

진도군 접도의 식생 특성¹

강현미^{2*}

Vegetation Characteristics in the Jeopdo(Island), Jindo-gun¹

Hyun-Mi Kang^{2*}

요약

본 연구는 식물학적 가치가 높으나 식물과 관련된 연구가 전무한 접도를 대상으로 식생 특성을 파악하여 데이터베이스구축을 목적으로 진행하였다. 식생 특성을 알아보기 위해 100m² 크기의 조사구 52개소를 설치하여 조사·분석하였다. TWINSpan에 의한 군락분류 결과, 곰솔-소나무군락, 소나무-졸참나무군락, 소사나무-굴참나무군락, 소사나무-상수리나무군락, 굴참나무-소사나무군락, 구실잣밤나무군락, 육박나무-동백나무군락 총 7개 군락으로 유형화되었다. 접도의 식생은 크게 상록침엽수군락(군락 I, II), 소사나무-낙엽성 참나무류혼효군락(군락 III, IV, V), 상록활엽수군락(군락 VI, VII)로 구분할 수 있다. 상록침엽수군락은 현재 소나무, 곰솔이 졸참나무와 경쟁 상태에 있으며, 천이 중간단계 및 극상단계의 구실잣밤나무, 육박나무 등의 세력이 미비하여 현재상태가 유지될 것으로 판단된다. 소사나무-낙엽성 참나무류혼효군락은 토양조건에 영향을 받아 식생발달 속도가 늦어 현재상태가 오랫동안 유지될 것으로 판단되며, 상록활엽수군락은 소나무, 곰솔 등의 천이 초기단계에서 졸참나무를 거쳐 구실잣밤나무, 육박나무 등으로 천이가 진행되고 있다. 표본목의 연령은 대체적으로 유사하게 나타나고 있으며, 가장 오래된 수목은 구실잣밤나무로 예측연령이 약 59년이였다. 주요 수종별 상관관계 분석을 통해 곰솔과 사스레피나무, 소나무와 쇠물푸레나무, 육박나무와 동백나무 등이 높은 정의 상관관계를 보였으며, 소나무와 소사나무, 소사나무와 사스레피나무가 높은 부의 상관관계를 갖는 것으로 나타났다.

주요어: TWINSpan, 상록활엽수림, 낙엽활엽수림, 구실잣밤나무

ABSTRACT

The purpose of this study was to survey vegetation characteristics of Jeopdo (island) for the construction of a database. We installed and analyzed 52 plots with 100m² quadrat to investigate the vegetation characteristics. The community classification based on TWINSpan found seven categories of vegetation communities in the surveyed region: *Pinus thunbergii*-*Pinus densiflora* community, *Pinus densiflora*-*Quercus serrata* community, *Carpinus turczaninowii*-*Quercus variabilis* community, *Carpinus turczaninowii*-*Quercus acutissima* community, *Quercus variabilis*-*Carpinus turczaninowii* community, *Castanopsis sieboldii* community, and *Actinodaphne lancifolia*-*Camellia japonica* community. The vegetation in Jeopdo is largely composed of evergreen conifer trees community (communities I and II), *Carpinus turczaninowii*-deciduous broad-leaved trees such as *Quercus* spp. community (communities III, IV, and V), and evergreen broad-leaved

1 접수 2020년 1월 16일, 수정 (1차: 2020년 2월 3일), 게재확정 2020년 2월 4일

Received 16 January 2020; Revised (1st: 3 February 2020); Accepted 4 February 2020

2 국립목포대학교 조경학과 조교수 Dept. of Landscape Architecture, Mokpo National Univ., Muan 58554, Korea (kang@mokpo.ac.kr)

* 교신저자 Corresponding author: Tel: +82-61-450-2361, Fax: +82-61-450-2369, E-mail: kang@mokpo.ac.kr

trees community (communities VI and VII). The evergreen conifer tree (*Quercus serrata*) community is currently competing with *Pinus densiflora* and *Pinus thunbergii*. The current state is expected to continue due to the lack of forces, such as *Castanopsis sieboldii* and *Actinodaphne lancifolia*, in the succession middle stage and climax stage. The current state of *Carpinus turczaninowii*-deciduous broad-leaved trees such as *Quercus* spp. community is expected to last for a long time due to slow vegetation development because of soil conditions. The evergreen broad-leaved trees community is transforming from the initial stage of *Pinus densiflora* and *Pinus thunbergii* through the stage in *Quercus serrata* to *Castanopsis sieboldii* and *Actinodaphne lancifolia*. The overall ages of the specimens were similar, and the oldest tree was the 59-year old *Castanopsis sieboldii*. The correlation analysis of major species showed a high positive correlation between *Pinus thunbergii* and *Eurya japonica*, *Pinus densiflora* and *Fraxinus sieboldiana*, and *Actinodaphne lancifolia* and *Camellia japonica* and a high negative correlation between *Pinus densiflora* and *Carpinus turczaninowii* and *Carpinus turczaninowii* and *Eurya japonica*.

KEY WORDS: TWINSpan, EVERGREEN BROAD-LEAVED FOREST, BROAD-LEAVED DECIDUOUS FOREST, *Castanopsis sieboldii*

서론

섬도(接島)는 전라남도 진도군 의신면 금갑리에 속한 섬으로 진도 본 섬과 가까이 접해 있다고 해서 붙여진 이름으로 연도교(1987년 준공)를 통해 연결되어 있다(Digital Jindo Grandculture, 2020). 진도군은 유인도 45개, 무인도 209개 총 254개의 도서(섬)(Jindo-gun, 2020)로 이루어진 도서지역으로 섬도는 45개 유인도 중 한 곳이다. 섬도는 섬 중앙에 위치한 최고봉인 남망산(164m)으로부터 남서 방향으로 연결된 해발고도 150m 산능을 중심으로 산지지형을 이루고 있고, 동쪽으로 남해와 접하고 있으며, 대부분은 암석해안을 이루고 있다(About Jeonnam in Island, 2020).

섬은 지구 전체 육지의 약 5%에 불과하며, 전 세계 관속식물의 35% 이상이 자생하고 있으며, 약 5만 여종의 고유종이 분포하고 있다. 이중 2만 여종은 환경 변화 및 서식지 상실 등으로 현재 위기에 처해있다(Bramwell and Caujapé-Castells, 2011; Kim *et al.*, 2018). 이처럼 섬은 전 세계적으로도 중요한 위치에 있으나 환경 변화 및 훼손 등을 통해 위협에 노출되어 있다.

우리나라 주변 해역(동해, 서해, 남해)은 수리적 위치, 수심, 해류 등이 달라 다양한 해양 환경이 나타난다. 특히 바다 한가운데 있는 육지 공간인 도서는 바다로 둘러싸여 있고 면적, 육지로부터의 거리, 도서 간 거리, 도서 내 미지형 등의 차이가 커 이를 반영한 다양한 형태의 식물 자생지가 만들어 진다(Kim *et al.*, 2018). 이러한 이유로 섬은 식물 생육에서 중요한 위치를 차지하고 있다 할 수 있다. 섬의 대한 중요성이 대두되면서 2018년 3월 20일 개정된 「도서개발 촉진법」을 보면 제2조의2(섬의 날)에 “섬의 가치와 중요성에 대한 국민의 의식을

고취하기 위하여 매년 8월 8일을 섬의 날로 한다.”라고 섬의 날을 제정하였다. 섬에 대한 관심이 증가하면서 섬에 관한 정책적 관심은 커지고 있지만, 현재 섬에 대한 체계적인 조사와 연구는 미흡한 실정이다(Park, 2019).

우리나라 도서지역은 난대림에서 온대림 그리고 냉대림으로 전이되는 생태학적 점이지대에 속하며, 식물지리학적으로 매우 상징적인 위치를 가진다(Kim *et al.*, 2018). 섬도 또한 상록활엽수와 낙엽활엽수가 혼효하는 곳으로 식물학적 가치가 높고, 남망산은 천남성, 자란, 제비꽃류 등 야생화가 풍부한 천연식물자원으로 알려져 대한민국 야생화 100대 명소로 지정(About Jeonnam in Island, 2020)되어 있다. 진도군에 속한 관매도, 하조도, 동거차도, 맹골도 등 많은 섬들이 그 가치를 인정받아 다도해해상국립공원에 포함되어 있다. 이처럼 식물학적 가치가 높은 지역임에도 불구하고 섬도의 식물사회학적 연구는 전무한 실정이다. 이에 본 연구에서는 섬의 생태 및 식물학적 가치 등을 고려하여 연구가 미흡한 섬도를 대상으로 식생 특성을 조사분석하고 정확한 실태를 파악하여 한반도 난온대림의 특성과 섬의 식물사회학적 특성을 파악하기 위한 기초연구로서의 데이터베이스구축을 목적으로 하고자 하였다.

연구방법

1. 연구대상지 선정

연구대상지인 섬도는 전라남도 진도군에 속하는 섬이다. 이 지역은 식생에 대한 연구가 전문한 지역이나 상록활엽수와 낙

엽활엽수가 혼효하는 곳으로 식물학적 가치가 높은(About Jeonnam in Island, 2020) 것으로 알려진 곳이다. 이에 본 연구는 섬의 가치와 중요성이 대두되고는 있으나 섬에 대한 체계적인 조사, 연구가 부족한 접도를 대상으로 조사구를 설치하여 식생조사를 실시하였다.

대상으로 수종명과 규격을 측정하였다. 교목층과 아교목층은 출현하는 수목의 흉고직경을 기준으로 측정하였으며, 관목층은 수관폭(장변×단변)을 기준으로 조사하였다. 그 외 층위별 평균 수고와 평균식피율을 조사하였으며, 각 조사지의 환경요인을 파악하기 위해 해발고, 사면방향, 경사도 등을 조사하였다.

