고, 신갈나무-아까시나무군집은 2016년 이후 아까시나무의 세력 약화로 개체수 및 흉고단면적이 감소하였다. 2007~2016년 사이에는 참나무시들음병에 따른 벌채·훈증 관리가 시행되어 수관 개방으로 인한 수목의 성장량 증가 효과가 직접적으로 발생한 기간이다. 개체수 또는 식피율의 감소량이 큰 고정조사구 3, 4는 성장량은 572~801m<sup>2</sup>로 고정조사구 5~7 성장량 1,178~1,884m<sup>2</sup>의 절반 이하로 성장량이 현저히 낮았다. 고정조사구 3, 4의 성장량은 9년이 경과한 2016~2023년 성장량이 1,154~1,495m<sup>2</sup>로 유사한 수준의 성장을 보였다. 교목층의 개체수가 6주 이하로 감소한 조사구가 8주 이상 감소한 조사구보다 초기 흉고직경 증가율이 높았다. 이는 적정 규모 이상의 수관 개방은 산림 내 기후변화를 초래하고 수분 스트레스가 수목생육에 부정적 영향을 미친 것으로 판단되었다(표 14 참조).

### 3.4 남산 신갈나무림 식생 천이 예측

남산 신갈나무림은 참나무시들음병 발병과 방제(벌채·훈증)관리로 식생군집에 큰 변화를 가져왔다(한봉호 등,

표 13. 남산 신갈나무림 조사구별 종다양도(H') 변화

구분	2000년	2007년	2011년	2016년	2023년
고정조사구 3(신갈나무-팔배나무)	0.8911	1.1903	0.8671	1.1279	0.889
고정조사구 4(신갈나무-산벚나무)	1.0937	1.0802	0.9248	1.1999	1.0923
고정조사구 5(줄참나무-팔배나무)	1.1174	1.0805	0.814	1.1295	1.0606
고정조사구 6(산벚나무-느티나무)	1.0511	1.0591	0.9483	1.1903	1.1279
고정조사구 7(느티나무-산벚나무)	1.1287	1.1667	1.0859	0.8177	1.0972
고정조사구 8(신갈나무-물푸레나무)	0.7564	0.8703	0.758	0.9877	0.8907
평균	1.0064	1.0745	0.8997	1.0755	1.0263

표 14. 남산 신갈나무림 조사구별 개체수 및 흉고단면적 변화

구분		2005년	2007년	2016년	2023년
고정조사구 3 (신갈나무-팔배나무)	개체수	18	18	7	12
	평균흉고직경(cm)	28	20	25	35
	흉고단면적(cm <sup>2</sup> )	11,078	5,652	3,434	11,540
고정조사구 4 (신갈나무-산벚나무)	개체수	11	13	5	14
	평균흉고직경(cm)	30	28	35	35
	흉고단면적(cm <sup>2</sup> )	7,772	8,001	4,808	13,463
고정조사구 5 (신갈나무-아까시나무)	개체수	20	22	16	9
	평균흉고직경(cm)	35	35	30	30
	흉고단면적(cm <sup>2</sup> )	19,233	21,156	11,304	6,359
고정조사구 6 (산벚나무-느티나무)	개체수	16	16	10	7
	평균흉고직경(cm)	30	30	30	39
	흉고단면적(cm <sup>2</sup> )	11,304	11,304	7,065	8,358
고정조사구 7 (신갈나무-물푸레나무)	개체수	17	16	13	10
	평균흉고직경(cm)	25	27	30	33
	흉고단면적(cm <sup>2</sup> )	8,341	9,156	9,185	8,549

2022). 참나무시들음병 방제관리 직후에는 신갈나무 대형목이 대량으로 벌채되면서 교목층의 팔배나무, 산벚나무, 느티나무 등 잔존목들이 주요 교목층을 이루었다. 이후에는 수관 개방 정도에 따라 군집구조에 변화가 있었다. 수관 개방으로 광조건에 큰 변화가 발생한 경우 신갈나무의 재생과정과 성장량 증가로 새롭게 교목층으로 성장하며 군집구조의 변화를 가져오고 있다.

남산 신갈나무군락은 신갈나무와 졸참나무가 아교목층과 관목층에서 회복세에 있어 졸참나무, 신갈나무, 느티나무 군집으로의 천이 잠재성이 있다. 남산 신갈나무군집은 현 상태를 유지하지만 기후변화가 한랭성 수종인 신갈나무의 적지분포에 미치는 영향(이영근 등, 2014)을 고려한 천이 경향을 예측하였을 때 차대를 형성할 수 있는 수종은 남부지방 산림의 우점종인 졸참나무의 천이가 예측되고 천이 극상 수종인 층층나무가 4개 조사구 아교목층에서 출현하고 있어 생태적 극상림으로 발전 가능성을 관찰할 필요가 있다.

