

청도군 운문사 입구 수구막이 소나무림 식생구조 및 생육 특성

강기원* · 이도이** · 한봉호*** · kwakjeongin****

*삼성물산 조경소장 · **서울시립대학교 대학원 조경학과 박사과정 · ***서울시립대학교 조경학과 교수 · ****환경생태연구재단 연구원

Growth Characteristics and Vegetation Structure of the *Pinus densiflora* Forest for Sugumagi of Unmun Temple, Cheongdo-gun, Korea

Kang, Gi Won* · Lee, Do-I** · Han, Bong-Ho*** · Kwak, Jeong-In****

*Sr Manager. SAMSUNG C & T Corporation

**Ph.D. Candidate, Dept. of Landscape Architecture, Graduated School, University of Seoul

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

****Researcher, Environmental Ecology Research Foundation

ABSTRACT

This study was designed to come up with a way of managing a cultural landscape forest by conducting research on the vegetation structure and growth characteristics. This study's target site, which was 45,201m² in size, was *Pinus densiflora* forest for Sugumagi placed at the entrance of Unmun Temple, Sinwon-ri, Unmun-myeon, and Cheongdo-gun in the southernmost part of Gyeongsangbuk-do, Korea. Sugumagi means the water of the valley flows far away, and where no downstream is visible according to feng shui. The historical sources of the Sugumagi *Pinus densiflora* forest at the entrance of Unmun Temple isn't clear. It was only found at that location. The *Pinus densiflora* forest at the entrance of Unmun Temple is located in the waterway in terms of Feng Shui. The present condition of growth was investigated through a grid surveys of 98 trees and *Pinus densiflora* growth. As a result of the analysis of growth status, *Pinus densiflora*, *Larix leptolepis*, *Zelkova serrata*, *Celtis sinensis*, and *Rhus javanica* were distributed in the canopy layer, and 28 species including *Ailanthus altissima* were grown in the understory layer, and 92 species, including *Ampelopsis brevipedunculata*, in the shrub layer. The plant community structure was divided into low, medium and high-density *Pinus densiflora* forests in the study area, based on the number in the canopy layer and the grade of and the trees analyzed. As a result of the analysis, the *Pinus densiflora* dominated the low, medium and high-density *Pinus densiflora* forests, and there were no competitive species. The relative dominance of the low-density *Pinus densiflora* forests was 46.9% on average, medium-density was 62.6% and 50.2% was found in high-density. The mean species diversity of Shannon in the low-density study was 0.7055, medium-density study was 0.8966 and the average species diversity of Shannon in the high-density study was 0.8317. The analysis of the age and growth of 25 sample trees in the Sugumagi *Pinus densiflora* forest shows that the distribution of the chest diameter (DBH) of the sample *Pinus densiflora* is 38 to 77cm with the average chest diameter being 61.1cm. The age was 84-161 years and the average was 114 years. In the *Pinus densiflora* forest, most(670,659, or 98.3%) of the tree trunk

Corresponding author: Do-I Lee, Ph.D. Candidate, Dept. of Landscape Architecture, Graduated School, University of Seoul, Seoul 05643, Korea, Tel.: +82-2-412-1242, Fax: +82-2-412-5329, E-mail: ledoi0361@gmail.com

wound was collected for rosins during the Japanese colonia Era, Of the total 670, 659 were *Pinus densiflora*, 98.3% of the total. 394 were surgically repaired in 2005. For the preservation of the Sugumagi *Pinus densiflora* forest, dead trees should be replaced with substitute trees appropriate to the middle and south topography. It is demanded that foreign species such as *Larix leptolepis* in the research area should be removed and *Pinus densiflora* that underwent surgical operations should be regularly sterilized. It is also emphasized that the management of insecticide is important.

Key Words: Cultural Landscape Forests, Feng Shui, Pinus Densiflora, Sugumagi, Traditional Forests

국문초록

본 연구는 수구막이 소나무림을 대상으로 식생구조 및 생육특성 연구를 통한 문화경관림의 관리방안 수립을 목적으로 수행하였다. 연구 대상지는 경상북도 최남단에 위치한 청도군 운문면 신원리 운문사 입구의 수구막이 소나무림으로 면적은 45,201m²이다. 운문사입구 수구막이 소나무림의 역사적 근거에 대한 사료는 전무하였고, 선행연구를 통해 운문사입구 소나무림이 위치하고 있는 곳이 풍수지리적으로 수구에 위치하고 있음을 알 수 있었다. 생육현황은 조사구 98개에 대한 격자조사를 통해 전체 수목현황과 소나무 생육상태를 조사하였다. 생육현황 분석결과, 교목층에 소나무, 일본잎갈나무, 느티나무, 팽나무, 붉나무가 분포하였고, 아교목층에서는 가죽나무 등 28종, 관목층은 개머루 등 92종이 생육하고 있었다. 소나무 식물군집 구조는 교목층 소나무 주수와 경급을 기준으로 연구대상지 내 소나무림의 저밀도, 중밀도, 고밀도로 구분하여 비교분석하였다. 분석결과 저밀도, 중밀도, 고밀도 소나무림 공히 교목층은 소나무가 우점하였고, 경쟁수종은 없었다. 저밀도의 소나무림 상대우점치는 평균 46.9이었고, 중밀도는 평균 62.6%, 고밀도는 평균 50.2%이었다. 저밀도 조사구의 Shannon의 종다양도는 평균 0.7055이었고, 중밀도는 평균 0.8966, 고밀도는 평균 0.8317이었다. 수구막이 소나무림의 표본목 25주에 대한 연륜 및 생장량을 분석한 결과, 표본목 흉고직경(DBH) 분포는 38~77cm이었으며 평균 흉고직경은 61.1cm이었다. 수령은 84~161년이었고 표본목 평균 수령은 114년이었다. 수구막이 소나무에는 일제강점기에 송진 채취를 목적으로 낸 수간상처가 대부분 있다. 현황을 보면 전체 670주 중 송진 채취목이 659주로 전체의 98.3%이다. 그중 394주는 2005년에 외과수술을 실시하였다. 수구막이 소나무림의 보존을 위해 고사목은 대체목으로 수형을 고려하여 중남부평지형 소나무로 복원하고, 대상지내 일본잎갈나무 등 외래종 제거와 외과수술을 한 소나무는 정기적인 살균·살충의 관리방안을 제시하였다.

주제어: 수구막이, 문화경관림, 소나무, 전통숲, 풍수지리

1. 서론

경북 청도군 운문사(雲門寺)는 대한불교조계종 제9교구 본사인 동화사의 말사로 560년(신라 진흥왕 21)에 한 신승(神僧)이 창건한 절이다. 운문사에는 천연기념물 제180호 처진소나무를 비롯하여 우리나라 사찰 중 가장 규모가 큰 만세루(萬歲樓), 보물 제835호인 운문사대웅보전(雲門寺大雄寶殿), 보물 제317호 운문사석조여래좌상(雲門寺石造如來坐像), 제318호로 지정된 운문사사천왕석주(雲門寺四天王石柱) 등 빼어난 석조문화재를 보유하고 있는 곳이다(Korean Buddhism and Culture Magazine, 2011). 운문사 입구에는 소나무가 수구막이로 조성되어 관리되고 있다. 수구막이는 풍수이론으로 조성된 숲으로 배산임수의 주산으로부터 좌우 양쪽으로 뻗은 산줄기의 끝이 서로 마주 닿지 못하고 열려있는 부분(수구)을 띠 모양으로 연

결한 숲이다. 풍수지리적 배경에 따라 조성된 수구막이, 당산목, 어부림, 방풍림 등 전통숲의 특징은 수구(水口), 곡구(谷口), 풍구(風口) 등 사람들이 빈번하게 출입하는 입구이거나 바람이 불어 들어오는 주요 길목에 집중 조성하여 그 효과를 극대화하였다. 전통숲의 풍수지리적 배경 개념은 기본적으로 산(山), 수(水), 방위(方位)의 관찰과 조합으로 구성되는데, 이 세 가지 요소는 풍수지리에만 적용되는 것이 아니라 인간의 생활에도 필수조건으로 영향을 끼쳐왔다(Jang, 2006). 인간의 생활 주변에 조성된 전통숲은 강이나 하천의 하구, 호수나 습지 등에서 인간의 삶과 연결되어 오랜 세월 자연과 더불어 형성되어 온 문화경관림이라고 할 수 있다. 문화경관림이란 사찰림, 방풍림, 수구막이숲 등과 같이 인간의 정주공간 주변에 위치하여 문화·경관적인 측면에서 효용을 제공하는 숲으로서 생태적 천이와 인간의 간섭에 의해 변화되고 있는 숲이며, 민족의 삶과 역사, 문

화와 더불어 형성된 고유한 문화경관이다(Lee *et al.*, 2009).

문화경관림에 대한 선행연구로는 Lee *et al.*(1991)이 경상남도 함양군 함양읍 대덕동에 신라말 진성여왕 때 조성된 대관림 중 상림(천연기념물 제154호)을 대상으로 이용객에 의한 환경 피해 정도를 밝히고 식물군집구조 분석을 통해 문화경관림의 관리자료를 제공하였으며, Koo(2014)는 가야산국립공원의 절경 중 하나로 홍류동 계곡 및 청량사 주변의 문화경관림인 소나무림을 대상으로 식물군집구조를 규명하고, 15년간의 식생구조 변화를 비교·분석하여 효율적인 소나무림의 보전관리방안 수립을 위한 기초자료를 제공하였다. 문화경관림에 대한 전수조사를 바탕으로 향후 보전관리를 위한 기초자료를 구축하고, 생태적 특성을 밝힌 연구로는 Lee *et al.*(2008)이 오대산국립공원의 월정사 입구 전나무숲을 대상으로 일주문에서 금강교까지 분포하는 전나무 총 977주를 조사하고 식물군집구조 분석을 바탕으로 관리방안을 제시하였다. 또한 치악산국립공원의 특별보호구로 지정되어 있는 성황림의 전수조사를 통해 교목 34종 500개체, 아교목 65종 1,102개체의 생육현황을 밝히고, 24년 전 연구결과와의 식물군집구조 비교를 통해 변화상을 도출하고 보전을 위한 대안을 제시하였다(Han *et al.*, 2012).