2. 조사 및 분석 방법

1) 식생 및 환경요인 조사

식생조사는 방형구법(quadrat method)으로 임내에 방형구를 설치하여 수관의 위치에 따라 상층수관을 이루는 수목을 교목층, 2m 미만의 수목을 관목층, 기타 위치의 수목을 아교목층으로 구분하여 측정하였다. 교목층과 아교목층의 방형구는 10m×10m로 설정하였으며, 관목층의 방형구는 교목층과 아교목층의 방형구 내에 가장자리 좌우측에 크기 5m×5m의 소방형구 1개소를 설치하는 방식으로 방형구 내의 목본수종 전체를

2) 식물군집구조 조사

식생조사 자료를 토대로 각 수종의 상대적 우세를 비교하기 위하여 Curtis and McIntosh(1951)의 중요치(Importance Value; I.V.)를 통합하여 백분율로 나타낸 상대우점치(Brower and Zar, 1977)를 수관층위별로 분석하였다. 상대우점치(Importance Percentage; I.P.)는 (상대밀도+상대피도)/2로 계산하였으며, 개체들의 크기를 고려하여 수관층위별로 가중치를 부여한 (교목층 I.P.×3+아교목층 I.P.×2+관목층 I.P.×1)/6으로 평균상대우점치(Mean Importance Percentage; M.I.P.)를 구하였다(Park, 1985). 식생조사 자료를 바탕으로 식물군락

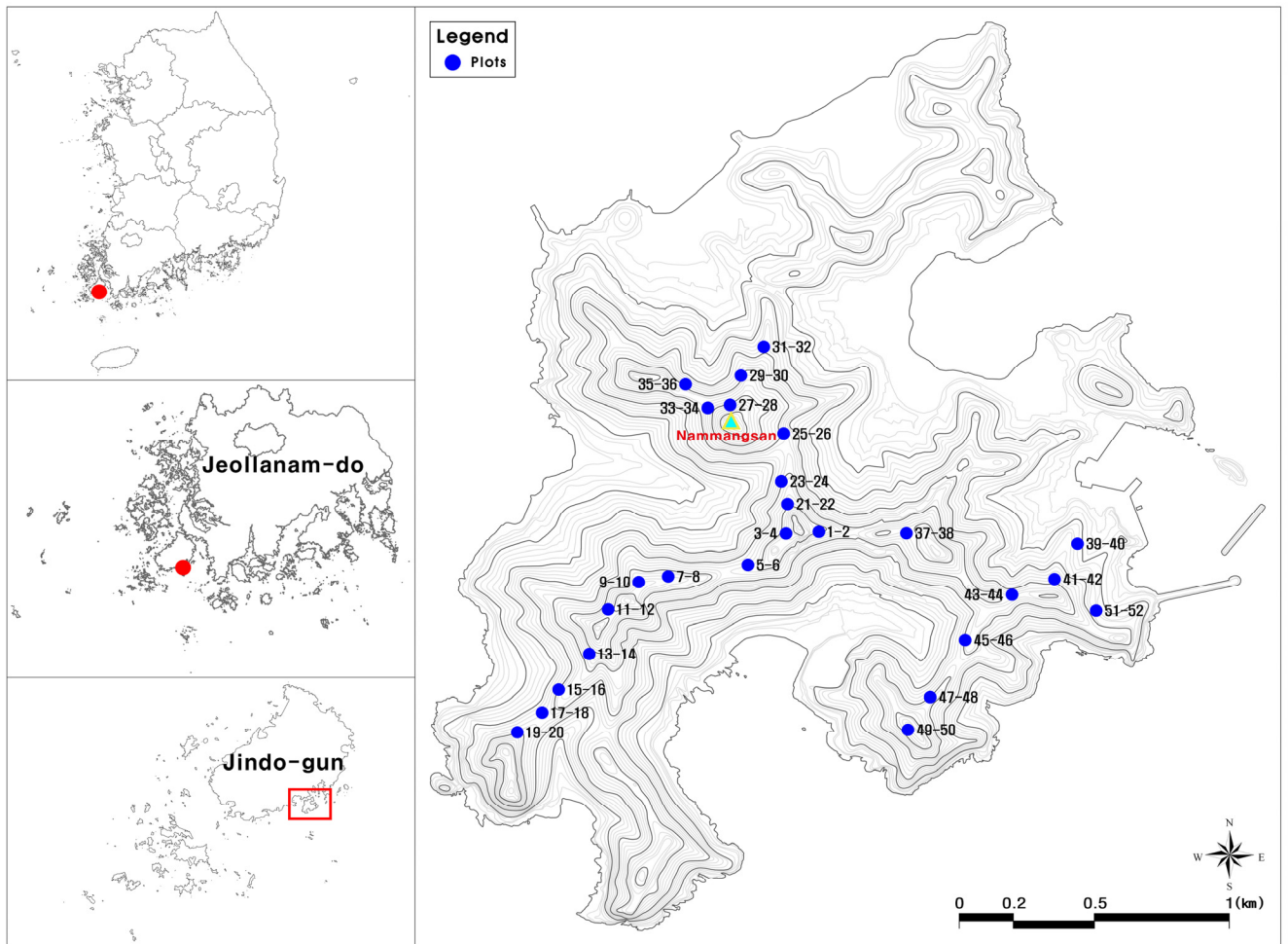


Figure 1. Map of the surveyed sites.

별 특성을 알아보기 위해 52개 조사구를 TWINSpan에 의한 군집분석(classification analysis)(Hill, 1979b)을 통해 7개의 식물군락으로 그룹화하여 식생구조를 파악하였으며, 그룹화된 군락의 분포 특성을 알아보기 위해 DCA ordination(Hill, 1979a)분석을 함께 실시하였다. 식생자료를 토대로 유사도를 비교 분석하였고, 홍고직경 분석을 통해 식생의 수령 및 임분동태를 파악하여 산림식생천이의 양상을 추정하였다(Harcombe and Marks, 1978). 그룹화된 조사지별로 중구성의 다양한 정도를 나타내는 척도인 종다양도는 Shannon의 수식(Pielou, 1975)을 이용하여 종다양도(Species Diversity, H'), 균재도(Evenness, J'), 우점도(Dominance, D)를 계산했고, 단위면적당(100m²) 종수 및 개체수를 분석하였다.

해발은 478.5m이고 진도군 관측지점의 해발은 5.4m(Korea Meteorological Administration, 2018)로 해발고도의 차이가 커 진도군 관측지점의 자료를 활용하여 4년(2015~2018)간의 기상자료(Korea Meteorological Administration, 2019)를 분석하였다(Table 1). 그 결과, 진도군의 연평균기온은 14.2℃, 연평균강수량 1,309.4mm, 온량지수 115.0℃·월, 한랭지수 -5.0℃·월로 확인되었다. 생물기후학적 관점에서 온도조건인 연평균 기온, 온량지수, 한랭지수는 상록활엽수의 분포와 관련성이 있는데(Kil and Kim, 1999), 상록활엽수의 분포는 연평균 기온 11~15℃(Kira, 1976), 한랭지수 0~10℃·월(Yim, 1977), 온량지수 85~240℃·월, 강수량 900~1,500mm((Hattori and Nakanishi, 1985, Park *et al.*, 2018) 범위로 진도군지역은 상록활엽수의 분포지역으로 적합한 것으로 확인되었다.

결과 및 고찰

1. 기후특성

기상청과 진도군에서 제공하고 있는 진도군의 기상관측자료는 2014년 5월 전까지 침찰산 인근의 진도(침찰산)기상대에서 관측한 자료를 제공하고 있으며 2014년 5월부터 진도군기상대에서 관측한 자료를 제공하고 있다. 진도(침찰산) 관측지점의

2. 식물군락구조

1) 군락분류

전체 52개 조사구에 대해 classification 분석 중 식별종을 중심으로 군락을 분류하는 TWINSpan 기법을 적용하여 군락을 유형화하였다(Figure 2). 첫 번째 단계에서는 줄참나무(-)와 쇠물푸레나무(-)가 출현하는 그룹과 동백나무(+)가 출현하

Table 1. Climate characteristics of Jindo-gun in recent 4 years(2015~2018)

Annual mean temperature(°C)	14.2	Warmth index(°C)	115.0
Mean maximum temperature(°C)	18.6	Coldness index(°C)	-5.0
Mean minimum temperature(°C)	9.9	Annual mean precipitation(mm)	1,309.4
Coldest month mean temperature(°C)	2.4	Maximum precipitation(mm)	1,571.0(2018)
January mean temperature(°C)	2.4	Minimum precipitation(mm)	768.2(2017)

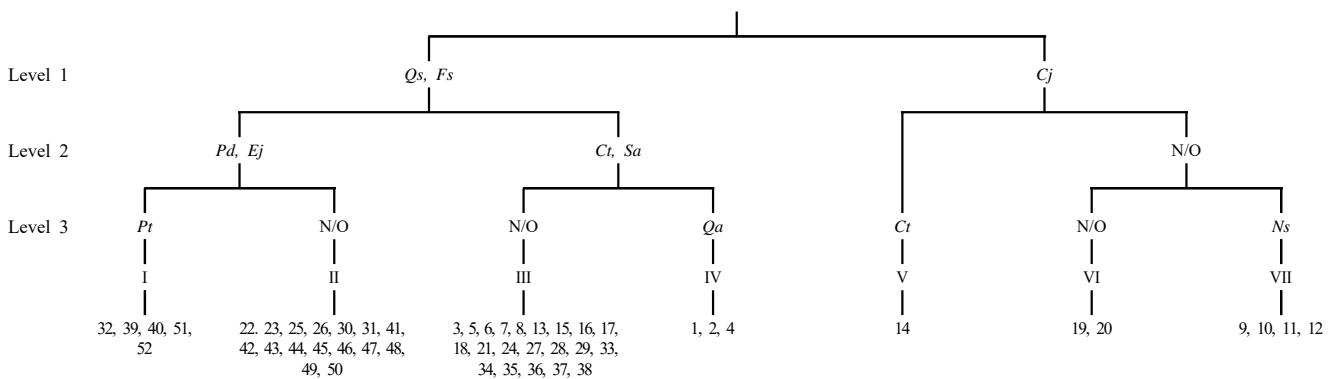


Figure 2. The dendrogram of classification by TWINSpan(Qs: *Quercus serrata*, Fs: *Fraxinus sieboldiana*, Cj: *Camellia japonica*, Pd: *Pinus densiflora*, Ej: *Eurya japonica*, Ct: *Carpinus turczaninowii*, Sa: *Sorbus alnifolia*, Pt: *Pinus thunbergii*, Qa: *Quercus acutissima*, Ns: *Neolitsea sericea*).

