

# 거제도 가라산·노자산 일대 낙엽활엽수림의 생태적 특성 규명<sup>1a</sup>

이수동<sup>2</sup> · 조봉교<sup>3\*</sup> · 이광규<sup>4</sup> · 염정현<sup>5</sup> · 오충현<sup>3</sup>

## Identification of ecological characteristics of Deciduous broad-leaved forest, Garasan(Mt.)· Nojasan(Mt.) at GeoJae

Soo-Dong Lee<sup>2</sup>, Bong-Gyo Cho<sup>3\*</sup>, Gyounggyu Lee<sup>4</sup>, Jung-Hun Yeum<sup>5</sup>, Chung-Hyeon Oh<sup>3</sup>

### 요약

본 연구는 남해안에 분포하는 양호한 산림 식생의 복원과 관리뿐만 아니라 장기적인 측면에서 기후변화에 따른 변화 경향을 파악하고자 가라산과 노자산 서사면에 분포하는 식생의 식물군집구조 특성을 조사분석하였다. 86개 조사구를 대상으로 군락을 분류한 결과, 저지대를 중심으로 분포하는 곱솔-굴피나무군락, 곱솔-소나무군락, 계곡부 및 전석지대를 중심으로 출현하는 개서어나무-낙엽활엽수군락, 때죽나무-낙엽활엽수군락, 고로쇠나무-낙엽활엽수군락, 낙엽활엽수군락, 느티나무군락, 상대적으로 해발고가 높고 급경사 사면에 분포하는 졸참나무군락, 졸참나무-때죽나무군락, 때죽나무-소사나무군락, 참회나무군락으로 유형화되었다. 천이경향상 상록침엽수는 낙엽활엽수로의 천이가 진행될 것이나 수령이 약 50년인 개서어나무, 느티나무, 고로쇠나무 등 낙엽활엽교목림은 층위구조가 발달되었을 뿐만 아니라 생태적으로 안정되어 현재의 상태를 유지할 것으로 판단되었다. 환경요인으로는 표고, pH, 점토와 실트의 함량, Mg<sup>++</sup>, Ca<sup>++</sup> 등이 식물 군락 분포에 직간접적으로 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

주요어: 환경요인, 천이경향, 식생구조, 경정

### ABSTRACT

This study was conducted to investigate and analyze the characteristics of the plant community structure of vegetation distributed on the western slope and ridge connecting Mt. Noja to Mt. Gara. This basic research was executed not only to restore and manage forest vegetation, but also to monitor the trend of change in the long

1 접수 2021년 3월 17일, 수정 (1차: 2021년 4월 9일, 2차: 2021년 4월 20일), 게재확정 2021년 4월 21일

Received 17 March 2021; Revised (1st: 9 April 2021, 2nd: 20 April 2021); Accepted 21 April 2021

2 경상국립대학교 조경학과 교수 Dept. of Landscape Architecture, Gyeongsang National University, 52725, Korea (ecoplan@gntech.ac.kr)

3 경상국립대학교 대학원 도시시스템공학과 박사과정 Dept. of Landscape Architecture, Graduate School, Gyeongsang National University, 52725, Korea (bonggyo1@naver.com)

4 국립문화재연구소 자연문화재연구소 연구원 National Research Institute of Cultural Heritage, Natural Cultural Properties Lab., 34122, Korea (zy2376el@naver.com)

5 강원원주대학교 환경조경학과 교수(Gangneung-Wonju National University, Dept. of Environmental Landscape Architecture), 25457, Korea (zelkovayyum@qwnu.ac.kr)

3 경상국립대학교 대학원 조경학과 석사과정 Dept. of Landscape Architecture, Graduate School, Gyeongsang National University, 52725, Korea (hco0970@naver.com)

\* 교신저자 Corresponding author: bonggyo1@naver.com

term. As a result of classifying the community in 86 survey quadrats, the *Pinus thunbergii-Platycarya strobilacea* comm. and *P. thunbergii-P. densiflora* comm. were distributed around the lowlands. The *Carpinus tschonoskii-Deciduous broad-leaved* comm., *Styrax japonicus-Deciduous broad-leaved* comm., *Acer pictum* subsp. *Mono-Deciduous broad-leaved* comm., *Deciduous broad-leaved* comm., and *Zelkova serrata* comm. appeared in the valley and all stone areas. *Quercus serrata* comm., *Q. serrata-S. japonicus* comm., *S. japonicus-Carpinus cordata* comm., *Euonymus oxyphyllus* comm. were classified as being distributed on steep slopes with relatively high altitude. According to the succession trend of the forest, evergreen conifers will be transition to deciduous broad-leaved trees. However, deciduous broad-leaved arboreous forests, such as *Carpinus tschonoskii*, *zelkova serrata*, and *Acer pictum* subsp. *Mono*, were considered to maintain their current succession stage because not only the stratified structure was developed over about 50 years tree age, but also ecologically stabilized. As environmental factors, it was analyzed that altitude, pH, content of clay and silt,  $Mg^{++}$ ,  $Ca^{++}$ , etc. directly or indirectly affect the distribution of plant communities.

**KEY WORDS:** Environmental Factor, Succession trends, Vegetation structure, Competition

## 서론

인구 증가에 따라 직간접적으로 발생하는 기후변화, 침입종 유입, 자원 훼손 및 남용, 산림 개발 등은 생물다양성 쇠퇴와 멸종의 주요 원인이다(Luther et al., 2020). 이와 같은 생물다양성 손실은 인류의 역사 이래로 가속화되고 있는데, 벌채, 개간, 매립과 같은 인간의 행위는 자연적인 멸종 과정을 100배 이상 가속화시키는 것으로 밝혀졌다(Rawat and Agarwal, 2015; Dale et al., 2001; Devi and Yadava, 2006). 특히, 도로, 택지개발 등의 영향으로 발생하는 산림 파편화 또는 단편화는 멸종 가능성을 높일 수 있기 때문에 가능한 숲을 온전하게 보호하는 것이 필요하다고 하였다(Pattanavibool and Dearden, 2002, Luther et al., 2020). 우리나라 남해안에 위치한 산림도 16세기를 전후하여 인구 증가, 연료목 채취 등의 영향으로 생물다양성이 손실되기 시작하였는데, 19세기 말과 1940~1960년대 일제강점기와 전쟁을 겪으면서 심화된 이후 교란에서 회복되었거나 되는 단계이기 때문에(Oh and Choi, 1993, Lee et al., 1999a, Lee et al., 2010) 양호한 식생의 보전 및 관리를 위해서는 실질적인 보호와 더불어 실제 파약을 위한 생태계 조사가 병행되어야 할 것이다.

난대림대는 남부 해안가나 해발 400m 이하인 산림 저지대 또는 구릉지 및 산악지의 3부 능선 이상의 계곡부에 분포하는 것으로 알려져 있다(Yoo et al., 2016) 일제강점기의 산림수탈, 연료목 채취, 벌채, 조립 등의 교란으로 해안, 급경사지 등에만 남아있는 것으로 알려져 있는데, 잘 보호된 일부 지역에서는 상록활엽수림으로 천이가 진행되는 중이라고 하였다(Lee et al., 1999a). 현재 회복되는 과정이지만 직접적인 서식지

파괴는 온난화로 인한 상록활엽수림의 확산 추세를 늦출 수 있을 것이라는 견해도 있기 때문에 기후변화의 영향을 파악할 수 있고 장기모니터링이 필요한 것으로 판단하고 있었다(Park et al., 2016). 보호지역인 한려해상 및 다도해해상국립공원의 산림 식생도 인위적인 교란의 영향으로 상록활엽수림으로 대표되는 원시생이 훼손된 이후 대상식생인 곰솔, 소나무 등이 우점하고 있었으나 하층에는 낙엽활엽수 또는 상록활엽수가 출현하는 등 천이가 진행 중인 것으로 추정하고 있었다(Kim et al., 2016b, Kim et al., 2018). 훼손된 난대림대의 식생이 회복 중에 있다면 결과는 섬과 해안 산림의 식물군집구조 해석, 천이 경향 예측, 관리 방안 등의 연구를 통해 확인할 수 있었다. 천이와 관련해서 남부 해안림의 경우 소나무, 곰솔 등이 우점하지만 지리적 입지, 기후, 천이 등의 영향으로 졸참나무와 같은 참나무류를 거쳐 감탕나무, 후박나무, 생달나무 등 상록활엽수로의 변화를 예상하였다(Lee et al., 1999a, Cho et al., 2017, Kim et al., 2018). Park et al.(2018)은 한국 난온대 지역의 식생 천이 계열을 정리한 바 있는데, 초기단계인 곰솔, 소나무 등에서 중간단계인 후박나무, 참식나무 등을 거쳐, 극상단계인 구실잣밤나무, 붉가시나무, 참가시나무 등으로 진행될 것이라고 하였다(Oh and Shim, 2006). 반면, 남해안을 대상으로 진행된 지형구조와 식생 군락과의 연계성을 파악한 연구에서 해발고가 높은 능선부와 척막지에는 소나무군락, 사면은 때죽나무 우점 군락, 계곡부는 너티나무, 신갈나무 등 낙엽활엽수가 우점하는 것으로 나타났다(Lee and Kim, 2005). 경남 남해군에 위치한 금산에 분포하는 졸참나무, 개서어나무 등 낙엽활엽수림은 흉고직경급이 정규분포형을 나타내어 현상태를 유지할 수 있을 것으로 예상한 바 있는데(Kim et al., 2016a) 난대림에 속하더라도 입지에 따라 다양한 식생이 분포하는 것을 확인할

수 있었다. 일반적으로 난대림대는 상록활엽수가 우점할 조건은 갖추어져 있으나 해발고, 향 등의 지형, 미기후, 교란 등에 따라 식생의 발달 단계는 차이가 있을 수 있기 때문에 상록활엽수림과 낙엽활엽수림이 혼재될 수 있다고 하였는데, 지속적인 발달을 촉진하기 위해서는 하층 식생의 보호가 전제되어야 할 것이다.

거제도도를 대상으로 한 연구 중 가라산 일대의 식생은 해발 300m를 기준으로 저지대는 경작, 조림, 벌채와 같은 인위적인 간섭이 심하여 상록활엽수림이 조각 형태로 분포하는 반면, 이 상에서는 졸참나무, 소사나무, 고로쇠나무 등이 잘 보존된 상태라고 하였다(Kim *et al.*, 1999). 장복만 일대의 식생도 산화나 남벌, 토양침식과 같은 인위적인 간섭에 의해 초지, 상록수림, 곰솔식재림, 기타 식재림으로 구분되었는데 교란이 없다면 중조성과 군락 특성이 자연림과 유사하게 변화될 것이라고 하였다(Lee *et al.*, 1994). 무인도서는 곰솔군락이 발달해 있는 것으로 파악되었는데(Kim *et al.*, 1999, Kim *et al.*, 2014) 이는 산화나 남벌, 토양침식과 인위적인 간섭의 영향인 것으로 판단한 Lee *et al.*(1994)의 연구 결과와도 일치하였다. 낙엽활엽수가 우점하는 노자산의 경우 소나무에서 참나무류를 거쳐 고로쇠나무, 너트나무 등 습윤지성 낙엽활엽교목으로(Lee *et al.*, 1999b), 해안과 접한 천장산은 곰솔에서 낙엽활엽수를 거쳐 참식나무가 우점하는 상록활엽수로의 천이를 예측하였는데(Lee *et al.*, 2019b) 이는 동일한 난대림대이지만 교란 정도 또는 입지에 따라 천이의 방향은 달라질 수 있다는 것이 확인된 것이다. 이상 거제도의 산림 식생은 직간접적인 영향으로 피해를 입었으나 시간이 지나면서 낙엽활엽수 또는 상록활엽수로 천이가 진행되어 안정적인 상태를 유지하고 있다는 것이 연구자들의 공통적인 의견이다.

한편, 코로나와 기후변화 시대에 생태계를 보호하기 위하여 표방한 그린 뉴딜의 정책 방향 중 하나로 국토해양도시생태계의 기후변화 대응제고 분야에서 생태계 건강성 증진을 표방하고 있다. 과거 개발 위주의 발전 정책에서 친환경으로의 전환을 언급하는 것으로 이해할 수 있으나 여전히 산악관광활성화라는 명분으로 보호지역 내외에 케이블카, 산악열차, 골프장 등 정책에 역행하는 산림 개발 계획이 추진되고 있다. 연구대상지인 가라산의 경우에도 거제남부관광단지 계획으로 인해 멸종위기 야생생물 II급인 대흥란 자생지(Jung *et al.*, 2020) 뿐만 아니라 생물의 서식처 훼손이 예상됨에도 불구하고 개발계획은 추진되고 있는 실정이다. 일반적으로 생물 서식을 위한 공간에 해당되는 산림 식생의 변화는 다른 생물종에도 영향을 미칠 수 있다고 하였으므로(Schowalter, 2006) 식생의 가치를 평가하기 위한 식생 분포, 식물군집구조 등에 대한 정밀한 현황 조사 및 분석이 필요하다. 이에 본 연구는 남해안에 분포하는 양호한 산림 식생의 복원과 관리뿐만 아니라 장기적인 측면에서 기후변화에 따른 변화 경향을 모니터링하기 위해서 가라산

에서 노자산을 잇는 서사면에 분포하는 식생의 식물군집구조 특성을 조사분석하고자 진행하였다.