운문사 입구매표소에 형성된 수구막이 소나무림은 현재 문화재로 지정되어 있지 않지만, 100년생 이상의 대경목 소나무 수백 여 주가 평지 소나무림을 형성하고 있고, 소나무림의 경관이 우수하여 운문사의 역사·문화적 가치와 함께 문화경관림으로서의 가치가 높을 뿐 아니라 생태적 가치가 높아 자연경관으로서 보존 및 관리 필요성이 높은 곳이다. 그러나 운문사 일대의 소나무림 연구는 운문사 주변 산림과 하천변에 분포하는 자연 소나무림에 대한 연구(Lee, 2012)만 진행되었을 뿐 수구막이 소나무림에 대한 어떤 연구도 진행된 바 없으며, 수구막이 소나무림에 대한 역사, 소나무의 수량 및 생육상태 등에 대한 구체적인 사료(史料)가 없고, 체계적인 관리방안이 수립되지 않은 상황이었다. 따라서 본 연구에서는 문화경관림으로서의 청도군 운문사 입구 수구막이 소나무림의 전수조사(Figure 2 참조)를 통해 수목 DB를 구축하고 생육상태를 자료화하였으며, 수구막이 소나무림의 식물군집구조 분석결과를 바탕으로 관리방안을 제안하였다.

II. 연구방법

1. 연구대상지

연구대상지(Figure 1 참조)가 위치하고 있는 청도군은 지역적으로 경상북도 최남단에 위치해 있으며, 2018년 기준 최근 5년간 평균기온 12.9~13.8℃, 연 강수량 695.2~1,481.5mm의 기후특성을 보이고 있다. 운문사 주변은 남쪽으로 1983년 도립공원으로 지정되어 관속식물 98과 304속 514종 3아종 68변종 20품종 중 605분류군이 분포하고 있으며, 노랑무늬붓꽃, 산작약 등 다양한 법적 보호식물이 생육하는(Park *et al.*, 2010) 운문산(1,188m)이 위치해 있으며, 남동쪽은 낙동정맥 자락의 가지산(1,240m), 북동쪽은 지룡산(659m), 서쪽으로는 역산(962m)과 장군봉이 둘러싸고 있다. 이들 산림은 대부분 암봉이 발달하고 지형이 험준하여 능선, 급경사면 등을 중심으로 우수한 소나무림이 많이 분포하고 있다. 청도군 운문면 신원리 운문사 입구에 위치한 수구막이 소나무림은 오래전 조성되어 현재까지 45,201m² 면적의 소나무림으로 유지되어오고 있다. 수구막이 소나무림에는 대경목의 소나무가 대대적으로 분포하고 있어 함양상림(咸陽上林) 및 예천금당실송림(醴泉金塘室松林)과 더불어 우리나라를 대표하는 문화경관림(文化景觀林)으로 보존하고 관리할 필요성이 높은 곳이며, 일제강점기인 1943~1945년에 걸쳐 자원이 부족한 일본군이 우리나라 사람을 강제

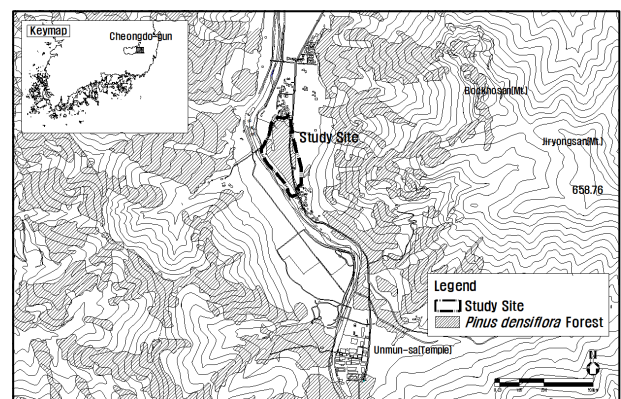


Figure 1. The location map of study site



Figure 2. Photograph of survey the Sugumagi forest of Unmun temple, Cheongdo-gun

Table 1. Growth state investigation standard

Category	Evaluation standard
Leaf discoloration	▪ Degree of discoloration of the crown leaves
Atrophy state	▪ A state of drooping downwards due to weak vitality among all tree leaves.
Deciduous rate	▪ The state of leaves that have changed to yellow or brown due to chlorophyll destruction.
Branching state	▪ Deflection of branches with poor tree conditions
First-born growth	▪ The newly developed growth state of the stem center that grew this year.
Twig state	▪ The dead state of twigs, not of the trunk of a tree.
A normal bud	▪ A normal bud status
Reduction of the crown	▪ A decrease in the the crown due to the deepening death of branches, etc.
Tree vitality	▪ Comprehensive growth state of trees - Dead wood / Growth defect / Good growth

동원하여 연료로 쓰기 위한 송진을 채취한 상처가 있는 등 중요한 역사가 소나무에 그대로 새겨져 있는 곳이다. 그러나 수구막이림의 조성과 관리에 대한 사료(史料)가 전무하며, 아직도 우리나라 문화경관림의 체계적 관리를 위한 기초자료가 부족한 실정이다. 문화경관림으로서 중요성에도 불구하고 아직까지 구체적인 선행 연구가 없어 효과적인 유지·관리가 어려운 상황으로, 향후 수구막이 소나무림의 체계적인 보전관리를 위한 기초자료 구축 및 생태적 특성 분석을 위한 연구대상지로 선정하였다.

2. 조사분석방법

1) 소나무림 역사문화적 의미

청도군 운문사 입구 수구막이 소나무림의 역사적인 근거를 찾기 위해 청도군청, 운문사, 청도향토문화연구회 등 향토기록 자료를 검토하였으며, 풍수지리이론 연구자료와 호거산 운문사가람배치와 공간구조에 관한 선행연구논문(Park, 2010)을 통해 연구대상지의 역사문화적 의미를 해석하였다.

2) 소나무림 수목분포 및 생육 특성

소나무림 수목분포 현황 조사는 2011년 9~10월에 걸쳐 진행하였다. 조사구는 20m×20m(400m²) 크기의 방형구(Quadrat method)를 최소단위로 하여 총 98개의 격자조사구를 설정하였고(Figure 3 참조), 조사구 내 수목은 흉고직경 2cm 이상을 교목층과 아교목층으로, 그 이하의 수목을 관목층으로 구분하여 수종명, 흉고직경(cm), 수고(m), 지하고(m), 수관폭(m×m) 등을 조사하였다. 식물의 동정은 대한식물도감(Lee, 2006)을 기준으로 하였고, 식물명과 학명은 Korea National Arboretum (2017)의 국가표준식물목록에 따라 정리하였으며, 대상지에서 생육하는 소나무와 기타 낙엽활엽수, 외래종 등의 정확한 분포 현황분석을 위해 ArcGis Map 10.0을 활용하여 도면화하였다. 소나무의 생육현황 조사는 구축된 소나무 위치도를 바탕으로 2012년 봄부터 여름까지 3회에 걸쳐 진행하였다. The Korea

Science and Engineering Foundation(1988)의 방법을 응용한 Lee *et al.*(1993)의 조사방법을 바탕으로 수목의 잎 변색, 위축 정도, 낙엽, 지수상태, 신초 생장, 소지상태, 정아 유무, 수관 감소 등을 각 수목별로 파악하고, 이를 종합한 수세를 고사목, 생육불량, 생육양호 3단계로 구분하였다. Table 1은 생육상태 기준을 정리한 것이다. 일제강점기 때 송진 채취로 인한 소나무 개체목별 수간부위 상처의 발생과 외과수술 유무를 조사하

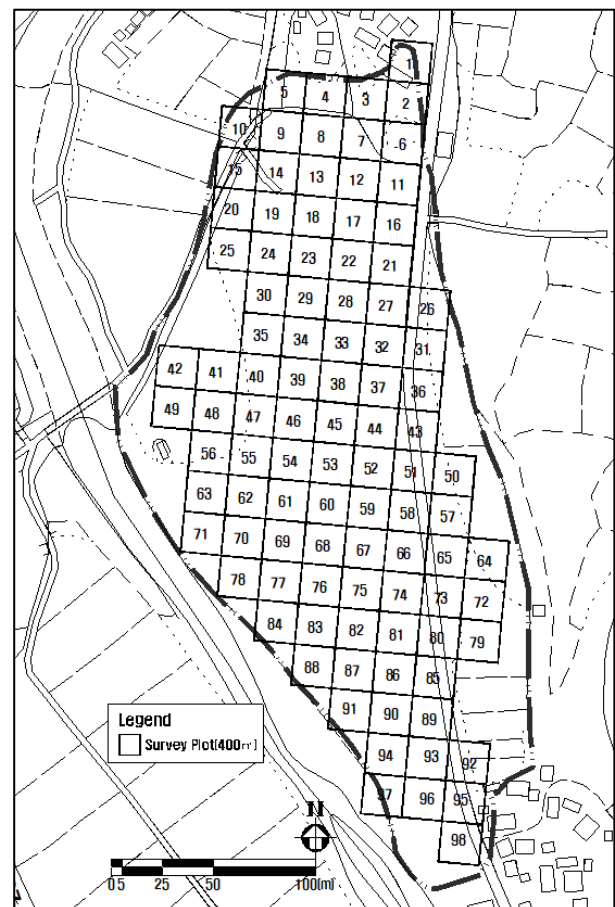


Figure 3. The location map of the survey plots in the Sugumagi forest of Unmun temple, Cheongdo-gun

여 수목조사 시 야장에 함께 기록한 후 각 수목별 생육상태와 연계하여 분석하였다.