는 그룹으로 분리되었다. 두 번째 단계에서 졸참나무(-)와 쇠물푸레나무(-)를 식별종으로 갖는 그룹은 소나무(-)와 사스레피나무(-)가 출현하는 그룹과 소사나무(+)와 팔배나무(+)가 출현하는 그룹으로 분리되었으며, 동백나무(+)를 식별종으로 갖는 그룹은 소사나무의 출현 유무에 따라 그룹이 분리되었다. 세 번째 단계에서 소나무(-)와 사스레피나무(-)를 식별종으로 갖는 그룹은 곰솔(-)의 출현 유무에 따라 소사나무(+)와 팔배나무(+)를 식별종으로 갖는 그룹은 상수리나무(+)의 출현 유무에 따라 소사나무가 출현하지 않는 그룹은 참식나무(+)의 출현 유무에 따라 그룹이 분리되었다. 그 결과, 군락 I 은 곰솔-소나무군락, 군락 II 는 소나무-졸참나무군락, 군락 III 은 소사나무-굴참나무군락, 군락 IV 는 소사나무-상수리나무군락, 군락 V 는 굴참나무-소사나무군락, 군락 VI 은 구실잣밤나무군락, 군락 VII 은 육박나무-동백나무군락 총 7개 군락으로 유형화되었다.

Classification 분석과 상호보완적인 방법으로 군락의 분포를 알아보기 위해서 조사구 간의 상이성을 바탕으로 조사구를 배치하는 ordination 분석(Orloci, 1978)방법 중 DCA 기

법을 적용하여 분석하였다(Figure 3). 분석결과 DCA 축의 eigenvalue는 각각 제1축 0.683, 제2축 0.340, 제3축 0.177, 제4축 0.129로 제1축과 제2축의 집중율이 76.98%로 높게 나타나고 있어 두 축을 바탕으로 TWINSpan 기법으로 분류된 7개 군락의 조사구를 배치하였다. 제1축을 기준으로 확인한 결과, 군락 I~V와 군락 VI, 군락 VII은 명확히 구분되어 불연속성을 보였으며 좀 더 세분하여 살펴보면, 군락 I~II와 군락 III~V, 군락 VI, 군락 VII 이렇게 4개 집단으로 구분할 수 있다. 이는 우점종의 영향으로 군락 I~II는 소나무가 군락 III~V는 소사나무가 공통적으로 우점하고 있어 연속성을 보이고 있으며, 군락 II와 군락 III의 조사구가 일부 연속성을 보이는 이유는 높은 비율을 보이고 있는 졸참나무의 영향으로 판단된다. 그 외 군락 VI과 군락 VII의 우점종은 확연한 차이를 보이고 있어 불연속성을 보이는 것으로 판단된다. 제2축을 기준으로 다시 살펴보면, 조사구 39, 40만이 확연한 불연속성을 보이는데 이는 교목층에서 곰솔만이 출현하고 있는 것이 크게 작용한 것으로 판단된다.

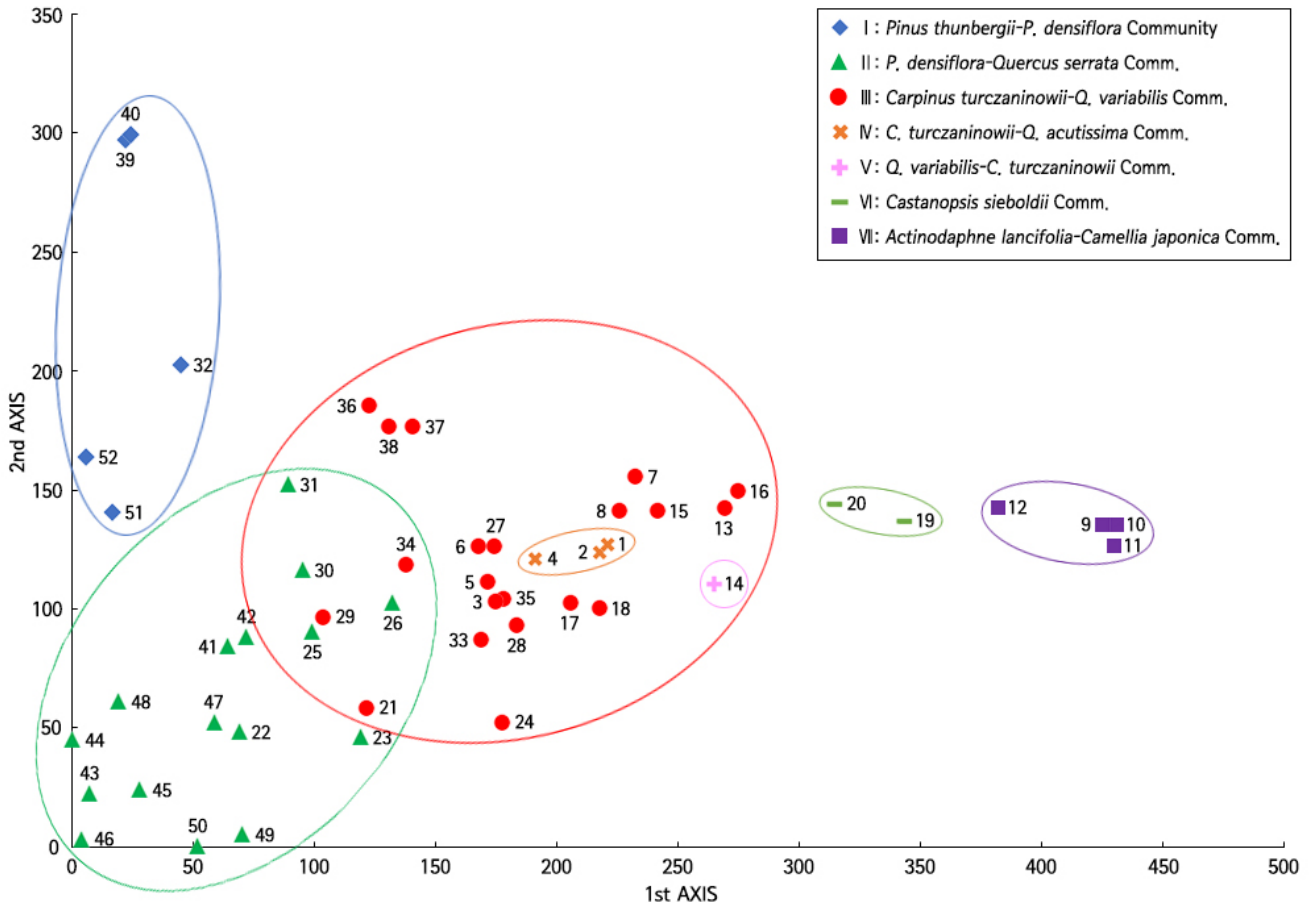


Figure 3. DCA(detrended correspondence analysis) ordination.

2) 군락별 조사지 개황

조사구의 일반적 개황을 확인한 결과(Table 2), 조사구는 해발 47~171m, 경사도 2~35°에 입지하였다. 자료를 통해 확인한 해발고는 164m로 GPS를 통해 조사구에서 확인한 해발고와 차이가 있어 본 연구에서는 GPS 측정 해발고를 기준으로 표시하였다. 군락별로 살펴보면, 가장 많은 조사구를 포함하고 있는 군락은 군락 III(소사나무-굴참나무군락)으로 21개의 조사구가 포함되어 있으며, 군락별 전체 출현종수도 66종으로 군락 III에서 가장 많이 확인되었다. 교목층 수고는 5~16m, 평균흉고직경은 7.8~35.2cm, 식피율은 10~70%로 확인되었

으며, 아교목층은 수고 2~7m, 평균흉고직경 3.1~7.8cm, 식피율 5~80%였으며, 관목층 식피율은 5~90%로 조사되었다.

3) 유사도지수

분리된 7개 군락에 대해 군락 간 유사도지수를 분석하였다(Table 3). 군락 간 유사도지수가 가장 높은 군락은 군락 III(소사나무-굴참나무군락)과 군락 IV(소사나무-상수리나무군락)으로 58.59%로 확인되었으며, 이는 교목층의 우점종으로 나타나고 있는 소사나무의 영향으로 판단된다. 가장 낮은 유사도지수를 나타낸 군락은 군락 I(곰솔-소나무군락)과 군락 VIII(육박나

Table 2. General description of the physical and vegetation of the seven communities

Community*	I	II	III	IV	V	VI	VI
Plot number	5	16	21	3	1	2	4
Altitude(m)	47~102	85~134	74~171	131~143	123	78	146~150
Aspect(°)	85~350	0~350	0~354	170~292	176	140~142	142~320
Slope(°)	16~28	2~28	2~35	23~30	29	16~19	15~21
Number of species (Total number of species)	18~27 (48)	15~23 (51)	12~29 (66)	12~19 (27)	13 (13)	7~14 (15)	6~14 (18)
Canopy							
Height(m)	9.0~16.0	6.0~15.0	5.0~16.0	6.0~7.0	9.0	8.0	8.0~11.0
Mean DBH(cm)	13.3~22.0	10.4~20.0	7.8~35.2	9.2~12.3	17.6	18.3~22.0	11.5~19.9
Coverage(%)	10~40	20~70	10~70	40~50	60	40~50	30~60
Understory							
Height(m)	5.0~7.0	3.5~6.0	2.0~7.0	2.0~4.0	4.0	3.0	5.0~6.0
Mean DBH(cm)	4.8~6.2	3.4~7.1	3.3~6.0	3.1~7.1	4.9	3.9~4.9	5.6~7.8
Coverage(%)	30~70	30~60	5~70	5~20	30	50	40~80
Shrub							
Height(m)	0.5~1.0	0.3~1.5	0.3~1.2	0.2~0.8	0.8	0.5	0.5~0.6
Coverage(%)	10~50	10~60	10~70	20~90	50	80~90	5~25

* I: *Pinus thunbergii*-*P. densiflora* Community, II: *P. densiflora*-*Quercus serrata* Comm., III: *Carpinus turczaninowii*-*Q. variabilis* Comm., IV: *C. turczaninowii*-*Q. acutissima* Comm., V: *Q. variabilis*-*C. turczaninowii* Comm., VI: *Castanopsis sieboldii* Comm., VII: *Actinodaphne lancifolia*-*Camellia japonica* Comm.

