한국환경생태학회지 38(3): 293-309, 2024
Korean J. Environ. Ecol. 38(3): 293-309, June 2024
ISSN 1229-3857(Print) ISSN 2288-131X(Online)
https://doi.org/10.13047/KJEE.2024.38.3.293

충청남도지역 소사나무림 군집구조분석 연구[1]

- 안면도, 황금산, 가야산(원효봉) 및 팔봉산을 대상으로 -

김용훈[2] · 권오정[3] · 정보광[4] · 송종원[5] · 오충현[6*]

A Study on the Plant Community Structure of *Carpinus Turczaninowii* in Chungcheongnam-do[1]

- Case Study of Anmyondo Isl., Hwanggumsan Mt., Gayasan Mt.(Wonhyobong) and Palbongsan Mt. -

Yong-Hoon Kim[2], Oh-Jung Kwon[3], Bo-Kwang Chung[4], Jong-Won Song[5], Choong-Hyeon Oh[6*]

요 약

본 연구는 도서식물자원인 소사나무의 식물군집구조 분석을 통해 소사나무림의 서식지 외 보전 및 서식환경 등의 기초자료를 제공하고자 수행하였다. 군집구조 분석을 위하여 소사나무가 출현하는 안면도(중장리 산 14-217), 황금산, 가야산(원효봉), 팔봉산을 대상으로 총 27개의 방형구(각 100㎡)를 설치 및 조사하였다. 군집분류는 TWINSPAN에 의한 classification 분석을 하였다. 군집분류 결과 소사나무-신갈나무 군락(Ⅰ), 소사나무-소나무 군락(Ⅱ), 소사나무-소나무 군락(Ⅲ), 소사나무-신갈나무 군락(Ⅳ), 소사나무-굴참나무 군락(Ⅴ), 소사나무-잔털벚나무 군락(Ⅵ), 소사나무-때죽나무 군락(Ⅶ) 등 총 7개의 군락으로 분류되었다. 종다양도는 0.8056~1.1568, 우점도는 0.1214~0.3024이며, 유사도지수는 9.37~36.36%이었다. 군락별 6개 환경인자를 RDA ordination로 상관관계 분석한 결과 제 1축을 기준으로 해발고도, 울폐도, 암석노출도, 경사도가 상관관계를 보였다. 군락 Ⅲ(소사나무-소나무 군락)과 군락 Ⅳ(소사나무-신갈나무 군락)은 주로 해발고도, 암석노출도, 경사도가 식생분포에 영향을 미치는 환경인자로 나타났다. 군락 Ⅴ(소사나무-굴참나무 군락), 군락 Ⅵ(소사나무-잔털벚나무 군락)와 군락 Ⅶ(소사나무-때죽나무 군락)은 울폐도가 식생분포에 영향을 미치는 환경인자로 나타났다.

주요어: TWINSPAN, RDA, **종다양도**, **우점도**, **유사도**, **상관관계**

ABSTRACT

This study was conducted to provide basic data on the structure of the *Carpinus turczaninowii* community and the characteristics of the habitat environment for ex situ conservation. To identify the current ecological environment, 27 plots (each measuring 100㎡) were selected for analyzing the detailed structure of plant communities in Anmyondo Isl.(Jungjangri San 14-217), Hwanggumsan Mt., Gayasan Mt.(Wonhyobong) and

1 접수 2023년 7월 14일, 수정 (1차: 2024년 4월 10일), 게재확정 2024년 4월 26일
Received 14 July 2023; Revised (1st: 10 April 2024); Accepted 26 April 2024
2 경기도청 정원산업과 지방녹지연구사 Garden Industry Division, Gyeonggi Province, Suwon-si 16508, Korea (ecology98@gg.go.kr)
3 한길숲연구소 연구원 Han-gil Forest Institute, Gangneung-si 25522, Korea (ojtale@gmail.com)
4 국립백두대간수목원 산림생태복원실 연구원 Baekdudaegan National Arboretum, Bonghwa-gun 1501, Korea (hoban6865@hanmail.net)
5 국립생태원 외래생물팀 전임연구원 National Institute of Ecology, Seocheon-gun 33657, Korea (rlemd1@nie.re.kr)
6 동국대학교 바이오환경과학과 교수 Dept. of Biological & Environmental Science, Dongguk Univ., Seoul 10316, Korea
* 교신저자 Corresponding author: ecology@dongguk.edu

Palbongsan Mt.. The research methodology employed in this study was qualitative analysis. The TWINSPAN classification yielded a total of seven distinct communities. Group Ⅰ represents the *C. turczaninowii - Quercus mongolica* community, Group Ⅱ represents the *C. turczaninowii - Pinus densiflora* community, Group Ⅲ represents the *C. turczaninowii* – *P. densiflora* community, Group Ⅳ represents the *C. turczaninowii* – *Q. mongolica* community, Group Ⅴ represents the *C. turczaninowii* – *Q. variabilis* community, Group Ⅵ represents the *C. turczaninowii - Prunus serrulata* Lindl. var. *pubescens* community, and Group Ⅶ represents the *C. turczaninowii - Styrax japonicus* community. The species diversity ranged from 0.8056 to 1.1568, the importance value ranged from 0.1214 to 0.3024, and the similarity index ranged from 9.37% to 36.36%. Based on the correlation analysis of six environmental factors for the seven communities using RDA ordination, the results indicate that on the first axis, Altitude, Crown density, Bare rock, and Slope exhibited a positive correlation. In the *C. turczaninowii - P. densiflora* community (Group III) and *C. turczaninowii - Q. mongolica* community (Group IV), altitude, bare rock, and slope were analyzed as factors influencing vegetation distribution. In the *C. turczaninowii - Q. variabilis* community (Group V), *C. turczaninowii - P. serrulata* Lindl. var. *pubescens* community (Group VI), and *C. turczaninowii - S. japonicus* community (Group VII), crown density was analyzed as a factor influencing vegetation distribution.

KEY WORDS: TWINSPAN, RDA, SPECIES DIVERSITY, DOMINANCE, SIMILARITY, CORRELATION

서 론

전세계적으로 기후변화 영향, COVID-19 팬데믹 영향 등으로 생물다양성 보전의 중요성을 인식하게 되었으며, 2022년 12월 캐나다 몬트리올에서 개최된 제15차 당사국 총회에서 2020년 이후 세계 생물다양성 보전과 지속가능한 이용 등을 수립하는 것 등을 기초로 한 '쿤밍-몬트리올 글로벌 생물다양성 프레임워크'가 채택됐다. 이와 더불어 생물다양성협약(CDB)의 세계식물보전전략(GSPC 2020)에서는 각 국가의 희귀식물 75% 이상을 현지 외 보전시설에서 보전ㆍ관리하도록 의무화함에 따라 국가기관의 주도적인 기능수행이 강조되고 있으며(Kim *et al*., 2014), 지구온난화 등에 따른 서식환경 악화로 인해 지속적으로 생물종이 감소되고 있어, 유전자원 확보 및 생물종다양성 보전이 더욱 중요해지고 있다.

우리나라는 반도라는 지형적인 특성 때문에 총 3,170개의 도서가 분포하고 있으며(Kim, 2004; Choi *et al.,* 2016), 이러한 도서지역은 대부분 육지에서부터 격리되어 있어, 섬의 독특한 환경에 적응된 고유종이나 희귀종들의 비율이 비교적 높고 도서 특유의 생태계를 구성하고 있다(Whittaker, 1998; Lee *et al*., 2003; Choi *et al*., 2016). 도서지역은 생물기후구계 중 해양성 기후의 특성을 가진 해안생물기후구에 속하며, 이러한 생물기후구는 특정 자연환경 조건에 지배받는 기후적 특성으로 생물분포에 두드러진 특징을 가지고 있다(Kim and Lee, 2006).

2014년 IUCN은 야생동물의 멸종 방지 및 생물다양성을 보존하기 위해 멸종위기에 처한 종에 관한 적색목록(IUCN Red List of Threatened Species) 중 소사나무를 관심대상(LC:Least Concern)으로 평가하였다(Shaw *et al.*, 2014). 소사나무는 주로 한국, 중국, 일본에 분포하며, 한국에서는 지리적으로 경기도, 충청도, 전라도, 경상도 및 강원도 등의 지역을 중심으로 남쪽 해안 도서에서 경기도 해안선 등에 주로 분포한다(Flora of Korea Editorial Committee, 2007; Shaw *et al.*, 2014). 또한 주로 도서지역의 능선부와 산정부, 해안단애지를 중심으로 배수가 잘 되고 암석이 있는 비탈면에서 주로 분포하는 특징을 가지고 있다(Lee *et al*., 2003; Song *et al*., 2008; Choi *et al*., 2012; Bae *et al*., 2014; Choi *et al*., 2015).

소사나무에 관한 선행연구로 Kim *et al*.(2012)은 제주도 내 소사나무 자생지를 대상으로 식생 구조 및 종다양도 변화, Kim *et al*.(2021)은 인천 및 경기도 도서지역 소사나무림 군집구조분석을 연구한 바 있다. 소사나무의 유전적 가치 및 자연환경 보전을 위해 인천광역시 옹진군 영흥도 북쪽 십리포해수욕장 내 소사나무 군락(약 150년 전 방풍림으로 조성)은 1997년 산림유전자원보호림(고유번호 4-2)으로 지정되었고, 영흥도 국사봉 일대에 자생하는 소사나무는 영흥면 주민자치위원회와 ㈜한국남동발전에서 보전지역 입간판 설치 등을 통해 관리하고 있다(Lim *et al.*, 2015). 문화재청은 인천광역시 강화군 화도면 문산리 산55 참성단 내 소사나무 1주(314㎡)를 천연기념물 제502호(지정일: 2009

년 9월 16일)로 지정하여 보호 및 관리하고 있다(Cultural Heritage Administration, 2011).

본 연구는 도서 및 해안지대 등에 분포하는 대표적인 도서식물자원인 소사나무림의 군집구조 분석과 환경인자 간의 특성 등을 탐색적으로 찾아 서식지 외 보전 등을 위한 연구자료 수집 및 서식환경 등의 기초자료를 제공하는데 목적이 있다.

연구방법

1. 연구대상지

본 연구는 국가생물종지식정보시스템 내 표본 채집지 및 분포도, 국립생물자원관 생물지리정보서비스 내 분포지도, Lee *et al.*(1993), Lee and Yim(2002), Korea National Arboretum(2006), Shin *et al.*(2009), Yun *et al.*(2007), Lee *et al.*(2017)의 연구를 참고하여 충청남도 태안군 안면읍 중장리 산14-217, 충청남도 서산시 대산읍 독곶리에 위치한 황금산(152.1m), 충청남도 예산군 덕산면 대치리 가야산에 위치한 원효봉(604.7m), 충청남도 서산시 팔봉면 금학리에 위치한 팔봉산(364.3m) 주변을 연구대상지로 선정하였다(Figure 1).