3) 소나무림 식생구조 특성

청도군 운문사 입구 수구막이 소나무림은 인위적으로 조성되어 관리된 곳으로 일부 소나무의 고사로 인한 밀도변화, 외래종 식재 및 낙엽활엽수 유입 등의 변화가 발생하고 있었다. 이에 대한 특성을 파악하고 향후 관리에 대한 방향을 제시하기 위해 조사된 98개소의 조사구별 교목층 소나무 생육밀도와 Lee(2012) 연구의 주변산림 소나무림 밀도를 고려하여 저밀도, 중밀도, 고밀도로 구분하고, 밀도별 식물군집구조를 분석하였다. 밀도별 소나무군집의 층위별 종간 상대적 우세를 비교하기 위하여 식생구조 조사자료를 바탕으로 Curtis and McIntosh (1951)의 중요치(I.V.: importance value)를 통합하여 백분율로 나타낸 상대우점치(I.P.: importance percentage)(Brower and Zar, 1977)를 계산하였다. 개체들의 크기를 고려하여 수관 층위별로 가중치를 부여하여 평균상대우점치(M.I.P.: mean importance percentage)를 산정하였다. 종수 및 개체수는 각 조사구별 종수 및 층위별 개체수를 분석하였다. 종다양도는 식생구조를 정량적으로 평가하는 것으로(Krebs, 1985) 희귀종(Rare species)에 중요성을 두는 Shannon의 종다양도(Pielou, 1975)와 최대종다양도(H'_{max}), 균제도(J'), 우점도(D) 등을 구하였다. 종수 및 개체수와 종다양도지수는 각 밀도별 소나무군집에 포함된 단위면적 $400m^2$ 조사구를 기준으로 최소값과 최대값, 평균값 등을 도출하여 비교하였다. 수령은 조사구내 주요수목의 수령 및 생장상태를 조사하기 위하여 교목층의 평균 흉고직경(DBH)에 해당하는 수목을 표본목으로 선정하였다. 목편 추출부위는 지상 1.2m 되는 흉고에서 생장추(Increment borer)를 이용하였으며, 가능한 정확한 수령 파악을 위해 수(Pith)를 관통하도록 하였다. 추출된 목편은 Autocad map 2004와 엑셀 2007을 이용하여 수령과 최근 생장상태를 조사하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 운문사 입구 수구막이 소나무림의 역사문화적 의미

청도군 운문사 입구 수구막이 소나무림의 역사적인 근거를 찾기 위해 청도군청, 운문사, 청도향토문화연구회 등 향토기록 자료를 검토하였으나 운문사 수구막이 소나무림은 역사적·생태적 가치에도 불구하고 현재까지 관련 사료와 문헌의 정리, 정확한 소나무 분포현황 등에 대한 자료가 충분하지 않았다. 다만 운문사 주지스님, 청도군 운문면 신원리의 지역민, 청도군 향토문화연구회 관계자를 대상으로 운문사 소나무림이 오래전부터 운문사에서 관리해온 사찰림이고, 과거에는 '풍치림' 안내판이 설치되어 있었다는 사실만 확인할 수 있었다.

Park(2010)의 연구에 의하면, 운문사 주변에는 범봉과 억산, 지룡산, 장군봉 등의 기암괴석이 있어 천혜의 입지로 손색이 없는 곳으로 대상지 옆으로는 운문천 계곡이 위치하고 있고, 수구막이숲은 대경목의 소나무가 경관을 형성하고 있으며, 숲 내부에는 황토 오솔길인 솔바람길이 조성되어 있다. 수구막이는 풍수이론으로 조성한 숲으로 배산임수의 주산으로부터 좌우 양쪽으로 뻗어 내린 산줄기의 끝이 서로 마주 닿지 못하고 열려있는 부분(수구)을 띠 모양으로 연결해 마을을 감싼 마을 숲을 가리킨다. 운문사가 위치한 청도군의 산세는 남쪽으로 운문산이 병풍처럼 둘러싸고 있으며, 남동쪽은 낙동정맥의 가지산, 북동쪽은 지룡산, 서쪽은 억산과 장군봉이 사방을 호위하고 있다. 물이 빠져나가는 수구를 살펴보면 서쪽에 장군봉, 동북쪽에 지룡산 자락에서 모여 있다가, 흘러나가는 물이 서로 만나 합수되고 그 합수처 안에 위치하고 있어 본 연구대상지가 수구에 위치하고 있음을 알 수 있었다.

2. 소나무림 수목분포 및 생육 특성

1) 층위별 종구성 및 수목분포 현황

Table 2는 청도군 운문사입구 수구막이 소나무림에서 출현한 층위별 수종을 나타낸 것이다. 교목층은 소나무, 느티나무, 붉나무, 일본잎갈나무, 팽나무로 5종이었고, 아교목층은 가죽나무, 개서어나무, 개울나무, 굴피나무, 때죽나무, 말채나무 등 28종, 관목층엔 개머루, 계요등, 곰딸기, 괴불나무, 국수나무 등 92종이 출현하고 있었다. Figure 4를 바탕으로 수목분포현황을 살펴보면 수구막이림 전체에 소나무가 670주 분포하였고, 기타 수종은 주로 서측의 하천변에 분포하고 있었다.

2) 규격 및 수량

청도군 운문사입구 수구막이 소나무림의 소나무 규격 및 수량을 파악하기 위하여 Table 3과 같이 흉고직경별 개체수를 분석하였다. 흉고직경급별 분포도(Figure 5 참조)에서 확인할 수 있듯이 흉고직경은 30~90cm이었으며 총 670주가 확인되었다. 흉고직경 40~60cm가 457주로 전체의 68.3%로 많았고, 특히 흉고직경 70cm 이상의 대경목은 19주로 전체의 2.8%, 가장 큰 규격의 소나무는 흉고직경 90cm로 2주가 조사되었다. 전체적으로 대경목이 분포하는 소나무림이었고, 주변 평지지역에 형성된 흉고직경 47cm 이상의 소나무림과 유사하였으나, 흉고직경 20cm 내외의 사면 소나무림(Lee, 2012)보다 큰 경급의 소나무림이었다.

3) 자생종 활엽수 분포현황

Table 4는 청도군 운문사 입구 수구막이 소나무림 내 교목층 및 아교목층에 출현하는 기타활엽수 분포현황을 분석한 것이다. 주요 수종으로 팽나무, 느티나무, 때죽나무, 복사나무 등

Table 2. Species distribution status according to the layer in the Sugumagi forest of Unmun temple, Cheongdo-gun

Species name	Canopy	Under story	Shrub	Species name	Canopy	Under story	Shrub	Species name	Canopy	Under story	Shrub
<i>Ginkgo biloba</i>	-	-	◎	<i>Rubus crataegifolius</i>	-	-	◎	<i>Staphylea bumalda</i>	-	◎	◎
<i>Abies holophylla</i>	-	-	◎	<i>Rubus corchorifolius</i>	-	◎	◎	<i>Acer ginnala</i>	-	◎	◎
<i>Larix leptolepis</i>	◎	-	◎	<i>Rubus phoenicolasius</i>	-	-	◎	<i>Acer mono</i>	-	-	◎
<i>Pinus densiflora</i>	◎	◎	◎	<i>Rubus parvifolius</i>	-	-	◎	<i>Vitis coignetiae</i>	-	-	◎
<i>Juniperus rigida</i>	-	◎	◎	<i>Rubus oldhamii</i>	-	-	◎	<i>Vitis flexuosa</i>	-	-	◎
<i>Sasa borealis</i>	-	-	◎	<i>Rosa multiflora</i>	-	-	◎	<i>Ampelopsis heterophylla</i>	-	-	◎
<i>Smilax china</i>	-	-	◎	<i>Prunus armeniaca</i> var. <i>ansu</i>	-	-	◎	<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	-	-	◎
<i>Smilax sieboldii</i>	-	-	◎	<i>Prunus persica</i>	-	◎	◎	<i>Tilia amurensis</i>	-	-	◎
<i>Salix koreensis</i>	-	-	◎	<i>Prunus padus</i>	-	-	◎	<i>Hibiscus syriacus</i>	-	◎	◎
<i>Platycarya strobilacea</i>	-	◎	◎	<i>Prunus serrulata</i> var. <i>pubes-cens</i>	-	◎	◎	<i>Actinidia arguta</i>	-	-	◎
<i>Betula schmidtii</i>	-	-	◎	<i>Pyrus pyrifolia</i>	-	-	◎	<i>Elaeagnus umbellata</i>	-	◎	◎
<i>Carpinus tschonoskii</i>	-	◎	◎	<i>Sorbus alnifolia</i>	-	◎	◎	<i>Hedera rhombea</i>	-	-	◎
<i>Carpinus laxiflora</i>	-	-	◎	<i>Albizia julibrissin</i>	-	◎	◎	<i>Aralia elata</i>	-	-	◎
<i>Quercus acutissima</i>	-	-	◎	<i>Lespedeza maximowiczii</i>	-	-	◎	<i>Cornus kousa</i>	-	-	◎
<i>Quercus variabilis</i>	-	◎	◎	<i>Lespedeza</i> × <i>maritima</i>	-	-	◎	<i>Cornus controversa</i>	-	-	◎
<i>Quercus aliena</i>	-	-	◎	<i>Lespedeza cyrtobotrya</i>	-	-	◎	<i>Cornus walteri</i>	-	◎	◎
<i>Quercus mongolica</i>	-	-	◎	<i>Lespedeza bicolor</i>	-	-	◎	<i>Diospyros lotus</i>	-	-	◎
<i>Quercus serrata</i>	-	◎	◎	<i>Pueraria thunbergiana</i>	-	-	◎	<i>Diospyros kaki</i>	-	-	◎
<i>Ulmus parvifolia</i>	-	-	◎	<i>Zanthoxylum piperitum</i>	-	◎	◎	<i>Styrax obassia</i>	-	-	◎
<i>Ulmus pumila</i>	-	-	◎	<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	-	◎	◎	<i>Styrax japonica</i>	-	◎	◎
<i>Zelkova serrata</i>	◎	◎	◎	<i>Evodia daniellii</i>	-	-	◎	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	-	-	◎
<i>Celtis sinensis</i>	◎	◎	◎	<i>Phellodendron amurense</i>	-	◎	◎	<i>Chionanthus retus</i>	-	-	◎
<i>Morus bombycis</i>	-	◎	◎	<i>Picrasma quassoides</i>	-	-	◎	<i>Ligustrum obtusifolium</i>	-	-	◎
<i>Boehmeria spicata</i>	-	-	◎	<i>Ailanthus altissima</i>	-	◎	◎	<i>Callicarpa japonica</i>	-	-	◎
<i>Clematis apiifolia</i>	-	-	◎	<i>Securinega suffruticosa</i>	-	◎	◎	<i>Clerodendron trichotomum</i>	-	◎	◎
<i>Akebia quinata</i>	-	-	◎	<i>Rhus chinensis</i>	◎	◎	◎	<i>Paederia scandens</i>	-	-	◎
<i>Cocculus triobus</i>	-	-	◎	<i>Rhus succedanea</i>	-	-	◎	<i>Viburnum wrightii</i>	-	-	◎
<i>Lindera obtusiloba</i>	-	-	◎	<i>Rhus trichocarpa</i>	-	◎	◎	<i>Viburnum erosum</i>	-	-	◎
<i>Lindera glauca</i>	-	-	◎	<i>Euonymus alatus</i>	-	-	◎	<i>Weigela subsessilis</i>	-	-	◎
<i>Lindera erythrocarpa</i>	-	-	◎	<i>Euonymus sieboldiana</i>	-	-	◎	<i>Lonocera mackii</i>	-	-	◎
<i>Stephanandra incisa</i>	-	-	◎	<i>Celastrus orbiculatus</i>	-	-	◎	No. of species	5	28	92

이었고 28종 194주가 출현하였다. 활엽수 주요 수종별 출현비율을 살펴보면 팽나무 61주(31.3%), 느티나무 37주(19.0%), 매죽나무 14주(7.2%), 굴피나무 13주(6.7%), 말채나무 11주(5.6%), 복사나무 10주(5.1%)로 팽나무, 느티나무, 매죽나무 등 6종이 전체의 74.9%를 차지하였다. 활엽수는 운문천 주변에 집중분포하고 있었다(Figure 6 참조). 교목, 아교목층에 출현하는 활엽수는 28종 중 팽나무, 느티나무, 굴피나무 등은 소나무와 경쟁이 가능한 수종이었으나, 운문사의 정기적인 하부 식생관리로 하천변에 집중적으로 분포하는 지역 외에는 소나무림 하부에 출현하는 개체는 거의 없었다.