## 연구내용 및 방법

본 연구는 난대림대에 속하는 거제도 가라산과 노자산을 잇는 능선부와 서사면에 분포하는 식생의 생태적 특성을 파악하고자 진행하였다. 일반적으로 상록활엽수가 분포할 수 있는 난대림은 한랭지수, 기온으로 설명하는데(Yim and Kira, 1975, 1976; Yim, 1977a, 1977b; Kil and Kim, 1999), 한랭지수는 -5.5~-7.7(Yim, 1977b, Kil and Kim, 1999), 기온은 최한월인 1월 평균기온 -4℃ 이상(Koo *et al.*, 2001, Yun *et al.*, 2011)에서 분포한다고 하였다. 연구대상지가 위치한 거제도의 기온을 살펴보면, 1961~1990년, 1971~2000년, 1981~2010년의 1월 평균기온이 1.9~3.5℃로 난대림대에 해당되었다. 다만, 가라산(580m)과 노자산(565m)을 잇는 능선부 서사면의 경우 난대림대에 속하나 Yoo *et al.*(2016)이 분포 한계로 제시한 해발 400m 이상인 지역이 존재하였을 뿐만 아니라 일제강점기의 수탈, 연로목 채취, 벌채, 조림 등 인위적인 교란 후 회복되는 단계로(Lee *et al.*, 1999a) 상록침엽수와 낙엽활엽수가 우점하는 숲이 형성되어 있었다.

연구대상지의 식물군집구조 특성을 파악하고자 능선, 계곡, 경사지 등 지형적인 특성을 고려하여 가라산을 대표할 수 있는 식생 군락, 입지환경의 변화가 있는 지역에 총 86개소의 조사구를 설정하였다(Figure 1). 각 조사구는 10m×10m(100㎡) 방형구를 기본으로 1~4개소를 함께 설치하였으며 경사, 향, 해발고 등의 환경인자, 층위구조를 구분하여 증명, 흉고직경 등 식생구조를 조사하였다. 조사구 선정 및 설치에 있어서는 사면, 능선부 등 지형의 미세한 변화가 다양한 입지에서는 선형 또는 피형이 효율적이라는 연구결과(Laurance *et al.*, 1998)와 더불어, 정방형 또는 직사각형의 방형구는 큰 차이가 없더라는 연구 결과도 제시된 바 있다(Linares-Palomino *et al.*, 2008). 본 연구는 환경 구배에 따른 식생 변화보다는 대상지에 분포하는 대표 군락의 식물군집구조 특성을 규명하는 것이 목적이므로, 가능한 균질한 군집을 대상으로 정방형의 조사구를 설정한 후, 방형구법(Quadrat Method)을 적용하여 조사하였다. 숲의 층위구조는 방해받지 않아 안정된 산림 뿐만 아니라 교란된 곳 모두 3개의 층위로 구성되는 것으로 확인된 바 있어(Lalfakawa *et al.*, 2009, Lalzazovi and Lalnuntluanga, 2017), 각 조사구내에 출현하는 수종을 대상으로 수관의 위치에 따라 햇빛을 직접 받는 교목층, 중간의 아교목층, 수고 2m 이하인 관목층으로 구분하여 수종명과 규격을 측정하여 기록하

었다. 규격은 흉고직경(DBH) 2cm 이상인 교목 및 아교목층에 대해서는 흉고직경, 수고, 지하고, 수관폭을, 수고 2m 이하인 관목층은 수고, 지하고, 수관폭을 조사하였다. DCCA 분석을 위한 환경요인 조사에서 경사, 향, 해발고 등은 GPSMAP 64s(GARMIN)을 이용하여 위치를 확인하였고 QGIS 3.10.3을 활용하여 각 지점의 지형구조를 추출하였다.

방형구에 출현한 수종의 층위별 규격을 토대로 각 조사구의 수종별 상대적 우세를 비교하기 위하여 Curtis and McIntosh(1951)의 중요지(Importance Percentage: I.P.)를 통합하여 백분율로 나타낸 상대우점치를 수관층위별로 분석하였다(Brower *et al.*, 1977). 상대우점치(Importance Percentage: I.P.)는 각 종별 (상대밀도+상대피도)/2로 계산하였고 개체들의 크기를 고려하여 수관층위별로 가중치를 부여한 {(교목층 I.P.×3)+(아교목층 I.P.×2)+(관목층 I.P.×1)}/6으로 평균상대우점치(M.I.P.)를 산정하였다(Park, 1985). 식생조사자료를 바탕으로 군락을 분류하고자 TWINSpan classification 분석을 실시하였다(Hill, 1979). 종 구성의 다양한 정도를 나타내는 척도인 종다양도는 Shannon의 수식(Pielou, 1975)을 적용하여 종다양도(Species diversity, H'), 균재도(Evenness, J), 우점도(Dominance, D')를 종합적으로 비교하였으며 Whittaker(1956)의 수식을 이용하여 유사도지수(Similarity index)를 분석하였고, 수령은 생장추를 이용하여 군락별 우점종의 목편을 추출한 후 연륜을 측정하였다. 또한 각 수목의 세력 변화를 비교하고자 흉고직경급별 분포 분석을 실시하였는데, 천이 경향에 대해서는 상대우점치, 흉고직경급별 분포 분석 등을 고려하여 종합적으로 판단하였다. 군락별 종수 및 개체수는 단위면적 100㎡를 기준으로 산출하였고 조사구가 많은 군집은 각 조사구별 평균값을 비교하였다. 토양 이화학적 특성을 분석하기 위한 시료는 유기물층을 걷어내고 B층에서 채취하였으며 토양 pH, 유기물함량, 양이온치환능력, 유효인산, 전기전도도 등을 분석하였다(National Academy of Agricultural Science, 2000). 또한 식생과 환경요인과의 관계를 규명하고자 하였는데 DCCA는 DCA와 마찬가지로 CCA기법에서 제2축의 왜곡현상을 개선할 수 있는 방법(Lee *et al.*, 2014) MVSP(Multi-Variate Statistical Package) 3.2 program으로 ordination방법 중 DCCA를 사용하였다.

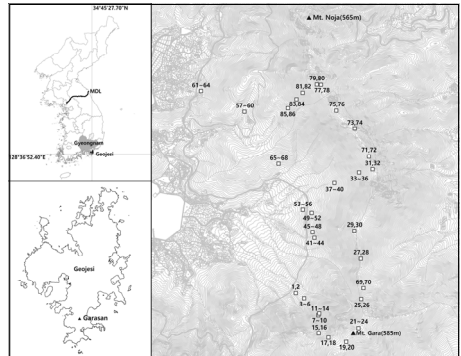


Figure 1. The location map of study site at Garasan(Mt.)

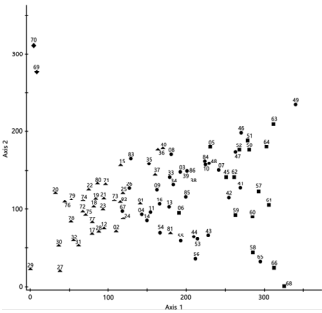
## 결과 및 고찰

### 1. 군락분류(TWINSpan, DCA)

군락을 분류하고자 86개 조사구를 대상으로 ordination 방법 중 TWINSpan과 classification에 의한 DCA 기법을 활용하였다. 우선, DCA에 의해 제1축과 제2축의 eigenvalue 값이 각각 0.52954, 0.27976으로 집중도가 높아 이를 축으로 설정하였다(Figure 2). 좌측 상단과 하단에는 고지대를 중심으로 분포하는 참회나무가 우점하는 군과 참나무, 때죽나무가 우점하는 군이, 중앙에는 계곡부와 중간 사면에 주로 분포하는 고로쇠나무, 느티나무 등 낙엽활엽수가 우점하는 군이, 우측으로는 저지대에서 관찰되는 곰솔, 소나무가 우점하는 군이 각각 그룹을 형성하였다. TWINSpan에 의해서(Figure 3) 참회나무가 우점하는 군, 곰솔, 소나무 등 상록침엽수와 고로쇠나무, 굴피나무, 참나무 등 낙엽활엽수가 경쟁하는 군으로 구분되어 DCA에 의한 군집 분류와 유사하였으나 표집종에 따라 세분되었다라는 차이점은 있는 것으로 나타났다. 즉, 제 I Division에서는 마삭줄이 출현하는 군과 팔배나무, 참나무, 소사나무가 출현하는 군으로, 제 II Division에서는 털참나무와 청미래덩굴이 출현하는 군과 고로쇠나무, 시라주나무가 출현하는 군으로 구분되었다. 후자는 때죽나무, 초피나무가 출현하는 군과 출현하지 않는 느티나무군락으로 분류되었다. 출현하는 군은 개서어나무와 참나무가 표집종인 낙엽활엽수군락과 출현하지 않는 군으로 나누어졌는데, 후자는 산뽕나무가 표집종인 때죽나무-낙엽활엽수군락과 백동백나무, 고로쇠나무, 팽나무, 쫄래꽃이 표집종인 고로쇠나무-낙엽활엽수군락으로 확정되었다. 참나무, 팔배나무, 소사나무가 출현하는 제 III

Division에서는 물푸레나무가 표징종인 참회나무군락과 출현하지 않는 그룹으로 분류되었다. 후자는 당단풍이 표징종인 졸참나무군락과 소사나무, 대팻집나무, 쥐뿔나무, 생강나무가 출현하는 군으로 나누어졌다. 출현하는 군은 최종적으로 작살나무, 소사나무, 쥐뿔나무가 표징종인 때죽나무-소사나무군락과 출현하지 않는 졸참나무-매죽나무군락으로 각각 구분되었다.

이상을 종합해보면, 저지대를 중심으로 분포하는 곰솔-굴피나무군락, 곰솔-소나무군락, 계곡부 및 전석지대를 중심으로 출현하는 개서어나무-낙엽활엽수군락, 때죽나무-낙엽활엽수군락, 고로쇠나무-낙엽활엽수군락, 낙엽활엽수군락, 느티나무군락, 상대적으로 해발고가 높고 급경사 사면에 분포하는 졸참나무군락, 졸참나무-매죽나무군락, 때죽나무-소사나무군락, 참회나무군락으로 구분되었다. 낙엽활엽수가 우점하는 노자산 동사면의 경우 소나무, 졸참나무, 고로쇠나무, 느티나무, 소사나무 등이 우점한다고 하였는데(Lee et al., 1999b) 서사면에서는 상록활엽수의 출현은 없었으나 저지대에는 상록침엽수, 고지대 및 계곡부에는 낙엽활엽수가 분포하는 경향은 유사한 것으로 분석되었다. 한편, 거제도가 난대림대에 속하나 상록침엽수와 낙엽활엽수가 우점하는 산림을 유지하고 있는 것은 Yoo et al.(2016)이 분포 한계로 제시한 해발 400m 이상인 지역이 존재하였을 뿐만 아니라 일제강점기의 수탈, 연료목 채취, 벌채, 조림 등 교란의 시기와 강도에 따라 회복되는 단계가 다르기 때문이며(Lee et al., 1999a), 그 외에 해발고와 향 등 미세지형의 영향인 것으로 추정되었다.



\*Dominant species

- *Carpinus tschonoskii*, *Acer pictum* subsp. *mono*, Deciduous broad-leaved, ▲ *Quercus serrata*, *Styrax japonicus*, *Capinus turczaninowii*,
- *Pinus thunbergii*, *Platycarya strobilacea*, *Pinus densiflora*,
- ◆ *Euonymus oxyphyllus*

Figure 2. Dendrogram of 86 sites classified by DCA classification

2. 식물군집구조

1) 일반적 개황

Table 1은 곰솔 우점 군락, 습윤지성 낙엽활엽수 군락, 때죽나무 우점 군락 등 11개 군락의 일반적 개황을 나타낸 것이다. 곰솔-굴피나무군락은 해발 140.7m, 경사도 22°인 저지대에

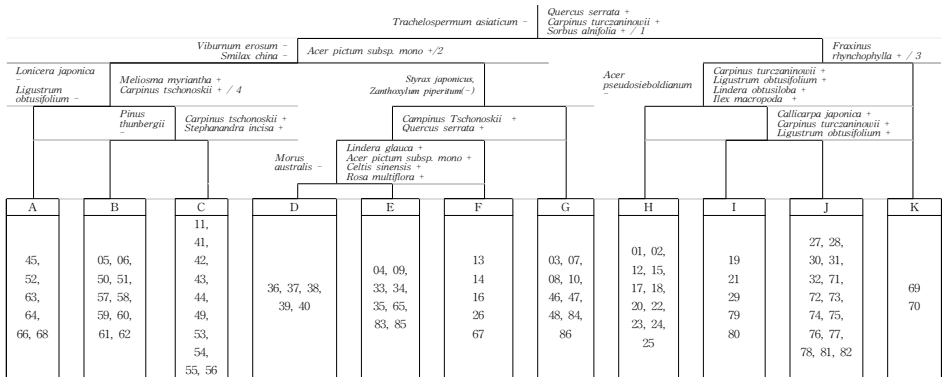


Figure 3. Dendrogram of 86 sites classified by TWINSpan Ordination

A: *Pinus thunbergii*-*Platycarya strobilacea*, B: *P. thunbergii*-*P. densiflora*, C: *Carpinus tschonoskii* -Deciduous broad-leaved, D: *Styrax japonicus* -Deciduous broad-leaved, E: *Acer pictum* subsp. *Mono* -Deciduous broad-leaved, F: Deciduous broad-leaved, G: *Zelkova serrata*, H: *Quercus serrata*, I: *serrata*-*S. japonicus*, J: *japonicus*-*Carpinus cordata*, K: *Euonymus oxyphyllus*

서 관찰되었는데, 교목층(피도 80%)은 곰솔, 굴피나무, 아교목층(피도 29.2%)은 매죽나무, 비목나무, 관목층(피도 43.3%)은 달팽나무, 비목나무가 주요 출현종이었다. 곰솔-소나무군락도 해발 174.6m, 경사도 18°인 북서 또는 남서향의 저지대에 분포하였는데, 교목층(피도 80%)에는 곰솔, 소나무, 아교목층(피도 27.0%)에는 매죽나무, 비목나무, 관목층(피도 27.0%)은 마삭줄, 비목나무가 우점종이었다.

