

# 보길도 격자봉 일대 능선부에 분포하는 회양목 생육지의 생태적 특성<sup>1a</sup>

이수동<sup>2</sup> · 진민화<sup>3</sup> · 강현경<sup>4\*</sup> · 오충현<sup>5</sup>

## Ecological Characteristics of *Buxus sinica* Habitat Distributed on the Ridge of Gyeokjabong(Mt.), Bogildo<sup>1a</sup>

Soo-Dong Lee<sup>2</sup>, Min-Hwa Jin<sup>3</sup>, Hyun-Kyung Kang<sup>4\*</sup>, Chung-Hyeon Oh<sup>5</sup>

### 요약

본 연구는 보길도 격자봉과 큰길재를 잇는 능선부를 중심으로 분포하는 회양목 생육지역의 체계적인 보전 및 관리를 위한 기초자료를 제공하고자 식물군집구조 현황을 조사분석하였다. 조사구는 관목층에 분포하는 회양목의 밀도와 지형, 향 등 입지적인 특성을 고려하여 대표적인 식생 군락 또는 지형의 변화가 있는 지역을 대상으로 총 26개소를 설정하였다. DCA와 TWINSpan에 의해 소사나무-낙엽활엽수군락, 소사나무군락, 소사나무-회양목군락, 소사나무-상록활엽수군락, 붉가시나무군락, 황칠나무-붉가시나무군락으로 분류되었다. 소사나무가 우점하는 군락은 당분간 현상태를 유지할 것이나 장기적으로는 주변에 붉가시나무가 우점하고 있어 이들 종으로의 천이잠재성이 높았다. 붉가시나무군락, 황칠나무-붉가시나무군락의 경우 난대림의 극상 수종으로 알려진 붉가시나무가 우점하는 현상태를 유지할 것이다. 회양목의 경우에도 소사나무가 우점하는 군락은 지형적인 조건으로 인해 양호한 상태를 유지하겠으나 붉가시나무 우점 군락의 경우, 피도가 높은 특성으로 인해 생육상 어려움이 예상된다. 환경요인과 식생분포간의 관계에서는 토양산도(pH)만 식생분포에 영향을 미친 것으로 분석되었다. 그 외에 pH는 3.78~5.30, 전기전도도는 0.186~0.543dS/m, 유기물함량은 2.25~2.89%로 전반적으로 낮았다.

주요어: 환경요인, 소사나무, 천이잠재성, 극상

### ABSTRACT

This study was intended to investigate and analyze the current status of the plant community structure in order to provide basic data for the systematic conservation and management of the *Buxus sinica* area appearing on the ridgeline connecting the Gyeokjabong(Mt.) and Keungiljae, on Bogildo Island. In consideration of location characteristics such as density, topography, and direction of *B. sinica* appearing in the shrub layers, a total of

1 접수 2022년 11월 12일, 수정 (1차: 2022년 12월 2일, 2차: 2022년 12월 4일), 게재확정 2022년 12월 7일

Received 12 November 2022; Revised (1st: 2 December 2022, 2nd: 4 December 2022); Accepted 7 December 2022

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

3 경상국립대학교 대학원 조경학과 석사과정 Dept. of Landscape Architecture, Graduate School, Gyeongsang National University, 52725, Korea (wlsrms957@naver.com)

4 상명대학교 그린스마트시티학과 교수 Dept. of Green Smart City, Sangmyung University, Cheonan 31066, Korea (hkkang@smu.ac.kr)

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

\* 교신저자 Corresponding author: hkkang@smu.ac.kr

26 sites were set as the survey area for representative vegetation communities or areas with changes in topography. According to DCA and TWINSpan, it was classified into 6 communities, namely *Carpinus turczaninowii*-Deciduous broad-leaved, *C. turczaninowii*, *C. turczaninowii*-*B. sinica*, *C. turczaninowii*-Evergreen broad-leaved, *Q. acuta*, and *D. trifidus*-*Q. acuta*. The community dominated by *C. turczaninowii* maintains the status quo for the present moment, however, *Q. acuta* will dominate the surrounding area in the long term, so *Q. acuta* has high succession potential. In the case of the *Q. acuta* and *D. trifidus*-*Q. acuta* communities, *Q. acuta*, known as the climax species of warm-temperate forests, will maintain dominant status. In a case of *B. sinica*, the community dominated by *C. turczaninowii* will remain in good status due to the topographical conditions, but the community dominated by *Q. acuta* growth difficulties are expected due to the high coverage. In the relationship between environmental factors and vegetation distribution, analysis showed that only soil pH affect vegetation distribution. Furthermore, the soil acidity (pH) was 3.78-5.30, the electrical conductivity was 0.186-0.543 dS/m, and the organic matter content was 2.25-2.89%.

**KEY WORDS: ENVIRONMENTAL FACTORS, CARPINUS TURCZANINOVII, SUCCESSION POTENTIAL, CLIMAX SPECIES**

## 서론

우리나라에서 탄산칼슘이 섞인 석회암지대는 강원도, 충청북도, 평안남북도, 황해도 및 함경남북도 등지에 집중 분포하는 것으로 알려져 있으나 실제로는 전국에 산재해 있다(Kang, 1992; Kim *et al.*, 2021). 이들 지역은 화산암, 화강암, 변성암 지대와는 다른 퇴적암 지대로 독특한 식생 분포 유형을 가지고 있어 생태적인 중요성은 매우 높다(Korea National Arboretum, 2012). 석회암지대를 대표하는 호석회성 식물은 102 또는 109 분류군으로 제시하고 있는데(Kim *et al.*, 2021; Korea National Arboretum, 2012), 이중 한국특산식물인 회양목은 상록활엽관목으로 제주도, 전남 보길도, 경북 주왕산, 충북 단양, 강원 영월 등지에 자생하는 것으로 알려져 있다(Kim and Kim, 1988).

회양목이 잘 자라는 토양 환경은 pH 수치가 높은 석회암 지대라고 하였는데, 대표적인 자생지인 충북 단양의 경우 pH 7.8~8.4로 분석된 바 있다(Kim *et al.*, 1991; Lee, 1991). 하지만 다른 연구에서는 토양 산도에 대한 내성 범위가 넓어 pH 4.0 내외의 강산성에서도 생육할 수 있다고 하였다(Lee *et al.*, 2002; Lee *et al.*, 2015; Lee *et al.*, 2012). 분포지로는 수분과 양분 조건이 양호한 사면과 계곡 지형을 선호한다고 하였으나(Lee *et al.*, 2012), 하식에, 암반 등 척박한 환경에서도 생육 가능한 것으로 분석되었다(Choi, 2014).