4) 외래종 분포 현황

Table 5는 대상지 내 주요 외래종 현황으로 일본잎갈나무와

가죽나무 2종이 확인되었다. 일본잎갈나무는 조사구 41, 42, 48, 56에 집중 분포(Figure 7 참조)되어 있었고 총 주수는 32주이었으며, 규격은 흉고직경 30~40cm, 수고 10~15m이었다. 조사구 41, 48은 소나무가 없는 일본잎갈나무 식재지로, 청문조사결과 일본잎갈나무는 1970년경에 조림사업용으로 식재된 것으로 파악되었다. 가죽나무는 조사구 58에서 아교목층에서 생육하고 있는 흉고직경 8cm, 수고 6.5m의 수목이 1주 확인되었으며, 주변에서 유입되어 발생된 것으로 판단되었다. 일본잎갈나무와 가죽나무는 청도군 운문사 입구 수구막이 소나무림과는 생태적·경관적으로 어울리지 않는 수목으로 대상지내에서 제거하고 소나무를 식재하여 수구막이 소나무림으로 복원이 필요하였다.

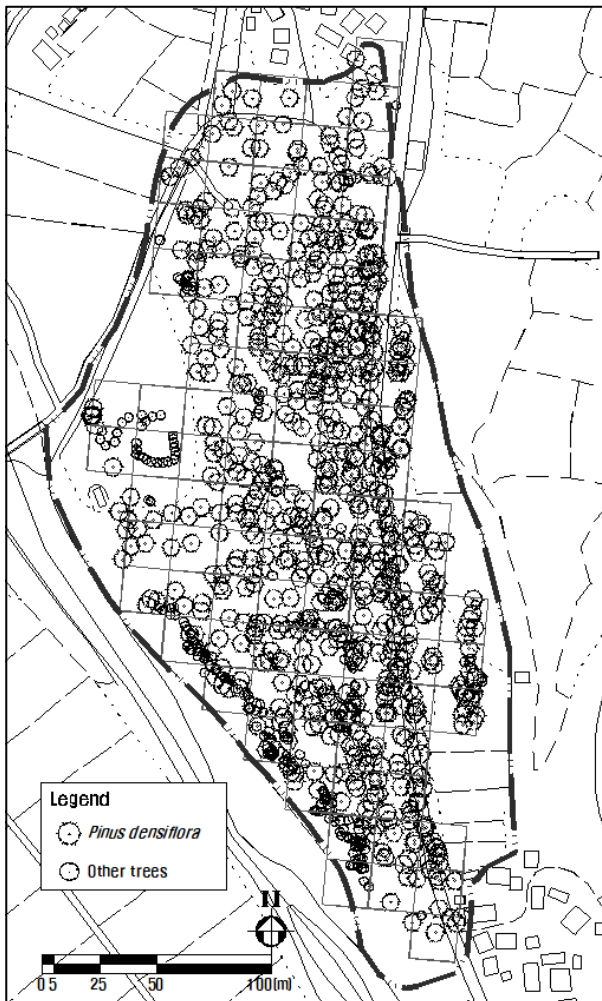


Figure 4. Species distribution map in the *Pinus densiflora* forest

5) 소나무 생육 현황

Table 6은 소나무림 생육상태 및 수간상처에 대한 현황을 분석한 것으로 청도군 운문사 입구 수구막이 소나무림 내 소나무는 전체 670주이었고, 고사목 14주(2.0%), 생육불량 15주(2.2%), 생육양호 641주(95.7%)이었다. 고사목 14주의 흉고직경은 30~66cm이었고, 50cm 미만인 수목이 9주로 흉고직경이

Table 3. DBH status of the *Pinus densiflora* according to the range in the Sugumagi forest of Unmun temple, Cheongdo-gun

DBH	Amount	Ratio(%)
Less than 30cm	13	1.9
30~40cm	92	13.7
40~50cm	249	37.3
50~60cm	208	31.0
60~70cm	89	13.3
70~80cm	17	2.5
More than 80cm	2	0.3
Total	670	100.0

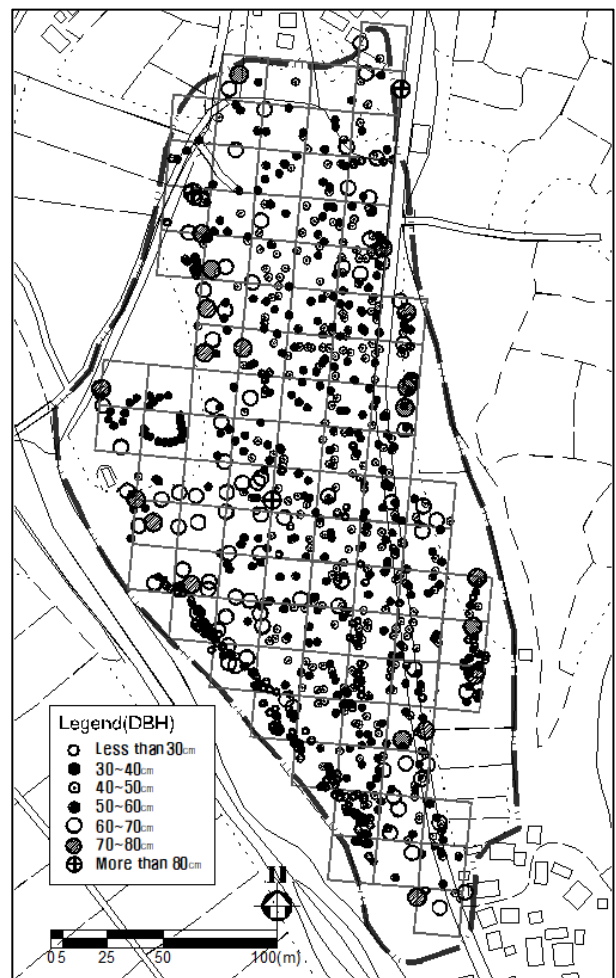


Figure 5. Distribution map according to DBH of the *Pinus densiflora* in the Sugumagi forest of Unmun temple, Cheongdogun

비교적 작은 수목이 다수 포함되어 있었다. 수고는 10~16m이었다. 생육불량 15주의 흉고직경은 29~65cm이었고, 흉고직경 40cm 이상의 대경목이 12주로 대부분이었으며, 수고는 6~17m이었다. 생육이 양호한 641주의 흉고직경은 3~82cm이었고 이중 흉고직경 40~50cm인 수목이 239주로 37.3%이었으며, 50~60cm인 소나무는 204주 31.8%이었다. 수고는 3~21m이었다(Figure 8 참조). 소나무의 송진 채취 흔적 현황을 보면 전체 670주 중 659주, 전체 소나무의 98.3%에서 송진 채취흔적이 확인되었다. 그중 394주는 2005년에 외과수술을 실시하였다. 송진 채취로 인한 수간상처가 미치는 영향을 분석해본 결과, 외과수술을 실시한 394주 중 382주는 양호한 상태이고, 수세가 불량한 소나무 7주, 고사 5주로 대부분 생육이 양호한 상태였다.

3. 소나무림 식생구조 특성

1) 조사구별 생육밀도

Table 7은 청도군 운문사 입구 소나무림 내 조사구별 교목

Table 4. The population status of broad-leaved trees in the Sugumagi forest of Unmun temple, Cheongdo-gun

Species name	Amount	Ratio(%)	Species name	Amount	Ratio(%)
<i>C. sinensis</i>	61	31.4	<i>M. alba</i>	3	1.5
<i>Z. serrata</i>	37	19.1	<i>P. amurense</i>	2	1.0
<i>S. japonica</i>	14	7.2	<i>A. ginnala</i>	2	1.0
<i>P. strobilacea</i>	13	6.7	<i>Z. schiniifolium</i>	2	1.0
<i>C. walteri</i>	11	5.7	<i>E. umbellata</i>	2	1.0
<i>P. persica</i>	10	5.2	<i>C. trichotomum</i>	2	1.0
<i>S. suffruticosa</i>	6	3.1	<i>S. bumalda</i>	2	1.0
<i>P. serrulata</i> var. <i>spontanea</i>	5	2.6	<i>R. trichocarpa</i>	2	1.0
<i>A. julibrissin</i>	4	2.1	<i>C. tschonoskii</i>	2	1.0
<i>R. chinensis</i>	4	2.1	Others	8	4.1
<i>P. sargentii</i>	3	1.5	Total	194	100.0

