

강원도 영서지역 소나무 마을숲의 성장환경과 관리방안^{1a}

조현길^{2*} · 서옥하² · 최인화³ · 안태원²

Growth Environments and Management Strategies for *Pinus densiflora* Village Groves in Western Gangwon Province^{1a}

Hyun-Kil Jo^{2*}, Ok-Ha Seo², In-Hwa Choi³, Tae-Won Ahn²

요 약

본 연구의 목적은 마을 주변의 전통 소나무숲을 선정하여 숲의 구조와 성장실태를 조사하고, 양호한 성장과 보전을 위한 관리방안을 수립하는 것이었다. 연구대상 소나무숲은 강원도 영서지역에 분포하는 12개소를 선정하였다. 숲의 조성시기는 개소별로 최소 50~최대 200년 전이었고, 소나무의 평균 흉고직경과 밀도는 각각 27~52cm, 0.5~9.3주/100m²이었다. 성장기반인 토양환경은 소나무 성장에 대개 양호한 편이었으나, 토성이 사토로서 보비력이 낮은 2개소의 경우 토양양분이 현저하게 낮았다. 일부 숲은 복토, 답압 등으로 인해 근계성장 장애에 따른 수세저하가 나타났다. 수간의 수피탈저 및 공동피해가 6개소에서 발생하였고, 그 원인은 인위적 외상, 전정 부주의, 동해 등이었다. 병해는 그을음잎마름병, 갈색무늬병 등이 6개소에서 발생하였고 피해정도는 경미하였다. 충해의 경우는 솔잎혹파리에 의한 피해로서 피해정도는 6개소에서 경미하였으나, 2개소에서는 상대적으로 더 현저하였다. 이와 같이, 연구대상 소나무숲의 성장저해를 야기하는 주 요인은 양분부족, 복토 및 답압, 수간훼손, 병충해 등이었다. 이들 원인별 문제점을 개선하여 해당 소나무숲을 보전할 관리방안을 모색하였다. 관리방안은 유기물과 석회 시용, 복토 제거, 토양굴기와 자갈포설, 목도설치 또는 우드칩 포장, 목책 및 보호틀 제공, 수간 외과수술, 수세강화, 수간주사 등 성장환경을 개선하거나 수간훼손과 병충해를 제어할 대책을 포함하였다.

주요어: 식생구조, 토양환경, 성장피해, 수세강화

ABSTRACT

The purpose of this study was to survey structures and growth conditions of *Pinus densiflora* village groves, and to establish management strategies for their desirable growth and conservation. Twelve village groves were selected in western Gangwon province for the study. The age of the study groves ranged from 50 to 200 years. Average dbh (diameter at breast height) and density of trees for each study grove were 27 ~ 52cm and 0.5 ~ 9.3 trees/100m², respectively. Soil environments were favorable to *Pinus densiflora* growth in the majority of the study groves, but 2 study groves with sandy soils showed considerably poor nutrient contents. Low tree vitality was found in some of the study groves due to poor conditions of root growth from soil fill and trampling. There were detachment of cambial tissue and damage of stem cavity at 6 study groves, which were caused by artificial

1 접수 2011년 7월 1일, 수정(1차: 2011년 8월 4일, 2차: 2011년 10월 3일, 3차: 2011년 10월 20일), 게재확정 2011년 10월 21일

Received 1 July 2011; Revised(1st: 4 Aug. 2011, 2nd: 3 Oct. 2011, 3rd: 20 Oct. 2011); Accepted 21 Oct. 2011

2 강원대학교 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Kangwon National University, Chuncheon(200-701), Korea

3 강원대학교 산림경영학과 Dept. of Forest Management, Kangwon National University, Chuncheon(200-701), Korea

a 본 논문은 2008년도 강원도 지원 연구비에 의한 연구결과의 일부임.

* 교신저자 Corresponding author(jhk@kangwon.ac.kr)

injury, careless pruning, and frost damage. Light disease damage by *Rhizosphaera kalkhoffii* and phomopsis blight were found at 6 study groves. Light pest damage by *Thecodiplosis japonensis* was also found at 6 study groves, but the pest damage at 2 study groves was relatively considerable. Thus, major factors limiting normal growth of *Pinus densiflora* village groves were infertility, soil fill and trampling, stem damage, and disease and pest. Desirable management strategies were explored to solve growth-related problems and to conserve the study groves. The management strategies included fertilization of organic matter and lime, removal of soil fill, soil plowing and graveling, wood-trail installation or woodchip mulching, supply of wood fences and protective frames, surgical operation for damaged stems, vitality enhancement, and trunk injection to improve growth environments or control stem damage and disease/pest.

KEY WORDS: VEGETATION STRUCTURE, SOIL ENVIRONMENT, GROWTH DAMAGE, VITALITY ENHANCEMENT

서론

소나무는 한국인의 생활과 밀접한 연관성을 맺어 온 사철 푸른 상록수로서, 한국의 역사적 및 문화적 측면에서 중요한 위치를 점유한다. 즉 궁궐, 사찰 및 민가의 주요한 건축재로 이용되어 왔고, 송이 채취를 비롯하여 솔잎차, 송편 등 건강용 음식 및 음료를 만드는데 활용하여 왔으며, 관솔과 솔가지 등은 과거 연료자원으로서의 역할을 담당하기도 하였다. 이러한 실용적 측면에 부가하여, 소나무는 풍수적 비보나 신앙적 수호를 나타내는 마을 공동체의 정신적 주체로서 작용하였고, 휴식과 경관감상을 위한 주민의 정자목 및 조경수로서 이용되어 왔다. 또한, 절개와 지조를 상징하며 애국가 등 노래를 포함한 시조, 그림, 사진 등에 묘사되는 예술 및 문학의 소재로서, 한국인의 상징성이나 정체성을 대표하는 수목이다. 이와 같이 소나무는 한국인의 생활문화와 민족정서를 포괄하여 생활사의 근간을 이루는 소중한 자원이다.