석회암지대에 대한 최초 연구는 단양 및 영월 일대의 식물상 파악인데, 회양목을 호석회성 수종이라고 규명한 바 있다(Choe 1966; Kim *et al.*, 2021). 입지 조건과 관련하여 해안 또는 섬 지역에서는 해변의 암반 건조지대에서 생육한

다고 하였는데(Bae *et al.*, 2014), 이는 수분과 양분 조건이 양호한 사면과 계곡 지형과는 다소 상이하나 암반 노출 비율이 높은 곳에 분포한다는 연구 결과와는 유사한 경향을 보였다(Lee *et al.*, 2012; Choi, 2014; Bae *et al.*, 2014). 식생 구조에 있어 회양목이 순군락을 형성하기보다는 신갈나무, 측백나무, 리기다소나무, 굴참나무 등의 하부에 분포하는 것으로 나타났으며(Lee *et al.*, 2012; Choi, 2014; Song *et al.*, 2019), Bae *et al.*(2014)과 Kim and Jang(1989)에 의하면 섬과 해안에서는 건조한 능선부를 선호하는 소나무림 하부에 동반 분포하는 경향이 있는 것으로 제시한 바 있다.

회양목은 호석회성 식물종으로 석회암지대와 암반이 노출된 지역에 제한적으로 출현하기 때문에 석회산업을 지속되면서 자연적으로 분포 면적이 감소하는 경향을 보이는 종이다(Kim *et al.*, 1992; Kwak, 1993; Bae *et al.*, 2014). 한편, 회양목 분포지의 희소성과 특수성으로 인해 서울시에 서는 관악산 회양목군락지를 생태경관보전지역으로, 단양군 도담삼봉과 단양석문의 경우 명승으로 지정 및 보호하고 있다(Choi, 2014; Lee *et al.*, 2012). 하지만, Kim *et al.*(2021)에 의하면 석회암지대의 지표종과 극선호종의 자생지는 제대로 알려지지 않아 보호지역으로 지정하기도 어렵기 때문에 분포지에 대한 정밀한 식생 조사 및 모니터링이 필요하다고 하였다. 이에 본 연구는 보길도 격자봉과 큰길재 능선부를 중심으로 분포하는 회양목 생육지역의 체계적인 보전 및 관리를 위한 기초자료를 제공하고자 식물군집구조 현황을 조사·분석하였다.

## 연구방법

행정구역상 완도군에 속하는 보길도의 30년간의 기후표(Korea Meteorological Administration 1990~2020)를 살펴보면, 연평균기온 14.1~14.3℃, 연평균 강수량 1437.4~1648.3mm, 한랭지수 -4.1℃·월, 온량지수 117.5℃·월, 평균습도 70.4~71.8% 이상으로 분석되었다. 일반적으로 난온대 상록활엽수림의 분포 적지는 온량지수(WI) 85~240℃·월, 강수량 900~1,500mm, 한랭지수(CI) -10~15℃·월(Kira, 1991), 최한월 평균기온 1~1℃가 한계라고 하여(Hattori and Nakanishi, 1985) 상록활엽수림의 적지인 것으로 파악되었다. 지질구조는 중생대 백악기의 화성활동에 의해 주입된 이산화규소함량이 많은 반암과 석영반암, 문상반암, 흑운모 화강암 및 섬록암으로 구성되어 있으며, 제4기의 애추와 충적층이 발달해 있었다(Jang and Lee, 2003; Lee, 1976). 식생은 전 지역에 육박나무, 후박나무, 생달나무, 참식나무, 녹나무, 붉가시나무 등이 혼재되어 있는 난온대림에 속하는 산림으로 상록활엽수 발달단계의 특징을 보였다(Oh and Park, 2003; Park *et al.*, 2018; Kim and Du, 2003).

본 연구대상지는 난대림대에 속하는 보길도 격자봉과 큰길재를 잇는 능선부를 중심으로 관목층에서 회양목이 우점하거나 출현하는 식생과 경사, 향 등 지형적인 특성을 고려하여 대표적인 식생 군락, 입지 변화가 있는 지역에 총 26개소의 조사구를 설정하였다(Figure 1). 각 조사구는 10m×10m(100m<sup>2</sup>) 방형구를 기본으로 토양이화학적 특성, 경사, 향, 해발고 등의 환경인자와 식생 규격을 조사하여 대표 군락구조특성을 규명하고자 하였다. 각 조사구내에 출현하는 수종을 대상으로 교목층, 아교목층, 수고 2m 이하인 관목층으로 구분하였고 교목층 및 아교목층은 흉고직경을, 관목층은 수관폭을 조사하였다. DCCA 분석을 위한 환경요인 조사에서 토양의 화학적 특성은 직접 채취하여 분석하였고, 경사, 향, 해발고

등은 GPSMAP 64s(GARMIN)을 이용하여 위치를 확인한 후 QGIS 3.10.3을 활용하여 각 지점의 지형구조를 추출하였다.

식생조사자료를 토대로 식물사회학적 분석을 시행하였으며 층위별 각 수종의 상대적 우세를 비교하기 위하여 Curtis and McIntosh(1951)의 중요치(Importance Percentage: I. P.)를 통합하여 백분율로 나타낸 상대우점치를 층위별로 분석하였다(Brower *et al.*, 1977). 상대우점치(Importance Percentage: I.P.)는 각 종별 (상대밀도+상대피도)/2로 계산하였고 개체들의 크기를 고려하여 수관 층위별로 가중치를 부여한  $\{(교목층 I.P. \times 3) + (아교목층 I.P. \times 2) + (관목층 I.P. \times 1)\} / 6$ 으로 평균상대우점치(M.I.P.)를 산정하였다(Park, 2012). 식생조사자료를 바탕으로 군락을 구분하고자 분류분석법인(classification) TWINSPAN과 서열분석법인(ordination) DCA 분석을 실시하였다(Hill, 1979). TWINSPAN과 DCA에 의한 분류 결과를 바탕으로, 각 군락별 종 구성의 다양화 정도를 파악하고자 Shannon의 수식(Pielou, 1975)을 적용하여 종다양도(Species diversity, H'), 균재도(Evenness, J'), 우점도(Dominance, D')를, Whittaker(1956)의 수식을 이용하여 유사도지수(Similarity index)를 분석한 후 군락별 특성을 비교 및 검토하였다. 또한 천이경향을 예측하고자 각 수종의 세력 변화를 비교할 수 있는 흉고직경급별 분포 분석과 상대우점치 등을 고려하여 종합적으로 판단하였다. 군락별 종수 및 개체수는 단위면적 100m<sup>2</sup>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 하였다. 이를 위해 DCA와 마찬가지로 CCA기법에서 제2축의 왜곡현상을 개선할 수 있는 방법이라고 한 DCCA를 활용하였으며(Lee *et al.*, 2014), MVSP(Multi-Variate Statistical Package) 3.2 program을 이용하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 군락분류(TWINSPAN, DCA) 및 유사도지수

DCA와 TWINSPAN 기법을 활용하여 회양목이 출현하거나 우점하는 총 26개 조사구의 군락 유형을 구분한 결과는 Figure 2, 3과 같다. 조사구 간의 상이성과 평균상대우점치를 토대로 조사구를 배치한 결과, DCA 축의 eigenvalue

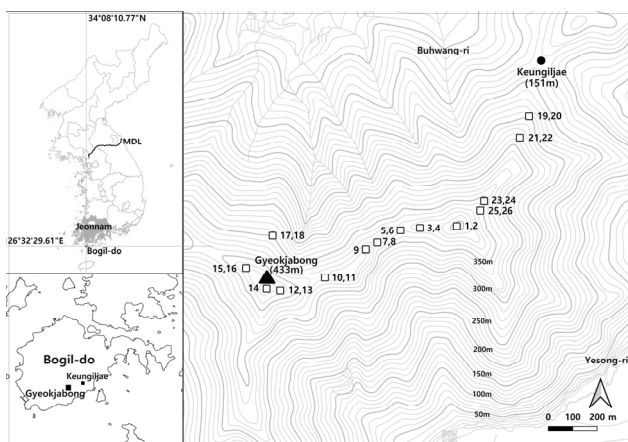


Figure 1. The location map of study site at Gyeokjabong(Mt.).