Table 3. Similarity index among three communities

Community*	I	II	III	IV	V	VI
II	50.38					
III	33.88	48.54				
IV	14.92	26.91	58.59			
V	8.49	18.65	51.30	42.19		
VI	12.12	13.55	20.39	10.80	27.94	
VII	6.01	7.69	13.35	10.34	34.06	29.52

* I: *Pinus thunbergii*-*P. densiflora* Community, II: *P. densiflora*-*Quercus serrata* Comm., III: *Carpinus turczaninowii*-*Q. variabilis* Comm., IV: *C. turczaninowii*-*Q. acutissima* Comm., V: *Q. variabilis*-*C. turczaninowii* Comm., VI: *Castanopsis sieboldii* Comm., VII: *Actinodaphne lancifolia*-*Camellia japonica* Comm.

무동백나무군락)으로 6.01%로 확인되었는데, 이는 두 군락의 모든 층위(교목층, 아교목층, 관목층)에서 우점종이 확연히 다르게 나타나고 있는 것이 영향으로 군락 VII이 상록활엽수종을 우점종으로 확인된 것이 크게 작용했을 것으로 사료된다.

4) 상대우점치

접도 7개 식물군락의 각 군락별 상대우점치(I.P.) 및 평균상대우점치(M.I.P.)를 분석하였다(Table 4). 군락 I은 곶술소나무군락으로 교목층에서는 곶술(I.P. 57.34%)이 우점하는 가

Table 4. Importance percentage of major woody species by the stratum for each communities

Comm.*	Species	Layer				Species	Layer			
		C ¹	U	S	M		C ¹	U	S	M
I	<i>Pinus thunbergii</i>	57.34	-	-	28.67	<i>Cornus kousa</i>	-	4.20	1.63	1.67
	<i>Eurya japonica</i>	-	54.39	11.73	20.09	<i>Ligustrum japonicum</i>	-	0.53	7.08	1.36
	<i>Pinus densiflora</i>	31.12	-	-	15.56	<i>Ilex macropoda</i>	-	3.54	0.37	1.24
	<i>Quercus serrata</i>	11.54	7.35	0.52	8.31	<i>Viburnum erosum</i>	-	1.50	4.27	1.21
	<i>Trachelospermum asiaticum</i>	-	-	37.41	6.24	<i>Platycarya strobilacea</i>	-	2.58	1.51	1.11
	<i>Styrax japonicus</i>	-	10.03	0.06	3.35	Others	-	11.02	32.26	9.11
	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	-	4.88	3.18	2.16					
II	<i>Pinus densiflora</i>	52.12	4.78	-	27.65	<i>Ilex macropoda</i>	4.51	1.04	0.10	2.62
	<i>Quercus serrata</i>	23.79	10.80	1.42	15.73	<i>Vaccinium oldhamii</i>	-	2.25	6.80	1.88
	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	-	21.10	7.12	8.22	<i>Rhododendron mucronulatum</i>	-	0.36	9.89	1.77
	<i>Quercus variabilis</i>	11.86	4.90	0.05	7.57	<i>Sorbus alnifolia</i>	-	2.75	2.02	1.25
	<i>Trachelospermum asiaticum</i>	-	-	33.21	5.54	<i>Cornus kousa</i>	0.87	2.37	-	1.23
	<i>Carpinus turczaninowii</i>	-	13.26	1.54	4.68	<i>Smilax china</i>	-	-	6.89	1.15
	<i>Eurya japonica</i>	-	11.65	3.59	4.48	<i>Viburnum erosum</i>	-	0.77	5.01	1.09
	<i>Quercus mongolica</i>	5.49	2.72	0.25	3.69	Others	1.35	11.93	21.98	8.34
	<i>Styrax japonicus</i>	-	9.33	0.13	3.13					
III	<i>Carpinus turczaninowii</i>	29.10	36.85	1.32	27.05	<i>Prunus spp.</i>	2.44	3.10	0.83	2.39
	<i>Quercus variabilis</i>	22.78	5.01	0.39	13.13	<i>Acer pseudosieboldianum</i>	0.73	4.09	3.54	2.32
	<i>Quercus serrata</i>	12.92	6.98	1.56	9.05	<i>Cornus kousa</i>	0.55	5.76	0.10	2.21
	<i>Castanopsis sieboldii</i>	9.71	3.95	3.98	6.84	<i>Ardisia japonica</i>	-	-	11.54	1.92
	<i>Trachelospermum asiaticum</i>	-	-	33.54	5.59	<i>Ligustrum japonicum</i>	-	2.67	4.60	1.66
	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	0.94	9.51	2.79	4.11	<i>Sorbus alnifolia</i>	0.23	2.42	1.62	1.19
	<i>Platycarya strobilacea</i>	6.64	1.50	0.08	3.83	<i>Camellia japonica</i>	-	2.21	2.48	1.15
	<i>Styrax japonicus</i>	2.43	6.25	0.11	3.32	Others	6.57	9.70	31.48	11.81
	<i>Pinus densiflora</i>	4.96	-	-	2.48					
IV	<i>Carpinus turczaninowii</i>	60.17	5.82	-	32.03	<i>Ardisia japonica</i>	-	-	14.84	2.47
	<i>Ligustrum japonicum</i>	-	60.36	8.29	21.50	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	4.12	-	2.03	2.40
	<i>Quercus variabilis</i>	4.75	16.77	4.53	8.72	<i>Prunus spp.</i>	4.25	-	-	2.13
	<i>Quercus acutissima</i>	15.40	2.47	-	8.52	<i>Smilax china</i>	-	-	9.27	1.55
	<i>Platycarya strobilacea</i>	5.37	3.32	0.75	3.92	<i>Lespedeza maximowiczii</i>	-	-	7.44	1.24
	<i>Trachelospermum asiaticum</i>	-	-	20.15	3.36	<i>Grewia parviflora</i>	-	-	6.78	1.13
	<i>Sorbus alnifolia</i>	0.85	6.77	2.00	3.02	<i>Celtis sinensis</i>	-	2.25	2.08	1.10
	<i>Quercus serrata</i>	5.08	-	2.58	2.97	Others	-	2.25	19.24	3.99
V	<i>Quercus variabilis</i>	60.86	11.69	-	34.33	<i>Trachelospermum asiaticum</i>	-	-	21.99	3.67
	<i>Carpinus turczaninowii</i>	26.61	18.33	3.08	19.93	<i>Ligustrum japonicum</i>	-	10.26	-	3.42
	<i>Actinodaphne lancifolia</i>	-	26.18	19.32	11.95	<i>Ardisia japonica</i>	-	-	15.22	2.54
	<i>Camellia japonica</i>	-	25.10	8.76	9.83	<i>Machilus thunbergii</i>	-	-	6.16	1.03
	<i>Platycarya strobilacea</i>	12.53	-	-	6.27	Others	-	-	16.23	2.71
	<i>Castanopsis sieboldii</i>	-	8.45	9.25	4.36					
VI	<i>Castanopsis sieboldii</i>	88.22	32.37	18.82	58.04	<i>Quercus variabilis</i>	6.05	-	-	3.03
	<i>Camellia japonica</i>	-	40.36	7.19	14.65	<i>Albizia julibrissin</i>	5.72	-	0.33	2.92
	<i>Trachelospermum asiaticum</i>	-	-	56.22	9.37	<i>Actinodaphne lancifolia</i>	-	5.56	2.06	2.20
	<i>Ligustrum japonicum</i>	-	7.65	7.55	3.81	Others	-	4.97	6.58	2.76
	<i>Eurya japonica</i>	-	9.09	1.30	3.25					
VII	<i>Camellia japonica</i>	23.94	88.79	13.33	43.79	<i>Trachelospermum asiaticum</i>	-	-	15.51	2.59
	<i>Actinodaphne lancifolia</i>	47.51	-	9.04	25.26	<i>Zelkova serrata</i>	5.16	-	-	2.58
	<i>Neolitsea sericea</i>	0.97	2.59	32.80	6.82	<i>Cinnamomum yabunikkei</i>	2.87	-	5.38	2.33
	<i>Ligustrum japonicum</i>	-	4.51	16.29	4.22	<i>Quercus variabilis</i>	4.07	-	-	2.04
	<i>Castanopsis sieboldii</i>	5.39	1.50	-	3.20	<i>Celtis biondii</i>	2.33	-	-	1.17
	<i>Machilus thunbergii</i>	5.22	-	-	2.61	Others	2.56	2.62	7.64	3.44

¹ C: Importance percentage in canopy layer, U: Importance percentage in understory layer, S: Importance percentage in shrub layer, M: Mean importance percentage

* I: *Pinus thunbergii*-*P. densiflora* Community, II: *P. densiflora*-*Quercus serrata* Comm., III: *Carpinus turczaninowii*-*Q. variabilis* Comm., IV: *C. turczaninowii*-*Q. acutissima* Comm., V: *Q. variabilis*-*C. turczaninowii* Comm., VI: *Castanopsis sieboldii* Comm., VII: *Actinodaphne lancifolia*-*Camellia japonica* Comm.