서울시 소나무림의 식생환경 개선을 위하여, Lee *et al.*(2009)은 교목층 우점종의 경쟁관계, 하층식생 내 경쟁종 출현 유무, 관리정도 등을 토대로 유형별 생태적 관리방안을 제안한 바 있다. Kang(2004)은 강원도 및 경상도지역의 소나무 마을숲을 대상으로 이용 및 개발압력에 의한 나지화의 경중에 따른 생육상태를 비교 분석하였다.

원주지역 전통 마을숲의 위치, 구조, 형성배경, 사적요소 등 유형과 특성에 관한 연구가 수행된 바 있으며(Nam and Yoon, 1999), Kim(2007)은 원주 성황림에서 토양경도, 치수조사 등을 통해 보호철책 설치에 따른 생태적 변화를 보고하였다. Kim *et al.*(2003)은 강원도 및 경상도지역 마을숲의 인문현황과 자연현황을 분석하고 그들의 자연성 향상을 위한 관리방안을 제안하였고, Kang *et al.*(2004)은 이 지역

마을숲 노거수 군락의 생물학적 특성, 입지현황, 근원부 현황, 건강도, 토양환경 등 항목별 상호관련성 분석을 통해 생육환경에 따른 영향인자를 도출하였다. 한편, Park *et al.*(2007)은 충주지역 느티나무 보호수의 생육상태, 토양환경, 관리실태 등을 조사하고 그들의 상호관련성을 분석하였다.

Lee *et al.*(2006)은 포항지역의 마을숲을 기능별로 분류하여 수목현황, 생육상태, 관리상태 등을 조사하고 마을숲의 관리상의 문제점과 개선방안을 제안하였다. 이 연구에서 대부분 마을숲의 불량은 무분별한 이용 및 개발이나 방치에 가까운 관리에 기인한 것이었다. Lee *et al.*(2010)은 또한 경북 북부지역의 마을숲 실태를 조사하고 관리의 개선방안으로서 마을숲 내에 설치된 시설물 제거, 관리주체의 숲관리 전문가로 교체 또는 현 관리자에 대한 지속적인 교육 등을 제시하였다.

마을숲은 전통신앙, 풍수적 비보 등 마을주민의 공동체 삶의 표출로 마을 주변에 조성되어 보호 또는 유지되어 온 숲으로서, 관련 연구들은 마을숲의 보전과 관리의 중요성을 강조하고 있다(Kim *et al.*, 2003; Kang, 2004; Kang *et al.*, 2004; Lee *et al.*, 2006; 2010). 그러나, 개별 숲에 대한 성장환경의 문제점을 진단하여 장래 성장과정에서 발생할 수 있는 피해를 최소화하기 위한 구체적인 숲별 관리대책을 마련한 연구는 미흡하다. 강원도 영서지역의 경우 춘천 올미숲, 원주 성황림 등 일부 소나무숲에 대한 연구가 수행된 바 있으나, 마을 주변에 분포하는 역사적 소나무 마을숲이 적절한 보전방안이나 가치발굴의 전략없이 방치된 채 다양한 원인으로 훼손되고 있는 실정이다. 본 연구의 목적은 강원도 영서지역에 분포하는 마을 주변의 전통 소나무숲을 선정하여 숲의 구조와 성장실태를 조사하고, 양호한 성장과 보전을 위한 관리방안을 수립하는 것이다.

연구내용 및 방법

1. 연구대상지

강원도 영서지역에 위치하는 6개 시군을 대상으로 문헌 및 탐문조사를 통해 마을 주변에 조성되거나 유지되어온 소나무숲을 파악하였다. 지역주민과 관계공무원이 관리에 대한 관심도가 높아 적극 추천한 것으로서, 위치 및 접근성, 규모, 역사문화적 가치 등을 고려하여 연구대상 소나무숲을 선정하였다. 즉, 보행척도를 고려하여 마을 인근의 1km 이내에 위치하고 면적 0.5ha 이상의 규모에 집단적으로 생육하고 있는 소나무숲을 선정하되, 당산목, 전통문화 등의 보존가치를 보유한 소나무숲은 면적에 관계없이 포함하였다.

선정된 소나무숲은 춘천 2개소, 원주 2개소, 양구 1개소, 인제 2개소, 홍천 2개소, 횡성 3개소로서 총 12개소이었다. 이들 숲의 위치는 Figure 1과 같으며, 춘천시의 신동 올미숲(OGS)과 동면 지내리숲(JD), 원주시의 판부면 서곡리 후리사숲(HSP)과 행구동 국형사숲(GTH), 양구군의 동면 원당리 소나무길(WD), 인제군의 북면 용대리 선녀와나무꾼숲(SYB)과 기린면 방동리숲(BG), 홍천군의 서석면 검산리숲(GS)과 동면 덕치리 수타사숲(STD), 횡성군의 서원면 옥계리숲(OS), 우천면 우항리숲(UU), 횡성읍 정암리 덕고마을숲(DVJ) 등이었다. 이들 숲은 전통신앙, 재해방지를 포함한 풍수기능 등을 담당하는 마을숲이고 마을의 고유한 공동체 문화가 남아있는 공간으로서 보존가치가 높으며, 이러한 측면에서 강원도가 소나무 명품숲으로 육성하기 위해 선정한 숲이기도 하다. 향후 본 연구결과는 해당 숲의 바람직한 관리방안을 수립하여 소나무 마을숲의 명품화 사업을 추진하는 실용적 기반정보가 될 것으로 기대한다.

2. 실태조사 및 분석방법

1) 조성사 및 입지환경

연구대상 소나무숲을 현장답사하여 위치, 규모, 형태, 지형, 연결성 등의 입지환경을 조사하였다. 그리고, 지역주민과 시군 관계자 면담을 통해 전통문화적 기능을 포함하는 숲의 역사와 역할, 소유 및 관리주체 등을 파악하였다.