가 제1축 0.50781, 제2축 0.29167로 집중도가 높았다. 2개의 축은 해발고, 사면, 향과 같은 지형적 환경요인에 의거하여 군락 배치가 이루어진 것으로 판단되었다. 각 조사구의 배치를 살펴보면 왼쪽부터 소사나무군락(A), 오른쪽 하부는 붉가시나무군락(B), 상부는 황칠나무군락(C)으로 분류되었다. 조사구별 관목층에 회양목이 우점하는 경향은 유사하였으나 지형적인 특성에 따라 교목층 우점종이 달라졌는데, 건조한 능선부는 소사나무, 남사면은 붉가시나무, 북사면은 황칠나무가 우점하는 경향이였다.

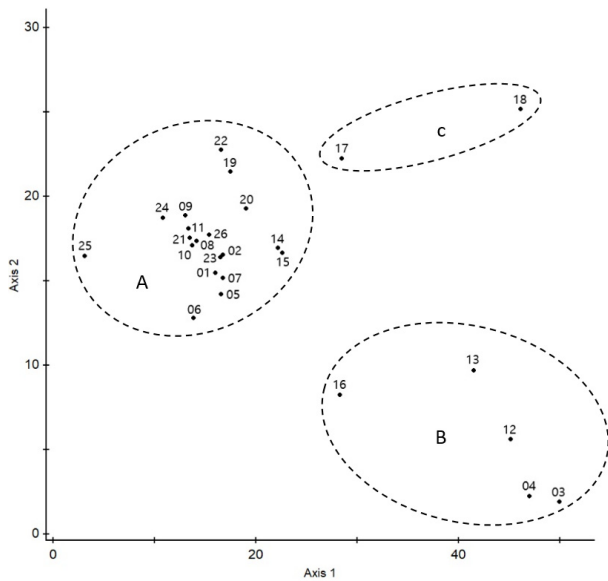


Figure 2. Dendrogram of 26 sites classified by DCA ordination.

\*Dominant species - A: *Carpinus turczaninowii*, B: *Quercus acuta*, C: *Dendropanax trifidus*

TWINSPAN에 의해서는 6개의 군락으로 분류되었는데, 제 1 Division에서는 소사나무와 팔배나무, 붉가시나무와

사스레피나무 유무에 의해 크게 두 개 그룹으로 구분되었다. 붉가시나무와 사스레피나무 군에서는 지표종인 육박나무가 출현하는 황칠나무-붉가시나무군락(VI)과 출현하지 않는 붉가시나무군락(V)으로 분류되었다. 제 2Division에서는 새비나무와 광나무가 지표종인 소사나무-상록활엽수군락(IV)이 나누어졌으며 이들 종이 출현하지 않는 군은 괴불나무, 보리밥나무가 지표종인 소사나무-낙엽활엽수군락(I)과 그 외의 군락으로 구분되었다. 괴불나무와 보리밥나무가 출현하지 않은 군락은 길마가지나무와 팽나무가 지표종인 소사나무군락(II)과 출현하지 않는 소사나무-회양목군락(III)으로 최종 분류되었다.

본 연구에서는 조사구별 종조성과 평균상대우점치를 고려하였을 때 DCA에 의한 군락 분류에서는 군락별 종조성이 혼합되어 있어 보다 식별종 유무에 의한 종조성 특성이 명확히 세분화된 TWINSPAN기법에 의하여 분류하였다. 전체적으로 DCA와 TWINSPAN의 군락 분류 결과, 공통적으로 소사나무 등 낙엽활엽수와 상록활엽수가 우점하는 군락으로 구분된 것은 유사하였으나 TWINSPAN 군락 분류에서는 지표종에 따라 세분할 수 있었다. 특히, 소사나무가 우점하는 군락은 관목층에 분포하는 회양목의 밀도와 경쟁종의 세력에 따라 세분류되었는데, 교목층 경쟁종은 지형구조에 따라 능선부에는 나타나지 않았으나 남사면에서는 상록활엽수가, 북사면에서는 낙엽활엽수가 출현하여 경쟁 상태인 것으로 판단되었다.

Classification 분석을 통해 분리된 6개 군락별 유사도지수를 파악해본 결과(Table 1), 소사나무군락(II)은 소사나무-회양목군락(III), 소사나무-상록활엽수군락(IV)과 각각 79%, 67.58%로 높았으며, 소사나무-회양목군락(III)도 소사나무-상록활엽수군락(IV)과 유사도 75%이상으로 유사성이 높았다. 그 외에 소사나무-낙엽활엽수군락(I)은 소사나무군락(II), 소사나무-회양목군락(III), 소사나무-상록활엽수군락(IV)과 50%이상의 유사도를 보였고, 소사나무-상록활엽수군락(IV)도 황칠나무-붉가시나무군락(VI)과 53.03%

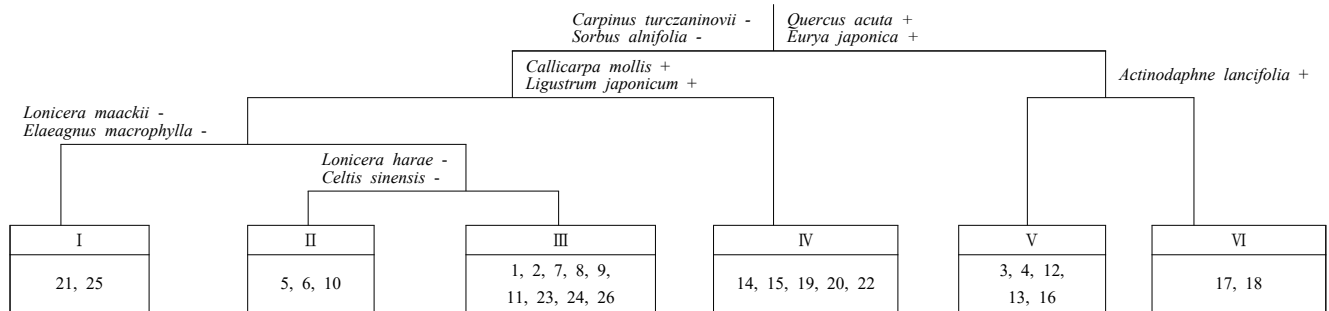


Figure 3. Dendrogram of 26 sites classified by TWINSPAN classification.