남산 신갈나무군락의 2023년 종다양도(H')지수는 0.889~1.1279이었다. 종다양도(H')는 온대중부림이 위치한 치악산국립공원 신갈나무군집(500m<sup>2</sup>)의 종다양도(H') 1.2546(박인협 등, 1988), 계룡산국립공원 동학사 계곡의 신갈나무군집(500m<sup>2</sup>)의 종다양도(H') 1.2732(한봉호 등, 2001), 서울시 외곽산림 신갈나무군집(400m<sup>2</sup>)의 종다양도(H') 1.2602(곽정인, 2011)과 비교하였을 때 다소 낮은 수준이다. 하민선 등(2025)의 연구 결과 지속적인 교란에도 불구하고 남산 신갈나무림의 주요 목본 개체군들은 높은 지속가능성을 나타내는 것으로 평가되었다.

남산 신갈나무군락은 자연상태의 신갈나무군락과 비교했을 때 참나무시들음병 발병에 따른 방제(벌채·훈증)로 인한 교목층의 세력 감소, 아교목층에서의 도시환경 적응 수종 중 당단풍나무의 확산과 참나무시들음병 발병에 따른 방제(벌채·훈증)로 인해 개방된 지역에 외래종 등 다양한 수종의 유입 및 발생, 토양환경 등 많은 교란과 위협요인으로 불안정한 상태를 유지하고 있는 것으로 판단되었다. 생태적 천이유도를 위해서는 위협요인에 대한 최소한의 관리로 자연성 회복과 건강한 숲으로 관리가 필요하다.

### 3.5 남산 신갈나무림 식생 관리방안

남산 북사면 신갈나무림은 안정된 천이 후기 단계의 숲인 신갈나무림에서 도시화의 영향으로 천이 중단과 수목 생육 저하 문제가 발생하였다. 이후 참나무시들음병 발병에 따른 방제관리 과정에서 교목층의 세력 감소, 아교목층에서의 당단풍나무의 확산과 수관 개방 지역에 외래종 등 다양한 수종의 유입 및 발생, 토양환경 저하 등 많은 교란과 위협요인으로 불안정한 상태이며 이용자 수요와 강도가 증가하고 있다.

관리방안은 남산 신갈나무림 식생구조 특성을 반영하여 핵심보전지역과 완충·전이지역으로 설정 관리, 인공림의 자연성 회복, 생태적 건강성 회복을 제안하였다. 신갈나무군락 보전 및 생태적 천이 유도를 위해 생태적 천이 잠재성이 높은 온대 중부지방 극상 수종인 층층나무, 서어나무, 졸참나무 출현지역을 핵심지역 보전지역으로 관리하고 그 외 지역은 완충·전이지역으로 설정하였다(그림 5 참조).

핵심지역은 생태적 천이와 단순림의 불안정성을 개선하기 위해 참나무류, 느티나무, 산벚나무, 팔배나무 등이 생육하는 낙엽활엽수림을 목표로 관리가 필요하다. 참나무시들음병 재발 방지를 위해 여름철 병해충 예찰과 고사목 관리와 생태적 방제 관리 매뉴얼 마련, 토양 산성화 방지를 위한 시비, 당단풍나무의 지나친 번성으로 하층 종다양도(H')가 저하되지 않도록 아교목층과 관목층의 밀도 관리가 세부 내용이다. 당단풍나무의 밀도가 높은 지역을 대

구분	핵심 지역	완충 지역	전이 지역
목표	생태적 천이 유도 - 낙엽활엽수림	자연성 복원과 핵심지역으로 발전	이용성 증진
세부내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 참나무시들음병 관리지역 복원</li> <li>■ 하층식생 밀도 관리</li> <li>■ 토양 시비 및 병해충 관리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 인공림 자연성 회복</li> <li>■ 셋길 폐쇄</li> <li>■ 생물서식 공간조성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 숲 관찰 및 경관감상 노선 주변 전이공간 관리</li> </ul>
식생관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 관리지역 생태적 천이 유도                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 참나무류, 산벚나무, 때죽나무, 산딸나무 등</li> </ul> </li> <li>■ 아교목층 식재                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국수나무, 달팽나무, 노각나무 관목층 식재</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 아까시나무림을 참나무류 혼효림으로 유도                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 신갈나무, 졸참나무 중상경목 식재</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 산벚나무 등 자생종을 이용한 경관 조성</li> <li>■ 외래종, 생태교란종 관리</li> </ul>
관리지역	신갈나무림 내부	인공림지역, 전이지역과 접한 생태경관보전지역	생태경관보전지역 내부 산책로