예비조사는 2020년 10월 24일, 2021년 5월 18일 2회를 하였으며, 현지조사는 2021년 8월 4일 ~ 9월 10일까지 총 4회 걸쳐 소사나무 위치 파악 및 군집구조 조사를 진행하였다. 조사대상지의 위치정보를 기록하기 위해 휴대용 GPS 단말기(Magellan Explorist610)를 이용하였다.

2. 식생조사 및 분석

소사나무 군집구조 분석을 위해 대상지 내 소규모로 출현하는 소사나무를 제외하고 여러 개체가 주로 출현하는 대상지를 중심으로 상관식생을 고려하여 10×10m(100㎡) 크기의 방형구 27개소[안면도(중장리 산14-217) 6개소: 1~6, 황금산 8개소: 7~14, 가야산(원효봉) 7개: 15~21, 팔봉산 6개: 22~27)]에 대한 조사를 진행하였다. 방형구 내 출현하는 수목에 대하여 교목(수고 8m 이상), 아교목(수고 2~8m), 관목(수고 2m 미만)으로 층위를 구분하였고 수고, 흉고직경, 수관폭, 개체수를 조사하였다. 수고는 수고계(SUUNTO PM5/360PC)를 활용하여 측정하였다. 흉고직경과 수관폭은 10m 흉고직경자를 활용하여 조사하였다. 환경인자 등을

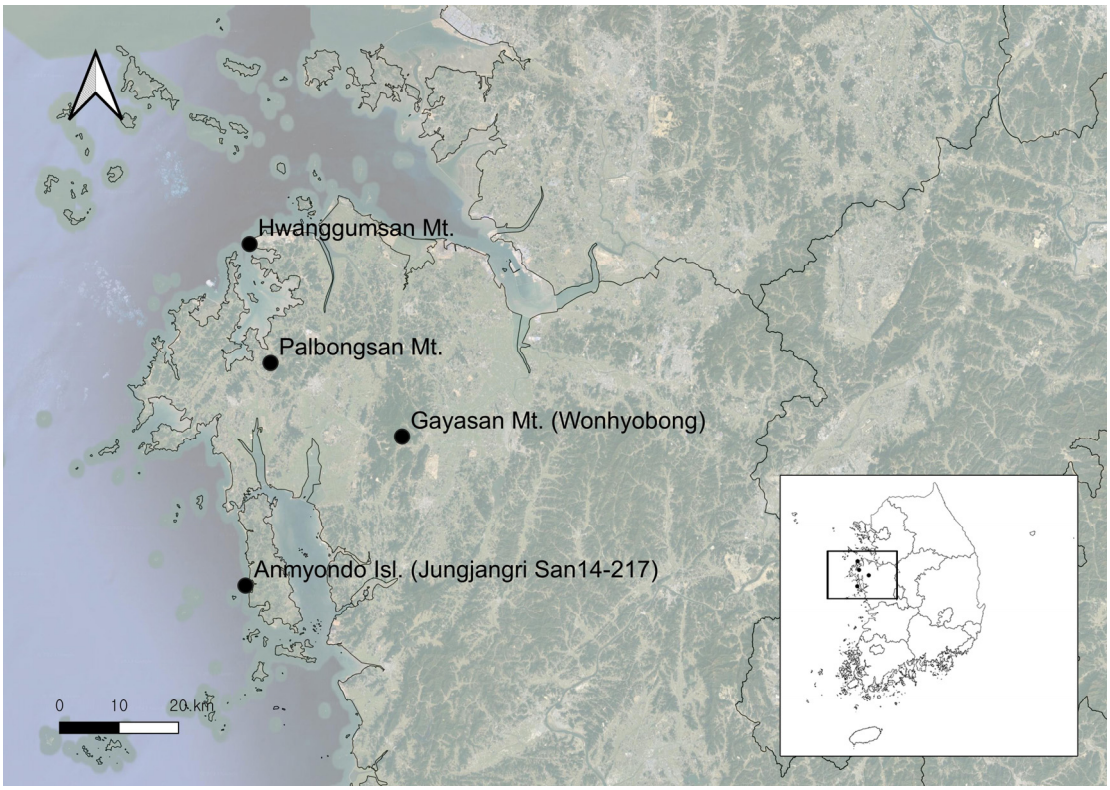

Figure 1. Location map of survey area in Anmyondo Isl.(Jungjangri San 14-217), Hwanggumsan Mt., Gayasan Mt.(Wonhyobong) and Palbongsan Mt..

분석하기 위해 암석노출도, 토양경도, 낙엽층 깊이, 해발고도, 경사도, 향, 울폐도를 조사하였다. 암석노출도는 방형구 내 지면에서의 암석피복 정도를 %단위로 측정 및 기록하였다. 토양경도는 방향구를 대상으로 토양경도계(TAKEMIRA SHM-1)를 사용하여 방형구별 각각 3곳을 측정한 후 평균값을 산출하였다. 해발고도, 경사도와 향은 대상지의 1/1,000, 1/5,000 등의 수치지형도와 방형구 GPS 조사지점 자료를 중첩하여 QGIS를 활용하여 분석하였다. 울폐도는 울폐도측정기(Spherical convex densiometer Model A)를 사용하여 방형구별 측정하였다. 식생조사를 토대로 층위별 각 수종의 상대적 우세 등을 파악하기 위해 중요치(importance value: I.V.)를 통합하여 백분율로 나타낸 상대우점치(importance percentage: I.P.)를 산출하여 분석하였다(Curtis and McIntoch, 1951; Brower and Zar, 1977). 상대우점치는 (상대밀도+상대피도)/2로 계산하였다. 개체들의 크기를 고려하여 수관층위별로 가중치를 부여한 평균상대우점치(mean importance percentage: M.I.P.)는 [(교목층 I.P.×3)+(아교목층 I.P.×2)+(관목층 I.P.×1)]/6으로 계산하였다(Yim *et al.*, 1980; Park *et al.*, 1987). 군집분류는 TWINSPAN에 의한 classification 분석(Hill, 1979)을 진행하였으며, 각 군집이 적절하게 분류되었는지 유의성 평가를 위해 다수응답순열절차(MRPP: Multi-Response Permutation Procedures) 검정을 실시하였다. 다수응답순열절차(MRPP) 검정은 비모수적인 통계방법으로 이미 나누어진 2개 이상의 그룹을 비교하는데 사용된다(McCune and Grace, 2002). 군락명은 식생상관과 평균상대우점치를 고려하여 명명하였으며, 판정기준은 국립생태원의 제5차 전국자연환경조사 지침을 참고하였다(National Institute of Ecology, 2019). 분류된 군락과 환경인자의 관계를 분석하고자 Hasegawa(2006)가 제시한 서열기법의 기준으로 중복분석(RDA: redundancy analysis)에 의한 ordination 분석(Legendre and Anderson, 1999)을 수행하였다. 또한 각 군락과 환경인자와의 상관관계를 분석하기 위해 비모수 상관계수인 Kendall의 순위상관계수를 구하였다. 대상지별 차이를 알아보기 위해 환경인자 중 명목척도의 자료는 인위적으로 그룹화 하여 다수응답순열절차(MRPP) 검정을 실시하여 환경인자별 유의성 평가를 실시하였다. TWINSPAN, RDA, MRPP는 PC-ORD(ver. 7.10)를 이용하였다(McCune and Mefford, 2016). Kendall의 순위상관계수는 Microsoft Excel 2010을 사용하였다. Pielou(1975)의 방법으로 군락별 종 구성의 다양한 정도를 알아보기 위해 Shannon의 종다양도(H'), 최대종다양도(H'max), 균재도(J'), 우점도(D)를 분석하였고 군락 간의 유사성 정도를 측정하기 위해 Whittaker (1956)의 수식을 이용하여 유사도지수(Similarity Index: S.I.)를 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 식물군집구조 분석

1) Classification 분석

Figure 2는 27개 조사구에 대하여 TWINSPAN에 의한 classification 분석을 실시한 것이다. 분석결과 1~4 division의 지표종에 의하여 총 7개의 그룹으로 구분되어졌다. 제1단계(level 1) 제 1 division에서는 잔털벚나무(+)와 고로쇠나무(+)의 출현유무에 따라 두 개의 그룹으로 나눠졌다. 제2단계(level 2) 제 2 division에서는 잔털벚나무(+)와 고로쇠나무(+)가 출현한 그룹에서 팥배나무(-)의 출현유무에 따라 2개의 그룹으로 나눠졌으며, 팥배나무(-)가 출현한 Group 6(조사구 1, 2, 3, 6)과 팥배나무(-)가 출현하지 않은 Group 7(조사구 4, 5)로 분리되었다. 잔털벚나무(+)와 고로쇠나무(+)가 출현하지 않은 그룹은 산철쭉(-)의 출현유무에 따라 2개의 그룹으로 나눠졌다. 제 3단계(level 3) 제 3 division에서는 산철쭉(-)이 출현한 그룹에서 떡갈나무(+)의 출현유무에 따라 2개의 그룹으로 나눠졌으며, 떡갈나무(+)가 출현한 Group 2(7, 13, 14)와 떡갈나무(+)가 출현하지 않은 Group 1(10, 11)로 분리되었다. 산철쭉(-)이 출현하지 않은 그룹은 초피나무(+)의 출현유무에 따라 2개의 그룹으로 나눠졌으며, 초피나무(+)가 출현한 Group 5(8, 9, 12)로 분리되었다. 제 4단계(level 4) 제 4 division에서는 초피나무(+)가 출현하지 않은 그룹에서 소나무(-)가 출현한 Group 3(22, 23, 24, 25, 26, 27)과 소나무(-)가 출현하지 않은 Group 4(15, 16, 17, 18, 19, 20, 21)로 분리되었다. Figure 2와 Table 2를 토대로 조사구별 층위별 상대우점치 등을 연계하여 군락명을 부여한 결과 Group 1은 소사나무-신갈나무 군락(군락 Ⅰ), Group 2는 소사나무-소나무 군락(군락 Ⅱ), Group 3은 소사나무-소나무 군락(군락 Ⅲ), Group 4는 소사나무-신갈나무 군락(군락 Ⅳ), Group 5는 소사나무-굴참나무 군락(군락 Ⅴ), Group 6은 소사나무-잔털벚나무 군락(군락 Ⅵ), Group 7은 소사나무-때죽나무(군락 Ⅶ)으로 총 7개 군락으로 구분되었다. 각 군락이 적절하게 분류되었는지 검증하기 위하여 다수응답순열절차(MRPP) 검정 결과 유의성이 나타나는 것으로 분석되었다(A=0.237, P<0.01).