2) 식생구조 및 토양환경

대상 숲별로 체계표본추출(systematic sampling)에 의해 10m×10m 크기의 조사구 3개소를 설치하고 매목 조사하였다. 조사항목은 수종, 직경, 수고, 수관폭(피도), 밀도, 층위, 후계목 등이었다.

수목의 성장기반인 토양환경은 각 조사구의 중앙부에서 대상 숲별 3개씩의 표본을 채취하여 분석하였다. 지피물을 제거하고 표토를 약 1kg씩 채취하여 실험실에서 음건한 후, 농업과학기술원(KIAST, 2000)의 토양분석방법에 따라 토양표본의 이화학적 성을 분석하였다. 분석항목은 토성, 산도,

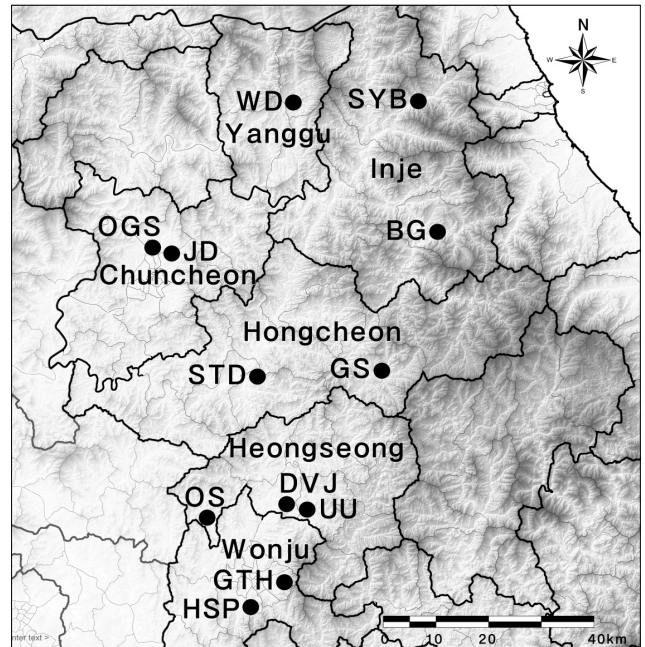


Figure 1. Location of study village groves*

- * OGS Olmi Grove, Sin-dong
(N 37° 55' 36", E 127° 43' 59")
- JD Jinae-ri, Dong-myeon
(N 37° 55' 26", E 127° 46' 01")
- HSP Hurisa, Seogok-ri, Panbu-myeon
(N 37° 12' 03", E 127° 33' 45")
- GTH Gukhyeong Temple, Haenggu-dong
(N 37° 12' 03", E 128° 00' 16")
- WD Wondang-ri, Dong-myeon
(N 38° 12' 26", E 128° 03' 35")
- SYB Seonnyeo-wa-namutgun, Yongdae-ri, Buk-myeon
(N 38° 11' 06", E 128° 18' 41")
- BG Bangdong-ri, Girin-myeon
(N 37° 57' 05", E 128° 21' 15")
- GS Geomsan-ri, Seoseok-myeon
(N 37° 42' 20", E 128° 13' 09")
- STD Suta Temple, Deokchi-ri, Dong-myeon
(N 37° 41' 53", E 127° 57' 20")
- OS Okgye-ri, Seowon-myeon
(N 37° 26' 42", E 127° 51' 01")
- UU Uhang-ri, Ucheon-myeon
(N 37° 27' 33", E 128° 04' 02")
- DVJ Deokgo Village, Jeong-am-ri, Hoengseong-eup
(N 37° 28' 10", E 128° 01' 20")

유기물, 전질소, 유효인산, 양이온치환용량, 치환성양이온 등이었으며, 이들 항목 간 상관관계를 분석하여 타 화학성에 유의하게 작용하는 주요 항목을 도출하였다. 통계분석 프로그램은 SPSS 12.0 for Windows(SPSS Inc., 2004)를 이용하였다. 또한, 산중식토양경도계(DIK-5553, 일본 (株)大起理化工業)를 사용해 조사구별 5반복으로 토양경도를 실측하였으며, 답압이나 타 훼손에 따른 토양의 피복피해도를 현장 평가하였다. 피복피해도의 평가기준은 지피식생 분포(0), 낙엽층 피복(1), 나지발생(2), 침식 및 근계노출(3)의 4개 등급으로 설정하였다(Frissell, 1978; Kim, 2007).

3) 성장상태

성장상태는 신초생장, 고사지, 수간피해, 경합여부, 병충해 등을 조사하였다. 신초생장은 조사구별로 표본수목을 선정하고 수관 중간부에서 3개의 가지표본을 채취한 후, 즉시 비닐백에 넣어 실험실로 운반하여 신초 길이를 측정하였다. 고사지는 현장에서 발생개체수와 개체당 고사지수를 조사하였으며, 과밀 경합에 따른 생장피압 여부를 파악하였다. 수간피해는 수피탈저 및 공동피해의 발생빈도를 조사하고 그 면적을 측정하였다.

병충해의 경우는 피해가 의심되는 가지표본을 채취하고 사진촬영을 병행한 후, 병징 및 표징에 의한 진단법과 현미경에 의한 형태학적 진단법을 이용하여 피해여부와 그 종류를 판정하였다. 가지표본의 병충해 피해율에 따라 관련 문헌(Lee *et al.*, 2002; KFRI, 2007)을 바탕으로 경(20% 미만), 중(20~40%) 및 심(40% 이상)으로 피해정도를 구분하였다. 심에 해당하는 피해도 구분의 경우, 연구대상 마을숲의 가치를 고려하여 일반 숲 대비 소폭 강화하는 측면에서 관련 문헌의 피해율에 따른 구분기준(50% 이상)을 일부 조

정해 적용하였다.