운데 소나무(I.P. 31.12%)와 졸참나무(I.P. 11.54%)만이 확인되고 있으며, 아교목층에서는 사스레피나무(I.P. 54.39%)가 관목층에서는 마삭줄(I.P. 37.41%)과 사스레피나무(I.P. 11.73%)가 우점하는 것으로 확인되었다. 군락 II(소나무-졸참나무군락)의 교목층은 소나무(I.P. 52.12%)가 우점하는 가운데 졸참나무(I.P. 23.79%)와 굴참나무(I.P. 11.86%)가 높은 비율로 출현하고 있으며, 아교목층은 쇠물푸레나무(I.P. 21.10%), 소사나무(I.P. 13.26%), 사스레피나무(I.P. 11.65%), 졸참나무(I.P. 10.80%), 때죽나무(I.P. 9.33%) 등의 다양한 수종이 비슷한 세력을 형성하며 우점하고 있으며, 관목층은 마삭줄(I.P. 33.21%)의 세력이 가장 넓게 형성되어 있다. 군락 I과 군락 II는 비슷한 양상을 보이는 군락으로 교목층에 소나무, 곰솔, 졸참나무가 우점하며, 아교목층은 사스레피나무, 졸참나무, 때죽나무 등이 관목층은 마삭줄이 우점하고 있다. 난온대 상록활엽수림의 식생천이에 관한 기존 연구를 보면, Oh and Kim(1996)은 소나무, 곰솔, 개서어나무, 졸참나무 등에서 구실잣밤나무, 붉가시나무, 종가시나무 등을 거쳐 육박나무로 예상하였으며, Park *et al.*(2018)은 곰솔, 소나무, 졸참나무 등(초기단계)→후박나무, 생달나무, 참식나무, 육박나무 등(중간단계)→구실잣밤나무, 붉가시나무, 참가시나무 등(극상단계)의 순으로 추정하였다. 이러한 경향을 볼 때 군락 I과 군락 II는 난온대 상록활엽수림의 초기단계로 현재 소나무, 곰솔이 졸참나무와 경쟁 상태에 있으며, 천이 중간단계 및 극상단계의 구실잣밤나무, 육박나무 등의 세력이 미비하여 현재상태가 일정기간 유지될 것으로 판단된다.

소사나무-굴참나무군락(군락 III)의 교목층은 소사나무(I.P. 29.10%), 굴참나무(I.P. 22.78%), 졸참나무(I.P. 12.92%), 구실잣밤나무(I.P. 9.71%) 등 다양한 수종이 세력을 형성하는 중이며, 아교목층은 소사나무(I.P. 36.86%)가 우점하고 있으며, 관목층은 마삭줄(I.P. 33.54%)이 우점하는 가운데 자금우(I.P. 11.54%)가 높은 비율로 출현하였다. 군락 IV는 소사나무-상수리나무군락으로 교목층은 소사나무(I.P. 60.17%)가 아교목층은 광나무(I.P. 60.36%)가 우점종으로 확인되었으며, 관목층은 마삭줄(I.P. 20.15%), 자금우(I.P. 14.84%), 청미래덩굴(I.P. 9.27%), 광나무(I.P. 8.29%) 등 다양한 수종이 우점종으로 확인되었다. 굴참나무-소사나무군락인 군락 V의 교목층은 굴참나무(I.P. 60.86%)가 우점하는 가운데 소사나무(I.P. 26.61%)와 굴피나무(I.P. 12.53%)가 출현하고 있으며, 아교목층은 육박나무(I.P. 26.18%), 동백나무(I.P. 25.10%), 소사나무(I.P. 18.33%), 굴참나무(I.P. 11.69%), 광나무(I.P. 10.26%), 구실잣밤나무(I.P. 8.45%)가 비슷한 세력을 형성하면 출현하였고, 관목층은 마삭줄(I.P. 21.99%)과 함께 육박나무(I.P. 19.32%), 자금우(I.P. 15.22%), 구실잣밤나무(I.P. 9.25%), 동백나무(I.P. 8.76%) 등이 우점하였다. 군락 III, IV, V는 교목층에서 소사나무와 함께 낙엽성 참나무류인 굴참나

무가 우점하며, 아교목층에서는 소사나무, 광나무, 육박나무, 동백나무 등이 관목층에서는 마삭줄과 자금우가 우점하였다. 교목층과 아교목층에서 우점하는 소사나무는 난온대 지역의 바람이 강한 능선부에 주로 출현하고(Park *et al.*, 2018), 난온대, 온대남부 기후대 능선부 등의 건조토양에 출현하는 토지구상수종(Lee *et al.*, 1999)이며, 굴참나무는 건조하고 토양이 척박한 능선부에 주로 출현하는 수종(Korea Forest Service, 2017; Kang and Park, 2018)으로 두 종 모두 건조하거나 척박한 능선부에서 주로 출현하는 수종으로 토양조건의 영향으로 식생발달 속도가 늦어 현재상태가 오랫동안 유지될 것으로 판단된다. 그러나 군락 V의 경우 아교목층에서 아교목성상의 상록활엽수인 광나무나 동백나무가 높은 비율로 출현하고 있으나 교목성상의 육박나무, 구실잣밤나무 등과 관목층에서 교목성상의 후박나무 등도 출현하고 있어 군락 III, IV에 비해 낙엽활엽수림에서 상록활엽수림으로의 천이가 더 빨리 진행될 것으로 예상된다.

구실잣밤나무군락(군락 VI)의 교목층은 구실잣밤나무(I.P. 88.22%)가 우점하며, 아교목층은 동백나무(I.P. 40.36%)와 구실잣밤나무(I.P. 32.37%)가 관목층은 마삭줄(I.P. 56.22%)이 우점종으로 확인되었다. 군락 VII은 육박나무-동백나무군락으로 교목층은 육박나무(I.P. 47.51%)와 동백나무(I.P. 23.94%)가 아교목층은 동백나무(I.P. 88.79%)가 관목층은 참식나무(I.P. 32.80%)가 우점하는 가운데 광나무(I.P. 16.29%), 마삭줄(I.P. 15.51%), 동백나무(I.P. 13.33%)가 우점종으로 출현하였다. 난온대 상록활엽수림의 식생천이에 관한 기존 연구를 보면, 구실잣밤나무의 경우 Oh and Kim(1996)은 천이 중간단계에서, Park *et al.*(2018)은 극상단계에서 나타나는 종으로, 육박나무와 참식나무의 경우 Oh and Kim(1996)은 극상단계에서, Park *et al.*(2018)은 중간단계에서 나타나는 종으로 예상하고 있다. 군락 VI에서 구실잣밤나무의 경우 교목아교목관목층 모든 층위에서 나타나고 있으며, 육박나무의 경우 아교목층과 관목층에서 출현하고 있다. 군락 VII에서 육박나무의 경우 교목층과 관목층에서 관찰되고 있으나 구실잣밤나무의 경우 교목층과 아교목층에서 낮은 비율로 출현하고, 참식나무의 경우 관목층에서 높은 비율로 출현하고 교목층과 아교목층에서도 낮은 비율이긴 하지만 출현을 시작하였다. 육박나무와 참식나무 등의 상록활엽수종이 생태적 지위가 높고(Park *et al.*, 2018), 붉가시나무와 참식나무, 육박나무가 동일한 생태적 적소를 갖는 것으로 판단(Oh, 1994)한 기존 연구 등을 종합하여 볼 때 군락 VI, 군락 VII의 상록활엽수림은 소나무, 곰솔, 개서어나무, 졸참나무 등에서 구실잣밤나무, 붉가시나무, 종가시나무 등을 거쳐 육박나무로 예상되며 국지적으로 후박나무, 생달나무, 황칠나무, 참식나무군락이 발달할 것으로 예상하고 있는 Oh and Kim(1996)의 예상에 따라 극상단계에 도달할 것으로 판단된다.

5) 흉고직경급별 분포

군락별 주요 우점종에 대한 식생의 수령 및 임분동태를 파악하기 위해 흉고직경급별 분석을 실시하였다(Table 5). 군락 I (곰솔-소나무군락)의 곰솔과 소나무는 소중경목 구간에서 확

인되고 있으며, 소경목 구간에서는 사스레피나무가 가장 많이 확인되었다. 소나무-졸참나무군락(군락 II)의 소나무는 소중경목 구간에서 졸참나무, 소사나무, 사스레피나무, 쇠물푸레나무 등은 소경목 구간에서 많은 개체가 확인되었다. 군락 III은

Table 5. The DBH distribution of major woody species for each communities

Comm.*	Unit (m')	Species	Shrub	D ₁ ^a	D ₂ ^b	D ₃ ^c	D ₄ ^d	D ₅ ^e	D ₆ ^f	D ₇ ^g	D ₈ ^h	D ₉ ⁱ	D ₁₀ ^j	D ₁₁ ^k	D ₁₂ ^l
I	500	<i>Pinus thunbergii</i>	-	-	-	4	7	1	2	-	-	-	-	-	-
		<i>Pinus densiflora</i>	-	-	-	1	3	-	1	1	-	-	-	-	-
		<i>Quercus serrata</i>	20	-	10	9	-	1	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Eurya japonica</i>	76	4	70	39	5	1	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Fraxinus sieboldiana</i>	84	2	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Trachelospermum asiaticum</i>	2,228	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Others	1,100	5	57	19	3	-	-	-	-	-	-	-	-
II	1,600	<i>Pinus densiflora</i>	-	-	-	4	17	17	11	6	-	-	-	-	-
		<i>Carpinus turczaninowii</i>	28	-	39	13	3	-	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Quercus variabilis</i>	12	-	4	19	8	-	1	-	-	-	-	-	-
		<i>Quercus serrata</i>	80	-	33	34	10	3	1	-	-	-	-	-	-
		<i>Eurya japonica</i>	116	3	52	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Rhododendron mucronulatum</i>	996	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Fraxinus sieboldiana</i>	600	15	124	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Trachelospermum asiaticum</i>	7,148	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Others	3,168	28	127	38	8	2	1	-	-	-	-	-	-		
III	2,100	<i>Carpinus turczaninowii</i>	40	1	154	93	30	10	2	1	-	-	-	-	-
		<i>Castanopsis sieboldii</i>	196	1	29	5	1	-	-	-	-	2	-	1	1
		<i>Quercus variabilis</i>	44	-	5	26	21	8	6	3	-	-	-	-	-
		<i>Quercus serrata</i>	136	-	33	34	17	1	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Fraxinus sieboldiana</i>	164	6	82	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Trachelospermum asiaticum</i>	8,260	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Others	5,568	23	206	60	20	5	4	1	2	-	-	-	-
IV	300	<i>Carpinus turczaninowii</i>	-	-	9	15	8	6	1	-	-	-	-	-	-
		<i>Quercus acutissima</i>	-	-	1	11	1	-	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Ligustrum japonicum</i>	24	1	4	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Trachelospermum asiaticum</i>	220	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Others	476	-	9	19	2	-	-	-	-	-	-	-	-
V	100	<i>Carpinus turczaninowii</i>	4	-	1	2	2	1	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Quercus variabilis</i>	-	-	-	1	3	3	1	-	-	-	-	-	-
		<i>Actinodaphne lancifolia</i>	12	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Camellia japonica</i>	8	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Trachelospermum asiaticum</i>	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Others	60	-	6	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
VI	200	<i>Castanopsis sieboldii</i>	24	-	3	4	6	4	3	3	1	1	-	-	-
		<i>Camellia japonica</i>	48	-	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Ligustrum japonicum</i>	32	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Trachelospermum asiaticum</i>	1,720	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		Others	176	1	5	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-
VII	400	<i>Castanopsis sieboldii</i>	-	-	1	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Actinodaphne lancifolia</i>	44	-	-	3	12	10	-	2	-	1	-	-	-
		<i>Neolitsea sericea</i>	260	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		<i>Camellia japonica</i>	48	-	51	37	4	1	-	-	-	-	-	-	-
		Others	240	-	4	3	5	2	-	2	-	1	-	-	-