2) 환경인자, 상대우점치 분석 등

Table 1은 Figure 2를 기초로 총 7개 군락으로 구분하여 조사지에 관한 현황을 정리한 표이다. 또한 Table 2와 Table 3은 총 7개 군락의 상대우점치 및 평균상대우점치, 주요종의 개체군 등을 분석한 표이다.

군락 Ⅰ(소사나무-신갈나무 군락)이 출현한 조사구(서산시 황금산 10~11)의 해발고도는 34m의 해수면과 가까운

능선 하부지역으로서 동향(90°)이다. 경사는 16°로 경사지이며, 토양경도는 1.00~1.50kg/㎠, 암석노출도는 30%, 낙엽층 깊이는 0.5~1cm, 울폐도는 33~38%로 분석되었다. 상대우점치 분석 결과 교목층에서 신갈나무(I.P.: 50.86%), 소사나무(I.P.: 49.14%)의 순으로 우점하였으며, 아교목층은 소사나무(I.P.: 79.17%), 신갈나무(I.P.: 13.66%), 굴피나무(I.P.: 7.17%)의 순으로 우점하였다. 관목층은 산철쭉(I.P.: 46.75%), 신갈나무(I.P.: 18.63%), 생강나무(I.P.: 9.00%), 덜꿩나무(I.P.: 7.84%), 굴피나무(I.P.: 5.40%), 졸참나무(I.P.: 4.81%), 산초나무(I.P.: 4.62%), 분꽃나무(I.P.: 2.95%) 등의 순으로 우점하였다. 개체군 분석 결과 군락 Ⅰ은 200㎡ 내 DBH 6~20㎝인 소사나무 8개체, DBH 8~19

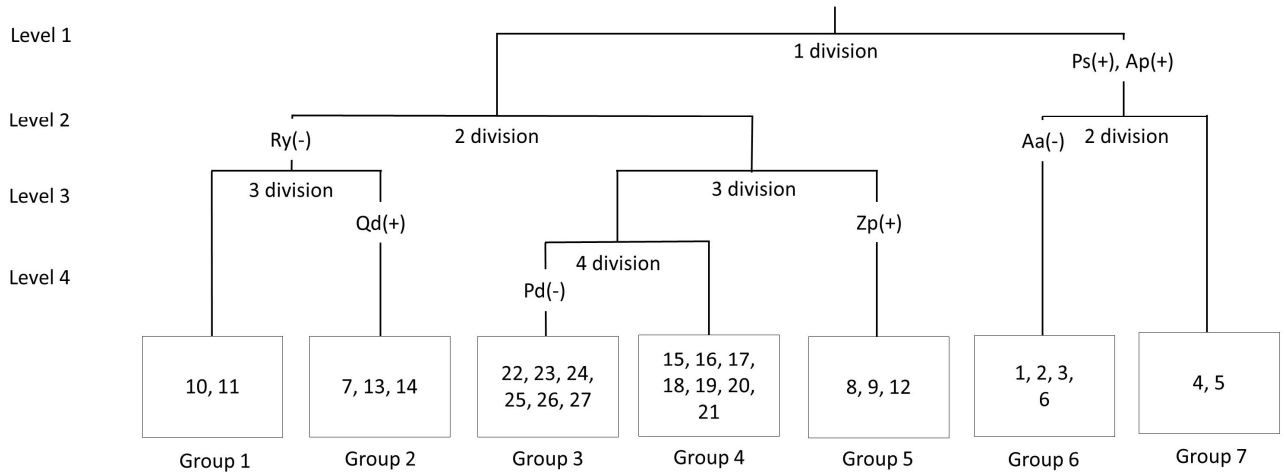

Figure 2. Classification of 27 plots by the TWINSPAN analysis(Ps: *Prunus serrulata*, Ap: *Acer pictum*, Ry: *Rhododendron yedoense*, Aa: *Aria alnifolia*, Qd: *Quercus dentata*, Zp: *Zanthoxylum piperitum*, Pd: *Pinus densiflora*).

Table 1. General description of the physical features and vegetation of the surveyed plots

Community*		I		II			III					
Plot		10	11	7	13	14	22	23	24	25	26	27
Altitude(m)		34	34	33	97	51	282	282	282	301	265	265
Slope(°)		16	16	12	13	6	16	16	16	10	19	19
Aspect(°)		90	90	101	106	149	38	38	38	85	87	87
Coord-inates (degrees)	N	36.99561	36.99564	36.98706	36.98863	36.98760	36.80496	36.80489	36.80472	36.80356	36.80430	36.80420
	E	126.33063	126.33065	126.33148	126.33094	126.33078	126.37370	126.37372	126.37383	126.37414	126.37446	126.37442
Canopy	Height (m)	8	8	8	10	8	9	8	8	9	9	8
	Mean DBH (㎝)	15	17	21	20	15	17	15	19	22	15	18
	Coverage (%)	50	30	70	60	40	50	60	50	50	60	50
Under-story	Height (m)	5	6	6	6	6	6	5	6	6	6	6
	Mean DBH (㎝)	18	7	11	12	12	7	8	19	14	9	8
	Coverage (%)	20	20	50	60	60	30	30	40	70	40	30
Shrub	Height (m)	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦2	≦1
	Coverage (%)	80	80	60	40	40	40	30	40	50	50	50

*Plant community names are referred from figure 2

Table 1. Continued

Community*		IV							V		
Plot		15	16	17	18	19	20	21	8	9	12
Altitude(m)		560	514	514	483	444	444	452	97	97	97
Slope(°)		17	25	25	18	30	30	35	13	13	13
Aspect(°)		126	174	174	172	126	126	94	106	106	106
Coord-inates (degrees)	N	36.69985	36.69907	36.69854	36.69808	36.69742	36.69730	36.69883	36.99048	36.99047	36.99028
	E	126.61990	126.62020	126.62070	126.62110	126.62210	126.62210	126.62230	126.33080	126.33080	126.33070
Canopy	Height (m)	-	-	-	-	-	-	-	10	10	10
	Mean DBH (㎝)	-	-	-	-	-	-	-	32	31	29
	Coverage (%)	-	-	-	-	-	-	-	70	70	80
Under-story	Height (m)	3	3	4	5	5	5	6	6	6	6
	Mean DBH (㎝)	12	10	12	12	12	14	17	14	26	8
	Coverage (%)	60	40	60	60	50	50	60	30	20	60
Shrub	Height (m)	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦1	≦2	≦1	≦1	≦2
	Coverage (%)	70	60	60	50	50	70	60	60	60	40

*Plant community names are referred from figure 2

Table 1. Continued

Community*		VI				VII	
Plot		1	2	3	6	4	5
Altitude(m)		28	28	28	15	10	10
Slope(°)		10	10	10	7	3	3
Aspect(°)		347	347	347	327	235	235
Coord-inates (degrees)	N	36.47274	36.47282	36.47288	36.48083	36.47642	36.47643
	E	126.33120	126.33120	126.33120	126.33490	126.33350	126.33350
Canopy	Height (m)	8	8	7	8	8	8
	Mean DBH (㎝)	11	11	14	16	11	10
	Coverage (%)	80	80	70	60	60	60
Under-story	Height (m)	6	5	5	6	6	6
	Mean DBH (㎝)	6	4	4	12	3	4
	Coverage (%)	60	50	80	30	30	60
Shrub	Height (m)	2	2	2	1	1	0.5
	Coverage (%)	40	40	50	60	40	40

*Plant community names are referred from figure 2

㎝인 신갈나무 6개체, DBH 5㎝ 이하인 신갈나무 7개체, DBH 3㎝인 굴피나무 1개체, DBH 5㎝ 이하인 굴피나무 1개체, DBH 5㎝ 이하인 졸참나무 2개체 등 총 9종 43개체가 출현하였다.

군락 Ⅱ(소사나무-소나무 군락)이 출현한 조사구(서산시 황금산 7, 13~14)의 해발고도는 33~64m의 해수면과 가까운 하부지역과 능선 상부지역으로서 동남향(101°)과 남동향(143°, 149°)이다. 경사는 6~12°로 완경사지이며, 토양경도는 0.17~0.50kg/㎠, 암석노출도는 3%, 20%, 40%, 낙엽층 깊이는 3cm, 울폐도는 29~58%로 분석되었다. 상대우점치 분석 결과 교목층에서 소나무(I.P.: 45.84%), 소사나무(I.P.: 23.46%), 떡갈나무(I.P.: 27.65%) 등의 순으로 우점하였으며, 아교목층은 소사나무(I.P.: 80.55%), 팥배나무(I.P.: 7.43%), 굴피나무(I.P.: 5.00%), 떡갈나무(I.P.: 3.72%) 등의 순으로 우점하였다. 관목층은 산철쭉(I.P.: 33.75%), 생강나무(I.P.: 12.26%), 떡갈나무(I.P.: 12.10%), 덜꿩나무(I.P.: 9.14%), 팥배나무(I.P.: 7.29%), 졸참나무(I.P.: 5.57%), 소사나무(I.P.: 4.44%), 굴피나무(I.P.: 3.84%), 산초나무(I.P.: 3.65%) 등의 순으로 우점하였다. 개체군 분석 결과 군락 Ⅱ은 300㎡ 내 DBH 6~31㎝인 소사나무 16개체, DBH 5㎝ 이하인 소사나무 1개체, DBH 14~26㎝인 소나무 8개체, DBH 8~28㎝인 떡갈나무 6개체, DBH 5㎝ 이하인 떡갈나무 8개체, DBH 8㎝인 팥배나무 1개체, DBH 5㎝ 이하인 팥배나무 1개체, DBH 10㎝인 굴피나무 1개체, DBH 5㎝ 이하인 굴피나무 2개체, DBH 7㎝인 물푸레나무 1개체, DBH 6㎝인 잔털벚나무 1개체, DBH 5㎝ 이하인 졸참나무 3개체 등 총 14종 89개체가 출현하였다.