3. 관리방안 제시

실태조사 결과를 토대로, 연구대상 숲의 정상적 성장을 제한하는 문제점과 그들의 발생빈도를 분석하여 주요 생장저해 요인을 도출하였다. 그리고, 소나무 마을숲의 장래 양호한 생장과 보전을 위하여, 실태조사에 나타난 문제점을 개선할 원인별 해당 숲의 관리방안을 수립하였다. 이 관리방안은 생장촉진과 환경개선, 수간훼손 및 병충해 제어대책 등을 포함하였다.

결과 및 고찰

1. 조성사와 입지환경

연구대상 소나무숲의 조성시기는 개소별로 최소 50~최대 200년 전이었다. 숲의 입지를 살펴보면, 마을의 민가 인근에 위치하는 숲이 50%인 6개소로서 가장 많았다. 검산리숲(GS), 옥계리숲(OS) 및 우항리숲(UU)에는 성황당이, 덕고마을숲(DVJ)에는 문중의 인물선양 기념비와 비각이 각각 분포하였다. 즉, 이들 숲은 전통 민속문화 공간이고 마을의 경관보전림으로서의 역할을 담당하는 것으로 나타났다. 올미숲(OGS)의 경우는 방풍림 역할을 목적으로, 원당리 소나무길(WD)은 상록 가로경관의 연출을 위하여 조성되었다(Table 1).

하천변에 입지한 수변숲은 33%인 4개소이었는데, 그 중 지내리숲(JD), 선녀와나무꾼숲(SYB), 방동리숲(BG) 등의 3개소가 현재 여름철 휴양지로 이용되는 상황이었다. 후리

Table 1. Historical background and location conditions of study village groves

Study groves ¹	Age	Function	Area(ha)	Shape	Slope	Manager	Con. ²
OGS	200	Shelterbelt	1.5	Linear	Flat	Village	N
JD	70	Landscape/rest	0.5	Rectangular	Flat	Private	N
HSP	150~200	Landscape/rest	0.2	Rectangular	Flat/Steep	Village/City	N
GTH	100~150	Temple groves	4.0	Circular	Gentle	Temple	Y
WD	50	Evergreen streetscape	0.6	Linear	Flat	County	N
SYB	50	Riparian grove/rest	7.9	Diamond	Gentle	County	N
BG	80	Riparian grove/rest	1.9	Diamond	Flat/Gentle	Private	N
GS	120	Shrine grove/rest	1.0	Linear	Gentle	Village	Y
STD	120	Temple grove	1.7	Rectangular	Flat/Gentle	County	Y
OS	100	Shrine grove	1.1	Triangular	Flat	Village	N
UU	150	Shrine grove	0.2	Rectangular	Flat	Village	N
DVJ	150	Landscape	0.2	Rectangular	Flat	Private/Village	N

¹ Refer to figure 1(the same with subsequent tables)

² Con.: Connectivity to adjacent forests, Y: Connected, N: Disconnected

사숲(HSP)은 보호수(강원 원주 66호)로 지정되고 절터탑이 위치하며 마을의 경관보전 및 쉼터 역할을 담당하고 있었다.

산지에 접한 국형사숲(GTH)과 수타사숲(STD)은 모두 사찰림이었다. 국형사숲은 약 600년간 이어져온 국가 산신제단인 동악단이 위치하는 경관보전림이며, 현재도 해마다 치악산신제를 올리고 있었다. 수타사숲은 홍우당 부도가 분포하고 문화탐방, 경관감상 등의 숲으로 이용되고 있었다.

숲의 면적은 선녀와나무꾼숲이 약 7.9ha, 국형사숲이 4.0ha로서 상대적으로 큰 규모이고, 타 숲의 경우는 0.2~1.9ha의 범위이었다. 형태는 장방형 내지 마름모형이 58%인 7개소로서 가장 많았고, 띠 모양의 선형은 올미숲, 원당리 소나무길, 검산리숲 등 3개소이었다. 인근 자연산림과 연결된 숲은 국형사숲, 수타사숲 및 검산리숲으로서 3개소이고, 타 숲은 모두 인근 녹지와 단절된 섬 형태로 존재하였다. 지형은 후리사숲의 수변 사면을 제외하면 평지 내지 완경사지이었다.

소유형태는 사유가 8개소로서 전체의 67%를 차지하고 국공유(국유 2개소, 군유 2개소)보다 2배 높았다. 사유형태를 세분하면, 마을공동 3개소, 개인 2개소, 사찰 2개소, 문중 1개소 등이었다. 한편, 숲의 실질적 관리주체는 지자체 및 마을공동이 9개소로서 전체의 75%를 점유하였고, 이는 소나무숲의 지속적인 보전, 성장환경 개선 등 공익추구를 위한 관리적 측면에서 고무적인 것으로 사료된다.

2. 식생구조

숲을 구성하는 상층 수종은 연구대상 숲의 75%인 9개소가 소나무(*Pinus densiflora*) 단일종이었다. 원당리 소나무길과 수타사숲 역시 대부분 소나무이었고 소수의 잣나무(*P.*

koraiensis)가 점적으로 분포하였다. 우항리숲의 경우는 소나무 외에 느릅나무(*Ulmus davidiana* var. *japonica*), 돌배나무(*Pyrus pyrifolia*) 등이 함께 성장하고 있었다.

한편, 국형사숲은 상층 수종이 소나무 단일종이나 중하층에 신갈나무(*Quercus mongolica*), 쪽동백나무(*Styrax obassia*), 진달래(*Rhododendron mucronulatum*) 등이 성장하는 다층구조를 나타냈다. 국형사숲 외에는 모든 대상지가 중하층이 거의 부재하는 단층구조이었다. 그리고, 소나무숲으로서의 지속성 유지를 위한 후계목은 모든 대상지에서 전무한 것으로 나타났다.