개서어나무-낙엽활엽수군락은 해발 174.5m, 경사도 27.4°인 서향의 저지대에서 군락을 형성하였는데, 교목층(피도 80%)은 개서어나무, 아교목층(피도 23.5%)에는 매죽나무, 비목나무, 나도밤나무, 관목층(피도 39.5%)은 작살나무, 마삭줄 비목나무가 우점종이었다. 고로쇠나무-낙엽활엽수군락은 해발 315m, 경사도 26.4°인 북서향 및 남동향에 입지하였다. 교목층(피도 75%)에서는 고로쇠나무, 느티나무, 굴피나무, 아교목층(피도 33.8%)에서는 매죽나무, 팽나무, 고로쇠나무, 관목층(피도 28.1%)에서는 작살나무, 비목나무의 피도가 높았다. 낙엽활엽수군락은 해발 356m, 경사도 29.4°인 북서향 및 남동향에 분포하였는데, 교목층(피도 66.4%)에는 졸참나무, 고로쇠나무, 개서어나무, 아교목층(피도 38.0%)에는 매죽나무, 사람주나무, 산팽나무, 관목층(피도 18.0%)에는 작살나무, 박쥐나무가 경쟁하였다. 느티나무군락은 해발 279.6m, 경사도 28.3°인 북서향에서 남서향까지 분포하였다. 교목층(피도 41.9%)에는 느티나무, 아교목층(피도 33.3%)에는 매죽나무, 느티나무, 관목층(피도 35.0%)에는 작살나무, 느티나무가 우점종이었다.

참회나무군락은 해발 424.0m, 경사도 19.0°인 북동향의 능선부에 소규모로 군락이 형성되어 있었다. 교목층(피도 6.0%)에는 참회나무가, 아교목층(피도 40.0%)에는 노린재나무, 쥐똥나무가, 관목층(피도 30.0%)에는 으름덩굴, 초피나무가 우점종이었다.

매죽나무-낙엽활엽수군락은 해발 251.4m, 경사도 21.8°인 남서향에 분포하였다. 교목층(피도 80%)과 아교목층(피도 30%)에서는 매죽나무, 느티나무, 산팽나무가 출현하였다. 매죽나무-소나무군락은 해발 468.8m, 경사도 22.5°인 능선부에 주로 분포하였는데, 교목층(피도 78.7%)에는 매죽나무, 소나무, 아교목층(피도 33.3%)에는 소나무, 까치박달, 관목층(피도 32.7%)은 비목나무, 작살나무가 우점하였다.

졸참나무군락은 해발 454.4m, 경사도 14~34°인 북서향에 분포하였는데, 교목층은 졸참나무, 아교목층은 비목나무, 팔배나무, 관목층에서는 비목나무, 작살나무가 우점하였다. 졸참나무-매죽나무군락은 524.4m 경사도 18.8°인 북서향에서 남서향의 고지대에 분포하였다. 교목층(피도 80.0%)은 졸참나무, 매죽나무, 아교목층(피도 31.0%)은 사람주나무, 팔배나무, 관목층(피도 20.0%)에는 비목나무, 생강나무, 노린재나무가 출현하였다.

고로쇠나무는 전국의 해발 100~1,800m에 자생하지만(Lee, 1980) 거제도에서는 해발 150~300m, 암반 노출도 80% 이상인 북사면에 주로 분포한다고 하였는데(Moon *et al.*, 2004), 계곡부 전적지에서 주로 관찰된 것은 유사한 상태이었다. 경

Table 1. General description of the physical and vegetation of the surveyed site

Community name	<i>Pinus thunbergii</i> <i>-Platycarya strobilacea</i>	<i>P. thunbergii</i> <i>-P. densiflora</i>	<i>Carpinus tshonoskii</i> -Deciduous broad-leaved	<i>Styrax japonicus</i> -Deciduous broad-leaved	<i>Acer pictum</i> subsp. <i>Mono</i> -Deciduous broad-leaved	
Altitude(m)	140.7(100-184)	174.6(100-229)	174.5(134-351)	251.4(225-357)	315(151-405)	
Aspect	N278W, S145E, S260W	N278W, N307W, S209W	N274W, N278W, S260W, S266W	S247W, S251W	N307W, N312W, S145E, S230W, S236W, S251W	
Slope(°)	22(20-31)	18(15-21)	27.4(21-33)	21.8(20-29)	26.4(19-32)	
Canopy	Height(m)	18.8(18-20)	19(18-20)	17.5(16-19)	16.2(16-17)	17.1(16-18)
	Coverage(%)	80	80	80	70	75(70-80)
Understory	DBH(cm)	32.5(30-40)	31(25-40)	26(20-40)	25	25.6(20-30)
	Height(m)	8.8(7-10)	9.6(8-10)	8.6(7-10)	7.8(7-8)	7.6(7-9)
Shrub	Coverage(%)	29.2(15-40)	27(15-40)	23.5(15-40)	30	33.8(20-40)
	DBH(cm)	5.2(4-10)	8.4(4-10)	8.7(5-10)	10	7.9(4-10)
Shrub	Height(m)	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
	Coverage(%)	43.3(30-60)	27.0(5-60)	39.5(15-60)	30	28.1(5-40)

(Table 1. continued)

Community name	Deciduous broad-leaved	<i>Zelkova serrata</i>	<i>Quercus serrata</i>	<i>Q. serrata-S. japonicus</i>	<i>S. japonicus-Carpinus cordata</i>	<i>Euonymus oxyphyllus</i>	
Altitude(m)	356(151-479)	279.6(184-405)	454.4(212-579)	524.4(116-579)	468.8(406-549)	424.0	
Aspect	N274W, N296W, N312W, S145E	N307W, N312W, S230W, S236W, S260W	N274W, N285W, N296W, N312W, N337W, S225W, S242W	N330W, N337W, S225W, S238W	N285W, N330W, N60E, S206W, S216W, S242W, S248W, S252W	N63E	
Slope(°)	29.4(20-34)	28.3(19-32)	23.5(14-34)	18.8(14-22)	22.5(7-48)	19.0	
Canopy	Height(m)	15.4(12-18)	17.3(16-18)	14.5(12-18)	12.4(10-13)	11.6(9-15)	6.0
	Coverage(%)	80	76.7(70-80)	80	80	78.7(70-80)	50
Understory	DBH(cm)	21.4(12-30)	27.2(20-35)	19.0(12-25)	15.4(15-17)	15.8(12-20)	10.0
	Height(m)	7.6(6-8)	7.7(7-9)	6.5(4-8)	5.0(4-6)	5.3(4-8)	4.0
Shrub	Coverage(%)	38.0(30-40)	33.3(20-40)	28.6(15-40)	31.0(15-40)	33.3(20-40)	40.0
	DBH(cm)	4.8(4-6)	5.8(4-10)	5.7(4-8)	4.8(4-8)	5.3(4-6)	4.0
Shrub	Height(m)	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0	<2.0
	Coverage(%)	18.0(5-40)	35.0(5-60)	22.3(5-60)	20.0(10-30)	32.7(10-50)	30.0

남 남해군에 위치한 한려해상국립공원 금산 계곡부의 느티나무 군락은 해발 547m, 경사 20°인 남사면에 분포하는 것으로 밝힌 바 있는데(Park *et al.*, 1999, Lee and Kim, 2005) 경사와 계곡부라는 지형은 유사하였으나 해발고는 다소 낮았는데 이는 향에서 오는 차이인 것으로 추정되었다. 졸참나무는 참나무속 중 남방계에 속하는 분류군으로 계곡부에 주로 분포한다고 하였는데(Kim *et al.*, 2016a) 유사한 입지인 것으로 확인되었다. 매죽나무군락은 해발 355-630m, 평균경사 11.7°인 북서 및 남서 사면에 주로 아교목상으로 나타난다고 하였는데(Lee *et al.*, 1999a), 대상지에서는 수고 10m 이상으로 교목층에 출현하였다. 소사나무군락은 해발 440m 이상의 사면 상부에서 정상부의 암반이 노출된 지역에 주로 분포한다고 하였는데(Lee and Kim, 2005) 대상지에서도 사면보다는 능선부와 정상부의 척박한 지역을 중심으로 군락을 형성하고 있었다. 이상은 중한 해보면 곰솔, 개서어나무 우점 군락은 저지대의 사면 지역에 분포하는 경향을 나타내었으나 소사나무, 참참나무 등은 능선부 또는 정상부의 척박한 지역에 군락을 형성하는 것으로 확인되었다. 반면, 매죽나무, 졸참나무 등은 다른 식생의 출현이 드문 정상부 급경사지에서, 고로쇠나무, 느티나무, 층층나무 등 습윤 지성 낙엽활엽수는 계곡부를 중심으로 선형으로 분포하는 경향이 있었다.

## 2) 상대우점치

Table 2는 군락별 주요 출현종의 상대우점치 및 평균상대우점치를 나타낸 것이다. 곰솔-굴피나무군락의 교목층에서는 곰솔(I.P.: 56.9%), 굴피나무(I.P.: 19.9%), 아교목층에서는 매죽나무(I.P.: 25.5%), 비목나무(16.1%)가, 관목층은 비목나무 초피나무 등이 상대우점치 15% 이상으로 우점하였다. 본 군락은 곰솔이 우점하는 현상태를 유지 할 것으로 보이나 이미 굴피나무, 느티나무, 느릅나무 등 교목층 낙엽활엽수 비율이 40%로 이상으로 경쟁상태이며, 앞으로 장기적으로도 이들 종과의 경쟁이 예상되었다. 곰솔-소나무군락은 교목층에서 곰솔(I.P.: 56.7%), 소나무(I.P.: 27.8%)가 동반 출현하였고, 아교목층에서는 매죽나무(I.P.: 25.0%), 비목나무(I.P.: 14.3%), 관목층에서는 마삭줄(I.P.: 33.6%), 비목나무(I.P.: 20.3%)가 우점종이었다. 느티나무, 까치박달 등 낙엽활엽교목이 하층에 다수 출현하였으나 세력이 미미하여 곰솔, 소나무가 우점하는 현상태를 유지할 것이다. 다만, 노자산 일대에 분포하는 소나무림의 경우 참나무류를 거쳐 고로쇠나무, 느티나무 등 습윤지성 낙엽활엽수군락으로의 천이 진행을 예측한 바 있어(Lee *et al.*, 1999b) 곰솔, 소나무 우점 군락도 이 경로를 따를 것으로 예상되었다. 개서어나무-낙엽활엽수군락의 교목층에서는 개서어나무(I.P.: 48.4%)가 우점종이었고 층층나무, 곰솔이 동반종이었다. 아교목층은 매죽나무(I.P.: 39.3%), 관목층은 작살나무(I.P.:

23.3%), 마삭줄(I.P.: 14.9%), 비목나무(I.P.: 10.9%) 등 아교목 및 관목성상이 우점하였다. 개서어나무가 온대남부의 극상수종이기 때문에 우점종의 변화는 없을 것으로 분석되었으며(Lee *et al.*, 2019a), 희소한 기후극상림이기 때문에(Kim *et al.*, 2011) 지속적인 보전관리가 요구될만큼 가치는 높 것으로 판단되었다. 매죽나무-낙엽활엽수군락의 교목층에서는 매죽나무(I.P.: 38.0%), 느티나무(I.P.: 27.5%), 산뽕나무(I.P.: 13.5%)가 경쟁하고 있었다. 아교목층에서는 매죽나무(I.P.: 43.5%), 관목층에서는 작살나무(I.P.: 31.3%), 마삭줄(I.P.: 18.3%) 등이 우점하였다. 본 군락은 상층과 하층에서 매죽나무의 세력이 우세하였으나 아교목성상의 수종이기 때문에 장기적으로는 느티나무, 산뽕나무, 고로쇠나무 등 낙엽활엽교목으로의 천이가 예상되었다. 고로쇠나무-낙엽활엽수군락의 교목층에서는 매죽나무(I.P.: 33.9%), 아교목층에서는 매죽나무(I.P.: 27.5%), 관목층에서는 작살나무(I.P.: 20.5%), 비목나무(I.P.: 16.4%) 등이 각각 우점종이었다. 계곡부 전석지대를 중심으로 분포하는 것으로 밝혀진 바 있는(Moon *et al.*, 2004) 본 군락은 현재 군집을 구성하는 수종들의 생태적 지위가 크게 다르지 않은 것으로 판단되며, 고로쇠나무의 우점도가 압도적으로 높지는 않은 상태로 교목층 수목의 생존시 현 상태가 유지 가능하지만, 일부 고로쇠나무의 고사 등이 발생될 경우 낙엽활엽수군락과 유사한 형태로 바뀔 가능성이 높음으로 판단된다. 낙엽활엽수군락은 교목층에서 졸참나무(I.P.: 17.6%), 고로쇠나무(I.P.: 15.3%), 개서어나무(I.P.: 14.4%), 느티나무(I.P.: 13.9%) 등의 세력이 우세하였다. 아교목층은 매죽나무(I.P.: 19.3%), 산뽕나무(I.P.: 17.4%), 사삼나무(I.P.: 16.5%), 산뽕나무(I.P.: 16.1%), 관목층은 작살나무(I.P.: 18.4%)가 출현하였다. 저지대 계곡부 전석지대와 고지대 원만한 지역을 중심으로 분포하는 본 군락은 졸참나무, 개서어나무, 고로쇠나무, 느티나무 등 낙엽활엽교목이 경쟁하는 현상태가 유지될 것으로 판단되었다. 느티나무군락의 교목층에서는 느티나무(I.P.: 73.8%), 아교목층은 매죽나무(I.P.: 17.9%), 관목층은 작살나무(I.P.: 21.3%), 바귀나무(I.P.: 16.8%)가 우점종이었다. 고피쇠나무군락 또는 낙엽활엽수가 혼효된 군락과 유사하게 계곡부 전석지대를 중심으로 출현하고 있었는데 교목층 느티나무의 세력이 우세하여 현상태를 유지할 것이다. 거제도 의 경우 저지대는 간섭으로 훼손이 광범위하나 해발 300m 이상에서는 졸참나무, 소사나무, 고로쇠나무 등이 우점하는 숲이 잘 보전되어 있다고 하였는데(Kim *et al.*, 1999), 유사한 지형 조건과 출입이 어려운 계곡부 전석지대를 중심으로 층위구조가 양호한 개서어나무, 고로쇠나무, 느티나무 등이 군락을 형성하고 있었다.

졸참나무군락의 교목층에서는 졸참나무(I.P.: 51.8%), 아교목층에서는 당단풍(I.P.: 17.8%), 팔배나무(I.P.: 14.3%), 관목층에서는 비목나무(I.P.: 36.3%)가 우점하였다. 고지대 또는

Table 2. Importance percentage of major woody plants by the stratum in 11 communities

Scientific Name	<i>P. thunbergii</i> - <i>P. strobilacea</i>				<i>P. thunbergii</i> - <i>P. densiflora</i>				<i>C. tschonoskii</i> -Deciduous broad-leaved			
	C.I.P	U.I.P	S.I.P	M.I.P	C.I.P	U.I.P	S.I.P	M.I.P	C.I.P	U.I.P	S.I.P	M.I.P
<i>Prunus maackii</i>	-	1.0	-	0.3	-	-	-	-	2.9	-	-	1.5
<i>Carpinus tschonoskii</i>	-	0.8	-	0.3	2.0	2.2	0.2	1.8	48.4	4.6	-	25.7
<i>Pinus thunbergii</i>	56.9	4.4	-	29.9	56.7	-	-	28.3	12.2	-	-	6.1
<i>Platycarya strobilacea</i>	19.9	2.2	0.6	10.8	2.4	1.6	-	1.7	-	-	-	-
<i>Carpinus cordata</i>	-	-	-	-	-	7.7	0.9	2.7	-	0.9	-	0.3
<i>Meliosma myriantha</i>	-	-	-	-	-	5.2	-	1.7	6.6	9.4	4.8	7.2
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	3.3	3.1	-	2.7	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Zelkova serrata</i>	6.6	1.8	4.7	4.7	3.0	12.3	0.3	5.6	5.9	2.6	15.6	6.4
<i>Acer pseudoesieboldianum</i>	-	3.2	-	1.1	-	7.3	2.4	2.8	-	0.9	-	0.3
<i>Viburnum erosum</i>	-	2.3	15.5	3.4	-	4.2	6.4	2.5	-	1.9	5.8	1.6
<i>Styrax japonicus</i>	-	25.5	-	8.5	1.0	25.0	-	8.8	-	39.3	0.4	13.2
<i>Trachelospermum asiaticum</i>	-	-	5.6	0.9	-	1.3	33.6	6.0	-	1.3	14.9	2.9
<i>Cornus walteri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2.3	-	-	1.2
<i>Lindera erythrocarpa</i>	-	16.1	17.6	8.3	1.0	14.3	20.3	8.6	-	9.6	10.9	5.0
<i>Cornus kousa</i>	-	-	-	-	-	0.4	-	0.1	-	3.9	-	1.3
<i>Prunus sargentii</i>	-	-	-	-	4.0	-	-	2.0	1.3	-	-	0.7
<i>Morus bombycis</i>	-	8.4	-	2.8	-	1.2	-	0.4	-	1.4	-	0.5
<i>Pinus densiflora</i>	-	-	-	-	27.8	-	-	13.9	-	-	-	-
<i>Ardisia japonica</i>	-	-	0.3	0.1	-	-	7.2	1.2	-	-	-	-
<i>Callicarpa japonica</i>	-	3.3	12.4	3.2	-	3.0	15.6	3.6	-	2.6	23.3	4.7
<i>Quercus serrata</i>	-	1.7	-	0.6	2.3	1.8	-	1.8	6.0	1.2	-	3.4
<i>Zanthoxylum piperitum</i>	-	3.9	17.2	4.2	-	-	4.0	0.7	-	-	4.8	0.8
<i>Cornus controversa</i>	11.3	4.5	0.6	7.3	-	-	-	-	13.3	3.1	-	7.7
<i>Sorbus alnifolia</i>	-	-	-	-	-	1.7	-	0.6	-	5.7	-	1.9
<i>Celtis sinensis</i> Pers.	1.9	0.8	0.3	1.3	-	-	0.2	0.0	-	0.7	0.1	0.2
<i>Meliosma oldhamii</i>	-	3.5	-	1.2	-	3.5	0.6	1.3	-	4.4	-	-
Etc.(M.I.P <1.0)	<i>Rosa multiflora</i> , <i>Rhamnus davurica</i> , <i>Lindera glauca</i> , <i>Rhus trichocarpa</i> , <i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i> , <i>Diospyros lotus</i> , <i>Stephanandra incisa</i> , <i>Kadsura japonica</i> , <i>Parthenocissus tricuspidata</i> , <i>Camellia japonica</i> , <i>Aralia elata</i> , <i>Wisteria floribunda</i> , <i>Melia azedarach</i> , <i>Alangium platanifolium</i> var. <i>trilobum</i> , <i>Castanea crenata</i> , <i>Weigela subsessilis</i> , <i>Clematis apiifolia</i> , <i>Lindera obtusiloba</i> , <i>Lonicera japonica</i> , <i>Larix kaempferi</i> , <i>Albizia julibrissis</i> , <i>Rubus oldhamii</i> , <i>Ligustrum obtusifolium</i> , <i>Neolitsea sericea</i> , <i>Smilax china</i> , <i>Euonymus alatus</i>				<i>Rhamnus davurica</i> , <i>Lindera glauca</i> , <i>Actinidia polygama</i> , <i>Ampelopsis heterophylla</i> , <i>Rhus trichocarpa</i> , <i>Diospyros lotus</i> , <i>Stephanandra incisa</i> , <i>Clerodendrum trichotomum</i> , <i>Euscaphis japonica</i> , <i>Castanea crenata</i> , <i>Sapium japonicum</i> , <i>Euonymus japonicus</i> , <i>Lindera obtusiloba</i> , <i>Hedera rhomboides</i> , <i>Lespedeza maximowiczii</i> , <i>Ligustrum obtusifolium</i> , <i>Smilax china</i>				<i>Rosa multiflora</i> , <i>Rhamnus davurica</i> , <i>Lindera glauca</i> , <i>Cephalotaxu koreana</i> , <i>A. pictum</i> subsp. <i>mono</i> , <i>Diospyros lotus</i> , <i>Lonicera maackii</i> , <i>Stephanandra incisa</i> , <i>Symplocos sawafutagi</i> , <i>Ilex macrospoda</i> , <i>Camellia japonica</i> , <i>Fraxinus mandshurica</i> , <i>Fraxinus rhynchophylla</i> , <i>Alangium platanifolium</i> var. <i>trilobum</i> , <i>Elaeagnus macrophylla</i> , <i>Sapium japonicum</i> , <i>Rubus crataegifolius</i> , <i>Zanthoxylum schinifolium</i> , <i>Lindera obtusiloba</i> , <i>Lonicera japonica</i> , <i>Albizia julibrissis</i> , <i>Lespedeza maximowiczii</i> , <i>Neolitsea sericea</i> , <i>E. oxyphyllum</i> , <i>Smilax china</i>			

(Table 2. continued)

Scientific Name	<i>S. japonicus</i> -Deciduous broad-leaved				<i>A. pictum</i> subsp. <i>mono</i> -Deciduous broad-leaved				Deciduous broad-leaved			
	C.I.P	U.I.P	S.I.P	M.I.P	C.I.P	U.I.P	S.I.P	M.I.P	C.I.P	U.I.P	S.I.P	M.I.P
<i>Ampelopsis heterophylla</i>	-	3.3	-	1.1	-	1.1	-	0.4	14.4	-	-	7.2
<i>Carpinus tschonoskii</i>	-	-	-	-	33.9	8.9	5.0	20.7	15.3	3.5	-	8.8
<i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i>	6.8	1.8	6.8	5.1	15.4	1.0	-	8.1	-	-	-	-
<i>Platycarya strobilacea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	3.4	12.3	-	5.8
<i>Carpinus cordata</i>	-	2.4	-	0.8	18.8	0.5	1.5	9.8	13.9	-	-	6.9
<i>Zelkova serrata</i>	27.5	0.9	12.7	16.2	-	-	-	-	-	1.2	6.9	1.5
<i>Viburnum erosum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	4.2	2.5	-	2.9
<i>Fraxinus mandshurica</i>	-	-	-	-	10.8	27.5	-	14.6	11.6	19.3	-	12.2
<i>Styrax japonicus</i>	38.0	43.5	-	33.5	-	4.0	8.7	2.8	4.2	1.9	7.8	1.9
<i>Trachelospermum asiaticum</i>	-	-	18.3	3.1	-	-	-	-	2.6	-	-	1.3
<i>Cornus walteri</i>	-	0.9	1.2	0.5	-	1.1	5.5	1.3	-	-	12.8	2.1
<i>Alangium platanifolium</i> var. <i>trilobum</i>	-	2.3	9.1	4.1	7.3	8.9	16.4	9.4	4.8	-	-	3.6
<i>Lindera erythrocarpa</i>	3.7	-	-	-	-	7.9	1.1	2.8	-	16.5	0.9	5.7
<i>Sapium japonicum</i>	-	3.3	-	1.1	-	0.6	-	0.2	-	16.1	-	5.4
<i>Cornus kousa</i>	13.5	13.7	0.6	11.4	-	2.4	0.3	0.9	-	17.4	-	5.8
<i>Morus bombycis</i>	4.0	-	-	2.0	-	-	-	-	-	-	-	8.7
<i>Malilus japonicus</i>	-	-	-	-	1.3	-	-	0.7	2.4	-	-	1.2
<i>Larix kaempferi</i>	-	-	-	-	-	6.3	20.5	5.5	-	-	18.4	3.1
<i>Albizia julibrissis</i>	-	5.8	31.3	7.1	-	-	-	-	17.6	2.9	-	9.8
<i>Callicarpa japonica</i>	-	2.1	-	0.7	-	0.5	5.1	1.0	-	-	7.8	1.3
<i>Quercus serrata</i>	-	-	3.1	0.5	-	1.2	12.6	2.5	-	-	10.1	1.7
<i>Ligustrum obtusifolium</i>	-	2.0	15.3	3.2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Zanthoxylum piperitum</i>	6.7	-	-	3.3	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cornus controversa</i>	-	-	-	-	1.5	4.3	-	2.2	-	-	-	-
<i>Sorbus alnifolia</i>	-	-	-	-	5.7	10.4	0.8	6.4	9.8	3.3	-	6.0
<i>Celtis sinensis</i>	-	-	-	-	2.0	1.6	0.2	1.5	-	-	-	-
<i>Aphananthe aspera</i>	-	-	-	-	3.3	-	-	1.7	-	-	-	-
<i>Meliosma oldhamii</i>	-	5.9	-	2.0	-	0.5	-	0.2	-	-	-	-
<i>Euonymus alatus</i>	-	3.7	-	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-
Etc.(M.I.P <1.0)	<i>Rosa multiflora</i> , <i>Actinidia polygama</i> , <i>Meliosma myriantha</i> , <i>Zanthoxylum schinifolium</i> , <i>Akebia quinata</i> , <i>Corylus sieboldiana</i> , <i>Hovenia dulcis</i> , <i>Ilex macrospoda</i>				<i>Rosa multiflora</i> , <i>Rhamnus davurica</i> , <i>Lindera glauca</i> , <i>Staphylea bumalda</i> , <i>Stephanandra incisa</i> , <i>Meliosma myriantha</i> , <i>Symplocos sawafutagi</i> , <i>Clerodendrum trichotomum</i> , <i>Elaeagnus macrophylla</i> , <i>Elaeagnus glabra</i> , <i>Zanthoxylum schinifolium</i> , <i>Lindera obtusiloba</i> , <i>Picrasma quassioides</i> , <i>Akebia quinata</i> , <i>Lonicera japonica</i> , <i>Lespedeza maximowiczii</i> , <i>Boehmeria spicata</i> , <i>Rubus oldhamii</i> , <i>E. fortunei</i> var. <i>radicans</i> , <i>Euonymus oxyphyllum</i> , <i>Smilax china</i> , <i>Parthenocissus tricuspidata</i> , <i>Acer pseudoesieboldianum</i> , <i>Ilex macrospoda</i>				<i>Rhamnus davurica</i> , <i>Lindera glauca</i> , <i>Stephanandra incisa</i> , <i>Meliosma myriantha</i> , <i>Symplocos sawafutagi</i> , <i>Clerodendrum trichotomum</i> , <i>Lindera obtusiloba</i> , <i>Actinidia arguta</i> , <i>Acer pseudoesieboldianum</i> , <i>Ilex macrospoda</i>			