군락 Ⅲ(소사나무-소나무 군락)이 출현한 조사구(서산시 팔봉산 22~27)의 해발고도는 265~301m의 능선 상부지역으로서 북동향(38°)과 동향(85~87°)이다. 경사는 21.7~40°로 급경사지이며, 토양경도는 0.10~0.50kg/㎠, 암석노출도는 10%, 50~60%, 80%, 낙엽층 깊이는 0.5~3cm, 울폐도는 29~38, 46~75%로 분석되었다. 상대우점치 분석 결과 교목층에서 소나무(I.P.: 58.32%), 소사나무(I.P.: 29.95%), 신갈나무(I.P.: 3.37%), 굴참나무(I.P.: 3.14%), 졸참나무(I.P.: 1.82%) 등의 순으로 우점하였으며, 아교목층은 소사나무(I.P.: 65.57%), 잔털벚나무(I.P.: 8.42%), 비목(I.P.: 6.82%), 굴피나무(I.P.: 6.28%), 밤나무(I.P.: 4.66%), 신갈나무(I.P.: 3.59%) 등의 순으로 우점하였다. 관목층은 진달래(I.P.: 36.26%), 생강나무(I.P.: 16.14%), 비목(I.P.: 11.76%), 소사나무(I.P.: 5.65%), 때죽나무(I.P.: 4.97%) 등의 순으로 우점하였다. 개체군 분석 결과 군락 Ⅲ은 600㎡ 내 DBH 13~38㎝인 소나무 26개체, DBH 5~29㎝인 소사나무 43개체, DBH 5㎝ 이하인 소사나무 5개체, DBH 6~17㎝인 신갈나무 5개체, DBH 5㎝ 이하인 신갈나무 3개체, DBH 6~29㎝인 굴참나무 2개체, DBH 5㎝ 이하인 굴참나무 2개체, DBH 17cm인 졸참나무 1개체, DBH 5㎝ 이하인 졸참나무 6개체, DBH 6~8cm인 잔털벚나무 2개체, DBH 9cm인 비목 1개체, DBH 5㎝ 이하인 비목 13개체, DBH 11cm인 굴피나무 1개체, DBH 5㎝ 이하인 굴피나무 1개체, DBH 8~12cm인 밤나무 2개체, DBH 10cm인 물푸레나무 1개체, DBH 5㎝ 이하인 물푸레나무 2개체, DBH 11cm인 고로쇠나무 1개체, 5㎝ 이하인 떡갈나무 2개체, 5㎝ 이하인 고욤나무 2개체 등으로 총 22종 183개체가 출현하였다.

군락 Ⅳ(소사나무-신갈나무 군락)이 출현한 조사구(예산군 가야산 원효봉 15~21)의 해발고도는 444~560m의 능선 상부지역(조사구 15~20)과 계곡지역(조사구 21)으로서 능선 상부지역은 동남향(126°)과 남향(172~174°), 계곡지역은 동향(94°)이다. 경사는 17~18°, 25~35°로 경사지와 급경사지이며, 토양경도는 0.10~1.00kg/㎠, 암석노출도는 60~80% 낙엽층 깊이는 1~5cm, 울폐도는 17~38%로 분석되었다. 상대우점치 분석 결과 아교목층에서 소사나무(I.P.: 49.87%), 신갈나무(I.P.: 25.48%), 소나무(I.P.: 6.43%), 굴참나무(I.P.: 4.70%), 팥배나무(I.P.: 4.21%) 등의 순으로 우점하였으며, 관목층은 진달래(I.P.: 16.80%), 생강나무(I.P.: 12.82%), 신갈나무(I.P.: 11.50%), 조록싸리(I.P.: 11.14%), 비목(I.P.: 5.93%), 굴참나무(I.P.: 5.29%) 등의 순으로 우점하였다. 개체군 분석 결과 군락 Ⅳ은 700㎡ 내 DBH 6~38㎝인 소사나무 30개체, DBH 5㎝ 이하인 소사나무 3개체, DBH 6~30㎝인 신갈나무 19개체, DBH 5㎝ 이하인 신갈나무 15개체, DBH 12~15㎝인 소나무 5개체, DBH 12~15㎝인 굴참나무 3개체, DBH 5㎝ 이하인 굴참나무 7개체, DBH 6~10㎝인 팥배나무 3개체, DBH 5㎝ 이하인 팥배나무 8개체, DBH 7cm인 잔털벚나무 1개체, DBH 5㎝ 이하인 잔털벚나무 1개체, DBH 5~12cm인 물푸레나무 3개체, DBH 5㎝ 이하인 물푸레나무 6개체, DBH 8cm인 느티나무 2개체, DBH 6cm인 대팻집나무 1개체 등으로 총 22종 196개체가 출현하였다.

군락 Ⅴ(소사나무-굴참나무 군락)이 출현한 조사구(서산시 황금산 8~9, 12)의 해발고도는 97m의 능선 상부지역으로서 동향(106°)이다. 경사는 13°로 완경사지이며, 토양경도는 0.17~1.00kg/㎠, 암석노출도는 20~40%, 낙엽층 깊이는 1~5cm, 울폐도는 71~79%로 분석되었다. 상대우점치 분석 결과 교목층에서 소사나무(I.P.: 58.24%), 굴참나무(I.P.: 37.96%), 팥배나무(I.P.: 3.80%)의 순으로 우점하였으며, 아교목층은 소사나무(I.P.: 69.62%), 팥배나무(I.P.: 14.99%), 때죽나무(I.P.: 8.69%) 등의 순으로 우점하였다. 관목층은 생강나무(I.P.: 26.29%), 초피나무(I.P.: 14.41%), 참빗살나무(I.P.: 13.94%), 쥐똥나무(I.P.: 8.73%), 분꽃나무(I.P.: 8.34%) 등의 순으로 우점하였다. 개체군 분석 결과 군락

Ⅳ은 300㎡ 내 DBH 6~46㎝인 소사나무 11개체, DBH 20~43㎝인 굴참나무 5개체, DBH 2㎝ 이하인 굴참나무 2개체, DBH 9~13㎝인 팥배나무 4개체, DBH 8㎝인 때죽나무 1개체, DBH 6㎝인 잔털벚나무 1개체, DBH 2㎝ 이하인 물푸레나무 2개체 등으로 총 15종 63개체가 출현하였다.

군락 Ⅵ(소사나무-잔털벚나무 군락)이 출현한 조사구(태안군 중장리 1~3, 6)의 해발고도는 15~28m의 해수면과 가까운 능선 하부지역으로서 북서향(327~347°)이다. 경사는 7~10°로 완경사지이며, 토양경도는 0.07~0.83kg/㎠, 암석노출도는 5%, 10%, 15%, 낙엽층 깊이는 0.5~5cm, 울폐도는 46~75%로 분석되었다. 상대우점치 분석 결과 교목층에서 소사나무(I.P.: 55.16%), 잔털벚나무(I.P.: 14.53%), 때죽나무(I.P.: 12.27%), 신갈나무(I.P.: 5.59%), 굴피나무(I.P.: 4.35%), 팥배나무(I.P.: 4.27%) 등의 순으로 우점하였으며, 아교목층은 소사나무(I.P.: 49.73%), 물푸레나무(I.P.: 13.16%), 고로쇠나무(I.P.: 11.39%), 때죽나무(I.P.: 8.81%), 잔털벚나무(I.P.: 7.30%), 팥배나무(I.P.: 6.99%) 등의 순으로 우점하였다. 관목층은 팥배나무(I.P.: 24.60%), 고로쇠나무(I.P.: 17.26%), 소사나무(I.P.: 15.10%), 잔털벚나무(I.P.: 8.91%), 덜꿩나무(I.P.: 8.31%), 졸참나무(I.P.: 7.70%), 보리밥나무(I.P.: 5.79%) 등의 순으로 우점하였다. 개체군 분석 결과 군락 Ⅵ은 400㎡ 내 DBH 5~26㎝인 소사나무 18개체, DBH 5㎝ 이하인 소사나무 10개체, DBH 7~14㎝인 잔털벚나무 5개체, DBH 5㎝ 이하인 잔털벚나무 3개체, DBH 4~19㎝인 때죽나무 6개체, DBH 7~16㎝인 신갈나무 3개체, DBH 10㎝인 굴피나무 1개체, DBH 6~10㎝인 팥배나무 3개체, DBH 5㎝ 이하인 팥배나무 6개체, DBH 6~10cm인 물푸레나무 3개체, DBH 5㎝ 이하인 물푸레나무 2개체, DBH 6cm인 고로쇠나무 1개체, DBH 5㎝ 이하인 고로쇠나무 6개체 등으로 총 17종 89개체가 출현하였다.

군락 Ⅶ(소사나무-때죽나무 군락)이 출현한 조사구(태안군 중장리 4~5)의 해발고도는 10m의 해수면과 가까운 하부지역으로서 서남향(235°)이다. 경사는 3°로 평탄지이며, 토양경도는 0.70~0.10kg/㎠, 암석노출도는 5%, 낙엽층 깊이는 2cm, 울폐도는 50~54%로 분석되었다. 상대우점치 분석 결과 교목층에서 소사나무(I.P.: 42.68%), 잔털벚나무(I.P.: 13.64%), 때죽나무(I.P.: 13.32%), 곰솔(I.P.: 10.39%), 떡갈나무(I.P.: 8.21%), 졸참나무(I.P.: 6.16%), 고로쇠나무(I.P.: 5.60%) 등의 순으로 우점하였으며, 아교목층은 소사나무(I.P.: 77.07%), 때죽나무(I.P.: 15.85%), 잔털벚나무(I.P.: 7.09%)의 순으로 우점하였다. 관목층은 댕댕이덩굴(I.P.: 41.73%), 고로쇠나무(I.P.: 17.09%), 때죽나무(I.P.: 11.43%), 분꽃나무(I.P.: 11.43%), 칡(I.P.: 6.97%), 졸참나무(I.P.: 6.62%), 초피나무(I.P.: 4.73%)의 순으로 우점하였다. 개체군 분석 결과 군락 Ⅶ은 200㎡ 내 DBH 3~13㎝인 소사나무 19개체, DBH 4~14㎝인 잔털벚나무 4개체, DBH 8~15㎝인 때죽나무 4개체, DBH 2㎝ 이하인 때죽나무 1개체, DBH 18㎝인 곰솔 1개체, DBH 8~12㎝인 떡갈나무 2개체, DBH 12㎝인 졸참나무 1개체, DBH 2㎝ 이하인 졸참나무 1개체, DBH 16㎝인 고로쇠나무 1개체, DBH 2㎝ 이하인 고로쇠나무 1개체 등으로 총 10종 50개체가 출현하였다.