그림 5. 남산 신갈나무림 관리방안

상으로 아교목층 경쟁종인 때죽나무, 산딸나무와 관목층에서 국수나무, 털팽나무, 노각나무의 식재 관리를 고려해 볼 것을 제안하였다. 원층지역의 자연성 회복은 주변 개발지역 및 북측 산책로와 접한 구역의 아까시나무군락지를 설정하였다. 아까시나무 우점지역에 신갈나무와 졸참나무 중소경목이 생육하고 향후 신갈나무군락으로 생태적 천이 경향(곽정인, 2011)을 보이므로 북측 순환로 아까시나무림 내 졸참나무, 신갈나무 소경목 식재로 자연성 회복을 유도하고자 하였다. 서양등골나물, 가시박 등 생태계 교란종과 가죽나무 등 외래종에 대한 관리가 필요하다. 가죽나무, 일본목련, 참오동나무의 성목 모니터링과 확산 방지를 위해 치수는 제거 관리하며 서양등골나물, 단풍잎돼지풀, 가시박은 생활사를 고려하여 3~5월 사이 모니터링하여 뿌리째 뽑아 제거해야 한다. 전이지역은 생태·경관보전지역 내부 산책로 구간으로 숲 관찰 및 경관 감상 노선이다. 전이지역은 산벚나무 등 자생종을 이용한 경관 조성과 외래종, 생태교란종에 대한 집중 관리로 이용증진과 생태보전의 기능 수행을 방안을 제시하였다.

#### 4. 결론

본 연구는 자연환경 변화와 참나무시들음병 관리에 따른 남산 신갈나무림의 식생 변화 특성을 분석하여 신갈나무림의 천이 경향 예측 및 관리방안을 제안하였다. 남산 신갈나무림의 참나무시들음병 발병은 2008년 남산서울타워 주변 능선부에서 최초 확인되었고 이후 사면 방향으로 확산되었다. 2011~2014년 사이에 발생 피해가 컸고, 12년간 24,237주가 감염되었으며 산림청 매뉴얼에 따른 복합방제로 관리하였다. 벌채·훈증 과정에 교목층과 하층식생 훼손으로 식생구조의 변화를 가져왔고, 수관 개방은 주변 식생의 생육에 영향을 주었으며 개방지 내 다양한 종의 유입으로 종 다양성과 식생구조 변화를 가져왔다.

현존식생은 참나무시들음병 관리로 신갈나무림이 감소하면서 능선 주변 지역은 참나무시들음병 초기 강도 높은 관리로 신갈나무림이 산벚나무 등 낙엽활엽수림으로 변화되었다. 식생구조 측면에서 참나무시들음병 발병에 따른 방제 관리로 신갈나무, 팔배나무 세력이 감소하였고 개방지 내 도시환경 적응 수종인 당단풍나무 세력이 급증하였다. 참나무시들음병 발병에 따른 벌채·훈증 관리로 교목층에서의 신갈나무의 개체수는 크게 감소하였고, 유기물 함량이 높고 습윤한 토양에서 생육이 양호한 물푸레나무는 자연환경 변화로 고사되고 있어 상대우점치가 감소하였다. 그 외 느티나무, 졸참나무는 그 세력을 유지 또는 확대하고 있었다. 아교목층에서는 도시환경 적응 수종인 팔배나무, 때죽나무와 당단풍나무가 경쟁관계로 팔배나무와 때죽나무는 세력을 유지하거나 다소 감소세이며 당단풍나무의 세력이 증가하였고, 아까시나무의 맹아가 재발생하였다. 관목층에서는 교목층의 수관 개방으로 짙레꽃, 산딸기, 산초나무, 청가시덩굴 등이 출현하였고 가죽나무, 일본목련, 백합나무 등 외래종 치수가 발생하였다.

남산 북사면은 안정된 천이 후기 단계의 숲인 신갈나무림으로 천이가 진행되었으나 도시화로 인해 극상층 출현이 되지 못하고 중단된 상태에서 참나무시들음병 발병과 방제관리로 신갈나무 세력이 약화되었다. 신갈나무와 졸참나무가 아교목층과 관목층에서 출현하고 있어 졸참나무, 신갈나무, 느티나무 군집으로의 천이 잠재성이 있다. 기후 변화가 한랭성 수종인 신갈나무의 적지분포에 미치는 영향을 고려한 천이 경향을 예측하였을 때 차대를 형성할 수 있는 수종은 남부지방 산림의 우점종인 졸참나무로의 천이가 예측되고 천이 극상 수종인 층층나무가 아교목층에서 출현하고 있어 생태적 극상림으로 발전 가능성을 관찰할 필요가 있다. 관리방안으로 식생구조 특성을 반영하여 핵심보전지역과 원층·전이지역으로 설정 관리, 인공림 등 자연성 회복, 생태적 건강성 회복을 제안하였다.