(Table 2. continued)

Scientific Name	<i>Z. serrata</i>				<i>O. serrata</i>				<i>O. serrata</i> - <i>S. japonicus</i>			
	C.I.P	U.I.P	S.I.P	M.I.P	C.I.P	U.I.P	S.I.P	M.I.P	C.I.P	U.I.P	S.I.P	M.I.P
<i>Carpinus tschonoskii</i>	-	-	-	-	1.8	1.1	-	1.3	-	-	-	-
<i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i>	11.0	1.4	0.5	6.0	7.6	1.1	1.5	4.4	-	-	-	-
<i>Pinus thunbergii</i>	9.4	-	-	4.7	1.2	-	-	0.6	-	-	-	-
<i>Carpinus cordata</i>	-	2.3	-	0.8	1.5	9.5	-	3.9	-	-	-	-
<i>Meliosma myriantha</i>	-	3.1	-	1.0	-	1.5	0.5	0.6	-	0.6	-	0.2
<i>Symplocos sawafutagi</i>	-	-	0.3	0.1	-	6.5	-	2.2	-	8.7	11.8	4.9
<i>Zelkova serrata</i>	73.8	15.7	12.0	44.1	-	0.8	1.1	0.5	-	-	-	-
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	-	0.7	-	0.2	2.1	-	-	7.0	-	9.4	-	3.1
<i>Ilex macrospoda</i>	-	-	-	-	-	-	1.1	0.2	-	1.3	4.0	1.1
<i>Viburnum erosum</i>	-	0.5	3.4	0.7	-	1.4	-	2.1	-	3.7	0.8	-
<i>Fraxinus mandshurica</i>	-	-	-	-	2.3	0.5	-	-	-	-	-	2.1
<i>Styrax japonicus</i>	1.7	17.9	-	6.8	15.8	7.3	-	10.3	28.3	9.6	-	17.3
<i>Trachelospermum asiaticum</i>	-	1.0	9.9	2.0	-	0.4	10.6	1.9	-	-	-	-
<i>Alangium plantanifolium</i> var. <i>trilobum</i>	-	2.3	16.8	3.1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lindera erythrocarpa</i>	1.6	9.0	2.4	4.2	-	9.8	36.3	9.3	-	17.1	41.9	12.7
<i>Sapium japonicum</i>	-	7.6	0.8	2.7	-	8.7	0.7	3.0	-	17.9	0.8	6.1
<i>Cornus kousa</i> F.Bueger	-	-	-	-	-	5.8	0.4	2.0	-	-	-	-
<i>Prunus sargentii</i>	-	-	-	-	1.6	-	-	0.8	-	-	-	-
<i>Morus bombycis</i>	-	3.3	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lindera obtusiloba</i>	-	2.4	0.2	0.8	-	4.1	0.4	1.4	-	2.2	-	0.7
<i>Pinus densiflora</i>	-	2.9	1.7	1.2	-	0.4	-	1.1	-	4.3	12.0	3.4
<i>Carpinus turczaninowii</i>	-	-	-	-	2.9	-	-	-	-	17.8	10.7	-
<i>Callicarpa japonica</i>	-	7.5	21.3	6.1	-	0.3	13.0	2.3	-	-	1.2	0.2
<i>Quercus serrata</i>	-	3.9	0.2	1.3	51.8	6.8	-	28.2	32.9	-	-	16.5
<i>Ligustrum obtusifolium</i>	-	3.3	5.7	2.1	-	-	0.4	0.1	-	-	1.7	0.3
<i>Smilax china</i>	-	-	1.5	0.3	-	-	3.5	0.6	-	-	6.5	1.1
<i>Zanthoxylum piperitum</i>	-	3.8	6.4	2.3	-	-	7.2	1.2	-	-	2.9	0.5
<i>Cornus controversa</i>	2.6	-	-	1.3	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sorbus alnifolia</i>	-	2.1	-	0.7	9.6	14.3	-	9.6	17.4	14.6	-	13.6

Et c.(M.I.P. (1.0))	<i>Rosa multiflora</i> , <i>Rhamnus davurica</i> , <i>Lindera glauca</i> , <i>Actinidia polygama</i> , <i>Cephalotaxus koriana</i> , <i>Phallopilus utrinervis</i> , <i>Staphylea bumaldii</i> , <i>Stephanandra incisa</i> , <i>Kadsura japonica</i> , <i>Clerodendrum trichotomum</i> , <i>Cocculus trilobus</i> , <i>Deutzia uniflora</i> , <i>Elaeagnus glabra</i> , <i>Lonicera japonica</i> , <i>Boehmeria spicata</i> , <i>Rubus oldhamii</i> , <i>Euonymus fortunei</i> var. <i>radicans</i> , <i>Neolitsea sericea</i> , <i>Euonymus oxyphyllus</i> , <i>Celtis sinensis</i> , <i>Euonymus alatus</i>	<i>Rosa multiflora</i> , <i>Lindera glauca</i> , <i>Cephalotaxus koriana</i> , <i>Rubus oldhamii</i> , <i>Clerodendrum trichotomum</i> , <i>Aralia elata</i> , <i>Cornus walteri</i> , <i>Euonymus fortunei</i> var. <i>radicans</i> , <i>Euonymus oxyphyllus</i> , <i>Rhododendron schlippenbachii</i> , <i>Meliosma oldhamii</i>	<i>Lindera glauca</i> , <i>Stephanandra incisa</i> , <i>Lespedeza maximowiczii</i> , <i>Stephanandra incisa</i> , <i>Clerodendrum trichotomum</i> , <i>Trichostema japonicum</i> , <i>Euonymus fortunei</i> var. <i>radicans</i> , <i>Corylus sieboldiana</i> , <i>Euonymus oxyphyllus</i> , <i>Rhododendron schlippenbachii</i>
---------------------	--	--	--

(Table 2. continued)

Scientific Name	<i>S. japonicus</i> - <i>C. cordata</i>			<i>E. oxyphyllus</i>					
	C.I.P	U.I.P	S.I.P	M.I.P	C.I.P	U.I.P	S.I.P	M.I.P	
<i>Staphylea bumaldii</i>	-	-	-	0.2	0.0	-	11.6	0.5	3.9
<i>Stephanandra incisa</i>	-	-	-	8.4	1.4	-	-	8.7	1.5
<i>Carpinus cordata</i>	-	13.4	-	-	4.5	-	3.1	-	1.0
<i>Symplocos sawafutagi</i>	-	4.6	1.9	1.9	-	29.5	1.7	10.1	
<i>Zelkova serrata</i>	1.2	2.5	1.0	1.6	-	1.1	-	0.4	
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	-	7.5	-	2.5	-	1.1	-	0.4	
<i>Ilex macrospoda</i>	-	0.3	6.0	1.1	-	14.8	0.5	5.0	
<i>Fraxinus mandshurica</i>	5.1	2.0	-	3.2	-	-	-	-	
<i>Styrax japonicus</i>	39.6	8.8	-	22.7	-	3.7	-	1.2	
<i>Trachelospermum asiaticum</i>	-	0.3	7.4	1.4	-	-	0.5	0.1	
<i>Fraxinus rhyrachophylla</i>	-	-	-	-	3.2	4.2	-	3.0	
<i>Lindera erythrocarpa</i>	-	12.7	19.2	7.4	-	-	18.0	3.0	
<i>Morus bombycis</i>	-	5.8	0.1	2.0	15.9	-	-	8.0	
<i>Lindera obtusiloba</i>	-	2.4	5.6	1.8	-	-	-	-	
<i>Carpinus turczaninowii</i>	30.4	18.0	-	21.2	-	-	-	-	
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	-	-	0.2	0.0	-	3.1	-	1.0	
<i>Akebia quinata</i>	-	-	-	-	-	2.2	23.3	4.6	
<i>Callicarpa japonica</i>	-	0.2	14.5	2.5	-	-	3.6	0.6	
<i>Quercus serrata</i>	11.0	2.8	0.1	6.4	-	-	-	-	
<i>Ligustrum obtusifolium</i>	-	0.4	6.7	1.2	-	11.1	15.5	6.3	
<i>Euonymus oxyphyllus</i>	-	0.2	-	0.1	66.9	10.1	-	36.8	
<i>Zanthoxylum piperitum</i>	-	0.6	4.6	1.0	-	1.2	16.2	3.1	
<i>Sorbus alnifolia</i>	9.6	7.4	-	7.3	14.0	-	-	7.0	

Et c.(M.I.P. (1.0))	<i>Rosa multiflora</i> , <i>Rhamnus davurica</i> , <i>Lindera glauca</i> , <i>Actinidia polygama</i> , <i>Ampelopsis heterophylla</i> , <i>Cephalotaxus koriana</i> , <i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i> , <i>Quercus vanabilis</i> , <i>Platycarya strobilacea</i> , <i>Meliosma myriantha</i> , <i>Juniperus rigida</i> , <i>Clerodendrum trichotomum</i> , <i>Viburnum erosum</i> , <i>Elaeagnus macrophylla</i> , <i>Elaeagnus glabra</i> , <i>Sapium japonicum</i> , <i>Cornus kousa</i> , <i>Pinus densiflora</i> , <i>Parasma quassoides</i> , <i>Larix kaempferi</i> , <i>Lespedeza maximowiczii</i> , <i>Rubus oldhamii</i> , <i>Euonymus fortunei</i> var. <i>radicans</i> , <i>Corylus sieboldiana</i> , <i>Smilax china</i> , <i>Celtis sinensis</i>	<i>Rosa multiflora</i> , <i>Clerodendrum trichotomum</i> , <i>Viburnum erosum</i> , <i>Zanthoxylum schirifolium</i> , <i>Lonicera japonica</i> , <i>Larix kaempferi</i> , <i>Euonymus fortunei</i> var. <i>radicans</i> , <i>Smilax china</i> , <i>Celtis sinensis</i>
---------------------	---	--

계곡면 급경사 사면을 중심으로 관찰되었는데, 일반적으로 천이 중간단계인 참나무류의 우점도가 51.8%로 높지 않아 장기적으로 낙엽활엽수 등으로의 천이 가능성이 높은 것으로 판단되나, 현재 교목층에 매죽나무, 고로쇠나무 등이 출현하였으나 세력이 미미하여 현상태가 유지될 것이다. 졸참나무-매죽나무

군락의 교목층에서는 졸참나무(I.P.: 32.9%)와 매죽나무(I.P.: 28.7%)가 경쟁 상태이었다. 아교목층에서는 사람줄나무(I.P.: 17.9%), 비목나무(I.P.: 17.1%), 관목층에서는 비목나무(I.P.: 41.9%)가 주요 출현종이었다. 낙엽소교목인 매죽나무가 졸참나무와 경쟁하고 있으나 일시적인 현상으로 보이며, 장기적으