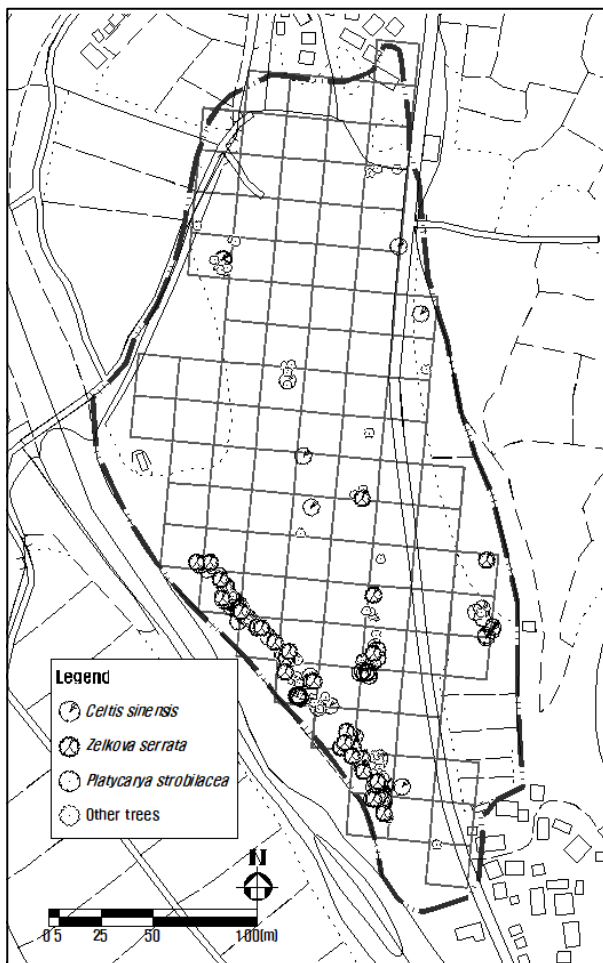


Figure 6. The distribution map of broad-leaved trees in the Sugumagi forest of Unmun temple, Cheongdo-gun

층 소나무 밀도현황을 제시한 것이다. 수구막이 소나무림 내 소나무는 총 670주이었는데, 이중 아교목층에서 생육하는 중경목 미만의 소나무 7주는 밀도분석에서 제외하였다. 교목층 소나무 663주의 평균 생육밀도는 400m²당 약 7주이었고, 최소 생

Table 5. The properties and amounts of foreign species in the Sugumagi forest of Unmun temple, Cheongdo-gun

Species name	DBH(cm)	Hight(m)	Amount
<i>Larix leptolepis</i>	30~40	10~15	32
<i>Ailanthus altissima</i>	8	6.5	1

육밀도는 400m²당 0주, 최대 생육밀도는 400m²당 19주이었다. Lee et al.(2019)의 청도군 운문사 일대 소나무림에 대한 연구의 분석자료를 확인한 결과, 각 조사구별 교목층 소나무의 평균 생육밀도는 400m²당 약 10주이었고 최소 생육밀도는 400m²당 6주, 최대 생육밀도는 400m²당 16주이었다. 조사구별 밀도는 수구막이 소나무림과 주변 자연림의 평균 생육밀도를 기준으로 7~10주를 중밀도로 설정하였고, 6주 이하는 저밀도, 11주 이상은 고밀도로 구분하였다. 400m²의 조사구를 기준으로 6주 이하의 저밀도 조사구는 52개, 7~10주의 중밀도 조사구는 28개, 11주 이상의 고밀도 조사구는 총 18개 조사구이었다. 저밀도 조사구 중 교목층에 소나무가 없는 조사구는 41, 48, 97번 조사구로 총 3개소이다(Figure 9 참조).

2) 생육밀도별 상대우점치

Table 8은 소나무 생육밀도별 수구막이 소나무림의 상대우점치를 분석한 것이다. 조사구별 교목층 소나무가 6주 미만인 저밀도 소나무림 층위별 상대우점치 분석결과, 교목층은 소나무(IP: 87.72%)가 우점하였으며, 일본잎갈나무(9.76%), 팽나무(1.45%), 느티나무(0.83%) 등이 함께 출현하였다. 아교목층에서는 팽나무(IP: 37.74%)와 느티나무(IP: 22.25%)의 우점도가 높았고, 매죽나무, 자귀나무, 잔털벚나무 등이 함께 생육하였다. 관목층 주요종은 소나무(IP: 17.98%), 느티나무(IP: 14.37%), 작살나무(IP: 7.52%)이었다. 중밀도 소나무림은 교목층에서 소나무(IP: 99.78%)가 크게 우점하면서 팽나무(IP: 0.22%)가 일부 출현하였고, 아교목층에서는 소나무(IP: 36.98%)와 말채나무(IP: 22.5%)가 우점종이었다. 관목층에서 주로 생육

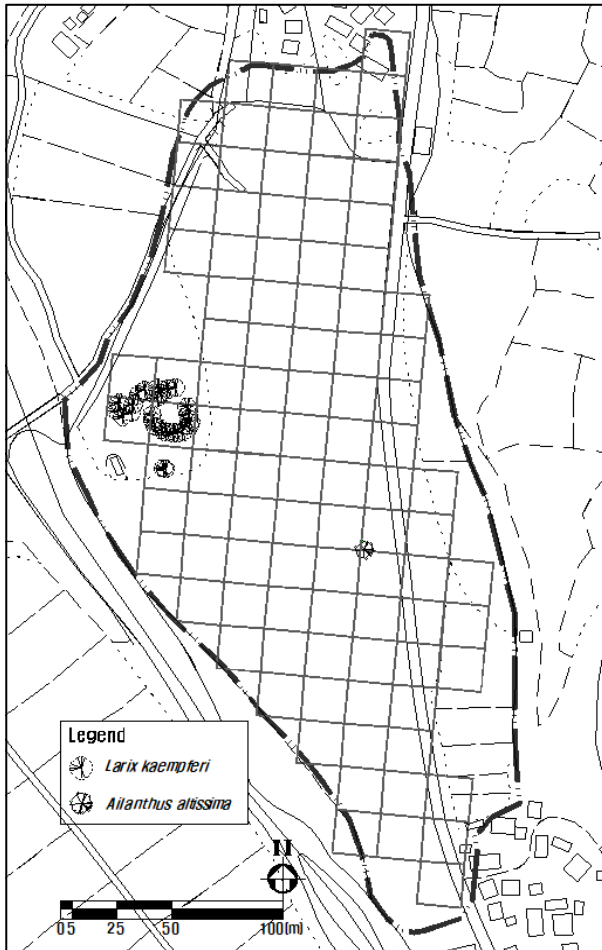


Figure 7. The location map of foreign species in the Sugumagi forest of Unmun temple, Cheongdo-gun

이 확인된 종은 잣살나무(IP: 15.69%), 느티나무(IP: 11.10%), 산딸기(IP: 10.26%), 말채나무(IP: 3.16%)이었다. 고밀도 소나무림의 교목층 우점종은 소나무 한 종이었고, 아교목층은 소

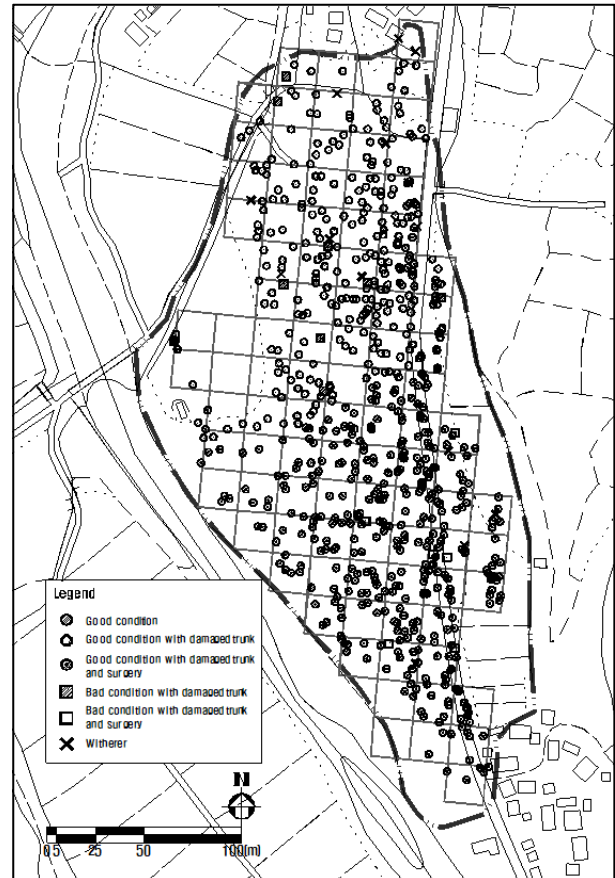


Figure 8. The distribution map of the *Pinus densiflora* by growth status in the Sugumagi forest of Unmun temple, Cheongdo-gun

나무(IP: 42.75%), 굴피나무(IP: 28.41%)의 우점도가 높았으며 느티나무(IP: 8.33%), 패죽나무(IP: 5.27%) 등이 함께 출현하였다. 관목층 주요 종은 잣살나무(IP: 15.96%), 느티나무(IP: 8.82%), 산딸기(IP: 6.25%), 찔레꽃(IP: 4.68%) 등이었다.

Table 6. The growth condition and trees status with damaged drunk of the *Pinus densiflora* in the Sugumagi forest of Unmun temple, Cheongdo-gun

Division			Contents
Growth condition	Dead wood	Tree amount	▪ 14 trees(2,0%)
		DBH	▪ 30~66cm(50cm less than: 9 trees)
		Height	▪ 10~16m
	Poor growth	Tree amount	▪ 15 trees(2,2%)
		DBH	▪ 29~65cm(more than 40cm: 12 trees)
		Height	▪ 6~17m
	Good growth	Tree amount	▪ 641 trees(95,7%)
		DBH	▪ 5~82cm(40~50cm 239(37,3%), 50~60cm 204(31,8%))
		Height	▪ 3~21m
Status the tree trunk wound			<ul style="list-style-type: none">▪ 659 shares out of 670 <i>P. densiflora</i>(98,3%)▪ 394 out of 659 surgeries (59,8%) conducted in 2005▪ Out of 394, 382 are good, 7 have poor growth, and 5 are dead.