\* I. *C. turczaninowii*-Deciduous broad-leaved II. *C. turczaninowii*, III. *C. turczaninowii*-*B. sinica* IV. *C. turczaninowii*-Evergreen broad-leaved V. *Q. acuta*, VI. *D. trifidus*-*Q. acuta*

Table 1. Similarity index among 6 communities

| Community name | I     | II    | III   | IV    | V     |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| II             | 58.96 |       |       |       |       |
| III            | 57.29 | 79.00 |       |       |       |
| IV             | 51.68 | 67.58 | 75.03 |       |       |
| V              | 33.63 | 37.49 | 36.60 | 38.31 |       |
| VI             | 36.16 | 40.81 | 42.17 | 53.03 | 49.34 |

\* I. *C. turczaninonii*-Deciduous broad-leaved II. *C. turczaninonii*, III. *C. turczaninonii*-*B. sinica* IV. *C. turczaninonii*-Evergreen broad-leaved V. *Q. acuta*, VI. *D. trifidus*-*Q. acuta*

를 나타내었다. 반면에 소사나무가 우점하는 군락인 소사나무-낙엽활엽수군락(I), 소사나무군락(II), 소사나무-회양목군락(III), 소사나무-상록활엽수군락(IV)은 붉가시나무군락(V)과는 40% 이하로 이질적인 것으로 분석되었다. 붉가시나무군락(V)과 황칠나무-붉가시나무군락(VI)의 경우에도 각각 남사면과 북사면에 출현하는 등 환경 조건이 달라 유사도(49.34%)가 낮았던 것으로 판단되었다. 소사나무가 우점하는 군락과 붉가시나무군락, 황칠나무-붉가시나무군락의 경우 40% 미만으로 이질적인 정도를 넘어서서 공존가능성이 없는 것으로 나타났는데, 천이의 중간단계와 극상단계에 있는 군락이라 유사도지수가 낮은 것으로 사료되었다.

## 2. 식물군집구조

### 1) 일반적 개황

Table 2는 DCA와 TWINSpan에 의해 분류된 소사나무-낙엽활엽수군락, 소사나무군락, 소사나무-회양목군락, 소사나무-상록활엽수군락, 붉가시나무군락, 황칠나무-붉가시나무군락의 일반적 개황을 나타낸 것이다. 전반적으로 해발고도 247~436m, 평균경사는 11.7~19.6°를 나타내었으며,

교목층 수고가 상대적으로 낮았다. 특히, 소사나무-회양목군락이나 소사나무-상록활엽수군락지의 경우 회양목이 교목층으로 조사되었는데 이는 건조적박한 환경 속에 생육하는 출현종들의 수고가 회양목과 비슷하거나 상층부에 타수종이 점유하지 않았기 때문에 교목층의 회양목(수고 4~6m)이 조사되었다. 소사나무-낙엽활엽수군락은 해발 304.5m, 경사도 18.5°인 능선부 남서사면과 북서사면에 주로 분포하였는데, 교목층(피도 80%)에는 소사나무, 팔배나무가, 아교목층(피도 55%)에는 동백나무, 소사나무가, 관목층(피도 13.3%)에는 동백나무, 회양목이 우점하였다. 소사나무군락은 해발 382.3m, 경사도 11.7°인 북서 또는 남동향 능선부에 입지하였는데, 교목층(피도 70%)에는 소사나무, 아교목층(피도 45%)에는 동백나무, 회양목, 관목층(피도 30%)에는 갈마가지나무, 회양목의 세력이 우세하였다. 소사나무-회양목군락은 해발 376.7m, 경사도 19.6°인 북서사면에서 관찰되었는데, 교목층(피도 80%)에서는 소사나무, 아교목층(피도 45%)과 관목층(피도 18.8%)에서는 회양목, 동백나무가 우점종이었다. 소사나무-상록활엽수군락은 해발 321.4m, 경사도 16.8°인 남서향 및 남동향에 분포하였다. 층위별 우점종은 교목층(피도 85%)에서는 소사나무, 아

Table 2. General description of the physical and vegetation of the surveyed site

| Community name | <i>C. turczaninonii</i><br>- Deciduous broad-leaved | <i>C. turczaninonii</i> | <i>C. turczaninonii</i><br>- <i>B. sinica</i> | <i>C. turczaninonii</i><br>- Evergreen broad-leaved | <i>Q. acuta</i>  | <i>D. trifidus</i> -<br><i>Q. acuta</i> |
|----------------|---|-------------------------|---|---|------------------|---|
| Plot           | 21, 25  | 5, 6, 10                | 1, 2, 7, 8, 9, 11, 23, 24, 26                 | 14, 15, 19, 20, 22                                  | 3, 4, 12, 13, 16 | 17, 18                                  |
| Altitude(m)    | 304.5(252-357)                                      | 382.3(377-393)          | 376.7(334-404)                                | 321.4(247-436)                                      | 407.4(385-425)   | 370                                     |
| Aspect         | N30W, S30W  | N20W, S8E               | N20W, N30W, N40W                              | N4W, S15E, S32E, S30W                               | N15W, S15E, S10W | N22E                                    |
| Slop(°)        | 18.5(18-19)   | 11.7(6-23)              | 19.6(13-25)                                   | 16.8(15-20)   | 19.2(15-23)      | 18                                      |
| Height(m)      | 8.5(8-9)  | 7.3(6-10)               | 8.3(4-10)                                     | 7.4(7-8)  | 10.4(8-12)       | 8                                       |
| Canopy         |   |                         |   |   |                  |   |
| Coverage(%)    | 80  | 60, 80                  | 80  | 80, 90  | 70, 80           | 80                                      |
| DBH(cm)        | 12.5(10-15)   | 11.3(10-12)             | 8.8(5-10)                                     | 10.2(8-15)  | 14.4(12-15)      | 12                                      |
| Understory     |   |                         |   |   |                  |   |
| Height(m)      | 4   | 4(3-6)                  | 3.9(3-6)                                      | 3.4(3-4)  | 5.6(4-6)         | 4                                       |
| Coverage(%)    | 50, 60  | 40, 50                  | 30, 40, 50, 60                                | 40, 50  | 40, 60           | 40                                      |
| DBH(cm)        | 4.5(4-5)  | 4.3(4-5)                | 3.8(3-5)                                      | 3.6(3-5)  | 6(4-7)           | 5                                       |
| Shrub          |   |                         |   |   |                  |   |
| Height(m)      | <2.0  | <2.0                    | <2.0  | <2.0  | <2.0             | <2.0                                    |
| Coverage(%)    | 10, 15  | 30                      | 10, 15, 20, 30                                | 10, 15, 20, 30                                      | 20               | 15                                      |

교목층(피도 45%)에서는 광나무, 동백나무, 회양목, 관목층(피도 18.8%)에서는 회양목, 마삭줄의 피도가 높았다. 소사나무는 지리적으로 남해안에서부터 경기도까지 해안선을 따라 분포하고 있으나 도서지역에서의 그 입지는 능선부와 산정부, 해안 단애지로 한정된다고 하였는데(Oh and Beon, 2011; Kim et al, 2019; Kim et al., 2021), 보길도에 분포하는 소사나무 우점 군락도 능선부 암반 또는 건조지대에 입지하여 유사한 특성이었다. 회양목도 암반 비율이 높은 급경사 사면과 배수가 양호한 계곡부에 분포한다(Lee et al., 2012; Lee et al., 2018; Kim et al., 2021)라는 조건을 지니고 있어 소사나무와 유사한 환경에서 생육하는 것으로 추정되었다. 지형적으로는 평균 해발고 115~236m, 경사도 18~22°인 계곡사면과 정상부 암반지대 등이 분포 적지라고 하였는데(Kim et al, 2021), 큰길재와 격자봉 사이에 분포한 군락은 해발고는 상이하였으나 경사도는 11.7~19.6°의 분포 범위에 해당되었다.