Table 3. The distribution of major woody species' DBH by 11 communities

Community name	Scientific Name	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12
<i>P. thunbergii</i> - <i>Pl. strobilacea</i>	<i>Pinus thunbergii</i>	-	-	1	4	2	4	2	2	1	-	-	2
	<i>Platycarya strobilacea</i>	4	1	1	-	1	-	1	2	-	1	1	-
	<i>Zelkova serrata</i>	60	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-
<i>P. thunbergii</i> - <i>P. densiflora</i>	<i>Pinus densiflora</i>	-	-	-	-	1	3	2	4	2	2	2	1
	<i>Zelkova serrata</i>	8	-	7	4	-	2	-	-	-	-	-	-
	<i>Pinus thunbergii</i>	-	-	-	-	1	-	1	1	1	1	-	1
<i>C. tschonoskii</i> -Deciduous broad-leaved	<i>Carpinus tschonoskii</i>	-	2	1	2	1	4	1	4	5	4	2	1
	<i>Quercus serrata</i>	-	-	1	3	1	-	1	-	-	-	-	-
	<i>Zelkova serrata</i>	452	-	1	1	-	1	-	1	-	-	1	-
<i>S. japonicus</i> -Deciduous broad-leaved	<i>Meliosma myriantha</i>	16	7	1	1	1	3	1	-	-	-	-	-
	<i>Cornus controversa</i>	-	-	-	-	1	4	-	2	2	-	-	-
	<i>Zelkova serrata</i>	88	1	-	-	1	2	-	-	-	1	-	-
<i>A. pictum subsp. Mono</i>	<i>Morus bombycis</i>	4	2	2	1	1	2	-	1	-	-	-	-
	<i>Acer pictum subsp. mono</i>	8	2	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-
	<i>Styrax japonicus</i>	-	2	6	10	2	2	1	3	-	-	-	-
<i>A. pictum subsp. Mono</i> -Deciduous broad-leaved	<i>Platycarya strobilacea</i>	-	2	-	-	3	3	2	-	-	-	-	-
	<i>Zelkova serrata</i>	28	1	1	-	1	-	3	-	-	2	-	1
	<i>Celtis sinensis</i>	12	-	-	-	2	-	1	2	-	-	-	-
<i>Deciduous broad-leaved</i>	<i>Lindera erythrocarpa</i>	204	13	-	1	2	1	-	-	1	-	-	-
	<i>Acer pictum subsp. Mono</i>	56	3	1	3	5	5	1	2	3	-	1	-
	<i>Styrax japonicus</i>	-	5	3	4	3	3	1	2	-	-	-	-
<i>Q. serrata</i>	<i>Carpinus cordata</i>	-	7	3	-	-	1	-	-	-	-	-	-
	<i>Carpinus tschonoskii</i>	-	-	-	1	2	1	1	-	-	-	-	-
	<i>Quercus serrata</i>	-	-	-	2	1	1	1	1	-	-	-	-
<i>Z. serrata</i>	<i>Zelkova serrata</i>	-	-	1	-	1	3	-	-	-	-	-	-
	<i>Celtis sinensis</i>	-	1	1	2	1	1	-	-	-	-	-	-
	<i>Zelkova serrata</i>	228	1	-	4	2	11	4	2	4	2	2	2
<i>Q. serrata</i>	<i>Lindera erythrocarpa</i>	32	12	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Acer pictum subsp. Mono</i>	4	3	-	1	-	3	1	1	-	-	-	-
	<i>Styrax japonicus</i>	-	3	2	3	4	1	-	-	-	-	-	-
<i>Q. serrata</i>	<i>Carpinus cordata</i>	-	9	5	4	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Quercus serrata</i>	-	-	6	11	13	7	1	3	-	1	-	-
	<i>Lindera erythrocarpa</i>	232	18	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Q. serrata</i> - <i>S. japonicus</i>	<i>Acer pictum subsp. mono</i>	16	2	1	2	-	-	2	1	-	-	-	-
	<i>Quercus serrata</i> Murray	-	-	5	7	7	4	1	-	-	-	-	-
	<i>Lindera erythrocarpa</i>	104	18	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>S. japonicus</i> - <i>C. cordata</i>	<i>Sorbus alnifolia</i>	-	11	8	7	3	1	-	-	-	-	-	-
	<i>Styrax japonicus</i>	-	8	6	5	2	5	1	1	-	-	-	-
	<i>Carpinus cordata</i>	-	29	5	-	-	2	-	-	-	-	-	-
<i>E. oxyphyllus</i>	<i>Carpinus turczaninowii</i>	-	6	31	29	20	8	3	1	-	-	-	-
	<i>Quercus serrata</i>	4	1	9	7	11	2	-	-	-	-	-	-
	<i>Sorbus alnifolia</i>	-	15	15	7	3	2	-	-	1	-	-	-
<i>E. oxyphyllus</i>	<i>Styrax japonicus</i>	-	14	22	26	24	14	2	1	1	-	-	-
	<i>Ilex macropoda</i>	4	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Eucynymus oxyphyllus</i>	-	9	4	6	3	1	-	-	-	-	-	-
	<i>Staphylea bumalda</i>	4	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-

\*SH:Shrub, D1:ba<2, D2:2<=ba<7, D3:7<=ba<12, D4:12<=ba<17, D5:17<=ba<22, D6:22<=ba<27, D7:27<=ba<32, D8:32<=ba<37, D9:37<=ba<42, D10:42<=ba<47, D11:47<=ba<52

로는 참참나무가 우점하는 군락으로 천이가 진행될 것이다. 때죽나무-소사나무군락은 교목층에서 때죽나무(I.P.: 39.6%)와 소사나무(I.P.: 30.4%)가 경쟁상태였고, 아교목층에서는 소사나무(I.P.: 18.0%), 까치박달(I.P.: 13.4%), 관목층은 비목나무(I.P.: 19.2%), 작살나무(I.P.: 14.5%)가 우점종이었다. 본 군락은 척박한 능선부와 급경사 상부 사면을 중심으로 분포하였는데, 낙엽소교목인 때죽나무와 소사나무의 특성으로 인해 경쟁하는 현상태를 유지하겠다. 참회나무군락은 능선부에 소규모로 군락을 형성하고 있었는데, 교목층에서는 참회나무(I.P.: 66.9%), 아교목층은 노린재나무(I.P.: 29.5%), 관목층은 으름덩굴(I.P.: 23.3%)이 우점하고 있었다. 현재는 참회나무의 경쟁종이 없어 현상태를 유지하겠으나 장기적으로는 주변에서 우점하는 낙엽성 참나무류로의 천이가 예상되었다.

일반적으로 해안 산림에서는 해발고가 높은 능선부와 척박

지를 중심으로 소사나무군락이, 사면지역은 때죽나무우점 군락, 계곡부는 느티나무, 신갈나무 등 낙엽활엽교목이 우점하는 것으로 파악하였는데(Lee and Kim, 2005) 대상지도 유사한 분포 경향이었다. 또한 천이경향상 상록침엽수는 낙엽활엽수로의 천이가 진행될 것이나(Kim *et al.*, 2016a) 개성어나루, 느티나무, 고로쇠나무 등 낙엽활엽교목이 우점하는 지역은 이들 종이 우점하는 현상태를 유지할 것으로 예상되었다.

### 3) 흉고직경급별 분포

군락별 주요 출현종의 흉고직경급별 분포 특성을 살펴보면 (Table 3) 곰솔-굴피나무군락에서는 곰솔과 굴피나무가 DBH 2-52cm 사이에 각 등급별로 1-4개체, 1-2개체가 출현한 반면, 느티나무는 관목층에서만 60개체가 확인되었다. 곰솔-소나무

군락에서는 DBH 7~52cm에서 구역별로 곰솔은 1~10개체, 소나무는 1~4개체가 출현하였다. 이들 군락은 전 흉고직경급에서 곰솔이 우점하여 당분간 현상태를 유지할 것으로 판단되나 하층에 느티나무, 굴피나무 등 낙엽활엽교목이 출현하고 있어 장기적으로는 이들 수종으로 천이가 진행될 것이다. 노자산에 분포하는 소나무군락은 참나무류를 거쳐 습윤지성 낙엽활엽수로 천이가 진행될 것으로 예측한 바 있어(Lee *et al.*, 1999b) 곰솔 우점 군락도 유사한 과정을 거칠 것으로 판단되었다. 개서어나무-낙엽활엽수군락에서는 개서어나무가 DBH 2~52cm 이상 구간에 1~5개체가 출현하여 우세한 반면, 곰솔, 졸참나무, 느티나무, 나도밤나무, 층층나무 등은 DBH 47cm 이하에서 1~2개체씩 관찰되어 세력은 미미하였다. 개서어나무의 경우 온대남부 지역에서 극상수종이기 때문에(Lee *et al.*, 2019a) 현상태를 유지할 것으로 예상되었다. 때죽나무-낙엽활엽수군락에서는 때죽나무가 DBH 2~37cm 사이에서 각 등급별로 1~10개체씩 분포하였으나 관목에서는 나타나지 않았다. 반면, 낙엽활엽교목인 느티나무, 고로쇠나무 등은 DBH 17~32cm에서 1~2개체씩 확인되었을 뿐만 아니라 관목층에서 많은 개체가 나타나 장기적으로는 이들 수종으로의 천이가 예상되었다. 고로쇠나무-낙엽활엽수군락의 경우 고로쇠나무가 DBH 2~52cm 사이에 각 등급별로 1~5개체가, 관목층에서도 56개체가 관찰되어 세력이 우세하였다. 교목성상의 수종인 굴피나무, 느티나무, 팽나무는 DBH 2~52cm 사이의 각 등급에서 0~3개체가 분포하였으나 세력이 미미하여 고로쇠나무 우점 군락이 유지될 것이다. 낙엽활엽수군락은 까치박달, 개서어나무, 졸참나무, 느티나무, 팽나무 등이 DBH 2~37cm 사이에 1~7개체씩 분포하여 경쟁하는 현 상태가 유지될 것이다. 느티나무군락은 고로쇠나무, 비목나무 등의 세력은 미미한 반면, 느티나무는 DBH 2~52cm 구간에서 1~11개체, 관목층은 228개체가 확인되어 현군락을 유지할 것으로 판단되었다.

졸참나무군락에서는 졸참나무가 DBH 7~47cm 구간에서 각 등급별로 1~7개체씩 크게 분포한 반면, 까치박달, 고로쇠나무 등 경쟁종은 DBH 37cm 이하에서 나타났으나 출현 개체가 많지 않아 현 상태가 유지될 것이다. 졸참나무-때죽나무군락에서 졸참나무는 DBH 7~32cm 구간에 1~7개체, 때죽나무는 DBH 2~37cm 구간에 1~8개체가 출현하여 경쟁하고 있었으나 장기적으로는 교목성상인 졸참나무가 우점하는 군락으로 변화될 것이다. 온대 산림의 천이는 상록침엽수에서 낙엽성 참나무류를 거쳐 개서어나무, 느티나무 등 낙엽활엽교목이 우점하는 군락으로 천이가 진행된다고 하였기 때문에(Kim *et al.*, 2016a) 느티나무, 고로쇠나무, 개서어나무 등이 우점하는 군락은 현상태를 유지할 것으로 사료되었다. 때죽나무-소나무군락에서는 때죽나무가 DBH 2~42cm 구간에 1~26개체, 소나무가 DBH 2~37cm 구간에 1~31개체가 출현하여 경쟁상태에 있다. 본 군락은 능선부의 급경사 및 척박한 지역에 출현하고

있어 당분간 때죽나무와 소나무가 우점하는 현상태를 유지할 것으로 판단되었다. 척박한 능선부에 분포하는 소나무군락(Lee and Kim 2005)은 환경적인 요인으로 경쟁종이 출현하지 않아 현상태를 유지할 것이다. 때죽나무의 경우는 아교목층에 출현하는 것이 일반적이나(Lee *et al.*, 1999b) 대상지에서는 경사, 향 등의 요인으로 인해 일시적으로 우점하고 있으나 장기적으로는 낙엽활엽교목으로 천이가 진행될 것으로 예측되었다. 참회나무군락은 참회나무가 DBH 2~27cm 구간에 1~9개체가 출현하고 있는 반면에, 경쟁종이 출현하지 않아 당분간 현상태를 유지하겠다. 흉고직경급별 분포를 통해 식생의 변화를 예측할 수 있다고 하였는데(Kim and Oh, 1993) 노자산과 가라산을 잇는 산림의 경우 곰솔, 소나무에서 낙엽성 참나무류를 거쳐 낙엽활엽교목으로 진행되는 온대 낙엽활엽수림의 천이경향을 따를 것으로 판단되었다.

#### 4) 종다양도 및 유사도지수

군락별 종다양도는 0.8161~1.0975으로, 때죽나무-소나무군락(1.0975), 참회나무군락(1.0763), 낙엽활엽수군락(1.0456), 곰솔-굴피나무군락(1.0268)이 높은 반면, 곰솔-소나무군락, 느티나무, 졸참나무 등이 우점하는 낙엽활엽수군락은 1.0 미만으로 낮았다(Table 4). 특히, 능선부와 급경사 사면에 분포하는 때죽나무, 졸참나무, 소나무가 우점하는 군락이 0.8 내외로 낮았는데 대부분 생육하기 어려운 환경조건 때문인 것으로 판단되었다. 한편, 거제도 노자산 낙엽활엽수림의 종다양도 0.9075~1.1951과 비교하면 전반적으로 낮았는데(Lee *et al.*, 1999b) 이는 급경사지, 넓은 전석지대 등의 환경요인 때문인 것으로 판단되었다. 또한 때죽나무-소나무군락, 참회나무군락, 낙엽활엽수군락, 곰솔-굴피나무군락에서 높은 것은 천이 진행 단계에서는 종다양도가 높아진다고 한 Kwak *et al.*(2013)의 연구결과와 일치하였다.