군락 Ⅰ(소사나무-신갈나무 군락)은 소사나무와 신갈나무가 교목층에서 주로 우점하는 특징을 보였으며, 아교목층에서는 소사나무가 우점하였다. 하지만 관목층에서는 신갈나무의 치수가 주로 출현함에 따라 신갈나무의 차세대 형성에는 문제가 없을 것으로 판단된다. 신갈나무가 교목층, 아교목층 및 관목층에서 주로 출현하고 평균상대우점치 등을 고려할 경우 소사나무와 지속적인 경쟁이 예측된다. 군락 Ⅱ(소사나무-소나무 군락)와 군락 Ⅲ(소사나무-소나무 군락)은 교목층에서 소나무와 소사나무, 아교목층에서는 소사나무가 우점하는 특징을 보였으며, 관목층에서 소사나무의 치수가 출현함에 따라 차세대 형성에는 문제가 없을 것으로 판단된다. 군락 Ⅱ(소사나무-소나무 군락)는 떡갈나무가 교목층, 아교목층 및 관목층에서 출현하고 평균상대우점치 등을 고려할 경우 차후 소사나무와 경쟁이 예측된다. 군락 Ⅲ(소사나무-소나무 군락)은 신갈나무, 굴참나무 및 졸참나무가 교목층, 아교목층 및 관목층에서 출현하나 평균상대우점치 등을 고려할 경우 현 상태를 유지할 것으로 보인다. 군락 Ⅳ(소사나무-신갈나무 군락)는 아교목층에서 소사나무, 신갈나무 순으로 우점하고 있으며, 관목층에서는 산갈나무, 소사나무 순으로 우점하였다. 신갈나무가 아교목층 및 관목층에서 모두 출현하며, 평균상대우점치 등을 고려할 경우 지속적인 경쟁이 예측된다. 군락 Ⅴ(소사나무-굴참나무 군락), 군락 Ⅵ(소사나무-잔털벚나무 군락), 군락Ⅶ(소사나무-때죽나무 군락)은 소사나무가 교목 및 아교목층에서 우점하는 특징을 보였으며, 이 중 군락 Ⅵ(소사나무-잔털벚나무 군락)은 관목층에서 치수가 출현함에 따라 차세대 형성에는 문제가 없을 것으로 판단된다. 군락 Ⅴ(소사나무-굴참나무 군락)는 굴참나무가 교목층 및 관목층에서 출현하며, 평균상대우점치 등을 고려할 경우 현 상태를 유지할 것으로 판단된다. 군락 Ⅵ(소사나무-잔털벚나무 군락)은 잔털벚나무, 신갈나무, 때죽나무 등이 교목층, 아교목층 및 관목층에서 출현하였고 군락 Ⅶ(소사나무-때죽나무 군락)은 때죽나무와 잔털벚나무가 교목층, 아교목층 및 관목층에서 출현하였으며 각 평균상대우점치 등을 고려할 경우 현 상태를 유지할 것으로 보인다.

Table 2. Mean importance percentage of woody plants by 7 classified communities

Community*	I				II				III			
Species \ Layer**	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M
Pinus densiflora Siebold & Zucc.	0.00	0.00	0.00	0.00	45.84	0.00	0.00	22.92	58.32	1.45	0.00	29.64
Platycarya strobilacea Siebold & Zucc.	0.00	7.18	5.40	3.38	0.00	5.00	3.84	2.31	0.00	6.28	0.56	2.19
Carpinus turczaninowii Hance	49.14	79.17	0.00	50.96	23.46	80.55	4.44	39.32	29.95	65.57	5.62	37.77
Castanea crenata Siebold & Zucc.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.16	4.66	0.00	2.13
Quercus dentata Thunb.	0.00	0.00	0.00	0.00	27.65	3.72	12.10	17.08	0.00	0.00	2.82	0.47
Quercus mongolica Fisch. ex Ledeb.	50.86	13.66	18.63	32.94	0.00	0.00	0.00	0.00	3.37	3.59	1.41	3.12
Quercus serrata Murray	0.00	0.00	4.81	0.98	0.00	0.00	5.57	0.93	1.82	0.00	4.40	1.65
Quercus variabilis Blume	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.77	1.13	3.14	1.69	0.89	2.28
Lindera erythrocarpa Makino	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.82	11.76	4.23
Lindera obtusiloba Blume	0.00	0.00	9.00	3.00	0.00	0.00	11.26	1.88	0.00	0.00	16.14	2.69
Aria alnifolia (Siebold & Zucc.) Decne.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.43	7.29	3.69	0.00	0.00	0.00	0.00
Prunus serrulata Lindl. var. *pubescens* (Makino) Nakai	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.31	0.00	1.10	0.00	8.42	0.00	2.81
Lespedeza maximowiczii C.K.Schneid.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.45	0.41
Neoshirakia japonica (Siebold & Zucc.) Esser	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52	0.09
Zanthoxylum schinifolium Siebold & Zucc.	0.00	0.00	4.62	0.73	0.00	0.00	3.65	0.61	0.00	0.00	0.00	0.00
Acer pictum Thunb. var. *mono* (Maxim.) Maxim. ex Franch.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.39	0.00	0.00	0.69
Euonymus alatus (Thunb.) Siebold f. *ciliato-dentatus* (Franch. & Sav.) Hiyama	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.55	0.26
Rhododendron mucronulatum Turcz.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	36.26	6.04
Rhododendron yedoense Maxim. f. *poukhanense* (H.Lév.) Sugim. ex T.Yamaz.	0.00	0.00	46.75	6.05	0.00	0.00	33.75	5.63	0.00	0.00	0.00	0.00
Diospyros lotus L.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.41	0.40
Styrax japonicus Siebold & Zucc.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.97	0.83
Symplocos sawafutagi Nagam.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.87	0.64
Abeliophyllum distichum Nakai	0.00	0.00	0.00	0.00	3.05	0.00	0.00	1.52	0.85	1.53	0.54	1.02
Ligustrum obtusifolium Siebold & Zucc.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.59	0.43
Viburnum carlesii Hemsl.	0.00	0.00	2.95	0.98	0.00	0.00	1.92	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00
Viburnum erosum Thunb.	0.00	0.00	7.84	0.98	0.00	0.00	9.41	1.57	0.00	0.00	0.00	0.00
Weigela florida (Bunge) A.DC.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.25	0.21

*Plant community names are referred from figure 2

**C: importance percentage in canopy layer, U: importance percentage in understory layer, S: importance percentage in shrub layer, M: mean importance percentag

Table 2. Continued

Community*	IV				V				VI				VII			
Species \ Layer**	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M
Pinus densiflora Siebold & Zucc.	0.00	6.43	0.00	4.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pinus thunbergii Parl.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.39	0.00	0.00	5.20
Platycarya strobilacea Siebold & Zucc.	0.00	0.00	0.41	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	4.35	0.00	0.00	2.18	0.00	0.00	0.00	0.00
Carpinus turczaninowii Hance	0.00	49.87	1.83	33.85	58.24	69.62	0.00	52.33	55.16	49.73	15.10	46.67	42.68	77.07	0.00	47.03
Quercus dentata Thunb.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.21	0.00	0.00	4.11
Quercus mongolica Fisch. ex Ledeb.	0.00	25.48	11.50	20.82	0.00	0.00	0.00	0.00	5.59	2.62	0.00	3.67	0.00	0.00	0.00	0.00
Quercus serrata Murray	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.70	1.28	6.16	0.00	6.62	4.18
Quercus variabilis Blume	0.00	4.70	5.29	4.89	37.96	0.00	2.54	19.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zelkova serrata (Thunb.) Makino	0.00	1.65	0.00	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Morus bombycis Koidz.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.13	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00
Lindera erythrocarpa Makino	0.00	0.00	5.93	1.98	0.00	0.00	5.02	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Lindera obtusiloba Blume	0.00	0.00	12.82	4.27	0.00	0.00	26.29	4.38	0.00	0.00	6.14	1.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Cocculus orbiculatus (L.) DC.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	41.73	6.96
Aria alnifolia (Siebold & Zucc.) Decne.	0.00	4.21	3.36	3.93	3.80	14.99	0.00	6.89	4.27	6.99	24.60	8.56	0.00	0.00	0.00	0.00
Pourthiaea villosa (Thunb.) Decne.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.73	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00
Prunus serrulata Lindl. var. *pubescens* (Makino) Nakai	0.00	0.82	0.69	0.78	0.00	6.71	0.00	2.24	14.53	7.30	8.91	11.18	13.64	7.09	0.00	9.18
Indigofera kirilowii Maxim. ex Palib.	0.00	0.00	3.48	1.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Lespedeza maximowiczii C.K.Schneid.	0.00	0.00	11.14	3.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pueraria lobata (Willd.) Ohwi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.97	1.16
Zanthoxylum piperitum (L.) DC.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.41	2.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.73	0.79
Zanthoxylum schinifolium Siebold & Zucc.	0.00	0.00	4.26	1.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.73	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00
Toxicodendron trichocarpum (Miq.) Kuntze	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.73	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00
Acer pictum Thunb. var. *mono* (Maxim.) Maxim. ex Franch.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.39	17.26	6.67	5.60	0.00	17.09	5.65
Ilex macropoda Miq.	0.00	0.80	0.00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Euonymus hamiltonianus Wall.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.94	2.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Elaeagnus macrophylla Thunb.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.79	0.96	0.00	0.00	0.00	0.00
Rhododendron mucronulatum Turcz.	0.00	0.00	16.80	5.60	0.00	0.00	3.28	0.55	0.00	0.00	2.87	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00
Rhododendron schlippenbachii Maxim.	0.00	0.00	5.36	1.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Styrax japonicus Siebold & Zucc.	0.00	2.48	4.66	3.21	0.00	8.69	0.00	2.90	12.27	8.81	0.00	9.07	13.32	15.85	11.43	13.85
Symplocos sawafutagi Nagam.	0.00	0.00	3.17	1.06	0.00	0.00	1.65	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Abeliophyllum distichum Nakai	0.00	3.56	4.54	3.89	0.00	0.00	3.69	0.61	3.83	13.16	0.00	6.31	0.00	0.00	0.00	0.00
Ligustrum obtusifolium Siebold & Zucc.	0.00	0.00	2.96	0.99	0.00	0.00	8.73	1.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Clerodendrum trichotomum Thunb.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.12	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Lonicera harae Makino	0.00	0.00	1.16	0.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Viburnum carlesii Hemsl.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.34	1.39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.43	1.90
Viburnum erosum Thunb.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00	1.17	0.00	0.00	8.31	1.39	0.00	0.00	0.00	0.00
Weigela subsessilis (Nakai) L.H.Bailey	0.00	0.00	0.65	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