불가시나무군락은 해발 407.4m, 경사도 19.2°인 북서향 및 북동향에 출현하였는데, 교목층(피도 75%)에는 불가시나무, 소사나무, 아교목층(피도 50%)에는 동백나무, 광나무, 관목층(피도 20%)에는 동백나무가 우점종이었다. 불가시나무의 적지분포는 해발 230m 내외 또는 401~500m로 특정하고 있으나 50~600m까지, 경사도는 21~25°에 분포할 수 있는 것으로 제시하고 있어 유사하였다(Park, 2012; Hwang et al., 2015). 황칠나무-불가시나무군락은 해발 370m, 경사도 18°인 북동향에 분포하였다. 층위별 주요 우점종으로는 교목층(피도 80%)에는 황칠나무, 불가시나무, 소사나무, 아교목층(피도 40%)에는 광나무, 동백나무, 회양목, 관목층(피도 15%)에는 까마귀베개, 회양목이었다. 분포와 관련해서는 연평균기온 13℃ 이상인 곳에서 출현한다고 하였는데(Chun et al., 2010), 완도지역은 14.1~14.3℃로 기준을 만족시켰으며, 해발 150~400m, 경사 10~45° 사이에 분포한다는 결과와도 일치하였다(Kim et al., 2000; Lee et al., 2018). 회양목이 출현하는 불가시나무군락과 황칠나무-불가시나무군락도 해발고가 높고 급경사 정상부 사면이라는 지형적인 특성도 유사하였다.

## 2) 상대우점치

Table 3은 6개 군락에 출현하는 주요종의 층위별 상대우점치 및 평균상대우점치를 나타낸 것이다. 소사나무-낙엽활엽수군락의 교목층에서는 소사나무(I.P.: 45.5%)가 우점종으로, 낙엽활엽수인 팔배나무(I.P.: 20.19%), 이팝나무(I.P.: 16.16%), 갈참나무(I.P.: 10.63%)가 동반 출현하였다. 아교목층에서는 동백나무(I.P.: 26.46%), 제주광나무(I.P.: 25.07%), 소사나무(I.P.: 22.89%)가, 관목층은 동백나무(I.P.: 23.64%), 회양목(I.P.: 15.70%), 괴불나무(I.P.: 12.03%)가 경쟁하고

있었다. 본 군락은 능선부의 척박한 지역에 입지하여 소사나무를 우점종으로, 낙엽활엽수인 팔배나무, 갈참나무, 이팝나무 등이 경쟁하고 있었다. 관목층에서는 회양목이 출현하고 있었으나 동백나무, 괴불나무 등과 경쟁 상태로 당분간 현상태를 유지할 것으로 판단되었다. 소사나무군락은 교목층에서 소사나무(I.P.: 76.59%)가 우점종이었고, 느티나무(I.P.: 11.07%), 팔배나무(I.P.: 9.76%)가 동반종이었다. 아교목층에서는 동백나무(I.P.: 39.56%), 회양목(I.P.: 26.19%), 관목층에서는 길마가지나무(I.P.: 17.55%), 회양목(I.P.: 13.79%), 화살나무(I.P.: 13.42%)가 우점하였다. 경사가 완만한 능선부를 중심으로 분포하는 본 군락은 지형적인 특성으로 인해 교목층과 관목층에서 소사나무와 회양목이 각각 우점하는 현상태를 유지할 것이다. 소사나무-회양목군락의 교목층에서는 소사나무(I.P.: 75.97%)가 우점종이었고, 회양목(I.P.: 1.90%)이 출현하였는데 이는 경사 20° 이상 급경사지인 열악한 환경 속에 출현종의 수고가 전반적으로 낮았으며 회양목은 상대적으로 생장이 양호하고 상층부의 점유 수종이 없었기 때문이었다. 아교목층에서는 회양목(I.P.: 35.50%), 동백나무(I.P.: 23.64%), 관목층에서는 회양목(I.P.: 25.87%), 동백나무(I.P.: 16.16%), 마삭줄(I.P.: 13.29%), 광나무(I.P.: 12.29%) 등이 출현하였다. 암반 노출이 많은 급경사라는 지형조건으로 인해 교목층에서 소사나무가, 아교목층과 관목층에서는 회양목이 우점하는 현재의 군락이 유지될 것이다.

소사나무-상록활엽수군락의 교목층에서는 소사나무(I.P.: 82.44%)가, 아교목층에서는 상록활엽수인 광나무(I.P.: 41.33%), 동백나무(I.P.: 18.82%), 회양목(I.P.: 18.09%)이, 관목층에서는 회양목(I.P.: 35.19%), 마삭줄(I.P.: 13.97%), 새비나무(I.P.: 11.23%) 등이 우점하였다. 교목층에서 회양목(I.P.: 1.00%)이 소수 출현하였으며 주로 암반 중심의 급경사지 내부에 수고 5m 이상으로 생육하였다.

불가시나무군락의 교목층에서는 불가시나무(I.P.: 60.61%), 소사나무(I.P.: 20.25%)가, 아교목층에서는 동백나무(I.P.: 48.98%)가 우점종이었고 광나무(I.P.: 16.02%), 불가시나무(I.P.: 9.39%), 회양목(I.P.: 6.26%)이 동반종이었다. 관목층은 동백나무(I.P.: 40.87%)가 우점하였고 회양목(I.P.: 9.52%)이 주요 출현종이었다. 불가시나무는 전라남도 해안 지역과 제주도에 분포하며 함평군이 자생북한계지로 알려져 있으며(Choi, 2001), 난온대림의 천이계열상 극상수종이기 때문에(Park et al., 2018) 당분간 현상태를 유지할 것이다. 향후, 생태적 천이 진행에 따라 상층임관 하부에는 내음성이 강한 소수종만이 제한적으로 분포(Park, 2012)하기 때문에 장기적으로 회양목의 생육 가능성은 낮을 것으로 예상되었다. 황칠나무-불가시나무군락의 교목층에서는 황칠나무(I.P.: 27.20%), 불가시나무(I.P.: 25.26%), 소사나무(I.P.: 24.30%)가 우점종이었으며 교목층에 회양목(I.P.: 3.21%)