군락간 유사도지수(Table 5)는 곰솔-굴피나무군락과 곰솔-소나무군락, 졸참나무-때죽나무군락과 때죽나무-소나무군락, 때죽나무-낙엽활엽수군락과 졸참나무군락이 60% 이상으로 유사성이 높았다. 그 외에 때죽나무-낙엽활엽수군락과 고로쇠나무-낙엽활엽수군락, 고로쇠나무-낙엽활엽수군락, 낙엽활엽수군락과 졸참나무군락, 졸참나무군락과 때죽나무-소나무군락간이 50% 이상으로 유사하였다. 반면에 곰솔 우점 군락과 졸참나무군락, 졸참나무-때죽나무군락, 때죽나무-소나무군락, 참회나무군락 등 낙엽활엽수군락과의 유사도는 30%미만으로 이질적인 것으로 확인되었다. 이는 현상태의 군락들이 이미 천이가 진행되어 특화된 군락으로 발달된 것이 그 원인으로 판단되었다. 참회나무가 우점하는 군락과 곰솔 우점 군락, 고로쇠나무, 느티나무, 졸참나무, 때죽나무가 우점하는 군락은 20% 미만으로 이질적인 정도를 넘어서서 공존가능성이 없는 것으로

나타났는데, 이는 참회나무가 관목성상으로 군락을 형성할 가능성이 없기 때문으로 추정되었다. 또한 중간 상호경쟁으로 인한 배타성과 능선부 또는 계곡부라는 입지 차이 때문인 것으로 판단되었다.

5) 종수 및 개체수

Table 6은 군락별 종수 및 개체수 현황을 나타낸 것이다. 조사구별 출현 종수는 4~27종이었고 군락별 평균 출현 종수는 11.1~19.2종이었는데, 곰솔-굴피나무군락, 고로쇠나무-낙엽활엽수군락, 때죽나무-소사나무군락, 참회나무군락에서 다양한 종이 출현하였다. 조사구별 종수와 평균 종수의 차이가 큰 것은 비교적 다양한 환경조건에 걸쳐 조사구를 설정했기 때문으로

추정되었다. 군락별 100㎡당 출현 개체수는 교목층 4.4~14.6개체, 아교목층 8.4~28개체, 관목층 44~202개체이었다. 참참나무-때죽나무군락의 교목층이 14.6개체로 가장 많았고 때죽나무-소사나무군락, 참회나무군락이 10개체 이상이었는데 나머지는 그 이하이었다. 아교목층은 참참나무-때죽나무군락, 때죽나무-소사나무군락, 참회나무군락에서 20개체 이상이었으나 개서어나무-낙엽활엽수군락이 10개체 이하이었고 나머지는 15개체 내외로 출현하였다. 관목층은 참회나무군락에서 202개체로 가장 많았고 참참나무군락과 때죽나무-낙엽활엽수군락이 100개체 이하로 적었고 나머지는 그 이상이었다. 거제도 천장산에 분포하는 낙엽활엽수의 경우 평균 25종, 222개체가 출현한 것과 비교하면(Lee et al., 2019b) 종수와 개체수 적은 것으

Table 4. 11 communities' species diversity indices

Community name	H'(shannon)	J'(evenness)	D'(dominance)	H'max
<i>P. thunbergii</i> - <i>Pl. strobilacea</i>	1.0268	0.8324	0.1676	1.2308
<i>P. thunbergii</i> - <i>P. densiflora</i>	0.8421	0.7310	0.2690	1.1559
<i>C. tschonoskii</i> -Deciduous broad-leaved	0.9339	0.7827	0.2173	1.1948
<i>S. japonicus</i> -Deciduous broad-leaved	0.8705	0.8301	0.1699	1.0544
<i>A. pictum</i> subsp. <i>Mono</i> -Deciduous broad-leaved	1.0107	0.8375	0.1625	1.2039
Deciduous broad-leaved	1.0456	0.9127	0.0873	1.1493
<i>Z. serrata</i>	0.9183	0.8143	0.1857	1.1303
<i>Q. serrata</i>	0.8161	0.8210	0.1790	0.9957
<i>Q. serrata</i> - <i>S. japonicus</i>	0.8731	0.8238	0.1762	1.0518
<i>S. japonicus</i> - <i>C. cordata</i>	1.0975	0.8656	0.1344	1.2713
<i>E. oxyphyllus</i>	1.0763	0.8012	0.1988	1.3406

Table 5. Similarity index among 11 communities

Community name	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	63.86	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	43.57	44.47	-	-	-	-	-	-	-	-
4	33.89	30.07	40	-	-	-	-	-	-	-
5	43.19	38.44	40.93	51.15	-	-	-	-	-	-
6	32.82	34.79	47.7	44.69	55.67	-	-	-	-	-
7	34.42	35.31	39.22	49.27	47.81	43.16	-	-	-	-
8	29.7	39.4	37.8	30.05	40.69	51.96	32.6	-	-	-
9	22.63	26.35	28.98	25.51	33.95	39.05	21.33	60.21	-	-
10	29.57	34.3	35.82	39.39	40.77	44.63	27.99	53.27	66.45	-
11	14.67	9.44	12.45	18.82	15.08	17.55	14.59	21.22	21.05	23.6

\* 1. *Pinus thunbergii*-*Platycaea strobilacea*, 2. *P. thunbergii*-*P. densiflora*, 3. *Carpinus tschonoskii*-Deciduous broad-leaved, 4. *Styrax japonicus*-Deciduous broad-leaved, 5. *Acer pictum* subsp. *Mono*-Deciduous broad-leaved, 6. Deciduous broad-leaved, 7. *Zelkova serrata*, 8. *Quercus serrata*, 9. *Q. serrata*-*S. japonicus*, 10. *S. japonicus*-*Carpinus cordata*, 11. *Eucynmus oxyphyllus*

Table 6. Mean analysis of the number of 11 communities' species and individuals

Comm. name	(units : 100 m <sup>2</sup> )					
	<i>P. thunbergii</i> - <i>Pl. strobilacea</i>	<i>P. thunbergii</i> - <i>P. densiflora</i>	<i>C. tschonoskii</i> -Deciduous broad-leaved	<i>S. japonicus</i> -Deciduous broad-leaved	<i>A. pictum</i> subsp. <i>Mono</i> -Deciduous broad-leaved	Deciduous broad-leaved
Canopy	5.2(3~9)	7.1(5~9)	5.7(3~7)	4.4(2~6)	6.4(3~11)	7.4(2~12)
Understory	12.2(7~20)	15.2(4~23)	8.4(1~16)	11.8(2~23)	12.6(3~21)	11.8(2~25)
Shrub	110.7(72~160)	146.4(20~228)	154.4(60~476)	74.4(20~176)	121.5(28~220)	44(16~80)
Total	128(90~181)	168.7(40~258)	168.5(82~494)	90.6(38~194)	140.5(34~234)	63.2(24~112)
Species No.	17.5(13~27)	14.6(11~21)	15.9(13~23)	11.6(9~16)	16.9(9~27)	14.6(9~19)

(Table 6. continued)

Comm. name	<i>Z. serrata</i>	<i>Q. serrata</i>	<i>Q. serrata</i> - <i>S. japonicus</i>	<i>S. japonicus</i> - <i>C. cordata</i>	<i>E. oxyphyllus</i>
Canopy	4.7(2~7)	8.4(4~14)	14.6(10~21)	13.9(6~20)	12(12~12)
Understory	13.4(2~26)	14.5(6~25)	23.6(6~40)	21.9(9~36)	28(25~31)
Shrub	112.4(16~268)	50.5(4~176)	51.2(28~84)	107.7(24~212)	202(104~300)
Total	130.6(20~297)	73.5(17~197)	89.4(49~139)	143.5(48~238)	242(147~337)
Species No.	14.2(6~19)	11.1(4~20)	12(7~18)	19.2(11~25)	22(20~24)

로 분석되었다. 대상지에서 교목층에 다양한 수종이 경쟁하거나 천이가 진행되고 있는 곰솔 우점 군락, 개서어나무-낙엽활엽수군락, 고로쇠나무-낙엽활엽수군락, 매죽나무-소사나무군락의 경우 개체수가 많은 반면에, 졸참나무 우점 군락은 사면지역으로 피도가 높아 다른 종의 생육 불량을 초래하여 적었던 것으로 사료되었다.

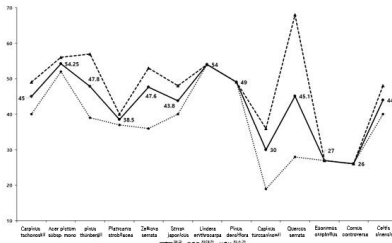


Figure 4. Dominant species' tree years

군락별 주요 우점종의 수령을 살펴보면(Figure 4) 평균 26~54.3년으로 나타났는데 이는 Lee *et al.*(1999b)의 노자산 연구에서 파악한 낙엽활엽수의 수령 50~70년과는 차이가 있었다. 이는 Lee *et al.*(1999a)의 연구대상지가 국립공원 및 휴양림과 인접하여 다른 지역보다 보호되었기 때문인 것으로 판단되었다. 수종별로는 층층나무, 소사나무, 참회나무를 제외하면 곰솔, 소나무는 47년 이상, 개서어나무, 고로쇠나무, 느티나무, 졸참나무 등 낙엽활엽교목은 45년 이상, 아교목상인 매죽나무의 경우에도 43.8년의 수령을 나타내었다. 가라산과 노자산을 잇는 능선과 사면부의 식생은 대부분 50년에 가까운 수령을 나타내고 있었는데 층위구조와 천이가 잘 진행된 숲으로 보호 가치가 높았으며, 특히 기후극상림인 개서어나무군락은 희소

성이 높은 것으로 판단되었다.

6) 토양 이화학적 특성

군락별 토양 이화학적 특성을 분석한 결과(Table 8) 토양산도(pH)는 4.44~5.87로 나타났으나 졸참나무 우점 군락, 매죽나무-소사나무군락, 참회나무군락은 pH 5 미만으로 강산성이었고, 곰솔군락, 낙엽활엽수 우점 군락은 pH 5~6 사이로 약산성이었다. 치환성양이온(K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>) 함량은 토양 pH와 밀접한 관계가 있는데(Jeong *et al.*, 2002) 졸참나무 우점 군락이 가장 낮았고, 능선부의 매죽나무-소사나무군락, 참회나무군락에서 낮게 나타났다. 전기전도도는 평균 0.093~0.188dS/m로 전 조사구에서 낮았고 군락별로는 매죽나무-소사나무군락 0.188dS/m, 고로쇠나무-낙엽활엽수군락 0.174dS/m, 졸참나무-매죽나무군락 0.151dS/m 등인 반면에, 곰솔-굴피나무군락, 매죽나무-낙엽활엽수군락 0.096dS/m, 참회나무군락 0.093dS/m으로 차이가 있었다. 유기물함량은 평균 8.26~19.02%이었으며, 졸참나무우점군락, 곰솔-소나무군락, 매죽나무-소사나무군락 등 10%이상으로 높은 반면에, 곰솔-굴피나무군락, 개서어나무-낙엽활엽수군락, 느티나무군락 등은 10% 미만으로 낮았다. 거제 지역의 고로쇠나무는 미사질양토, 유기물함량 8.7% 내외에서 분포하는 것으로 분석되었는데(Moon *et al.*, 2004) 대상지는 이에 비해 높았다. 해안에 분포하는 산림 식생의 유기물 함량 5.13~6.12%(Kim *et al.*, 2013), 9.3~17.2%(Lee *et al.*, 2016)와 비교하면 유사하거나 높은 것으로 나타났다. 유효인산은 50.81~73.06mg/kg로 큰 차이는 없었다.