^a: D₁<2(cm), ^b: 2≤D₂<7, ^c: 7≤D₃<12, ^d: 12≤D₄<17, ^e: 17≤D₅<22, ^f: 22≤D₆<27, ^g: 27≤D₇<32, ^h: 32≤D₈<37, ⁱ: 37≤D₉<42, ^j: 42≤D₁₀<47, ^k: 47≤D₁₁<52, ^l: 52≥D₁₂

* I: *Pinus thunbergii*-*P. densiflora* Community, II: *P. densiflora*-*Quercus serrata* Comm., III: *Carpinus turczaninowii*-*Q. variabilis* Comm., IV: *C. turczaninowii*-*Q. acutissima* Comm., V: *Q. variabilis*-*C. turczaninowii* Comm., VI: *Castanopsis sieboldii* Comm., VII: *Actinodaphne lancifolia*-*Camellia japonica* Comm.

소사나무-굴참나무군락으로 소사나무, 굴참나무, 졸참나무 등이 소중경목 구간에서 많은 개체가 확인되고 있으며, 구실잣밤나무는 37cm 이상의 대경목 구간에서 4개체가 확인되었다. 군락 IV(소사나무-상수리나무군락)는 소사나무와 상수리나무가 군락 V(굴참나무-소사나무군락)는 소사나무와 굴참나무가 소중경목 구간에서 확인되고 있으며, 구실잣밤나무군락(군락 VI)의 구실잣밤나무는 DBH 2cm 이상 42cm 미만의 구간에서 4개체가 확인되었다. 군락 VII(육박나무-동백나무군락)의 육박나무는 소중경목 구간에서 동백나무는 소경목구간에서 많은 개체가 확인되었다.

6) 종다양도

군락별 종다양도를 살펴보면(Table 6), 종다양도가 가장 높은 군락은 굴참나무 소사나무군락(군락 V)으로 2.1919로 나타났으며, 가장 낮은 군락은 구실잣밤나무군락(군락 VI)으로 0.9129로 두 군락 모두 평균 종다양도와는 다소 차이가 있는 것으로 나타났다. 군락 VI(구실잣밤나무군락)과 군락 VIII(육박

나무-동백나무군락)은 상록활엽수가 우점하는 군락들로 상록 침엽수인 곰솔, 소나무 낙엽활엽수인 소사나무, 굴참나무, 상수리나무, 졸참나무가 우점하는 다른 군락들에 비해 낮은 종다양도를 보이고, 두 군락(군락 VI, VIII)만이 평균 종다양도에 미치지 못하는 것으로 확인되었다.

7) 표본목 연령

조사구 내의 우점종 및 특징적인 수목을 대상으로 연령분석을 실시하였다(Table 7). 수목의 연령이 대체적으로 유사하게 나타나고 있으며, 가장 오래된 수목은 구실잣밤나무로 예측연령이 약 59년이었다. 난대림지역의 상록활엽수림은 과거 벌채, 연료채취 등 인위적인 영향으로 대부분 파괴되어 자연 식생 경관의 원형을 상실(Oh and Choi, 1993)한 것을 고려할 때 30~40년 전부터 숲의 훼손이 일어나지 않고 자연적으로 복원되어 가는 과정에 있는 것으로 판단된다. 이는 연도교(1987년)의 준공으로 자원의 공급이 원활해진 것과도 관련이 있어 보인다.

Table 6. Species diversity indices in each communities

(Unit: 100_m²)

Community	H'(Shannon)	J'(evenness)	D(dominance)	H'max
I	1.8564	0.5910	0.4090	3.1673
II	1.7216	0.5927	0.4073	2.9309
III	1.6512	0.5619	0.4381	2.9755
IV	1.9673	0.7457	0.2543	2.6647
V	2.1919	0.8545	0.1455	2.5649
VI	0.9129	0.4248	0.5752	2.2925
VII	1.5904	0.7323	0.2677	2.2063
Average	1.6882	0.5982	0.4018	2.8690

* I: *Pinus thunbergii*-*P. densiflora* Community, II: *P. densiflora*-*Quercus serrata* Comm., III: *Carpinus turczaninowii*-*Q. variabilis* Comm., IV: *C. turczaninowii*-*Q. acutissima* Comm., V: *Q. variabilis*-*C. turczaninowii* Comm., VI: *Castanopsis sieboldii* Comm., VII: *Actinodaphne lancifolia*-*Camellia japonica* Comm.

Table 7. The age and the number of standard tree in the Jeopdo

Species	No. of Individuals	DBH(cm)	Expected Age(Year)	Mean Annual Growth(mm)
<i>Pinus thunbergii</i>	3	14.5~26.0	30~39	2.1~4.2
<i>Pinus densiflora</i>	6	15.0~29.5	26~41	2.4~3.8
<i>Castanopsis sieboldii</i>	2	28.0	33~59	2.3~2.4
<i>Actinodaphne lancifolia</i>	2	18.0~21.0	42~43	2.3
<i>Quercus variabilis</i>	1	19.0	39	2.3
<i>Quercus mongolica</i>	1	11.0	34	1.7
<i>Quercus serrata</i>	3	13.0~18.0	33~35	1.6~2.2
<i>Carpinus turczaninowii</i>	8	8.0~20.0	26~45	1.1~2.4

8) 종수 및 개체수

종수 및 개체수 분석은 각각의 군락에 대해 단위면적(100 m²)을 기준으로 분석하였다(Table 8). 접도 식물군락의 평균 출현 종수는 18.44±5.08종이었고, 평균 출현 개체수는 685.10±547.21개체로 나타났으나 평균 출현 개체수와 관목층 출현 개체수에 큰 영향을 미치는 마삭줄과 자금우를 제외한 경우 평균 출현 개체수는 223.71±111.29개체였다. 군락별로 살펴보면, 군락 I 이 24.00±3.74종으로 가장 많은 종이 확인되었고, 군락 II 가 300.50±123.38개체로 가장 많은 개체가 확인되었다. 층위별로 살펴보면, 종수의 경우 교목층은 군락 IV가 4.67±1.15종, 아교목층은 군락 I 이 10.60±3.21종, 관목층은 군락 I 이 17.80 4.87종으로 가장 많은 종이 확인되었고, 개체수의 경우 마삭줄과 자금우를 제외하고 교목층은 군락 IV 가 23.33±14.47개체, 아교목층은 군락 I 이 47.60±5.59개체, 관목층은 군락 II 가 260.50±119.42개체로 가장 많은 개체가 확인되었다.

9) 주요 수종별 상관관계

조사구별 평균상대우점치가 10% 이상인 수종을 기준으로 수종 간 상관분석을 실시하였다(Table 9). 곰솔과 사스레피나무는 높은 정의 상관관계를 갖는데 이는 곰솔이 서해, 동해, 남해안 지역과 제주, 울릉도에서 자생하며, 특히 남부 해안가에

서 생육 가능한 상록침엽수종 중 가장 적합한 수종(Cho, 2018)이고, 사스레피나무가 제주도 해안가와 산지, 남해안 도서 및 남부지역 산기슭에 분포(Yun *et al.*, 2017)하고 반음수로 양지에서 천연하종이 잘 되며 건조하고 척박한 토양에서 잘 자라고 수분요구도가 적어(Chang *et al.*, 2011) 잎이 넓은 활엽수보다 곰솔과 소나무 등과 같은 침엽수 아래에서 더 잘 자라는 특성이 영향으로 작용한 것으로 판단된다. 소나무와 쇠물푸레나무 또한 높은 정의 상관관계를 갖는데 소나무가 토양이 건조하고 비옥도가 낮은 능선사면부(Korea Forest Research Institute, 2005)에 출현하고, 쇠물푸레나무도 토양수분이 건조하고 척박한 능선부에 흔하게 출현(Park and Oh, 2015)하여 생태적 적소가 동일하고, 소나무림 분포지는 쇠물푸레나무와 진달래, 철쭉 등이 함께 분포하는 것으로 예상(Kang *et al.*, 2016)한 기존의 연구결과를 통해서도 판단할 수 있다. 그 외 소나무와 벗나무류, 상수리나무와 팡나무, 육박나무와 동백나무가 높은 정의 상관관계를 갖는 것으로 확인되었다.