*Plant community names are referred from figure 2

**C: importance percentage in canopy layer, U: importance percentage in understory layer, S: importance percentage in shrub layer, M: mean importance percentage

Table 3. Distribution of major woody plants' DBH by 7 classified communities

Community*	Species \ DBH(cm)	≤ 5	5–10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50
I	*Carpinus turczaninowii* Hance		2	2	3	1					
	Quercus mongolica Fisch. ex Ledeb.	7	1	2	3						
	Platycarya strobilacea Siebold & Zucc.	2									
	Quercus serrata Murray	2									
II	*Carpinus turczaninowii* Hance	1	5	4	3	1	2	1			
	Pinus densiflora Siebold & Zucc.			3	2		3				
	Quercus dentata Thunb.	8	1	2	2		1				
	Aria alnifolia (Siebold & Zucc.) Decne.	1	1								
	Platycarya strobilacea Siebold & Zucc.	2		1							
	Abeliophyllum distichum Nakai		1								
	Prunus serrulata Lindl. var. *pubescens* (Makino) Nakai		1								
	Quercus serrata Murray	3									
III	*Carpinus turczaninowii* Hance	5	10	19	9		5				
	Pinus densiflora Siebold & Zucc.										
	Quercus mongolica Fisch. ex Ledeb.	3	3	1	1						
	Quercus variabilis Blume	2	1				1				
	Quercus serrata Murray	6			1						
	Prunus serrulata Lindl. var. *pubescens* (Makino) Nakai		2								
	Lindera erythrocarpa Makino	13	1								
	Platycarya strobilacea Siebold & Zucc.	1		1							
	Castanea crenata Siebold & Zucc.		1	1							
	Abeliophyllum distichum Nakai	2	1								
	Acer pictum Thunb. var. *mono* (Maxim) Maxim. ex Franch.			1							
	Quercus dentata Thunb.	2									
	Diospyros lotus L.	2									
IV	*Carpinus turczaninowii* Hance	3	7	10	5	5	2		1		
	Quercus mongolica Fisch. ex Ledeb.	15	11	5	2		1				
	Pinus densiflora Siebold & Zucc.			5							
	Quercus variabilis Blume	7		3							
	Aria alnifolia (Siebold & Zucc.) Decne.	8	2	1							
	Prunus serrulata Lindl. var. *pubescens* (Makino) Nakai	1	1								
	Abeliophyllum distichum Nakai	6	2	1							
	Zelkova serrata (Thunb.) Makino		2								
	Ilex macropoda Miq.		1								
V	*Carpinus turczaninowii* Hance		1	2		2	2	2	1		1
	Quercus variabilis Blume	2			1			1		2	
	Aria alnifolia (Siebold & Zucc.) Decne.		2	2							
	Styrax japonicus Siebold & Zucc.		1								
	Prunus serrulata Lindl. var. *pubescens* (Makino) Nakai		1								
	Abeliophyllum distichum Nakai	2									
VI	*Carpinus turczaninowii* Hance	10	6	3	7	1	1				
	Prunus serrulata Lindl. var. *pubescens* (Makino) Nakai	3	2	3							
	Styrax japonicus Siebold & Zucc.	1	3	1	1						
	Quercus mongolica Fisch. ex Ledeb.		1	1	1						
	Platycarya strobilacea Siebold & Zucc.		1								
	Abeliophyllum distichum Nakai	2	3								
	Acer pictum Thunb. var. *mono* (Maxim) Maxim. ex Franch.	6	1								
VII	*Carpinus turczaninowii* Hance	7	9	3							
	Prunus serrulata Lindl. var. *pubescens* (Makino) Nakai	1	1	2							
	Styrax japonicus Siebold & Zucc.	1	3	1							
	Pinus thunbergii Parl.				1						
	Quercus dentata Thunb.		1	1							
	Quercus serrata Murray	1		1							
	Acer pictum Thunb. var. *mono* (Maxim) Maxim. ex Franch.	1			1						

*Plant community names are referred from figure 2

3) 종다양도 및 유사도지수 분석

Table 4는 종다양도, 최대종다양도, 균재도 및 우점도를 분석한 표이다. 종다양도(H')는 0.8056~1.1568로 나타났으며, 군락 Ⅳ가 1.1568로 가장 높았다. Kim *et al.*(2021)의 인천 및 경기도 도서지역 소사나무 군락의 종다양도(H') 0.9000~1.1286, Shin and Yun(2014)의 충청남도 가야산 소사나무 군락의 종다양도(H') 0.4632, Lee *et al.*(1999)의 경상남도 거제도 노자산지역 소사나무 군락의 종다양도(H') 0.9075, Lee *et al.*(2022)의 보길도 격자봉 일대 능선부에 출현하는 소사나무 군락의 종다양도(H') 0.8793~1.0308보다 높거나 비슷하였다. 또한 Kim *et al.*(2018)의 전라남도 홍도 소사나무 군락의 종다양도(H') 1.977보다는 낮았다. 우점도는 0.1214~0.3024로 나타났으며, 군락 Ⅰ(소사나무-신갈나무 군락)이 0.30246으로 가장 높았다. Whittaker (1965)는 종의 우점도 값을 기준으로 볼 때 0.1~0.3에서는 다수의 중요종에 의해 우점도가 나눠진다. 본 7개의 군락은 0.1214~0.3024로 다수의 종이 우점하고 있다고 볼 수 있다. 유사도지수는 Table 5와 같으며, 각 군락 간의 유사도지수는 9.37~36.36%로 분석되었다. 이 중 군락 Ⅰ~Ⅱ은 34.78%, 군락 Ⅲ~Ⅳ은 36.36로 유사도가 높았다. Table 6은 개별 군락 간의 차이를 검증하기 다수응답순열절차(MRPP) 검정을 실시한 결과이다. 분석한 결과 Ⅰ~Ⅱ, 군락 Ⅰ~Ⅴ, 군락 Ⅰ~Ⅶ, 군락 Ⅱ~Ⅶ을 제외한 개별 군락 간의 차이가 있는 것으로 분석되었다.

Table 4. The species diversity of 7 communities

Community*	H'(Shannon)	H'max	J'(evenness)	D(dominance)
I	0.8203	1.1760	0.6975	0.3024
II	0.9880	1.1760	0.8400	0.1599
III	1.0501	1.3424	0.7822	0.2177
IV	1.1568	1.3424	0.8617	0.1382
V	1.0332	1.1760	0.8785	0.1214
VI	1.0237	1.2304	0.8319	0.1680
VII	0.8056	1.0000	0.8056	0.1943

*Plant community names are referred from figure 2

Table 5. Similarity Index(%) between each communities

Community*	I	II	III	IV	V	VI
II	34.78	-	-	-	-	-
III	12.90	25.00	-	-	-	-
IV	16.12	25.00	36.36		-	-
V	16.66	24.13	27.02	29.72	-	-
VI	26.92	25.80	25.64	25.64	25.00	-
VII	15.78	20.83	21.87	9.37	16.00	18.51

*Plant community names are referred from figure 2

Table 6. MRPP test between each communities

Community*	I	II	III	IV	V	VI
II	0.413	-	-	-	-	-
III	0.405^{***}	0.304^{***}	-	-	-	-
IV	0.320^{***}	0.409^{***}	0.270^{***}	-	-	-
V	0.280	0.301^{**}	0.300^{***}	0.235^{***}	-	-
VI	0.433^{**}	0.435^{***}	0.418^{***}	0.376^{***}	0.309^{***}	-
VII	0.399	0.386	0.270^{***}	0.339^{***}	0.306^{***}	0.380^{**}

*Plant community names are referred from figure 2
$^{**}P < 0.05$, $^{***}P < 0.01$

2. 군락별 환경인자 상관관계 분석 등

TWINSPAN에 의한 classification 분석으로 구분된 군락 Ⅰ~Ⅶ을 대상으로 조사지역의 암석노출도, 토양경도, 낙엽층 깊이, 해발고도, 경사도, 울폐도 등 6개의 환경인자를 RDA ordination으로 분석한 결과 79.1%의 고윳값(eigenvalue: 19.769)을 보였고 제1축과 제2축에서의 고윳값은 63.1%(eigenvalue: 15.783)로 나타났다. 이 중 제1축은 38.5%(eigenvalue: 9.634), 제2축은 24.6%(eigenvalue: 6.149)로 제1축이 제2축보다 고윳값이 높았다.

Figure 3은 군락 Ⅰ~Ⅶ을 대상으로 조사지역의 환경인자와의 상관관계를 화살표로 표시하였다. 환경인자별 화살표의 길이가 길수록 강한 영향을 받으며 화살표와 가까운 조사지역은 환경인자에 강한 영향을 받는 대상지이다(McCune and Mefford, 2016).

Table 7은 Kendall의 순위상관계수 분석 결과이다. 분석결과 해발고도, 경사도, 암석노출도, 울폐도 순서로 높은 상관관계를 보였다.