Table 7. The growth density status of *Pinus densiflora* according to the plot in the Sugumagi forest of Unmun temple, Cheongdo-gun

Plot No.	Amount (400m ²)	Density			Plot No.	Amount (400m ²)	Density			Plot No.	Amount (400m ²)	Density		
		Low	Medium	High			Low	Medium	High			Low	Medium	High
1	2	◎			34	7		◎		67	13			◎
2	4	◎			35	4	◎			68	6	◎		
3	1	◎			36	12			◎	69	6	◎		
4	1	◎			37	8		◎		70	4	◎		
5	5	◎			38	5	◎			71	3	◎		
6	4	◎			39	3	◎			72	5	◎		
7	6	◎			40	3	◎			73	12			◎
8	5	◎			41	-	◎			74	8		◎	
9	4	◎			42	1	◎			75	8		◎	
10	1	◎			43	14			◎	76	9		◎	
11	4	◎			44	15			◎	77	5	◎		
12	6	◎			45	4	◎			78	2	◎		
13	7		◎		46	9		◎		79	10		◎	
14	3	◎			47	5	◎			80	11			◎
15	3	◎			48	-	◎			81	9		◎	
16	11			◎	49	1	◎			82	14			◎
17	11			◎	50	7		◎		83	4	◎		
18	5	◎			51	13			◎	84	6	◎		
19	5	◎			52	5	◎			85	9		◎	
20	7		◎		53	10		◎		86	12			◎
21	16			◎	54	9		◎		87	3	◎		
22	6	◎			55	2	◎			88	3	◎		
23	10		◎		56	3	◎			89	11			◎
24	4	◎			57	10		◎		90	10		◎	
25	3	◎			58	16			◎	91	6	◎		
26	7		◎		59	9		◎		92	9		◎	
27	19			◎	60	8		◎		93	9		◎	
28	9		◎		61	8		◎		94	3	◎		
29	8		◎		62	2	◎			95	7		◎	
30	6	◎			63	5	◎			96	2	◎		
31	11			◎	64	6	◎			97	-	◎		
32	11			◎	65	10		◎		98	4	◎		
33	13			◎	66	8		◎		Total	663	52	28	18

생육밀도별 상대우점치 분석결과를 종합해 보면 저밀도 소나무림의 경우 중밀도 소나무림에 비해 교목층 낙엽활엽수 및 외래종의 우점도가 높았고, 고밀도 소나무림은 소나무의 다른 수종은 출현하지 않은 순림을 유지하고 있었다. 반면 아교목층 소나무는 중밀도에서 고밀도 소나무림으로 갈수록 우점도가 높았다. 소나무와 경쟁할 수 있는 수종으로는 굴피나무, 서어나무, 느티나무, 팽나무, 참나무류 등이 아교목층 및 관목층에서 출현하였는데, 특히 느티나무, 팽나무 등의 우점도가 전체적으로 높았으며, 그 외에도 생태적 천이계열상 소나무 이후에 자연식생군락을 형성하는 것으로 알려진 굴참나무, 졸참나무 등

참나무류도 함께 출현하였다.

주변산림의 소나무림에 대한 층위별 상대우점치 분석 결과 (Lee, 2012)와 수구막이 소나무림의 밀도별 상대우점치를 비교한 결과, 두 소나무림 모두 교목층에는 소나무의 우점도가 높은 상태였으나 아교목층과 관목층에서는 다소 차이를 보였다. 주변산림은 아교목층에서 다양한 수종이 분포한 반면, 수구막이 소나무림은 소나무, 느티나무, 팽나무, 굴피나무, 때죽나무 등으로 비교적 단순하였다. 이는 주변산림의 자연스러운 식생 구조에 비해 수구막이 소나무림은 과거부터 마을주민 및 방문객들의 놀이장소로 이용되어 왔고, 또한 운문사에서 지속적인

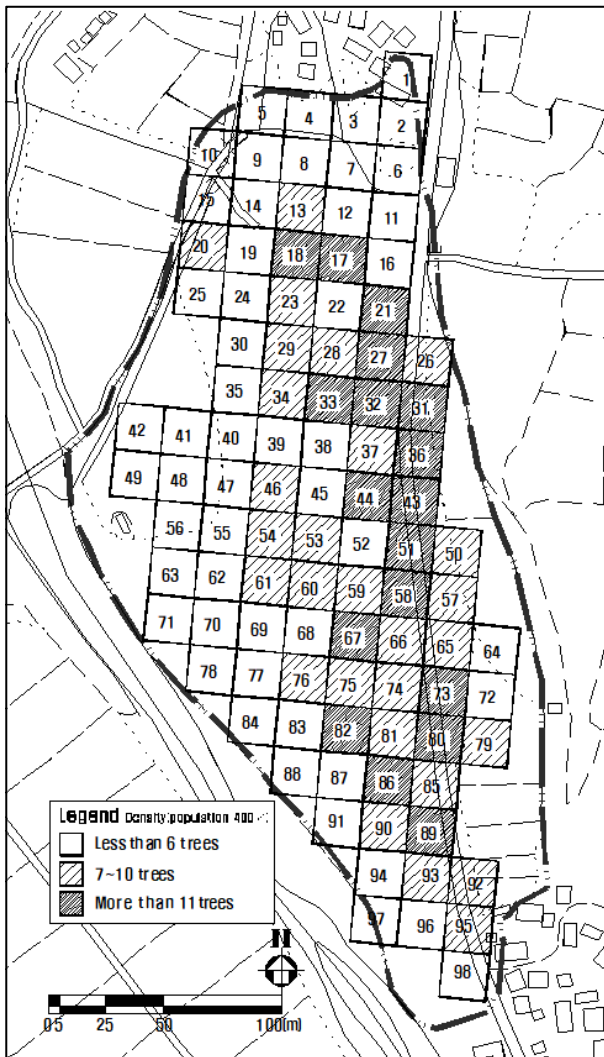


Figure 9. The growth density map of *Pinus densiflora* according to the plot in the Sugumagi forest of Unmun temple, Cheongdo-gun

로 하층관리를 해왔기 때문으로 판단되었다.

3) 생육밀도별 종수 및 개체수

Table 9는 생육밀도별 종수 및 개체수 현황이다. 저밀도에서 조사구별 400m²당 종수는 1~26종, 개체수는 1~421개체가 출현하여 평균 9.6종 97.5개체이었다. 중밀도에서는 4~25종 개체수 22~333개로 평균 12.5종, 123.9개체이었다. 고밀도에서는 1~13종 11~126개체수가 출현하고 있었고, 평균 8.5종 57.8개체이었다. 조사구별 400m²당 교목층의 개체수를 보면 저밀도에서는 4.3주, 중밀도에서는 8.4주, 고밀도는 12.9주로 나타났다. 아교목층은 저밀도가 6.6주, 중밀도는 2.7주, 고밀도는 2.0주로 소나무 밀도가 높을수록 아교목층 개체수는 낮아지는 경향을 보였다. 반면에 관목층은 저밀도 96.2주, 중밀도 114.4주, 고밀도 46.8개체로 저밀도와 중밀도 하층식생이 고밀도보다 많이

발생하고 있었다. 이는 교목층 소나무의 밀도에 따른 일조량의 차이와 운문사의 지속적인 방해극상 관리에 의한 것으로 판단된다. 주변산림과 비교해 보면, 저밀도 17종 273개체, 중밀도 19종 288개체, 고밀도 24종 369개체(Lee, 2012)로 전체적으로 자연식생인 주변산림과 수구막이 소나무림과는 큰 차이가 나는 것을 알 수 있었다. 이는 주변 산림의 교목층 소나무 경급, 정기적인 운문사의 관리 등의 영향으로 사료된다.

4) 생육밀도별 종다양도지수(H')

Table 10은 생육밀도별 Shannon의 종 다양도(H'), 균계도(J'), 우점도(D), 최대종다양도(H'max)를 분석한 결과이다. 저밀도 조사구의 Shannon의 종다양도지수는 0.0000~1.2817, 평균 0.7166이었고, 중밀도는 0.5595~1.2284, 평균 0.9217이었다. 고밀도의 종다양도지수(H')는 0.5747~1.0619, 평균 0.8317이었다. 평균적인 종다양도지수(H')는 중밀도 소나무림이 가장 높았고, 고밀도, 저밀도 소나무림 순이었지만 지수값의 최대치는 저밀도, 중밀도, 고밀도 순이었다. 중밀도 소나무림의 종다양도지수(H')가 높은 것은 최대종다양도(H'max)가 저밀도 0.0000~1.4150, 평균 0.8628, 중밀도 0.0000~1.3979, 평균 0.9974, 고밀도 0.6990~1.1139, 평균 0.9233로 중밀도가 가장 높았으며, 균계도(J')가 저밀도 0.0000~1.0000, 평균 0.7700, 고밀도 0.0000~0.9718, 평균 0.8910보다 높은 0.7487~0.9925, 평균 0.8938을 기록했으며 관목층 개체수가 가장 많았기 때문이었다. 동일 지역인 운문사 주변산림의 종다양도지수(H') 0.8849~1.4088(Lee, 2012)과 비교했을 때 주변산림보다 낮게 나왔으며, 동일한 기후대의 가야산국립공원 홍유동계곡 및 청량사 일대 소나무림 종다양도지수 0.3491~1.2326(Koo, 2014)보다도 비교적 낮게 나타났다. 이는 자연식생인 산림지역과 인위적으로 조성 및 관리된 소나무림에서 오는 차이로 판단되며, 수구막이 소나무림에 대한 관련 연구가 없어 직접적인 비교나 시계열적 변화 등을 세부적으로 분석하기에는 한계가 있었다.