이 소수 출현하였다. 아교목층에서는 광나무(I.P.: 30.07%), 동백나무(I.P.: 26.90%), 회양목(I.P.: 23.55%)이 경쟁하였고, 관목층은 까마귀베개(I.P.: 37.90%), 회양목(I.P.: 22.86%)이 경쟁하였다. 황칠나무는 상록활엽수로 천이가 진행되는 군락에서 상층의 아우점종이나 중층의 우점종으로 출현하는게 일반적이며, 보길도에서는 붉가시나무, 구실잣밤나무 등과 경쟁한다고 하였다(Kim *et al.*, 2000; Chun *et al.*, 2010). 황칠나무는 극상림 수종과 동반 출현하는 종이므로

생태적 천이단계상 아교목층과 관목층에 분포하는 회양목의 군락 유지 및 건강성에 있어 어려움이 예상된다. 즉, 회양목은 순군락을 형성하기 보다는 교목성상의 수종과 동반 출현하기 때문에 생태적 천이 진행에 따라 군락내 토심 발달, 생육환경 안정, 중구성 변화로 인한 생육장애를 예상한 연구결과(Lee *et al.*, 2012; Bae *et al.*, 2014; Song *et al.*, 2019)와 같이 회양목군락지의 식생변화과정과 생육상에 관한 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 판단되었다.

Table 3. Importance percentage of major woody plants by the stratum in 6 communities

| common Name      | Scientific Name                  | <i>C. turczaninowii</i> -Deciduous broad-leaved  |       |       |       | <i>C. turczaninowii</i>  |       |       |       | <i>C. turczaninowii</i> - <i>B. sinica</i>  |       |       |       |
|------------------|----------------------------------|--|-------|-------|-------|--|-------|-------|-------|---|-------|-------|-------|
|                  |                                  | C  | U     | S     | M     | C  | U     | S     | M     | C   | U     | S     | M     |
| 갈참나무             | <i>Quercus aliena</i>            | 10.63  | -     | -     | 5.32  | -  | -     | -     | -     | -   | -     | -     | -     |
| 광나무              | <i>Ligustrum japonicum</i>       | -  | -     | -     | -     | -  | 9.00  | 0.89  | 3.15  | -   | 3.36  | 12.29 | 3.17  |
| 괴불나무             | <i>Lonicera maackii</i>          | -  | -     | 12.03 | 2.01  | -  | -     | -     | -     | -   | -     | 0.30  | 0.05  |
| 길마가지나무           | <i>Lonicera harae</i>            | -  | -     | -     | -     | -  | -     | 17.55 | 2.93  | -   | -     | 1.93  | 0.32  |
| 까마귀베개            | <i>Rhamnella franguloides</i>    | -  | -     | -     | -     | -  | 3.13  | -     | 1.04  | -   | 0.28  | -     | 0.09  |
| 노린재나무            | <i>Symplocos chinensis</i>       | -  | 1.72  | -     | 0.57  | -  | 6.38  | 6.48  | 3.21  | -   | 2.01  | 1.58  | 0.93  |
| 느티나무             | <i>Zelkova serrata</i>           | -  | 1.52  | -     | 0.51  | 11.07  | 3.12  | -     | 6.58  | 5.52  | 2.19  | 2.40  | 3.89  |
| 동백나무             | <i>Camellia japonica</i>         | -  | 26.46 | 23.64 | 12.76 | -  | 39.56 | 2.15  | 13.55 | 1.69  | 23.64 | 16.16 | 11.42 |
| 마삭줄              | <i>Trachelospermum asiaticum</i> | -  | -     | 5.04  | 0.84  | -  | -     | 10.18 | 1.70  | -   | -     | 13.29 | 2.22  |
| 붉가시나무            | <i>Quercus acuta</i>             | 3.29   | 3.54  | 0.84  | 2.97  | -  | -     | -     | -     | -   | -     | -     | -     |
| 산벚나무             | <i>Prunus sargentii</i>          | -  | -     | -     | -     | -  | -     | -     | -     | 3.32  | -     | -     | 1.66  |
| 소나무              | <i>Pinus densiflora</i>          | -  | 3.63  | -     | 1.21  | -  | -     | -     | -     | -   | -     | -     | -     |
| 소사나무             | <i>Carpinus turczaninowii</i>    | 45.51  | 22.89 | 1.10  | 30.57 | 76.59  | 3.71  | -     | 39.53 | 75.97   | 19.13 | 0.37  | 44.42 |
| 송악               | <i>Hedera rhombea</i>            | -  | -     | 6.31  | 1.05  | -  | -     | 14.60 | 2.43  | -   | -     | 4.01  | 0.67  |
| 육박나무             | <i>Actinodaphne lancifolia</i>   | 4.23   | 1.99  | -     | 2.78  | -  | -     | -     | -     | -   | -     | -     | -     |
| 이팝나무             | <i>Chionanthus retusus</i>       | 16.16  | -     | -     | 8.08  | -  | -     | -     | -     | -   | -     | -     | -     |
| 인동덩굴             | <i>Lonicera japonica</i>         | -  | -     | 9.38  | 1.56  | -  | -     | -     | -     | -   | -     | -     | -     |
| 제주광나무            | <i>Ligustrum lucidum</i>         | -  | 25.07 | 5.74  | 9.31  | -  | -     | -     | -     | -   | 0.87  | -     | 0.29  |
| 줄참나무             | <i>Quercus serrata</i>           | -  | -     | -     | -     | -  | -     | -     | -     | 1.06  | 1.45  | -     | 1.01  |
| 참회나무             | <i>Euonymus oxyphyllus</i>       | -  | -     | 3.54  | 0.59  | -  | -     | 3.01  | 0.50  | -   | 3.04  | 1.95  | 1.34  |
| 팔배나무             | <i>Sorbus alnifolia</i>          | 20.19  | -     | 4.10  | 10.78 | 9.76   | -     | -     | 4.88  | 8.80  | 1.94  | 3.47  | 5.63  |
| 팽나무              | <i>Celtis sinensis</i>           | -  | -     | -     | -     | 2.58   | 5.02  | 0.89  | 3.11  | -   | 0.21  | -     | 0.07  |
| 화살나무             | <i>Euonymus alatus</i>           | -  | -     | 4.11  | 0.69  | -  | -     | 13.42 | 2.24  | -   | -     | -     | -     |
| 회양목              | <i>Buxus sinica</i>              | -  | 9.55  | 15.70 | 5.80  | -  | 26.19 | 13.79 | 11.03 | 1.90  | 35.50 | 25.87 | 17.10 |
| Etc.(M.I.P <1.0) | Etc.(M.I.P <1.0)                 | <i>Symplocos tanakana</i> , <i>Celtis chosoniana</i> , <i>Rubus phoenicolasius</i> , <i>Elaeagnus macrophylla</i> , <i>Eurya japonica</i> , <i>Callicarpa mollis</i> , <i>Lespedeza maximowiczii</i> |       |       |       | <i>Platycarya strobilacea</i> , <i>Pittosporum tobira</i> , <i>Ardisia crenata</i> , <i>Elaeagnus macrophylla</i> , <i>Elaeagnus glabra</i> , <i>Eurya japonica</i> , <i>Zanthoxylum schinifolium</i> , <i>Callicarpa mollis</i> , <i>Lindera obtusiloba</i> , <i>Rubus corchorifolius</i> , <i>Gardneria insularis</i> , <i>Euonymus fortunei</i> , <i>Rhamnus yoshinoi</i> |       |       |       | <i>Rhus trichocarpa</i> , <i>Symplocos tanakana</i> , <i>Platycarya strobilacea</i> , <i>Juniperus rigida</i> , <i>Rhaphiolepis indica</i> , <i>Parthenocissus tricuspidata</i> , <i>Prunus serrulata</i> , <i>Elaeagnus glabra</i> , <i>Rhamnus crenata</i> , <i>Callicarpa mollis</i> , <i>Lindera obtusiloba</i> , <i>Machilus japonica</i> , <i>Fraxinus sieboldiana</i> , <i>Rubus corchorifolius</i> , <i>Pourthiaea villosa</i> , <i>Euonymus alatus</i> , <i>Callicarpa japonica</i> , <i>Amorpha fruticosa</i> , <i>Ligustrum obtusifolium</i> , <i>Quercus salicina</i> , <i>Smilax sieboldii</i> , <i>Zanthoxylum piperitum</i> , <i>Lemmaphyllum microphyllum</i> , <i>Dendropanax morbiferus</i> |       |       |       |