높은 부의 상관관계를 보이는 수종 중 소나무와 소나무가 있는데 그 이유는 소나무는 한반도 전역에 분포하나 비교적 건조하고 토양양분이 적은(Yoon, 2004) 능선부나 사면상부에 주로 분포(Korea Forest Research Institute, 2005)하고, 소나무의 경우 난온대 지역의 바람이 강한 능선부에 주로 출현하고(Park *et al.*, 2018), 난온대, 온대남부 기후대 능선부 등의

Table 8. Analysis of the number of species and individuals in each communities

(Unit: 100 m²)

Community*	No. of species				No. of individual			
	Tree	Understory	Shrub	Total	Tree	Understory	Shrub	Total
I	2.00±1.00	10.60±3.21	17.80±4.87	24.00±3.74	4.60±2.97	47.60±5.59	701.60±465.70 (232.00±37.74)**	753.80±464.76 (284.20±40.69)
II	2.88±0.96	9.19±2.32	13.25±2.14	18.88±2.31	7.56±2.42	32.44±10.89	759.25±599.22 (260.50±119.42)	799.25±597.33 (300.50±123.38)
III	4.19±2.34	9.00±3.90	13.43±3.25	20.05±4.26	11.81±6.57	31.19±21.00	686.10±498.19 (150.00±76.50)	729.10±512.08 (195.00±87.63)
IV	4.67±1.15	3.67±0.58	10.67±4.51	14.67±3.79	23.33±14.47	8.00±3.61	240.00±224.00 (100.00±22.27)	271.33±235.14 (131.33±25.15)
V	3	6	10	13	11	24	124(52)	159(87)
VI	2.00±1.41	5.00±2.83	9.00±4.24	10.50±4.95	11.50±3.54	11.50±6.36	1,000.00±1,170.97 (80.00±39.60)	1,023.00±1,180.87 (103.00±49.50)
VII	4.50±2.38	2.75±1.71	5.25±1.50	9.50±3.32	17.00±6.48	19.50±7.05	148.00±68.04 (119.00±80.16)	184.50±63.51 (155.50±76.12)
Average	3.52±1.92	8.21±3.72	12.77±4.10	18.44±5.08	10.85±7.07	30.02±17.28	664.23±541.72 (182.85±104.99)	685.10±547.21 (223.71±111.29)

* I: *Pinus thunbergii*-*P. densiflora* Community, II: *P. densiflora*-*Quercus serrata* Comm., III: *Carpinus turczaninowii*-*Q. variabilis* Comm., IV: *C. turczaninowii*-*Q. acutissima* Comm., V: *Q. variabilis*-*C. turczaninowii* Comm., VI: *Castanopsis sieboldii* Comm., VII: *Actinodaphne lancifolia*-*Camellia japonica* Comm.

** Result of deleting *Trachelospermum asiaticum* and *Ardisia japonica*

Table 9. Pearson correlation coefficient of the major tree species

Species ¹	Pt	Pd	Ps	Ct	Cs	Qa	Qv	Qm	Qs	Al	Mt	Sa	Psp	Eja	Cj	Ej	Sj	Fs
Pd	-.081																	
Ps	-.051	-.222																
Ct	-.244	-.366*	.107															
Cs	-.123	-.210	-.124	-.189														
Qa	-.069	-.144	-.014	.326*	-.079													
Qv	-.222	-.158	.079	.203	-.166	-.126												
Qm	-.079	.257	-.156	-.216	-.114	-.064	-.135											
Qs	-.098	.119	.117	-.181	-.208	-.141	-.179	.014										
Al	-.101	-.221	-.107	-.210	.032	-.070	-.110	-.101	-.286*									
Mt	-.083	-.187	.140	-.033	.010	-.057	.017	-.084	-.182	.238								
Sa	-.165	.178	.006	.215	-.060	.139	-.080	.027	-.070	-.124	-.097							
Psp	-.115	-.163	-.078	.583**	-.144	.117	.097	-.056	-.052	-.176	-.132	.151						
Eja	-.018	-.118	.106	.119	-.050	-.056	.025	-.007	-.076	-.084	.340*	.121	-.038					
Cj	-.131	-.273	-.152	-.207	.127	-.083	-.151	-.122	-.341*	.784**	.262	-.144	-.187	-.085				
Ej	.755**	.228	-.161	-.378**	-.112	-.113	-.266	.109	-.084	-.165	-.133	-.213	-.176	.041	-.193			
Sj	.194	-.074	.120	-.239	.002	-.137	-.128	.029	.251	-.163	-.073	-.165	-.058	-.113	-.167	.156		
Fs	-.174	.662**	-.227	-.094	-.300*	-.063	.054	.312*	.215	-.302*	-.241	.141	-.035	-.101	-.341*	.076	-.196	
Lj	-.074	-.290*	.158	.253	-.031	.549**	.012	-.155	-.256	.127	-.018	.062	-.150	-.096	.144	-.147	-.155	-.282*

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

¹ Pt: *Pinus thunbergii*, Pd: *Pinus densiflora*, Ps: *Platycarya strobilacea*, Ct: *Carpinus turczaninowii*, Cs: *Castanopsis sieboldii*, Qa: *Quercus acutissima*, Qv: *Quercus variabilis*, Qm: *Quercus mongolica*, Qs: *Quercus serrata*, Al: *Actinodaphne lancifolia*, Mt: *Machilus thunbergii*, Sa: *Sorbus alnifolia*, Psp: *Prunus* spp., Eja: *Euscaphis japonica*, Cj: *Camellia japonica*, Ej: *Eurya japonica*, Sj: *Stryax japonicus*, Fs: *Fraxinus sieboldiana*, Lj: *Ligustrum japonicum*

건조토양에 출현하는 수종(Lee *et al.*, 1999)으로 두 종의 생태적 적소가 같아 경쟁 상태에 있어 나타난 결과로 판단된다. 그 외 소나무와 사스레피나무가 높은 부의 상관관계를 보이는 것으로 나타났다.

10) 주요 수종의 ordination

조사구별 교목층과 아교목층의 상대우점치가 10% 이상인 수종과 상록활엽수인 수종을 중심으로 ordination 분석을 실시하였다(Figure 4). 분석결과, 교목층과 아교목층의 상대우점치가 10% 이상이면서 상록활엽수인 수종 중 사스레피나무는 아교목층의 상대우점치가 10% 미만인 반면에 관목층에 출현하는 상록활엽수인 돈나무, 다정크나무, 모새나무, 참가시나무 등과 일부 연속성을 보이고 있으나 교목층과 아교목층의 상대우점치가 10% 이상이면서 상록활엽수인 광나무, 육박나무, 동백나무, 구실갯바나무와는 확연한 불연속성을 보이는 것으로 나타났다. 또한 사스레피나무는 곶솔, 소나무 등과 함께 제1축을 기준으로 연속적으로 분포하고 있는 것을 확인할 수 있는데 이는 사스

레피나무가 반음수로 양지에서 천연하종이 잘 되며 건조하고 척박한 토양에서 잘 자라고 수분요구도가 적어(Chang *et al.*, 2011) 잎이 넓은 활엽수보다 곶솔과 소나무 등과 같은 침엽수 아래에서 더 잘 자라는 특성이 영향으로 작용한 것으로 판단된다. 사스레피나무의 경우 한반도의 난온대 상록활엽수의 북한계선을 결정하기 위해 선정된 64종 중 하나이고(Uyeki, 1941; Yun *et al.*, 2017), 다른 난온대 상록활엽수종에 비하여 고위도에 분포하고 있으며(Uyeki, 1941, Yun *et al.*, 2011; Yun *et al.*, 2017), 기후변화에 따른 분포확대 가능성이 높은 난온대 상록활엽수종(Yun *et al.*, 2017)이다. 또한, 최근 가속화 되는 기후변화로 인해 한반도 내륙으로 세력을 확대할 것으로 예상되며, 식물군락을 구성하는 종조성에도 영향을 미칠 것으로 판단(Yun *et al.*, 2017)되므로 지속적인 관찰이 필요한 종이라 할 수 있다.

제1축을 기준으로 느티나무를 제외한 낙엽활엽수들은 연속적으로 나타나고 있으며, 느티나무는 낙엽활엽수 보다는 상록

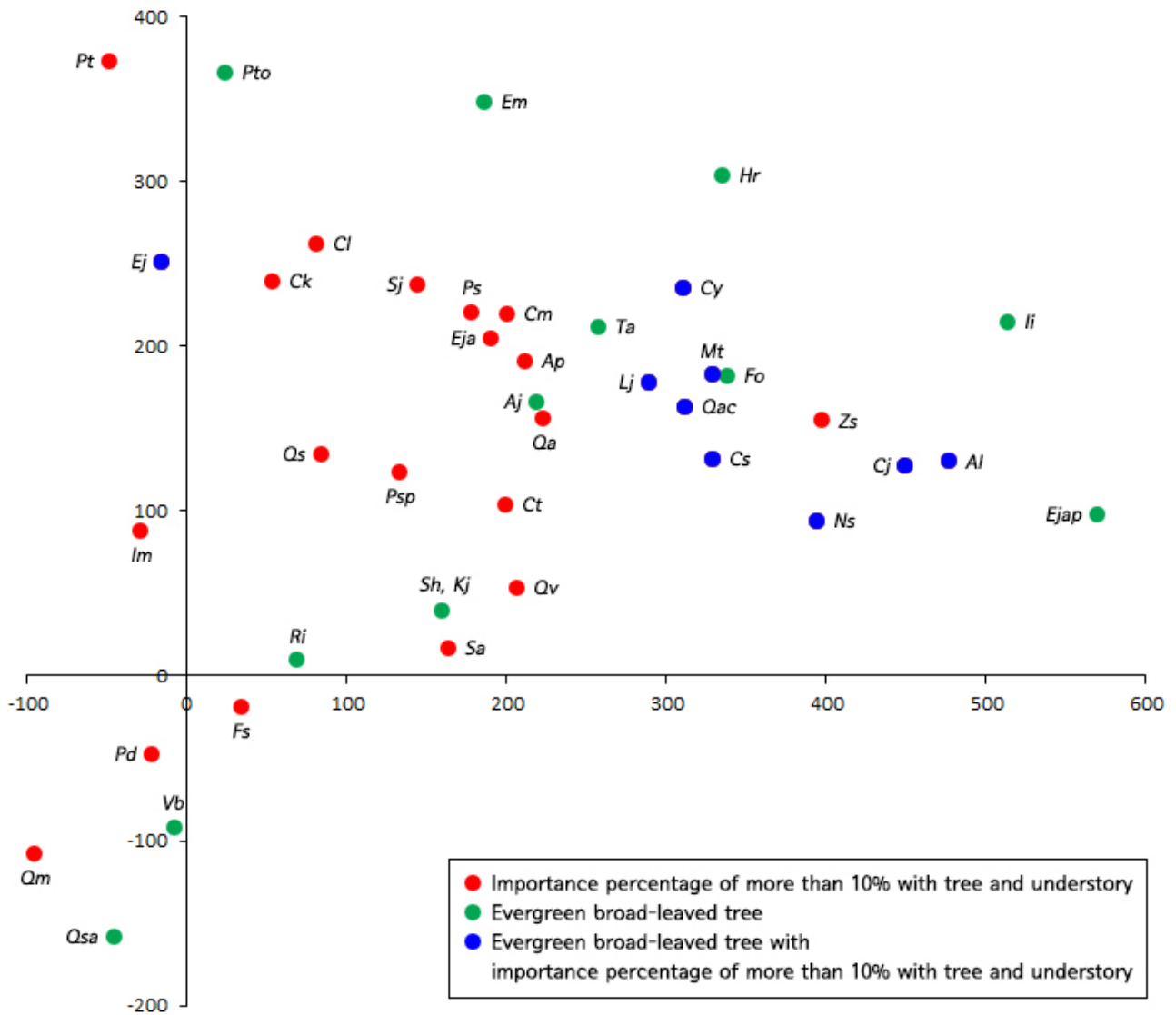


Figure 4. DCA(detrended correspondence analysis) ordination of the major tree species.