5) 표본목 수령

Table 11은 청도군 운문사 입구 수구막이 소나무림의 표본목 25구에 대한 연륜 및 생장량을 분석한 것이다. 표본목 흉고직경(DBH)은 38~77cm이었으며, 평균 61.1cm이었다. 연간 생장량은 1.3~3.0mm이었고, 평균 생장량은 1.9mm이었다. 소나무 수령 분석결과, 84~161년으로 개체목별 차이가 있었고 평균 수령은 114년이었다. 연륜 및 생장량 측정 시 생장추 길이의 제한으로 추출되지 않은 대경목의 나이테는 초기 30년의 평균 생장량을 근거로 흉고직경 생장량에서 역계산하여 추정하였다. 수구막이 소나무림은 개체목별 다소 차이는 있으나 전체적으로 100년이 넘는 대경목이 중심의 소나무림이었다. 주변 산림의 소나무 수령과 비교했을 때 평지 및 산림 저지대와 하반림 흉고직경 54~59cm, 수령 88~108년생, 산림 사면 경사지에 위치

Table 8. Importance percentage of the woody plants by the growth density of *Pinus densiflora* in the Sugumagi forest of Unmun temple, Cheongdo-gun

Community type Species name	Low density forest				Middle density forest				High density forest			
	C ^a	U ^b	S ^c	M ^d	C ^a	U ^b	S ^c	M ^d	C ^a	U ^b	S ^c	M ^d
<i>G. biloba</i>	-	-	0.04	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. densiflora</i>	87.72	2.32	17.98	47.63	99.78	36.98	1.75	62.51	100.00	42.75	1.53	64.51
<i>L. leptolepis</i>	9.76	-	0.13	4.90	-	-	0.96	0.16	-	-	-	-
<i>P. strobilacea</i>	-	0.83	0.80	0.41	-	5.52	1.92	2.16	-	28.41	2.30	9.85
<i>B. schmidtii</i>	-	-	0.21	0.04	-	-	0.42	0.07	-	-	0.42	0.07
<i>C. tschonoskii</i>	-	0.87	1.24	0.50	-	-	0.56	0.09	-	-	-	-
<i>C. laxiflora</i>	-	-	1.32	0.22	-	-	0.08	0.01	-	-	-	-
<i>Z. serrata</i>	0.83	22.25	14.37	10.23	-	4.06	11.10	3.20	-	8.33	8.82	4.25
<i>C. sinensis</i>	1.45	37.74	5.17	14.17	0.22	7.38	5.75	3.53	-	-	4.59	0.77
<i>M. bombycis</i>	-	-	1.26	0.21	-	-	0.68	0.11	-	-	0.56	0.09
<i>M. alba</i>	-	1.29	2.90	0.91	-	-	1.38	0.23	-	-	2.22	0.37
<i>R. crataegifolius</i>	-	-	6.85	1.14	-	-	10.26	1.71	-	-	6.25	1.04
<i>R. multiflora</i>	-	-	1.73	0.29	-	-	1.59	0.27	-	-	4.68	0.78
<i>P. serrulata</i> var. <i>pubes-cens</i>	-	4.47	0.84	1.63	-	-	1.71	0.29	-	-	2.08	0.35
<i>A. julibrissin</i>	-	5.02	0.07	1.69	-	-	0.29	0.05	-	-	-	-
<i>S. suffruticosa</i>	-	1.65	0.09	0.57	-	2.37	2.75	1.25	-	-	-	-
<i>S. bumalda</i>	-	1.40	1.78	0.76	-	-	0.73	0.12	-	-	0.28	0.05
<i>A. ginnala</i>	-	0.85	0.84	0.42	-	-	0.27	0.05	-	-	0.81	0.14
<i>C. walteri</i>	-	0.69	0.56	0.32	-	22.50	3.16	8.03	-	-	-	-
<i>S. japonica</i>	-	8.17	1.34	2.95	-	-	2.25	0.38	-	5.27	4.13	2.45
<i>C. japonica</i>	-	-	7.52	1.25	-	-	15.69	2.62	-	-	15.96	2.66
Others	<i>P. persica</i> , <i>Z. schinifolium</i> , <i>R. chinensis</i> , <i>S. incisa</i> , <i>C. apiifolia</i> , <i>Q. variabilis</i> etc.				<i>C. trichotomum</i> , <i>D. lotus</i> , <i>P. persica</i> , <i>R. chinensis</i> , <i>P. amurense</i> , <i>S. incisa</i> etc.				<i>A. altissima</i> , <i>P. persica</i> , <i>E. umbellata</i> , <i>R. parvifolius</i> , <i>C. controversa</i> , <i>L. maximowiczii</i> etc.			

^a: Canopy layer, ^b: Under canopy layer, ^c: Shrub, ^d: Mean importance percentage.

한 소나무림 흉고직경 15~32cm, 수령 25~32년생(Lee, 2012)으로 저지대의 소나무림과는 유사하였으나, 사면 소나무림과는 큰 차이가 있었다. 사면 소나무림은 비교적 최근에 형성된 소나무림이나, 수구막이 소나무림과 주변 저지대 소나무림의 경우 운문사에서 장기간에 걸쳐 관리해 온 중요한 문화경관림인 것으로 판단되었다.

4. 현황종합 및 관리방안

청도군 운문사 입구 수구막이 소나무림은 풍수이론에 따라 주산에서 북측으로 열린 수구(水口)를 막기 위해 조성한 숲으로, 관련 사료(史料)는 부족하였으나, 청문조사를 통해 운문사에서 오래전부터 관리되어온 숲임을 확인할 수 있었다. 소나무림에는 교목층 5종, 아교목층 28종, 관목층 92종 등 총 92종의 수목이 생육하였고, 소나무는 총 670주가 분포하였다. 흉고직경은 대체로 40cm 이상의 대경목이었고, 90cm인 소나무가 2주 확인되었다. 자생종 활엽수는 주로 밀도가 낮은 운문천 인접

지역에 분포하였고 총 28종 194주였으며 교목층까지 생장시 소나무와 경쟁할 수 있는 교목성상의 낙엽활엽수가 다수 분포하였다. 외래종은 총 2종이 확인되었는데, 70년대 식재된 일본잎갈나무 32주와 소나무 하부에서 생육하고 있는 가죽나무 1주였다. 이들 수종은 관리가 필요하였고, 특히 일본잎갈나무는 집단화되어 있어 벌목 후 소나무림 복원이 필요하였다. 소나무생육상태는 대체로 양호하였는데, 고사목 14주 외 15주의 생육불량목이 확인되어 지속적인 관리가 필요하였고, 일제강점기시 송진 채취로 인해 수간에 남은 상처는 세균에 의한 감염 등에 노출되어 있어 지속적인 예찰이 요구되었다. 밀도별 식생구조 분석결과, 대체로 저밀도 소나무림에서 소나무와 경쟁이 가능한 교목 수종이 주로 출현하였고, 중밀도 소나무림은 종다양성과 전체적인 개체수가 비교적 많아 가장 안정적인 식생구조를 보이고 있었다. 수령은 평균 114년생으로 개체목별 차이는 다소 있으나 100년이 넘는 소나무숲으로 주변 산림의 자연소나무림보다 수령이 많아 운문사에서 오랜시간 보전 및 관리해 온 숲이라는 사실을 확인할 수 있었다.

Table 9. The number of species and individual according to the density in the Sugumagi forest of Unmun temple, Cheongdo-gun

Division		No. of species(Unit:400m ²)	No. of individual(Unit:400m ²)			
			Total	Canopy	Under story	Shrub
Low density forest	Range	1~26	1~421	0~17	1~21	4~404
	Average	9.6	97.5	4.3	6.6	96.2
Middle density forest	Range	4~25	22~333	6~10	1~10	12~324
	Average	12.5	123.9	8.4	2.7	114.4
High density forest	Range	1~13	11~126	10~19	1~6	16~112
	Average	8.5	57.8	12.9	2.0	46.8

Table 10. Shannon's species diversity index according to the density in the Sugumagi forest of Unmun temple, Cheongdo-gun (Unit: 400m²)

Division		H'(shannon)	J'(evenness)	D'(dominance)	H'max
Low density forest	Range	0.0000~1.2817	0.0000~1.0000	0.0000~0.7357	0.0000~1.4150
	Average	0.7166	0.7700	0.1723	0.8731
Middle density forest	Range	0.5595~1.2284	0.7487~0.9925	0.0075~0.9880	0.6021~1.3979
	Average	0.9217	0.8938	0.1380	1.0354
High density forest	Range	0.0000~1.0712	0.0000~0.9718	0.0000~0.1778	0.0000~1.1139
	Average	0.8051	0.8610	0.0835	0.8789

Table 11. The tree age and growth amount according to the DBH and height in the Sugumagi forest of Unmun temple, Cheongdo-gun

Tree No.	DHB(cm)	Height(m)	Measurement age(year)	Estimated age(year)	Average growth amount(mm)/year
25	62.0	13	107	124	2.0
28	53.0	14	108	108	2.0
139	72.0	18	104	161	2.2
182	41.0	16	108	123	3.0
212	70.0	20	72	97	1.4
246	46.0	13	104	121	2.6
253	74.0	14	67	100	1.4
263	74.0	14	87	110	1.5
265	65.0	18	59	84	1.3
267	46.0	13	101	101	2.2
294	76.0	11	105	105	1.4
311	38.0	18	100	100	2.6
312	57.0	19	94	94	1.6
315	56.0	20	115	115	2.1
323	47.0	18	119	119	2.5
403	48.0	18	89	105	2.2
484	70.0	14	117	161	2.3
558	57.0	19	90	113	2.0
642	76.5	18	83	111	1.5
644	60.5	19	92	103	1.7
723	72.0	15	92	125	1.7
727	77.0	18	98	141	1.8
787	68.0	18	85	101	1.5
834	61.0	20	85	103	1.7
838	61.0	20	111	128	2.1
Average	61.1	17	96	114	1.9

Table 12는 청도군 운문사 입구 수구막이 소나무림의 현황 분석을 바탕으로 관리방안을 제시한 것이다. 관리는 크게 양묘 관리, 생육관리, 외래종 관리, 소나무림 식생구조 관리로 구분하였다. 양묘관리는 중장기적인 소나무림의 보전과 유지에 필요한 관리로서 수구막이숲의 분포범위에 따른 소나무의 생태형(eco type)을 고려하고(Ahn, 2012), 기존 소나무와의 경관적 통일성을 유지하기 위해 현재 소나무의 종자 채취 및 치수를 이식하여 차대목을 생산하기 위한 양묘가 필요하였다. 생육관리를 살펴보면 소나무 고사목 14주를 대체하여 동일 수종인 소나무의 식재를 통한 복원이 필요하였고, 생육불량 소나무 15주와 생육양호 641주는 최근 지구온난화의 영향으로 산림해충의 발생빈도가 높아지고 소나무 에이즈라 불리는 소나무재선충병 등 병충해 피해가 늘어나고 있어, 소나무의 병충해 피해를 위해 정기적인 시약 관리가 필요하였다. 특히 산림청에 따르면 소나무 재선충병의 경우 2019년 경남지역 항공방제 면적이 6,300ha로 전국 최대를 기록하였고, 대상지는 경상북도 최남단에 위치하고 있어 확산에 대한 대비가 필요하였다.