소나무의 크기는 후리사숲, 국형사숲, 우항리숲, 덕고마을숲 등 4개소에서 흉고직경이 평균 48.2~51.7cm, 최대 68.1~88.9cm로서 노령 대경목이 다수 분포하였다(Table 2). 타 8개소의 평균 흉고직경은 27.0~43.4(최대 36.0~56.0)cm의 범위를 나타냈다. 수고는 방동리숲이 평균 23.7m로서 가장 크고 타 숲이 8.6~18.1m이었다.

소나무 밀도는 대상지에 따라 0.5~9.3주/100m²로서 다양하게 나타났다. 지내리숲, 선녀와나무꾼숲, 방동리숲, 수타사숲, 옥계리숲 등 5개소는 7주/100m² 이상의 높은 성장밀도를 나타냈는데, 흉고직경이 상대적으로 작은 경향이었다. 반면, 원당리 소나무길을 비롯해 노령 대경목이 다수 분포하는 후리사숲, 우항리숲 및 덕고마을숲의 경우는 2주/100m² 미만으로서 밀도가 상대적으로 낮았다.

3. 토양환경

토성은 대개 양토, 사양토 및 양질사토로서 소나무 생장에 양호한 상황이었다(Table 3). 다만, 지내리숲과 방동리숲은 사토로서 보비력과 보습력이 부족한 것으로 분석되었다. 즉, 대부분의 숲은 유기물이 국내 산림토양 평균치인

Table 2. Size and density of *Pinus densiflora* trees in study village groves

Study groves	Dbh(cm)			Height (m)	Density (tree/100m ²)	Layer	Successor
	Avg.	Min.	Max.				
OGS	38.5	28.0	52.5	12.6	2.9	Single	No
JD	31.2	17.0	43.0	17.9	9.3	Single	No
HSP	51.7	30.1	88.9	11.0	1.3	Single	No
GTH	50.2	30.4	73.2	15.2	4.2	Multi	No
WD	43.4	30.0	56.0	12.6	0.7	Single	No
SYB	27.0	16.0	36.0	15.0	7.2	Single	No
BG	33.2	27.0	43.0	23.7	8.3	Single	No
GS	38.7	25.0	49.0	17.7	4.5	Single	No
STD	35.1	14.8	52.8	18.1	7.0	Single	No
OS	33.8	13.9	55.7	15.6	8.0	Single	No
UU	50.2	39.1	68.1	8.6	0.5	Single	No
DVJ	48.2	25.9	68.8	10.3	1.8	Single	No

Table 3. Soil characteristics in study village groves

Study groves	Texture ¹	pH	OM ² (%)	TN ² (%)	P ₂ O ₅ ² (mg/kg)	CEC ² (cmol ⁺ /kg)	EC(cmol ⁺ /kg) ²				Moisture (%)	Hardness (mm)	Surface ³ damage	Soil fill
							K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺				
OGS	L	5.5	1.34	0.14	27.1	10.0	0.23	0.09	2.99	0.94	17.6	13	0	Y
JD	S	5.3	0.39	0.10	48.8	4.5	0.06	0.07	0.23	0.06	6.7	19	1	N
HSP	SL	6.2	6.08	0.41	31.4	14.6	0.36	0.11	5.50	0.75	16.0	18	0~2	Y
GTH	L	4.8	3.77	0.29	46.6	17.7	0.19	0.28	1.49	0.55	25.0	17	0~3	N
WD	SL	6.2	2.63	0.14	72.4	9.3	0.31	0.10	7.36	1.04	11.7	13	0	Y
SYB	LS	6.1	1.06	0.08	26.3	7.0	0.26	0.09	4.15	0.57	20.9	6	1	N
BG	S	6.0	0.61	0.07	26.5	6.2	0.21	0.07	2.06	0.35	9.6	6	0	N
GS	L	5.6	3.14	0.19	14.5	13.3	0.32	0.11	3.95	0.95	28.6	11	0	N
STD	SL	5.3	2.92	0.19	33.9	13.9	0.17	0.12	1.24	0.26	20.6	19	0	N
OS	LS	4.8	3.59	0.10	86.6	10.7	0.11	0.09	0.85	0.16	16.8	11	1	N
UU	LS	4.9	2.63	0.23	148.0	10.2	0.09	0.08	1.16	0.31	11.2	13	0~3	N
DVJ	LS	7.2	3.84	0.12	375.0	11.7	0.67	0.08	7.79	0.81	17.9	12	0	N

¹ S: Sand, L: Loam, SL: Sandy loam, LS: Loamy sand

² OM: Organic matter, TN: Total Nitrogen, P₂O₅: Available phosphate, CEC: Cation exchangeable capacity, EC: Exchangeable cation(the same with table 4)

³ 0: Herbaceous plant, 1: Litter layer, 2: Bare soil, 3: Soil erosion & root exposure

3.2%(Lee, 1981)와 유사한 수준이고 소나무 생장이 불량해지는 2%(KTPRC, 2004)보다 높았다. 전질소, 양이온치환용량 등도 유기물과 유관하여(Table 4 참조) 소나무 생장에 비교적 양호한 수준이었다.

반면, 상기한 지내리숲과 방동리숲의 경우는 유기물이 0.4~0.6%에 불과하고 전질소(0.07~0.10%) 및 양이온치환용량(4.5~6.2cmol⁺/kg)도 상대적으로 가장 낮은 경향이었다. 전질소는 0.1% 이하에서 소나무 생장이 불량해지고 0.15% 이상이면 생장에 양호하며, 양이온치환용량의 경우는 10cmol⁺/kg 이하에서 불량해지고 10~15cmol⁺/kg이면 양호하다(KTPRC, 2004). 이들 숲은 토양수분도 10% 미만으로서 타 숲에 비해 상대적으로 낮았다.