7) 환경요인과의 관계 분석

86개 조사구의 산림식생을 11개 군락으로 분류하여 해발고, 경사, 향 등 지형적 특성, 토양의 이화학적 특성 등 14개의 환경요인과 DCCA ordination을 분석한 결과, eigen value 값이 80% 이상 설명되는 1축과 2축을 선정하여 나타내었다

Table 7. Soil physics and chemistry characteristics of 11 communities

Community name	pH	EC(dS/m)	Avail-P(mg/kg)	OM(%)	C	Mg	K	Na
					(%)	(cmol/kg)		
<i>P. thunbergii-P. strobilacea</i>	5.72 (5.38-5.90)	0.096 (0.064-0.121)	56.61 (50.53-60.35)	5.78 (4.76-12.08)	9.78 (6.895-7.697)	1.786 (1.434-1.965)	0.496 (0.323-0.683)	0.156 (0.114-0.186)
<i>P. thunbergii-P. densiflora</i>	5.59 (5.13-5.87)	0.129 (0.072-0.168)	57.54 (50.53-60.35)	15.04 (8.17-22.12)	9.94 (3.668-15.551)	3.364 (1.212-5.948)	0.372 (0.260-0.583)	0.259 (0.135-0.373)
<i>C. tsechonoski-Deciduous broad-leaved</i>	5.52 (5.16-5.80)	0.092 (0.050-0.129)	51.37 (46.32-67.37)	8.83 (5.10-12.08)	6.714 (2.587-9.708)	2.071 (0.577-2.543)	0.536 (0.259-0.790)	0.139 (0.097-0.222)
<i>S. japonicus-Deciduous broad-leaved</i>	5.37 (5.22-5.41)	0.096 (0.081-0.156)	50.81 (50.53-51.93)	9.09 (7.66-14.80)	4.983 (4.597-6.525)	1.027 (0.953-1.324)	0.739 (0.699-0.749)	0.134 (0.114-0.214)
<i>A. pictum subsp. Mono-Deciduous broad-leaved</i>	5.53 (5.22-6.14)	0.174 (0.076-0.544)	62.02 (51.93-96.14)	11.53 (6.81-14.80)	7.061 (4.346-13.629)	1.582 (1.143-2.376)	0.606 (0.362-0.699)	0.166 (0.084-0.214)
<i>Deciduous broad-leaved</i>	5.41 (4.72-5.85)	0.092 (0.074-0.132)	63.3 (54.74-70.18)	17.29 (9.53-44.23)	5.162 (4.449-6.895)	1.207 (0.898-1.913)	0.621 (0.461-0.942)	0.158 (0.109-0.276)
<i>Z. serrata</i>	5.87 (5.38-6.14)	0.139 (0.064-0.544)	73.06 (55.44-96.14)	8.26 (4.76-13.95)	8.284 (4.346-13.629)	1.838 (1.143-2.376)	0.495 (0.362-0.656)	0.129 (0.084-0.157)
<i>Q. serrata</i>	4.82 (4.45-5.36)	0.121 (0.081-0.162)	63.67 (54.04-80.00)	19.02 (9.53-44.23)	3.585 (0.430-10.421)	0.961 (0.233-2.680)	0.555 (0.256-0.942)	0.164 (0.113-0.276)
<i>Q. serrata-S. japonicus</i>	4.44 (4.38-4.51)	0.151 (0.103-0.188)	56.98 (54.04-60.35)	19.19 (12.08-25.69)	1.325 (0.430-1.822)	0.426 (0.233-0.491)	0.46 (0.256-0.625)	0.149 (0.114-0.214)
<i>S. japonicus-C. cordata</i>	4.81 (4.43-5.32)	0.182 (0.063-0.651)	55.44 (47.02-76.49)	16.26 (9.70-21.44)	2.446 (0.434-4.974)	0.696 (0.232-1.725)	0.429 (0.341-0.544)	0.137 (0.068-0.221)
<i>E. oxyphyllus</i>	4.78	0.093	56.84	11.57	3.854	1.241	0.808	0.129



Korean)

- Kim, H.S., G.S. Park, S.M. Lee, S.J. Lee, H.G. Lee, H.W. Park, D.Y. Park, C.H. Lee, J.H. Kim and J.K. Lee(2016) A Study on the Vegetation Structure of the Geumsan in Namhae-gun of Korea. *Korean J. Environ. Ecol.* 30(2): 214-227. <https://doi.org/10.13047/KJEE.2016.30.2.214> (in Korean)
- Kim, J.H., S.H. Choi, I.T. Choi, S.J. Yang and S.C. Lee(2011) Vegetation Structure of Deciduous Broad-leaved Forest at the Beomeosa(Temple) Valley in Kumjongsan, Busan. *Kor. J. Env. Eco.* 25(4): 581-589. (in Korean)
- Kim, J.S., C.H. Jeon, S.C. Jung, C.S. Kim, H.G. Won, J.H. Cho and H.J. Cho(2016) A Comparison of species composition and stand structure of the forest vegetation between inhabited and uninhabited Island in the South Sea, Korea. *Korean Journal of Environment and Ecology* 30(4): 771-782. (in Korean with English abstract)
- Kim, Y.S., D.O. Lim, S.H. Chun and H.T. Shin(1999) Flora of Hallyo-haesang National Park-Case Study of Namhae, Karasan and Tongyong Areas. *Kor. J. Env. Eco.* 12(4): 301-316. (in Korean)
- Koo, K.A., W.S. Kong and C.K. Kim(2001) Distribution of evergreen broad-leaved plants and climatic factors. *Journal of the Korean Geographical Society* 36(3): 247-257. (in Korean with English summary)
- Kwak, J.I., K.J. Lee, B.H. Han, J.H. Song and J.S. Jang(2013) A Study on the Vegetation Structure of Evergreen Broad-leaved Forest Dongbaekdongsan(Mt.) in Jeju-do, Korea. *Korean J. Environ. Ecol.* 27(2): 241-252. (in Korean)
- Lalfakawma, U.K.S., S. Roy, K. Vanlahriatpuia and P.C. Vanalalhuna(2009) Community composition and tree population structure in undisturbed and disturbed tropical semi-evergreen forest stands of North-East India. *Applied Ecology and Environmental Research* 7(4): 303-318.
- Lalzarzovi, S.T. and Lalnuntluanga(2017) Plant Community Structure of Tropical Semi-Evergreen Forest of Reiek in Mamit District of Mizoram. *Science and Technology Journal* 5(1): 58-62. <http://doi.org/10.22232/stj.2017.05.01.08>
- Laurance, W.F., L.V. Ferreira, J.M. Rankin de Merona and R.W. Hutchings(1998) Influence of plot shape on estimates of tree diversity and community composition in Central Amazonia. *Biotropica* 30: 662-665.
- Lee, D.I., B.H. Han and J.I. Kwak(2019) A Study on Characteristics of the Vegetation Structures and Vegetation Landscape Management in the Cultural Landscape Forest of Unmun Temple, Cheongdo-gun, Korea. *J. KILA* 47(3): 81-92. <https://doi.org/10.9715/KILA.2019.47.3.081> (in Korean)
- Lee, G.G., S.D. Lee, J.S. Kim and B.G. Cho(2019) Plant Community Structure Characteristic of the Evergreen Forest, Cheonjongsan(Mt.) at GeoJae. *Korean J. Environ. Ecol.* 33(6): 708-721. <https://doi.org/10.13047/KJEE.2019.33.6.708> (in

Korean)

- Lee, G.H. and I.T. Kim(2005) Synecology of the forest vegetation in Namhae-gun. *Korean J. Ecol.* 28(2): 69-77. <https://doi.org/10.5141/JEFB.2005.28.2.069> (in Korean)
- Lee, H.J., I.T. Kim, J.Y. Bang, Y.M. Chun, J.G. Kang and W.S. Kim(1994) The forest vegetation and estimation of phytomass and net primary production on Changmok-bay in Koje-island. *J. Basic Sci. Kon-Kuk Univ.* 19: 43-78. (in Korean)
- Lee, J.H., H.J. Kwon, Y. Hwang, M.Y. Kim, C.H. Lee and H.K. Song(2010) Vegetation Structures of Warm Temperate Evergreen Broad-leaved Forest in Gageodo, Korea. *J. Korean Env. Res. Tech.* 13(6): 75-86. (in Korean)
- Lee, K.J., B.H. Kim and D.W. Kim(1999) Vegetation Structure and Ecological Succession of Kojeodo District, Hallyo-Haesang National Park. *Kor. J. Env. Eco.* 12(4): 331-344. (in Korean)
- Lee, K.J., W. Cho and S.D. Lee(1999) Plant Community Structure of Nojasan in Koje Island. *Kor. J. Env. Eco.* 13(1): 78-88. (in Korean)
- Lee, S.C., H.M. Kang, J.S. Kim, C.Y. Yu and S.H. Choi(2014) A Study on the Correlation between Plant Community and Environmental Factors of Tongdosa(Temple) Area, Gajisan(Mt.) Provincial Park. *Korean J. Environ. Ecol.* 28(6): 715-724. (in Korean)
- Lee, S.D., J.S. Kim, M.J. Kim and H.K. Kang(2016) Plant Community Structure Characteristic of the Evergreen Forest, Bijindo. *Korean J. Environ. Ecol.* 30(2): 228-242. (in Korean)
- Lee, T.B.(1980) Illustrated Flora of Korea. Hyangmunsa, Seoul, 990pp. (in Korean)
- Linares-Palomino, R., V. Cardona, D. Soto, S.K. Herzog and M. Kessler(2008) Tree community patterns along a deciduous to evergreen forest gradient in central Bolivia. *Ecologia en Bolivia* 43(2): 79-98.
- Luther, D.A., W.J. Cooper, J.D. Wolfe, R.O. Bierregaard, A. Gonzalez and T.E. Lovejoy(2020) Tropical forest fragmentation and isolation: Is community decay a random process? *Global Ecology and Conservation* 23(2020): e01168. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01168>
- Moon, H.S., I. Roh, J.K. Kim and S.K. Kwon(2004) Soil Condition and Vegetation Structure in *Acer mono* for. *rubripes* Stand in Geoje, Gyeongnam Province. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* 6(4): 265-271. (in Korean)
- National Academy of Agricultural Science(2000) Analysis Method Soil and Plants. Rural Development Administration, 202pp. (in Korean)
- Oh, K.K. and H.Y. Shim(2006) Distribution and Population Structure of Evergreen Broad-Leaved Forest in the Weolchulsan National Park. *Kor. J. Env. Eco.* 20(2): 81-93. (in Korean)
- Oh, K.K. and S.H. Choi(1993) Vegetational structure and

- successional sere of warm temperate evergreen forest region, Korea. *Korean J. Ecol.* 16(4): 459-476. (in Korean)
- Park, I.H.(1985) A study on Forest Structure and Biomass in Baegwoonsan Natural Ecosystem. Ph. D. Dissertation, Seoul National University Graduate School. 42pp. (in Korean with English summary)
- Park, I.H., D.H. Lim, S.B. Ryu and S.M. Lee(1999) Forest structure in relation to altitude and part of slope in a valley forest at Keumsan, Hallyo-Haesang National Park. *Kor. J. Env. Eco.* 12(4): 373-380. (in Korean with English abstract)
- Park, S.G., S.H. Choi and S.C. Lee(2018) A Review of Vegetation Succession in Warm-Temperate Evergreen Broad-Leaved Forests-Focusing on *Actinodaphne lancifolia* Community-. *Korean J. Environ. Ecol.* 32(1): 77-96.  
<https://doi.org/10.13047/KJEE.2018.32.1.77> (in Korean)
- Park, S.U., K.A. Koo and W.S. Kong(2016) Potential Impact of Climate Change on Distribution of Warm Temperate Evergreen Broad-leaved Trees in the Korean Peninsula. *Journal of the Korean Geographical Society* 51(2): 201-217. (in Korean)
- Pattanavibool, A. and P. Dearden(2002) Fragmentation and wildlife in montane evergreen forests, northern Thailand. *Biological Conservation* 107(2002): 155-164.
- Pielou, E.C.(1975) *Mathematical ecology*. John Wiley & Sons, N.Y., 385pp.
- Rawat, U.S. and N.K. Agarwal(2015) Biodiversity: Concept, Threats and Conservation. *Environment Conservation Journal* 16(3): 19-28. <https://doi.org/10.36953/ECJ.2015.16303>
- Schowalter, T.D.(2006) *Insect ecology: An ecosystem approach*. MA, USA, ELSEVIER.
- Whittaker, R.H.(1956) *Vegetation of the Great Smoky Mountains*. *Ecol. Monogra.* 26: 1-80.
- Yim, Y.J. and T. Kira(1975) Distribution of forest vegetation and climate in the Korea peninsula; II. Distribution of some indices of thermal climate. *Jpn. J. Ecol.* 25: 77-88. (in Korean)
- Yim, Y.J. and T. Kira(1976) Distribution of forest vegetation and climate in the Korea peninsula; II. Distribution of climatic humidity/aridity. *Jpn. J. Ecol.* 26: 157-164. (in Korean)
- Yim, Y.J.(1977a) Distribution of forest vegetation and climate in the Korea peninsula; III. Distribution of tree species along the thermal gradient. *Jpn. J. Ecol.* 27: 177-189. (in Korean)
- Yim, Y.J.(1977b) Distribution of forest vegetation and climate in the Korea peninsula; IV. Zonal distribution of forest vegetation in relation to thermal gradient. *Jpn. J. Ecol.* 27: 269-278. (in Korean)
- Yoo, B.O., J.H. Park, Y.B. Park, S.Y. Jung and K.S. Lee(2016) Assessment of the Distributional Probability for Evergreen Broad-Leaved Forests(EBLFs) Using a Logistic Regression Model. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 19(1): 94-105.  
<http://dx.doi.org/10.11108/kagis.2016.19.1.094> (in Korean)
- Yun, J.H., J.H. Kim, K.H. Oh and B.Y. Lee(2011) Distributional Change and Climate Condition of Warm-temperate Evergreen Broad-leaved Trees in Korea. *Kor. J. Env. Eco.* 25(1): 47-56. (in Korean with English summary)