외래종 관리는 일본잎갈나무와 가죽나무를 대상으로 실시하며, 수구막이 소나무림으로서 경관적·생태적으로 어울리지 않는 외래종을 제거하고 일본잎갈나무의 경우 소나무림 복원, 가죽나무의 경우 확산에 대비한 모니터링을 제안하였다. 식생관리는 교목층 밀도가 낮은 저밀도 소나무림을 대상으로 교목층

에서 경쟁하는 낙엽활엽수 일부를 제거하고 소나무림을 복원 하되, 식생구조가 가장 안정적인 중밀도(7~10주)를 목표로 하는 복원을 제안하였다. 또한 천이초기 식생인 소나무림의 지속적인 보전과 유지를 위한 방해극상 관리가 필요하였다.

송진 채취로 인한 수간상처의 현황을 보면 전체 659주 중 371주는 2005년에 외과수술을 실시하였다. 일본의 경우 수목 외과수술의 문제점으로 인해 최근 10년간 수목외과수술을 하지 않고 있다. 무분별한 수목 외과수술에 의존하기 보다 상처 부위의 정기적인 살균·살충을 통하여 병충해 피해를 예방할 필요가 있었다. 본 연구대상지는 일제강점기의 아픈 역사의 흔적을 볼 수 있는 곳으로 역사의 소중한 교육의 장소로도 활용이 가능하다고 판단되었다.

IV. 결론

청도군 운문사 입구 수구막이 소나무림은 풍수이론에 따라 주산에서 북측으로 열린 수구(水口)를 막기 위해 조성한 숲으로, 총 92종의 수목과 함께 소나무 총 670주가 생육하고 있었다. 소나무의 흉고직경은 대체로 40cm 이상, 최대 90cm의 대경목이고, 평균 수령은 114년으로 100년이 넘게 유지 및 관리되어오는 숲으로 현재 문화재로 지정되지 않았으나 역사·문화·생태적 가치가 높은 숲으로 판단되었다. 하지만 운문천변

Table 12. Management plan of the *Pinus densiflora* Forest for Sugumagi of Unmun Temple, Cheongdo-gun

Division		Species	Amount	Management methods
The <i>Pinus densiflora</i> growing seedling management		-	-	<ul style="list-style-type: none">▪ <i>Pinus densiflora</i> forest for Sugumagi and surrounding <i>Pinus densiflora</i> forest seed collection▪ Transplantation of young seedlings in <i>Pinus densiflora</i> forest▪ Operation of seedling plantations for the next generation of <i>Pinus densiflora</i>
Growth management	Dead wood	<i>P. densiflora</i>	14	<ul style="list-style-type: none">▪ <i>Pinus densiflora</i> cultivated after the removal of deadwood.▪ Management of pressure, etc. by surrounding vegetation until the stable growth of <i>Pinus densiflora</i>
	Poor growth	<i>P. densiflora</i>	15	<ul style="list-style-type: none">▪ Intensive management to prevent pests
	Good growth	<i>P. densiflora</i>	641	<ul style="list-style-type: none">▪ Regular management for maintaining tree forms
				<ul style="list-style-type: none">▪ Regular pest management▪ Completion of damaged river erosion site
	Tree trunk wounds	<i>P. densiflora</i>	659	<ul style="list-style-type: none">▪ Regular reagent management▪ Use as history study center in the Japanese strength period
Invasive species management		<i>L. leptolepis</i>	32	<ul style="list-style-type: none">▪ <i>Larix leptolepis</i> removal▪ Restoration of <i>Pinus densiflora</i> forest using cultivated <i>Pinus densiflora</i> (medium density goal: 7~10)
		<i>A. altissima</i>	1	<ul style="list-style-type: none">▪ Logging and monitoring about spread
Vegetation management		-	-	<ul style="list-style-type: none">▪ Seeds and seedlings of <i>Pinus densiflora</i> in the forest of the Sugumagi▪ Removal of deciduous broadleaf from low-density <i>Pinus densiflora</i> forest conopy layer▪ <i>Pinus densiflora</i> planting and management for the restoration of low density <i>Pinus densiflora</i> Forests (medium density goal: 7~10)▪ Management of low-level vegetation to maintain <i>Pinus densiflora</i> forest (prevention of disturbance): <i>Celtis sinensis</i>, <i>Zelkova serrata</i>, <i>Platycarya strobilacea</i>, <i>Quercus variabilis</i>, etc.
Management of resin extraction <i>Pinus densiflora</i>		-	659	<ul style="list-style-type: none">▪ Avoid unnecessary surgical operations▪ Preventing pests through regular sterilization and pesticide▪ Use of the history, culture, and ecological education

의 느티나무, 팽나무 등과 외래종 일본잎갈나무 등 교란요인이 분포하였고, 14주의 고사목과 15주의 생육불량목, 659주의 일제강점기시 송진 채취로 인해 수간에 남은 상처는 보다 체계적인 관리가 필요하였다. 대체로 교목층 소나무 개체수가 적고 낙엽활엽수가 함께 생육하는 저밀도 소나무림의 경우 종수 및 개체수, 종다양도지수 등에 있어 중밀도 소나무림에 비해 식생구조 안정성이 낮았다. 이러한 결과를 바탕으로 운문사 수구막이 소나무림의 지속가능한 보전, 유지, 관리를 위한 방안을 제안하였다. 관리방안은 크게 소나무 양묘, 생육상태 관리, 외래종 관리, 소나무림 식생관리, 송진 채취목 관리로 구분하여 제시하였고, 향후 발생할 수 있는 소나무림의 훼손에 대응하고 지속가능한 수구막이숲 유지를 위해 체계적인 양묘를 바탕으로 한 병충해, 방해극상관리, 식생복원 등이 필요하였다.

본 연구는 중요한 역사·문화·생태적 가치를 갖고 있으나, 크게 주목받지 않았던 운문사 입구의 수구막이 소나무림에 대상으로 전수조사를 통한 소나무림의 데이터베이스를 구축하고, 생육상태, 식생구조 등의 분석과 함께 주변 소나무림 연구와의 비교 고찰을 바탕으로 향후 관리를 위한 방안을 함께 제시한데 의의가 있다. 다만 본 연구는 2011~2012년에 조사된 자료를 바탕으로 작성되어 향후 운문사 수구막이 소나무림과 관련된 시계열 변화, 식생구조에 대한 분석 및 해석, 보다 상세하고 체계적인 관리방안 수립 등의 연구가 지속적으로 수행될 필요가 있으며 이를 바탕으로 운문사 수구막이 소나무림의 가치를 새롭게 발굴할 수 있을 것이라 사료된다.

References

- Ahn, I. S.(2012) Analysis of Vegetation Structure and Development of the Community Planting Models Based on the Ecotype of the *Pinus densiflora* S. et Z. in Korea, Ph. D. Dissertation, University of Seoul, pp. 196.
- Brower, J. E. and J. H. Zar(1977) Field and Laboratory Methods for General Ecology. Wm. C. Brown Company, pp. 194.
- Curtis, J. T. and R. P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32: 476-496.
- Han, B. H., J. W. Choi, T. H. Noh and J. S. Kim(2012) Vegetation distribution status and change for twenty four years(1986~2010) of Seunhwanglim(forest), Wonju. Korean Journal of Environment and Ecology 26(5): 741-757.
- Jang, D. S.(2006) A study on the Korean traditional forest planting with the fengshui theory. Keimyung Korean Studies Journal 33: 49-80.
- Koo, J. W.(2014) A Study on Characteristics of Vegetation Structure and Management Planning of the *Pinus densiflora* Forest in Gayasan National Park. Graduate School of Urban Science University of Seoul, Thesis for the Degree of Master, pp. 109.
- Korea National Arboretum(2017) Checklist of Vascular Plants in Korea. Korea National Arboretum, Pocheon.
- Krebs, C. J.(1985) Ecology. N. Y., Harper Low, pp. 800.
- Lee, C. B.(2006) Coloured Flora of Korea. Seoul: Hyangmoonsa.
- Lee, D. L.(2012) A Study on Characteristics of Vegetation Structures and Restoration Measures for the Vegetation Landscape in the Cultural Landscape Forest of Unmun Temple, Cheongdo-gun, Korea. Thesis for the Degree of Master, University of Seoul, pp. 108.
- Lee, D. L., B. H. Han and J. I. Kwak(2019) A study on characteristics of vegetation structures and vegetation landscape management in the cultural landscape forest of Unmun temple, Cheongdo-gun, Korea. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture 47(3): 81-92.
- Lee, K. J., J. S. Kim, J. W. Choi and B. H. Han(2008) Vegetation structure of *Abies holophylla* forest near Woljeong Temple in Odaesan National Park. Korean Journal of Environment and Ecology 22(2): 173-183.
- Lee, K. J., K. S. Ki and J. W. Choi(2009) Vegetation succession and vegetation management of the *Pinus densiflora* S. et Z. forest in the Beopjusa area, Songnisan National Park. Korean Journal of Environment and Ecology 23(2): 208-219.
- Lee, K. J., K. T. Kim and Y. B. Kim(1993) Early diagnosis of injuries on the forest by acid rain and airborne pollutants. The Korea Science and Engineering Foundation, pp. 205.
- Lee, K. J., N. H. Cho, Y. G. Chung and H. S. Cho(1991) The environmental impact and the structure of plant community of Daekwanrim in Hamyang. Landscape Journal 19(2): 52-64.
- Park, D. J.(2010) A Study of Arrangement & Space Composition of Unmun Temple in the View of Feng Shui. Master's Thesis, Department of Environmental Design Graduate School of Environment and Public Health Yeungnam University, Daegu, Korea, pp. 123.
- Park, S. J., I. G. Song, S. J. Park, O. H. Lee and S. Y. Jang(2010) A study on the resource reality in Unmunsan (Qingdao, Gyeongbuk) county park. Korean Journal of Plant Resources 23(4): 327-349.
- Pielou, E. C.(1975) Ecological Diversity. John Wiley and Sons Inc, New York, pp. 165.
- The National Environmental Protection Institute(1988) Studies on the Development of Biomonitoring to Environmental Pollutants (II). The Ministry of Science and Technology.
- Unmun Temple (2011) Korean Nameplate Series 10, Korean Buddhism and Culture Magazine, pp. 260.

Received : 01 July, 2020

Revised : 13 July, 2020 (1st)

31 August, 2020 (2nd)

Accepted : 31 August, 2020

4인인명 심사필