토양산도는 덕고마을숲이 pH 7.2로서 다소 높고 그 외의 경우는 pH 4.8~6.2의 범위로서 국내 산림토양의 일반적 특

성인 pH 4.5~6.5(Yoon, 1983)와 유사하였다. 뿌리의 양분 흡수력을 약화시킬 수 있는 pH 7.5 이상의 알칼리성 토양이나 소나무 생장이 불량해지는 pH 4.5 이하(KTPRC, 2004)의 강산성 토양은 분포하지 않았다. 한편, 치환성양이온은 각각 K⁺ 0.12cmol⁺/kg, Ca²⁺ 2.0cmol⁺/kg, Mg²⁺ 0.5cmol⁺/kg 이하에서 소나무 생장이 불량해지고, K⁺ 0.18cmol⁺/kg, Ca²⁺ 2.5cmol⁺/kg, Mg²⁺ 1.0cmol⁺/kg 이상이면 생장에 양호하다(KTPRC, 2004). 지내리숲, 옥계리숲, 우항리숲 등은 치환성양이온이 모든 항목에서 부족한 것으로 나타났는데, 옥계리숲과 우항리숲의 경우는 다소 낮은 토양산도에 기인한 치환성양이온의 용탈이 수반되었기 때문인 것으로 사료된다.

Table 4는 연구대상 숲의 토양 화학성 항목 간 상관관계를 분석한 결과를 보여준다. 토양산도는 K⁺(r=0.877) 및

Table 4. Pearson correlation coefficients between chemical soil characteristics of study village groves

Factor	pH	OM	TN	P ₂ O ₅	CEC	EC		
						K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺
OM	0.111							
TN	-0.133	0.782**						
P ₂ O ₅	0.499	0.246	-0.135					
CEC	-0.164	0.806**	0.748**	-0.048				
K ⁺	0.877**	0.418	0.076	0.646*	0.250			
Na ⁺	-0.374	0.365	0.505	-0.186	0.739**	-0.072		
Ca ²⁺	0.867**	0.368	0.090	0.450	0.119	0.881**	-0.145	
Mg ²⁺	0.543	0.286	0.208	0.098	0.299	0.666*	0.092	0.806**

* Significant at $p < 0.05$, ** Significant at $p < 0.01$

Ca²⁺(r=0.867), 그리고 유기물은 전질소(r=0.782) 및 양이온 치환용량(r=0.806)과 모두 유의수준 1% 이내의 높은 정(+)의 상관관계를 나타냈다. 또한, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ 등 치환성 양이온 항목 간에도 유의수준 5% 이내에서 정의 상관관계(r=0.666~0.881)를 보였다. 이러한 결과는 토양산도 및 유기물 함량이 토양의 타 화학성에 유의하게 작용하는 만큼, 이들을 중심으로 연구대상 숲의 토양관련 성장환경을 개선할 대책수립이 필요함을 시사한다.

토양경도는 대상 숲에 따라 평균 6~19mm로서 소나무 생장에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 판단되나, 우항리숲(26mm) 등의 일부 답압구역에서 상당히 높은 수치를 나타냈다. 토양경도 20~22mm에서는 뿌리의 신장이 불량해지고, 27mm를 초과하면 뿌리가 토양 속으로 침입할 수 없게 된다(Yoon, 1983; Cho *et al.*, 1995). 토양의 피복피해도는 전체 숲의 50%가 지피식생 피복(0)의 상태로서 양호한 편이나, 후리사숲, 국형사숲, 우항리숲 등 3개소에서는 나지발생(2) 내지 토양침식 및 근계노출(3)의 피해도를 나타냈고 토양경도도 상대적으로 높은 경향을 보였다. 이러한 경도 증가는 출입에 따른 나지화 및 집중이용의 답압에 기인한 것으로 사료된다. 한편, 지내리숲, 후리사숲, 원당리 소나무길 등 3개소에서는 근계부에 복토를 실시한 것으로 나타났다. 근계복토는 통기성을 불량하게 하여 세균이 고사되고 수세저하를 초래하므로(Kim *et al.*, 2003) 제거함이 바람직하다.

4. 성장상태

신초성장량은 대상 숲에 따라 평균 6~15cm이었고, 방동

리숲, 검산리숲, 수타사숲 등에서 상대적으로 저조한 성장량을 나타냈다(Table 5). 연구대상 숲의 42%인 5개소에서 고사지 발생개체가 나타났고, 개체당 평균 고사지수는 숲에 따라 3~5개이었다. 특히, 검산리숲과 수타사숲은 모든 소나무에서 고사지가 발생하였는데(발생율 100%), 그 원인은 노령화 및 공동탈저에 의한 수세저하와 성장부진으로 사료된다.

수간의 수피탈저 및 공동피해가 발생한 숲은 전체의 50%인 6개소이었다. 수간피해 발생율은 검산리숲이 56%로서 가장 높았고, 다음으로 수타사숲 29%, 우항리숲 20%, 원당리 소나무길 10% 등이었다. 개체당 평균 피해면적은 숲에 따라 50~6,550cm²이었고, 발생원인은 인위적 외상, 전정 부주의, 동해, 병해 등으로 파악되었다.

생장수목 간 경합에 의한 피해는 발생하지 않았으나, 검산리숲, 옥계리숲 등은 성장상태가 쇠약한 것으로 나타났다. 특히, 검산리숲은 적지 않은 소나무에서 송진채취에 따른 공동이 발견되고 노령화에 따른 성장부진으로 고사목도 상당수 발생한 상황이었다.