(Pt: *Pinus thunbergii*, Pd: *Pinus densiflora*, Aj: *Ardisia japonica*, Ps: *Platycarya strobilacea*, Cl: *Carpinus laxiflora*, Ct: *Carpinus turczaninowii*, Cs: *Castanopsis sieboldii*, Qa: *Quercus acutissima*, Qv: *Quercus variabilis*, Qm: *Quercus mongolica*, Qs: *Quercus serrata*, Qac: *Quercus acuta*, Qsa: *Quercus salicina*, Zs: *Zelkova serrata*, Vb: *Vaccinium bracteatum*, Cm: *Callicarpa mollis*, Fo: *Ficus oxyphylla*, Al: *Actinodaphne lancifolia*, Sh: *Stauntonia hexaphylla*, Kj: *Kadsura japonica*, Cy: *Cinnamomum yabunikei*, Mt: *Machilus thunbergii*, Ns: *Neolitsea sericea*, Pto: *Pittosporum tobira*, Ri: *Rhaphiolepis indica* var. *umbellata*, Sa: *Sorbus alnifolia*, Psp: *Prunus* spp., Im: *Ilex macropoda*, Ii: *Ilex integra*, Ejap: *Euonymus japonicus*, Eja: *Euscaphis japonica*, Ap: *Acer pseudosieboldianum*, Cj: *Camellia japonica*, Ej: *Eurya japonica*, Em: *Elaeagnus macrophylla*, Hr: *Hedera rhombea*, Ck: *Cornus kousa*, Sj: *Styrax japonicus*, Fs: *Fraxinus sieboldiana*, Lj: *Ligustrum japonicum*, Ta: *Trachelospermum asiaticum*)

활엽수와 더 연속적인 분포하고 있다. 전체적으로 제1축을 기준으로 볼 때 낙엽활엽수는 왼쪽을 중심으로 상록활엽수는 오른쪽을 중심으로 분포하였다. 수종간의 분리경향은 수종들의 생태적 적소가 같을 때 경쟁적 배제에 의해 나타나는 것으로(Lee et al., 1996; Oh and Cho, 1996) 낙엽활엽수와 상록활엽수의

분리경향 등을 고려할 때, 낙엽활엽수와 상록활엽수는 본 조사 지역에서 기후적인 영향인자 보다는 내건성 및 내음성, 내한성 등에 의해 생태적 적소의 차이를 보이는 것으로 판단된다.

REFERENCES

- About Jeonnam in Island(2020) <http://islands.jeonnam.go.kr>
- Bramwell, D. and Caujapé-Castells, J.(2011) *The Biology of Island Floras*. Cambridge Univ. Press, New York, 536pp.
- Brower, J.E. and J.H. Zar(1977) *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. Wm. C. Brown Company, 194pp.
- Chang, C.S., H. Kim and K.S. Chang(2011) *Illustrated Encyclopedia of Fauna & Flora of Korea*. Vol. 43. Woody Plants. Ministry of Education Science and Technology, Paju. 511pp. (in Korean)
- Cho, Y.J.(2018) *A Study on the Forest Vegetation Structure and Vegetation Variation of Daeheuksan Island*. Doctor's thesis, Chonbuk National Univ., 126pp. (in Korean with English abstract)
- Curtis, J.T. and R.P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of wisconsin. *Ecology* 32:476-496.
- Digital Jindo Grandculture(2020) <http://jindo.grandculture.net>
- Harcombe, P.A. and P.H. Marks(1978) Tree diameter distribution and replacement processes in southeast Texas forests. *For Sci.* 24(2): 153-166.
- Hattori, T. and S. Nakanishi(1985) On the distributional limits of the lucidophyllous forest in the Japanese Archipelago. *The Botanical Magazine, Tokyo* 98(4): 317-333.
- Hill, M.O.(1979a) TWINSpan - A FORTRAN Program for Arranging Multivariate Data in an Ordered Two-way Table by Classification of the Individuals and Sttributes. *Ecology and Systematics*, Cornell Univ., Ithaca, New York, 99pp.
- Hill, M.O.(1979b) DECORANA - A FORTRAN Program for Detrended Correspondence Analysis and Reciprocal Averaging. *Ecology and Systematics*, Cornell Univ., Ithaca, New York, 52pp.
- Jindo-gun(2020) <http://www.jindo.go.kr>
- Kang, H.M. and S.G. Park(2018) Characteristics of vegetation structure on the ridge of the Hannamgeumbuk-Jeongmaek and Geumbuk-Jeongmaek. *Korean Journal of Environment and Ecology* 32(6): 618-638. (in Korean with English abstract)
- Kang, H.M., S.G. Park and S.C. Lee(2016) Characteristics of *Pinus densiflora*-Dominant community on the mountain ridges of the Nakdong-Jeongmaek: Focusing on the Baekbyeongsan, Chilbosan, Baegamsan, Unjusan, Goheonsan. *Korean Journal of Environment and Ecology* 30(4): 751-761. (in Korean with English abstract)
- Kil, B.S. and J.U. Kim(1999) Syntaxonomy of evergreen broad-leaved forests in Korea. *Korean J. Environment Biology* 17(3): 233-247. (in Korean with English summary)
- Kim, H.H., D.B. Kim, H.H. Song, G.Y. Hwang and W.S. Kong(2018) Phytogeographical characteristics of outermost islands in the Korean peninsula. *Journal of the Korean Geographical Society* 53(2): 117-132. (in Korean with English abstract)
- Kira, T.(1976) *Terrestrial Ecosystems -An Introduction(Handbook of Ecology, Vol. 2)-*. Kyouritsu Shuppan, Tokyo, 166pp. (in Japanese)
- Korea Forest Research Institute(2005) *Survey Natural Pinus densiflora Forest in Gwangneung Experimental Forest*, 246pp. (in Korean)
- Korea Forest Service(2017) *The Study on a Natural Resources Change Survey and Management Practice in the HannamGeumbuk, Geumbuk-Jeongmaek*. Korea Forest Service, 513pp. (in Korean)
- Korea Meteorological Administration(2018) *Annual Climatological Report*. Korea Meteorological Administration, 325pp. (in Korean)
- Korea Meteorological Administration(2019) <http://www.weather.go.kr>
- Lee K.J., W. Cho and B.H. Han(1996) Plant community structure of *Pinus densiflora* forests in Odaesan National Park. *Korean Journal of Environment and Ecology* 9(2): 115-125. (in Korean with English abstract)
- Lee, K.J., W. Cho and S.D. Lee(1999) Plant community structure of Nojasan in Koje Island. *Korean Journal of Environment and Ecology* 13(1): 78-88. (in Korean with English abstract)
- Oh, K.K. and S.H. Choi(1993) Vegetational structure and successional sere of warm temperate evergreen forest region Korea. *Journal of Ecology and Environment* 16(4): 459-476. (in Korean with English abstract)
- Oh, K.K. and W. Cho(1996) Vegetation structure of warm temperate evergreen forest at Chomchalsan, Chindo, Korea. *Journal of Ecology and Environment* 10(1): 66-75. (in Korean with English abstract)
- Oh, K.K. and Y.S. Kim(1996) Restoration model of evergreen broad-leaved forests in warm temperate region(I) -Vegetational structure-. *Korean Journal of Environment and Ecology* 10(1): 87-102. (in Korean with English abstract)
- Oh, K.K.(1994) Plant community structure of evergreen broad-leaved forest in Mt. Turyunsan, Korea. *Korean Journal of Environment and Ecology* 8(1): 43-57. (in Korean with English abstract)
- Orloci, L.(1978) *Multivariate Analysis in Vegetation Research(2nd Edition)*. Junk Publishing, The Hague, 468pp.
- Park, I.H.(1985) *A Study on Forest Structure and Biomass in Baegwoonsan Natural Ecosystem*. Seoul National Univ. Graduate School Dissertation for the Degree of Doctor of Philosophy, 42pp. (in Korean with English abstract)
- Park, S.G. and K.K. Oh(2015) The types and structures of forest

- vegetation on the ridge of the Jeongmaeks in South Korea. Korean Journal of Environment and Ecology 29(5): 753-763. (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 Journal of Environment and Ecology 32(1): 77-96. (in Korean with English abstract)
- Park, S.H.(2019) A study on the necessity of the establishment of a research institute for island policy and the direction of its organization design. The Studies in Regional Development 51(1): 75-96. (in Korean with English abstract)
- Pielou, E.C.(1975) Mathematical Ecology. John Wiley & Sons, N.Y., 385pp.
- Uyeki, H.(1941) On the northern limit of evergreen broad-leaved tree in Korea acta. Phytotax. Geobot. 10(2): 89-93. (in Japanese)
- Yim, Y.J.(1977) Distribution of forest vegetation and climate in the Korea peninsula: IV. Zonal distribution of forest vegetation in relation to thermal gradient. Japanese Journal of Ecology 27: 269-278.
- Yoon, J.H.(2004) Characteristics and Change Prediction of Spatial Distribution of *Pinus densiflora* Stands in Korea: Emphasis on Impacts of Topography, Climate, and Soil Factors. Doctor's thesis, Korea Univ., 142pp. (in Korean with English abstract)
- 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. Korean Journal of Environment and Ecology 25(1): 47-56. (in Korean with English abstract)
- Yun, J.H., J.S. Park, J.Y. Choi and K. Nakao(2017) Habitat prediction and impact assessment of *Eurya japonica* Thunb. under climate change in Korea. Journal of Environment Impact Assessment 26(5): 291-302. (in Korean with English abstract)