Table 3. (continued)

| Scientific Name  | Scientific Name                  | C. turczaninowii-Evergreen broad-leaved   |       |       |       | Q. acuta  |       |       |       | D. trifidus-Q. acuta   |       |       |       |
|------------------|----------------------------------|---|-------|-------|-------|---|-------|-------|-------|--|-------|-------|-------|
|                  |                                  | C   | U     | S     | M     | C   | U     | S     | M     | C  | U     | S     | M     |
| 광나무              | <i>Ligustrum japonicum</i>       | -   | 41.33 | 6.52  | 14.86 | 0.00  | 16.02 | 4.74  | 6.13  | 4.97   | 30.07 | 1.74  | 12.80 |
| 구실잣밤나무           | <i>Castanopsis sieboldii</i>     | -   | -     | -     | -     | -   | -     | -     | -     | 4.25   | -     | -     | 2.13  |
| 굴피나무             | <i>Platycarya strobilacea</i>    | -   | -     | -     | -     | 1.04  | -     | -     | 0.52  | 10.81  | -     | -     | 5.41  |
| 까마귀베개            | <i>Rhamnella franguloides</i>    | -   | -     | -     | -     | -   | -     | -     | -     | -  | -     | 37.90 | 6.32  |
| 동백나무             | <i>Camellia japonica</i>         | -   | 18.82 | 8.81  | 7.74  | 6.14  | 48.98 | 40.87 | 26.21 | -  | 26.90 | 12.08 | 10.98 |
| 마삭줄              | <i>Trachelospermum asiaticum</i> | -   | -     | 13.97 | 2.33  | -   | -     | 7.01  | 1.17  | -  | -     | 1.51  | 0.25  |
| 붉가시나무            | <i>Quercus acuta</i>             | 7.48  | 3.14  | -     | 4.79  | 60.61   | 9.39  | 1.03  | 33.61 | 25.26  | 2.94  | -     | 13.61 |
| 사스레피나무           | <i>Eurya japonica</i>            | -   | -     | -     | -     | -   | 4.15  | 3.29  | 1.93  | -  | 4.66  | -     | 1.55  |
| 산딸나무             | <i>Cornus kousa</i>              | 5.61  | -     | -     | 2.81  | -   | -     | -     | -     | -  | -     | -     | -     |
| 산벚나무             | <i>Prunus sargentii</i>          | -   | -     | -     | -     | 5.15  | -     | -     | 2.58  | -  | -     | -     | -     |
| 새비나무             | <i>Callicarpa mollis</i>         | -   | 0.52  | 11.23 | 2.05  | -   | -     | 4.74  | 0.79  | -  | -     | 8.49  | 1.42  |
| 소사나무             | <i>Carpinus turczaninowii</i>    | 82.44   | 8.32  | -     | 43.99 | 20.25   | 2.35  | -     | 10.91 | 24.30  | 2.53  | -     | 12.99 |
| 쇠물푸레나무           | <i>Fraxinus sieboldiana</i>      | -   | -     | -     | -     | 1.10  | 1.51  | -     | 1.05  | -  | 1.00  | -     | 0.33  |
| 육박나무             | <i>Actinodaphne lancifolia</i>   | -   | -     | -     | -     | -   | -     | -     | -     | -  | -     | 11.95 | 1.99  |
| 참식나무             | <i>Neolitsea sericea</i>         | -   | -     | 0.31  | 0.05  | 2.48  | 0.46  | 7.67  | 2.67  | -  | -     | -     | -     |
| 참회나무             | <i>Euonymus oxyphyllus</i>       | -   | 3.94  | 0.31  | 1.37  | -   | 2.20  | 2.45  | 1.14  | -  | 1.00  | -     | 0.33  |
| 팔배나무             | <i>Sorbus alnifolia</i>          | 2.33  | -     | -     | 1.17  | 0.73  | 0.39  | -     | 0.50  | -  | -     | -     | -     |
| 팽나무              | <i>Celtis sinensis</i>           | -   | -     | -     | -     | 1.68  | 3.42  | -     | 1.98  | -  | -     | -     | -     |
| 황칠나무             | <i>Dendropanax morbiferus</i>    | -   | 0.77  | -     | 0.26  | -   | 0.80  | -     | 0.27  | 27.20  | 4.94  | -     | 15.25 |
| 회양목              | <i>Buxus sinica</i>              | 1.00  | 18.09 | 35.19 | 12.40 | -   | 6.26  | 9.52  | 3.67  | 3.21   | 23.55 | 22.86 | 13.27 |
| Etc.(M.I.P <1.0) | Etc.(M.I.P <1.0)                 | <i>Rhamnus davurica, Lonicera maackii, Lonicera harae, Meliosma myriantha, Symplocos chinensis, Rhamphiolepis indica, Parthenocissus tricuspidata, Viburnum erosum, Rubus parvifolius, Prunus serrulata, Elaeagnus glabra, Rubus crataegifolius, Cinnamomum yabunikkei, Hedera rhombea, Rubus corchorifolius, Pourthiaea villosa, Lonicera japonica, Ardisia japonica, Rubus hirsutus, Ligustrum obtusifolium, Rhododendron schlippenbachii, Smilax china</i> |       |       |       | <i>Cephalotaxus koreana, Lonicera harae, Meliosma myriantha, Styrax japonicus, Neolitsea aciculata, Hedera rhombea, Rubus corchorifolius, Pourthiaea villosa, Euonymus alatus, Smilax china</i> |       |       |       | <i>Clerodendrum trichotomum, Zanthoxylum ailanthoides, Cinnamomum yabunikkei</i> |       |       |       |

C: I.P. of canopy layer, U: I.P. of understory layer, S: I.P. of shrub layer, M: mean I.P.