병해는 그을음마름병(*Rhizosphaera kalkhoffii*) 2개소, 갈색무늬병(phomopsis blight) 2개소, 잎떨림병(needle cast) 및 줄기부후균(stem-rotting fungi) 각각 1개소로서 대상 숲의 50%인 총 6개소에서 피해가 발생하였다. 이들 병해는 수세약화나 공해 등이 유인이었고, 피해정도는 모두 경미한 것으로 분석되었다. 충해의 경우는 대상 숲의 67%인 8개소에서 솔잎혹파리(*Thecodiplosis japonensis*)에 의한 피해가 발생하였고, 피해정도는 ‘경’이 6개소, ‘중’이 2개소이었다. 피해정도가 심한 경우는 나타나지 않았으나 적지

Table 5. Growth conditions and damages of study village groves

Study groves	Shoot growth(cm)	Dead ¹ branch	Stem ¹ damage	Disease		Pest		Competition ²
				Type ²	Degree ³	Type ²	Degree ³	
OGS	13.8	-	-	N	-	<i>T. japonensis</i>	1	N
JD	9.7	-	-	Phomopsis blight	1	<i>T. japonensis</i>	1	N
HSP	15.3	4	-	Phomopsis blight	1	N	-	N
GTH	10.0	-	8	N	-	<i>T. japonensis</i>	2	N
WD	10.0	-	10	Stem-rotting fungi	1	<i>T. japonensis</i>	2	N
SYB	11.0	-	-	N	-	<i>T. japonensis</i>	1	N
BG	5.8	-	-	<i>R. kalkhoffii</i>	1	<i>T. japonensis</i>	1	N
GS	7.2	100	56	N	-	N	-	N
STD	7.7	100	29	N	-	N	-	N
OS	14.1	100	-	Needle cast	1	N	-	N
UU	9.7	-	20	<i>R. kalkhoffii</i>	1	<i>T. japonensis</i>	1	N
DVJ	10.3	3	6	N	-	<i>T. japonensis</i>	1	N

¹ Figures indicate percentage of trees damaged.

² N: Undamaged, *R. kalkhoffii*: *Rhizosphaera kalkhoffii*, *T. japonensis*: *Thecodiplosis japonensis*

³ 1: light(<20%), 2: Moderate(20~40%), 3: Serious(≥40%)

2004), 유기물이 빈약한 연구대상 숲은 전질소 및 양이온치 환용량도 함께 부족한 것으로 분석되었다. 이들 숲은 객토와 유기물(퇴비) 시용을 통해 토성을 개량하고 양분공급을 추진할 필요가 있다. 부숙퇴비는 지력을 증진하고 물리성 및 화학성을 개선하는데 적합하므로, 양분흡수를 담당하는 소나무 세균이 주로 분포하는 표층에 균일하게 살포하되, 유실을 방지하기 위해 표층과 섞이도록 시비함이 바람직하다.

토양산도는 pH 4.5 이하의 강산성 토양에서 소나무 생장이 불량해지고 pH 5.0~5.6이면 생장에 양호하다(KTPRC, 2004). 연구대상 숲의 경우는 최소 pH 4.8이고 대개 pH 5.0 이상이므로 소나무 생장에 비교적 양호한 편이었다. 그러나, 옥계리숲, 우항리숲 등과 같이 치환성양이온이 저산도에 따른 용탈로 인해 부족한 경우는 석회시용을 통한 토양산도 교정이 필요하다. 석회는 일시에 많은 양을 사용하면 철, 망간 등 미량원소의 흡수가 곤란하고 결핍이 우려될 수 있다. 따라서, 2~3년 또는 2~3회에 걸쳐 나누어 살포하여 단계적으로 교정함이 바람직하다.

피압이나 병충해 등으로 발생한 식약목과 고사목, 국형사숲과 같이 경합이 우려되는 중·하층 활엽수 등은 간벌하여 소나무숲의 성장환경을 개선함이 바람직하다. 고사지나 회복 불가능한 식약지는 전지를 통해 부패 및 병해충의 침입을 예방해야 한다. 또한, 소나무 후계목이 전무하므로 장기적 관점에서 후계목을 육성하여 소나무숲으로서의 지속성을 유지할 필요가 있다.

3) 수간피해 및 병충해 대책

연구대상의 일부 숲은 마을 내부나 민가에 인접하여 분포하였다. 따라서, 주거, 상업, 휴식 등의 주민활동이 수간에 외상을 가하고 근계의 답압 및 불량한 입지환경을 초래하는 상황이었다. 수간의 수피탈락 및 공동피해는 인위적 외상, 전정 부주의, 동해 등의 다양한 원인에 의해 발생한 것으로 파악되었다. 주민활동에 의해 인위적 영향을 받는 소나무는 목책이나 보호틀을 설치하여 수간 및 근계를 보호해야 한다. 국형사숲, 원당리 소나무길 등 수간피해가 자생력으로 회복 불가능한 경우, 살균, 방부 및 방수처리를 포함하는

외과수술을 실시할 필요가 있다(Table 7).

병해는 병원 미생물, 병원에 대한 수목 감수성, 불리한 성장환경이 동시에 작용하여 발생하며, 피해정도가 ‘중’ 이상이면 약제살포를 통한 집중적 방제가 요구된다. 그러나, 연구대상 숲과 같이 피해정도가 경미한 병해는 약제처리에 의존한 방제보다는 수세강화를 통해 각종 병해에 대한 저항성을 증진하고 피해를 예방하는 방안이 더욱 바람직하다. 즉, 체계적인 관리계획 하에서 전기한 해당 숲별 성장촉진 및 환경개선 방안을 추진하여 수세를 강화할 필요가 있다.

연구대상 숲의 충해는 모두 솔잎혹파리에 의한 피해이었고, 피해정도는 소수 대상지를 제외하면 경미한 것으로 나타났다. 피해정도가 ‘중’인 국형사숲과 원당리 소나무길은 봄철 침투성약제의 수간주사나 근부처리 방법을 통한 집중적 방제가 요구된다. 이들 숲 외에는 피해정도가 경미하므로 병해 대책과 같이 약제처리에 의한 방제보다는 수세를 강화하여 저항성을 증진하고 피해를 예방하는 방안이 바람직하다. 무분별한 약제살포는 천적서식 및 곤충상에 악영향을 미치고 응애, 진딧물, 깍지벌레류 등 2차 해충의 발생을 초래할 수 있다. 아울러, 소나무숲 내부의 성장환경개선 방법으로서 불량치수 및 하층식생 제거를 포함한 간벌과 밀도 조절을 통해 숲 내부를 건조시키면 솔잎혹파리 번식에 불리한 환경을 조성할 수 있다. 이 방법은 솔잎혹파리가 확산되고 있는 지역에 미리 실시하면 수관이 발달하여 피해목의 고사율을 낮추는 효과도 있다.