Figure 3과 Table 7을 종합한 결과 제 1축을 기준으로 해발고도, 울폐도, 암석노출도, 경사도 순서로 높은 상관관

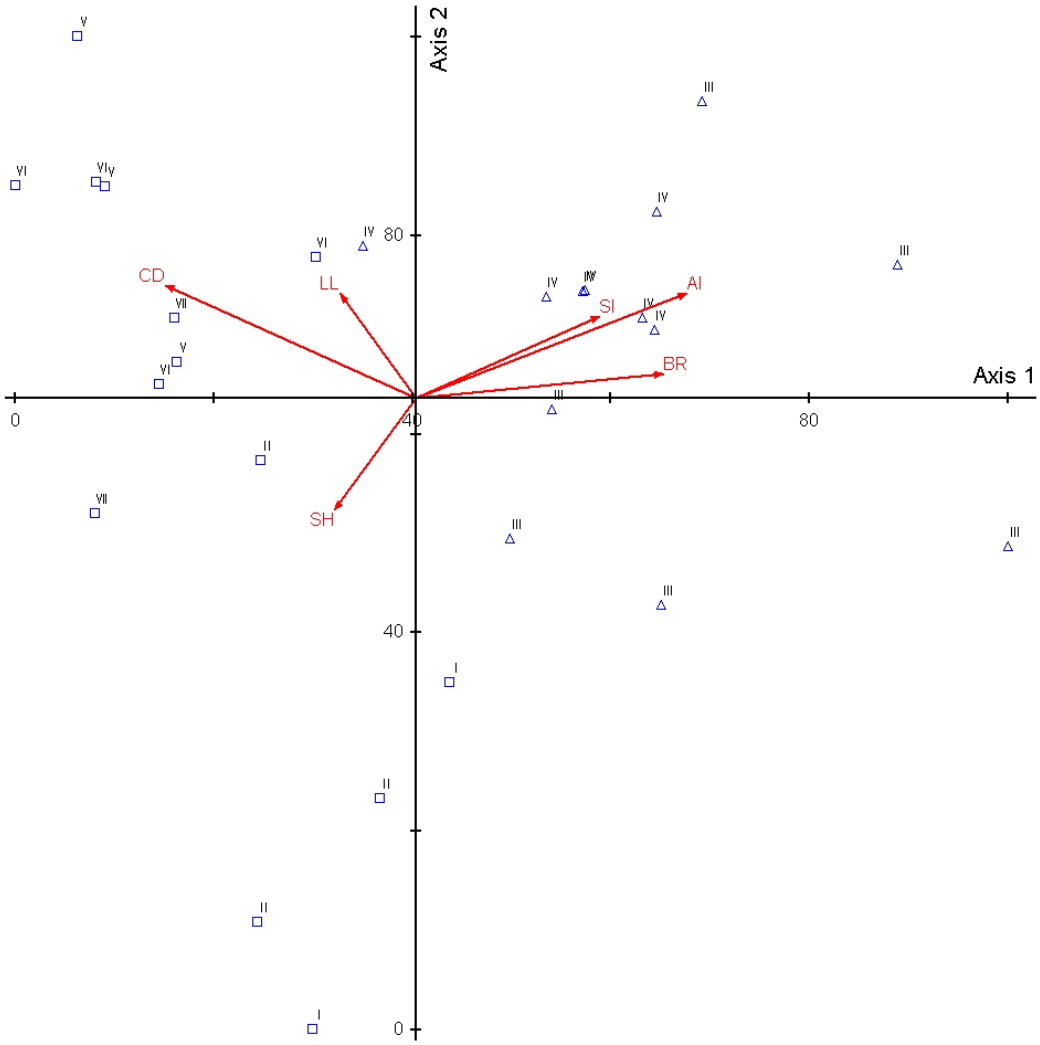

Figure 3. RDA ordination diagram of 27 plots(Ⅰ : *Carpinus turczaninowii* - *Quercus mongolica* community, Ⅱ: *Carpinus turczaninowii* - *Pinus densiflora* community, Ⅲ: *Carpinus turczaninowii* - *Pinus densiflora* community, Ⅳ: *Carpinus turczaninowii* - *Quercus mongolica* community, Ⅴ: *Carpinus turczaninowii* - *Quercus variabilis* community, Ⅵ: *Carpinus turczaninowii* - *Prunus serrulata* Lindl. var. *pubescens* community, Ⅶ: *Carpinus turczaninowii* - *Styrax japonicus* community), environmental variables(arrow/Al:altitude, BR: bare rock, CD: crown density, LL: litter layer, Sl: slope, SH: soil hardness) and location(△: inland area, □: coast area).

Table 7. Kendall rank correlation coefficient by environmental variables

Environmental variables \ Axis	1	2
BR(bare rock)	0.516**	0.208
SH(soil hardness)	0.047	-0.029
LL(litter layer)	0.016	-0.201
Sl(slope)	0.718**	0.112
Al(altitude)	0.752**	0.206
CD(crown density)	-0.289*	-0.578**

*P < 0.05, **P < 0.01

Table 8. Enviornmental characteristics existing research literatures of *Carpinus turczaninowii* dominance area from Korea

Survey area	Location	Environmental variables				Researcher
		The lay of the land	Slope(°)	Altitude(m)	Aspect	
Yeongheung Isl., Incheon	coast	bare rock(0-5%, 10~40%) / ridge	10-26	115-140	N, SE, NW	Kim *et al.*(2021)
Yeongjong Isl., Incheon	coast	bare rock(1-5%, 20%) / ridge	10, 18, 24-29	226-232	SW	
Seokmo Isl., Incheon	coast	bare rock(60-80%) / ridge	7, 12, 18-22	196-226	E, W, NW	
Daebu Isl., Gyeonggi-do	coast	bare rock(1-5%) / bottom of ridge	24-33	22-28	N, NW	
Palbongsan Mt., Chungcheongnam-do	inland	bare rock(10%, 50-60%, 80%) / ridge	21.7-40	265-301	E, NE	This study
Gayasan Mt.(Wonhyobong), Chungcheongnam-do	inland	bare rock(60-80%) / ridge	17-18, 25-35	444-560	E, ES, S	
Hwanggumsan Mt.,Chungcheongnam-do	coast	bare rock(3%, 20-40%) / bottom of ridge	6-16	33-64, 97	E, ES, SE	
Anmyondo Isl.(Jungjangri San 14-217),Chungcheongnam-do	coast	bare rock(5%, 10%, 15%) / bottom of ridge	7-10, 3	10-28	NW, WS	
Heuksando Isl., Jeollanam-do	coast	bare rock(3%, 19%, 22%, 34%)	7.5-18	148.7-315.8	N	Lee *et al.*(2018)
Hongdo Isl., Jeollanam-do	coast	ridge, top	-	252.4	NW, NW, all directions	Lee *et al.*(2013)
Jeopdo Isl. at Jindo-gun, Jeollanam-do	coast	ridge	2-35, 29, 23-30	74-171, 123, 131-143	N, ES, SE, S, SW, WS, W, WN, NW, all directions	Kang(2020)
Gyeokjabon Mt. at Bogildo Isl., Jeollanam-do	coast	bare rock / ridge	11.7-19.6	304.5-382.3	SE, SW, NW	Lee *et al.*(2022)
Namhae-gun, Gyeongsangnam-do	coast	bare rock / top	23.9	over 440	S	Lee and Kim(2005)
Garasan Mt. and Nojasan Mt. at Geajae, Gyeongsangnam-do	coast	ridge	7-48	406-549	EN, SW, WS, NW, WN	Lee *et al.*(2021)
Deokhang Mt., Kangwon-do	inland	bare rock(45±30%) / ridge	45±14	732±208	-	Bae *et al.*(2014)

계를 보였다. 군락 Ⅲ(소사나무-소나무 군락)과 군락 Ⅳ(소사나무-신갈나무 군락)는 주로 해발고도, 암석노출도, 경사도가 식생분포에 영향을 미치는 환경인자로 양의 상관관계를 보였으며, 군락 Ⅴ(소사나무-굴참나무 군락), 군락 Ⅵ(소사나무-잔털벚나무 군락) 그리고 군락 Ⅶ(소사나무-때죽나무 군락)은 울폐도가 식생분포에 영향을 미치는 환경인자로 음의 상관관계를 보였다. 이는 Kim *et al.*(2021)이 인천 및 경기도 도서지역 소사나무림 군집구조분석 연구에서 RDA ordination 분석결과 울폐도, 암석노출도, 해발고도, 경사도 등의 환경인자가 상관관계를 보이는 것과 본 연구에서 상관관계를 보이는 환경인자(해발고도, 울폐도, 암석노출도, 경사도)와 일부 일치하였다.

군락 Ⅲ(소사나무-소나무 군락)은 서산군 팔봉산 능선 상부지역이고 군락 Ⅳ(소사나무-신갈나무 군락)는 예산시 가야산 원효봉 능선 상부지역에 위치했으며, 다른 군락과 다르게 내륙에 위치해 있다. 또한 군락 Ⅲ(소사나무-소나무 군락)과 군락 Ⅳ(소사나무-신갈나무 군락)는 암석노출도(50~80% / 60~80%)가 높고 급경사지(21.7~40° / 17~35°)이며, 다른 군락보다 해발고도(265~301m / 444~560m)가 높은 특징을 보였다. 울폐도는 29~38%, 46~75%, 17~38%로 다른 군락보다 비교적 낮았다. 군락 Ⅲ(소사나무-소나무 군락)의 향은 북동향(38°)과 동향(85-87°)이었으며, 군락 Ⅳ(소사나무-신갈나무 군락)의 향은 동남향(126°), 남향(172~174°)과 동향(94°)이었다. 내륙에 위치한 군락은 주로 동향 및 남향에 분포함에 따라 많은 일사량, 많은 암석노출, 급경사지, 높은 해발고도 등으로 바람, 건조 등의 내성이 필요로 하는 환경에 출현하는 것으로 판단된다.

군락 Ⅴ(소사나무-굴참나무 군락), 군락 Ⅵ(소사나무-잔털벚나무 군락), 군락 Ⅷ(소사나무-때죽나무 군락)은 서산군 황금산과 태안군 안면읍 중산리에 출현한 군락으로서 해수면(해발고도 97m / 15~28m / 10m)과 가까운 능선 상부지역에 위치해 있다. 암석노출도(20~40% / 5~15% / 5%)가 비교적 낮고, 경사가 낮은 완경사지(13° / 7~10°) 및 평탄지(3°) 이다. 울폐도는 71~79%, 46~75%, 50~54%로 다른 군락보다 높았다. 군락 Ⅴ(소사나무-굴참나무 군락)의 향은 동향(106°), 군락 Ⅵ(소사나무-잔털벚나무 군락)의 향은 북서향(327~347°), 군락 Ⅷ(소사나무-때죽나무 군락)의 향은 서남향(235°)에 출현하였다. 해안에 위치한 군락은 전방에서 고르게 분포, 암석이 주로 출현, 완경사지 및 낮은 해발고도 등의 환경에 주로 출현하는 것으로 판단된다.

본 연구에서 환경인자인 해안과 내륙을 대상으로 입지의 차이를 분석하기 위해 해안과 내륙을 구분하여 인위적 그룹화 하였으며, 인위화한 두 집단 간의 차이를 알기 위해 다수응답순열절차(MRPP) 검정을 실시하였다. 분석결과 두 집단은 차이가 있는 것으로 분석되었다(A=0.008, P<0.01).