본 연구는 남산 신갈나무림 관련 선행 연구 내용의 시계열 변화를 분석하여 자연환경 변화와 참나무시들음병 관리에 따른 식생변화 특성을 규명한 데 의의가 있다. 향후 서울시 생태·경관보전지역 정밀변화관찰 연구 모니터링과 연계하여 서울시 남산 신갈나무림 식생 구조 변화에 대한 지속적인 모니터링이 필요하다.

#### References

1. 강상준, 최철수(2000) 신갈나무림의 Gap 내 재생과정. 한국생태학회지 23(1): 1-8.
2. 곽정인(2011) 서울특별시 도시림 식생구조 특성 및 생태적 천이 경향 연구. 서울시립대학교 대학원 박사학위논문.
3. 국립공원연구원(2012) 국립공원(계룡산·덕유산) 내 참나무시들음병 발생현황 및 확산 예측 분석 연구보고.
4. 국립환경과학원(2010) Regional Scale 산성강하물 장기변동 특성과 생태계 영향조사.
5. 김경희(2007) 참나무시들음병의 발생현황과 대책. 수목보호, 12-20.
6. 박인협, 이경재, 조재창(1988) 치악산 국립공원의 삼림군집 구조-구릉사-비로봉지역을 중심으로. 응용생태연구 2(1): 1-8.
7. 산림청(2013) 2013 산림병해충 예찰 방제계획.

8. 서울특별시(2009) 남산 생태·경관보전지역 관리계획 수립 연구: 2차년도.
9. 서울특별시(2017) 남산 생태·경관보전지역 정밀변화관찰 연구.
10. 서울특별시(2023) 남산 생태·경관보전지역 정밀변화관찰 연구.
11. 오규식, 구자훈, 조창제(2005) 도시형태 구성요소가 지역별 대기오염에 미치는 영향: 서울시를 사례로, 국토계획 40(3): 159-170.
12. 이경재, 한봉호, 이수동(2000) 도시 자연녹지의 식물생태계 쇠퇴 현상규명(I): 남산, 창덕궁후원, 한국환경생태학회 학술논문발표회지: 85-88.
13. 이돈구, 김영환, 최성호(1996) 4 수종 참나무류의 맹아발생력 및 맹아생장: 경기도 광주지방의 신갈나무, 굴참나무, 상수리나무, 떡갈나무 천연임분을 대상으로, 한국임학회 학술발표논문집: 33-34.
14. 이영근, 성주한, 천정화, 신만용(2014) 기후변화가 신갈나무의 적지분포에 미치는 영향. 한국산림과학회지 103(4): 605-612.
15. 장동호, 권원태(2007) 위성영상을 이용한 남서해안지역의 기온변화에 따른 식생 분석. 한국지형학회지 14(1): 67-75.
16. 정진현, 구교상, 이충화, 김춘식(2002) 우리나라 산림토양의 지역별 이화학적 특성. 한국산림과학회지 91(6): 694-700.
17. 하민선, 이정은, 최훈기, 한상학, 박정수, 이재연, 윤충원(2025) 서울시 남산 신갈나무림의 식물 군집 및 개체군 동태(2017년~2023년). 한국산림과학회지 114(2): 222-236.
18. 한봉호, 조우, 이수동(2001) 계룡산국립공원 동학사 계곡의 식물군집구조, 한국환경생태학회지 14(4): 238-251.
19. 한봉호, 박석철, 김종엽, 광정인(2022) 서울시 남산 신갈나무림 생태계 특성과 변화 연구. 한국조경학회지 50(2): 41-63.
20. Ciesla, W.(2011) Forest Entomology: A Global Perspective. John Wiley & Sons. p. 416.
21. Curtis, J. T. and R. P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32: 476-496.
22. Meurant, G.(2012) Insect-Fungus Interactions. Academic Press. p 344.
23. Monk, C. D., G. I. Child and S. A. Nicholson(1969) Species diversity of a stratified Oak-Hickory community. Ecology 50(3): 468-470.
24. Pielou, E. C.(1975) Ecological Diversity. New York: John Wiley & Sons. p. 165.
25. Yim, Y. J.(1987) For the exploitation of honey and pollen resources plants: The effects of thermal climate on the flowering dates of plants in South Korea. Korean Journal of Apiculture 2(1): 9-28.
26. <https://data.kma.go.kr>
27. <https://forest.go.kr>
28. <https://www.index.go.kr>