소나무숲의 현 성장상태는 성장기반인 토양환경을 비롯해 각 개체의 활력도, 이용의 경중, 관리이력 등을 포함하는 다양한 요인의 복합적인 상호작용의 결과이다. 성장저해의 현 요인을 처방하지 않는다면 전통 소나무숲은 그 가치도 상실할 수 있다. 따라서, 본 연구는 선정된 소나무숲의 보전과 성장을 제한하는 문제점을 분석하여 해당 숲별로 관리측면의 개선방안을 수립하는데 초점을 두었다. 향후 개선방안의 적용을 통한 소나무숲의 정상생장과 관련한 그들의 영향 정도나 인과관계를 구명하는 모니터링 연구가 필요하다. 또한, 양호한 숲은 보호림 지정을 통한 제도적 보존방안을 마련할 필요가 있지만, 마을주민은 사유재산권의 행위제한 등 규제로 인해 이에 동의하지 않기 때문에 주민의견을 수렴하

Table 7. Management strategies to control stem damage and disease/pest in study village groves

Damage type	Management	Study groves											
		OGS	JD	HSP	GTH	WD	SYB	BG	GS	STD	OS	UU	DVJ
Stem	Wood fence	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Protective frame	●	●	●			●	●	●	●			
	Surgical operation				●	●			●	●		●	●
Disease/pest	Improving growth/vitality	●	●	●	●	●	●	●			●	●	●
	Trunk injection against <i>T. japonensis</i>				●	●							

면서 보존을 추구할 수 있는 대책 연구를 추진할 필요가 있다.

인용문헌

- Cho, S.J., C.S. Park and D.I. Eom(1995) Pedology. Hyangmoonsa, Seoul, 396pp. (in Korean)
- Frissell, S.S.(1978) Judging recreation impacts on wilderness campsites. *Journal of Forestry* 76: 481-483. (in English)
- Kang, H.K.(2004) A comparative analysis on the environments of growth and management of *Pinus densiflora* forest in village groves: focusing on Gyeongbuk, Gyeongnam and Kangwon provinces. *Journal of Korean Institute of Traditional Landscape Architecture* 22(2): 19-28. (in Korean with English abstract)
- Kang, H.K., K.J. Bang, J.S. Lee and H.B. Kim(2004) Management guidelines of village groves through an analysis of growth environments: focusing on village groves in Gyungsan and Gangwon provinces. *Journal of Korean Institute of Traditional Landscape Architecture* 22(2): 63-74. (in Korean with English abstract)
- KFRI(Korea Forest Research Institute)(2007) Annals of Forest Disease and Pest Forecasting. 151pp. (in Korean)
- KIAST(Korean Institute of Agricultural Science & Technology) (2000) Methods of Analysis for Soils and Plants. 202pp. (in Korean)
- Kim, G.T.(2007) Ecological changes of Seunghwanglim-natural monument no. 93-Wonju Seungnamri. *Korean Journal of Environment and Ecology* 21(6): 559-564. (in Korean with English abstract)
- Kim, H.B., D.S. Jang and S.J. Lee(2003) A study about improved plans of management of Korean village groves. *Journal of Korean Institute of Traditional Landscape Architecture* 21(4): 90-99. (in Korean with English abstract)
- KTPRC(Korea Tree Protection Research Center)(2004) Fundamental Research to Establish Preservation Strategies for Healthy *Pinus densiflora* Forests. Research Report to Gangneung City, 595pp. (in Korean)
- Lee, C.Y., J.K. Kim, H.M. Chae, S.B. Lee and D.S. Won(2002) The study on vigor and external factors of tree in damaged pine stands by *Thecodiplosis japonensis* Uchida et Inouye. *Journal of Forest Science* 18: 45-52. (in Korean with English abstract)
- Lee, G.R., S.H. Heo and S.B. Choi(2010) A study on the village grove in the northern inland part of Gyeongbuk province: focused on Andong city, Yecheon and Bonghwa counties. *Journal of the Korean Institute of Traditional Landscape Architecture* 8: 128-136. (in English with Korean summary)
- Lee, K.R, S.B. Choi and S.H. Heo(2006) A study on village groves management: focussed on Pohang area. *Journal of Korean Institute of Traditional Landscape Architecture* 24(3): 94-106. (in Korean with English abstract)
- Lee, S.D., K.J. Lee and J.W. Choi(2009) Management plan to consider ecological characteristic of *Pinus densiflora* community in Seoul. *Korean Journal of Environment and Ecology* 23(3): 258-271. (in Korean with English abstract)
- Lee, S.W.(1981) Studies on forest soils in Korea (Ⅱ). *Journal of Korean Forestry Society* 54: 25-35. (in Korean with English abstract)
- Nam, Y.H. and Y.W. Yoon(1999) A study on the pattern and characteristics of the traditional village woods. *Journal of Korea Traditional Landscape Garden Society* 17(1): 17-27. (in Korean with English abstract)
- Park, B.J., Y.H. Yoon, W.T. Kim and W.H. Lee(2007) Analysis of the growth environment of protected trees *Zelkova serrata* in Chungju. *Journal of the Korean Institute of Traditional Landscape Architecture* 25(1): 60-71. (in Korean with English abstract)
- Yoon, K.B.(1983) Landscape Planting. Ilchokak, Seoul, 319pp. (in Korean)