소사나무는 일반적으로 경기도 해안에서부터 남쪽섬(Lee, 2003), 바닷가와 섬(전남·충남·경기·황해)(Lee, 2007), 서해안 및 남해안, 강원도 삼척, 함경남도(Korea National Arboretum, 2010), 서·남해안(경기, 충남, 전북, 전남, 경남) 이남, 내륙의 남부(전북, 전남 등) 및 중부(강원)(National Institute of Ecology, 2018) 지방에 분포하는 것으로 알려져 있다. 본 연구 및 관련 연구(Table 8)를 통해 확인한 소사나무의 구체적인 입지환경은 주로 해안에 위치한 섬에 출현하며 암석 및 바위, 암반노출지역, 급경사지, 능선부, 정상부 등에 출현한다고 판단할 수 있었다(Lee and Kim, 2005; Song *et al*., 2008; Lee *et al*., 2013; Bae *et al*., 2014; Lee *et al*., 2018; Kang, 2020; Lee *et al*., 2021; Kim *et al*., 2021; Lee *et al*., 2022). 이러한 입지는 일조량이 많고 바람의 영향을 크게 받으며 건조한 토양조건(많은 암석노출지, 급경사지, 해안의 인접한 낮은 해발고도, 내륙의 높은 해발고도 등)을 갖고 있다. 이는 소사나무가 전형적인 풍산포형 양수로서 광조건이 양호한 입지 및 숲 틈이 개체의 출현 및 생존에 유리하기 때문으로 판단된다(Kim *et al*., 2014; Shibata and Nakashizuka, 1995).

REFERENCES

Bae, K.H., J.S. Kim, H.J. Cho, C.W. Yum and Y.C. Cho(2014) Syngeographical characteristics of forest vegetation in limestone areas, Mt. Deokhang, Kangwondo. Korean J. Environ. Ecol. 28(2): 161-170. (in Korean with English abstract)

Brower, J.E. and J.H. Zar(1977) Field laboratory methods for general ecology. Wm. C. Brown Company, 194pp.

Choi, B.K., J.W. Kim, S.Y. Kim and J.C. Lim(2012) Vegetation of Jangdo Island. Korean J. Environ. Ecol. 26(4): 512-527. (in Korean with English abstract)

Choi, B.K., M.K. Huh and S.Y. Kim(2015) Syntaxonomical and synecological research of forest vegetation on Mt. Byeokbang. Journal of Life Science 25(6): 646-655. (in Korean with English abstract)

Choi, Y.E., C.H. Kim, H.C. Lee, N.S. Lee and M.J. Song(2016) A study on the flora and vegetation of Deokjeok Islands in Incheon. The Journal of Korean Island 28(2): 237-258. (in Korean with English abstract)

Cultural Heritage Administration(2011) 2009-2010 Report on state-designated cultural heritage natural monuments & scenic sites, 19pp.

Curtis, J.T. and R.P. McIntoch(1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32(3): 476-496.

Flora of Korea Editorial Committee(2007) The genera of vascular plants of Korea. Academy Publishing Co. Seoul, 283pp.

Hasegawa, M.(2006) Application of ordination in community ecology of soil animals. Edaphologia 80: 35-64. (in Japanese with English abstract)

Hill, M.O.(1979) TWINSPAN-a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Ecology and Systematics, Cornel Univ., Ithaca, New York, 99pp.

Kang, H.M.(2020) Vegetation characteristics in the Jeopdo(Island), Jindo-gun. Korean J. Environ. Ecol. 34(1): 27-41. (in Korean with English abstract)

Kim, H.J., J.K. Shin, C.H. Lee and C.W. Yun(2018) Phytosociological

community type classification and stand structure in the forest vegetation of Hongdo island, Jeollanam-do Province. J. Korea Soc. For. Sci. 107(3): 245-257. (in Korean with English abstract)

Kim, H.S.(2004) Conservation and vegetation of the coastal sand dune in Gwanmaedo. The Journal of Korean Island 16(2): 21-37. (in Korean with English abstract)

Kim, J.E., W.J. Hyun, D.S. Kim and C.S. Kim(2012) Vegetation structure of *Carpinus turczaninowii* habitats. Journal Korean Forest Society 2012: 385-385. (in Korea)

Kim, J.S., J.M. Chung, S.Y. Kim, J.H. Kim and B.Y. Lee(2014) Phytogeographic study on the Holocene hypsithermal relict plant populations in the Korean peninsula. Korean Journal of Plant Taxonomy 44(3): 208-221. (in Korean with English abstract)

Kim, J.W. and Y.K. Lee(2006) Classification and assessment of plant communities. World Science, Seoul, 12pp. (in Korea)

Kim, S.S., B.H. Yang, M.J. Kim, Y.H. Kwon, H.Y. Jin and H.T. Shin(2014) Master plan for central national arboretum. The Journal of Korean Institute of Forest Recreation 18(2): 17-31. (in Korean with English abstract)

Kim, Y.H., O.J. Kwon, S.H. Ban and C.H. Oh(2021) A study on the plant community structure of *Carpinus turczaninowii* in islands of Incheon and Gyeonggi-do. Korean J. Environ. Ecol. 35(1): 68-80. (in Korean with English abstract)

Korea National Arboretum(2006) Distribution map of cascula plants of Korea peninsula III. central & South province (Chungcheong-do). Korea National Arboretum, 475pp. (in Korean)

Korea National Arboretum(2010) A field guide to treesa & shrubs. Korea National Arboretum, 101pp. (in Korean)

Lee, D.H., H.J. Kim, C.S. Jang, D.C. Son, J.S. Han, S.H. Park, K.S. Chang and S.H. Oh(2017) The floristic study of Is. Anmyeon (Chungcheongnam-do), Korea. Korean Journal of Plant Resources 30(4): 410-426. (in Korean with English abstract)

Lee, H.J., D.W. Byun, W.S. Kim, J.S. Lee and C.H. Kim(1993) Phytosociological study on the forest vegetation of Mt. Kaya. The Korean Journal of Ecology 16(3): 287-303. (in Korean with English abstract)

Lee, H.J., J.H. Kim, Y.M. Chun and H.L. Choung(2003) Synecology of the forest vegetation of Yeongjongdo. The Korean Journal of Ecology 26(5): 223-236. (in Korean with English abstract)

Lee, J.E., J.K. Shin, D.K. Kim and C.W. Yun(2018) Classification of forest vegetation for forest genetic resource reserve area in Heuksando sland. Korean J. Environ. Ecol. 32(3): 289-302. (in Korean with English abstract)

Lee, J.H. and I.T. Kim(2005) Synecology of the forest vegetation in Namhae-gun. The Korean journal of ecology 28(2): 69-77. (in Korean with English abstract)

Lee, J.H., M.S. Do and H.K. Song(2013) Vegetation structure of Hongdo Island. Korean J. Environ. Ecol. 27(5): 592-613. (in Korean with English abstract)

Lee, K.J., W. Cho and S.D. Lee(1999) Plant community structure of Nojasan in Koje Island. Korean J. Environ. Ecol. 13(1): 78-88. (in Korean with English abstract)

Lee, S.D., B.G. Cho, G. Lee, J.H. Yeum and C.H. Oh(2021) Identification of ecological characteristics of deciduous broad-leaved forest, Garasan(Mt.)· Nojasan(Mt.) at GeoJae. Korean J. Environ. Ecol. 35(2): 204-219. (in Korean with English abstract)

Lee, S.D., M.H. Jin, H.K. Kang and C.H. Oh(2022) Ecological characteristics of *Buxus sinica* habitat distributed on the ridge of Gyeokjabong(Mt.), Bogildo. Korean J. Environ. Ecol. 36(6): 662-675. (in Korean with English abstract)

Lee, T.B.(2003) Coloured flora of Korea. Hyangmunnsa, 193pp. (in Korea)

Lee, W.C. and Y.J. Yim(2002) Plant geography. Kangwon National University Press, 101pp. (in Korean)

Lee, Y.N. (2007) New flora of Korea. Kyo-Hak Publishing Co. LTD., 216pp. (in Korea)

Legendre, P. and M.J. Anderson(1999) Distance-based redundancy analysis: Testing multispecies responses in multifactorial ecological experiments. Ecological Monographs 69: 1-24.

Lim, Y.S., H.R. Na, B.W. Han, W.B. Seo and J.O. Hyun(2015) Floristic study of Yeongheungdo Island. Korean J. Plant Res 28(4): 456-474. (in Korean with English abstract)

McCune, B. and J. B. Grace(2002) Analysis of ecological communities. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA, 188pp.

McCune, B. and M. J. Mefford(2016) PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data. Version 7. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA.

National Institute of Ecology(2018) Floristic target species(FT species) in korea. National Institute of Ecology, 477pp. (in Korea)

National Institute of Ecology(2019) The guideline of the 4th national ecosystem survey. National Institute of Ecology, 135pp. (in Korean)

Park, I.H., K.J. Lee and J.C. Jo(1987) Forest community structure of Mt. Bukhan area. Journal of Korean applied ecology 1(1): 1-23. (in Korean with English abstract)

Pielou, E. C.(1975) Mathematical ecology. John Wiley & Sons, New York, 385pp.

Shaw, K., S. Roy and B. Wilson(2014) Carpinus turczaninowii. The IUCN Red List of Threatened Species 2014: e.T194630A2354078. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-3.RLTS.T194630A2354078.en.

Shibata, M. and T. Nakashizuka(1995) Seed and seedling demography

of four co-occurring *Carpinus* species in a temperate deciduous forest. Ecolog 76(4): 1099-1108.

Shin, H.S. and C.W. Yun(2014) Species composition and community characteristics of forest vegetation of Mt. Gaya in Chungnam. Journal of Ariculture & Life Science 48(3): 22-35. (in Korean with English abstract)

Shin, H.S., C.W. Yun and H.M. Yang(2009) Community classification for actual vegetation of Anmyeon Island in Chungcheongnam-do Province, Korea. The Korean Environmental Sciences Society 18(12): 1427-1436. (in Korean with English abstract)

Song, H.S., W. Cho and Y.H. Ahn(2008) Vegetation at sea cliffs of uninhabited islets off Ganghwa-gun, Korea. Korean J. Environ. Ecol. 22(4): 453-460. (in Korean with English abstract)

Whittaker, R.H.(1956) Vegetation of the great smoky mountains. Ecological Monographs 26: 1-80.

Whittaker, R.H.(1965) Dominance and diversity in land plant communities. Science 147: 250-260.

Whittaker, R.J.(1998) Island biogeography: Ecology, evolution and conservation. Oxford University Press, 285pp.

Yim, K.B., I.H. Park and K.J. Lee(1980) Phytosociological changes of *Pinus densiflora* forest induced by insect damage in Kyonggi-do Area. Journal of Korean Forestry 50: 56-71. (in Korean with English abstract)

Yun, C.W., C.H. Lee and H.J. Kim(2007) The community structure of forest vegetation in Mt. Gaya, Chungcheongnam-do Province. Korean J. Environ. Ecol. 21(5): 379-389. (in Korean with English abstract)