3) 흉고직경급별 분포

흉고직경급별 분포를 통해 식생의 변화를 예측할 수 있다고 하였는데(Kim and Oh, 1993), 본 연구에서는 회양목의 장기적인 생존 여부를 판단하는 것도 중요하기 때문에 관목층 경쟁종까지 포함하여 분석하였다. 군락별 주요 출현종의 흉고직경급별 분포현황을 살펴보면(Table 4) 소사나무-낙엽활엽수군락의 교목층에서는 소사나무, 팔배나무, 갈참나무, 붉가시나무가 경쟁하고 있었는데, 소사나무는 DBH 7~32cm 사이에서 등급별로 1~4개체가, 붉가시나무와 팔배나무는 DBH 7~22cm에서 등급별로 1~2개체가 출현하였다. 회양목의 경우 DBH 2~7cm 사이에서 등급별로 6개체가, 흉고직경 2cm 이하인 관목층에서 44개체가 출현하여 당분

간 교목층에서는 소사나무가, 관목층에서는 회양목의 생육이 양호한 상태를 유지할 것으로 판단되었다. 소사나무군락의 교목층에서는 소사나무, 느티나무, 팽나무가 경쟁하고 있는데, 소사나무는 DBH 7~32cm 사이에서 등급별로 2~6개체가, 느티나무, 팽나무는 DBH 2~17cm에서 등급별로 각각 1~4개체, 1~2개체가 출현하였다. 동백나무는 DBH 2~22cm에서 등급별로 2~10개체가 출현하였으며, 관목층에서는 12개체 출현하였다. 회양목의 경우 DBH 7~12cm 사이에서 9개체가, 관목층에서 52개체가 관찰되었다. 관목층에서 동백나무가 출현하고 있으나 교목층에서 경급이 큰 소사나무가 우점하여 층위별로 소사나무, 동백나무, 회양목이 우점하는 현상상태를 유지할 것이다.



Table 4. The distribution of major woody species' DBH by 6 communities

| Community name                                  | Scientific Name                    | SH  | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 |
|---|------------------------------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|
| C. turczaninowii -<br>Deciduous<br>broad-leaved | 소사나무 <i>Carpinus turczaninowii</i> | 4   | -  | 4  | 3  | -  | 4  | 1  | -  |
|   | 갈참나무 <i>Quercus aliena</i>         | -   | -  | -  | 1  | 1  | -  | -  | -  |
|   | 붉가시나무 <i>Quercus acuta</i>         | 4   | 1  | -  | 1  | -  | -  | -  | -  |
|   | 팔배나무 <i>Sorbus alnifolia</i>       | 12  | -  | 1  | 1  | 2  | -  | -  | -  |
|   | 회양목 <i>Buxus sinica</i>            | 44  | 6  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| C. turczaninowii                                | 소사나무 <i>Carpinus turczaninowii</i> | -   | 4  | 2  | 3  | 6  | 5  | 2  | -  |
|   | 느티나무 <i>Zelkova serrata</i>        | -   | 1  | 1  | 4  | -  | -  | -  | -  |
|   | 팽나무 <i>Celtis sinensis</i>         | 4   | 1  | 2  | 1  | -  | -  | -  | -  |
|   | 동백나무 <i>Camellia japonica</i>      | 12  | 10 | 7  | 2  | 2  | -  | -  | -  |
|   | 회양목 <i>Buxus sinica</i>            | 52  | 1  | 9  | -  | -  | -  | -  | -  |
| C. turczaninowii -<br>B. sinica                 | 소사나무 <i>Carpinus turczaninowii</i> | 4   | 4  | 2  | 33 | 18 | 5  | -  | -  |
|   | 느티나무 <i>Zelkova serrata</i>        | 8   | 9  | 5  | 1  | 1  | -  | -  | -  |
|   | 동백나무 <i>Camellia japonica</i>      | 108 | 48 | 17 | 1  | -  | -  | -  | -  |
|   | 팔배나무 <i>Sorbus alnifolia</i>       | 20  | 4  | 0  | 4  | -  | -  | -  | -  |
|   | 회양목 <i>Buxus sinica</i>            | 244 | 8  | 9  | -  | -  | -  | -  | -  |
| C. turczaninowii -<br>Evergreen<br>broad-leaved | 소사나무 <i>Carpinus turczaninowii</i> | -   | -  | 8  | 22 | 7  | 4  | -  | -  |
|   | 붉가시나무 <i>Quercus acuta</i>         | -   | 1  | -  | 2  | 1  | -  | 1  | -  |
|   | 회양목 <i>Buxus sinica</i>            | 212 | 3  | 4  | -  | -  | -  | -  | -  |
|   | 광나무 <i>Ligustrum japonicum</i>     | 48  | 63 | 11 | -  | -  | -  | -  | -  |
| Q. acuta  | 소사나무 <i>Carpinus turczaninowii</i> | -   | 3  | 8  | 9  | 1  | -  | -  | -  |
|   | 붉가시나무 <i>Quercus acuta</i>         | 8   | 5  | 4  | 10 | 7  | 14 | 1  | 1  |
|   | 동백나무 <i>Camellia japonica</i>      | 160 | 65 | 12 | 5  | -  | -  | -  | -  |
|   | 회양목 <i>Buxus sinica</i>            | 60  | 4  | -  | -  | -  | -  | -  | -  |
| D. trifidus -<br>Q. acuta                       | 붉가시나무 <i>Quercus acuta</i>         | -   | 1  | 3  | -  | 1  | 1  | -  | -  |
|   | 황칠나무 <i>Dendropanax morbiferus</i> | -   | 1  | 2  | 2  | 1  | 1  | -  | -  |
|   | 광나무 <i>Ligustrum japonicum</i>     | 4   | 10 | 7  | 2  | -  | -  | -  | -  |
|   | 회양목 <i>Buxus sinica</i>            | 52  | 6  | 5  | -  | -  | -  | -  | -  |

\*\*SH:Shrub, 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

소사나무-회양목군락의 교목층에서는 소사나무가 우점하였는데, DBH 2~27cm에서 등급별 4~33개체가 출현하였다. 느티나무는 DBH 2~27cm에서 등급별 1~9개체가, 동백나무는 DBH 2~12cm에서 등급별로 17~48개체가 관찰되었으나 세력은 미미하였다. 회양목은 DBH 2~17cm에서 등급별 8~9개체가 출현하였고, 관목층에서는 244개체가 출현하였다. 관목층에서 동백나무는 108개체, 팔배나무 20개체 등이 출현하여 경쟁하고 있었다. 하지만, 교목층에서는 소사나무가, 관목층에서는 회양목의 세력이 우세하여 당분간 두 종이 우점하는 상태를 유지하겠다. 소사나무-상록활엽수군락의 교목층에서는 소사나무가 DBH 12~27cm 사이에서

등급별로 4~22개체가 출현하여 우점종이었으며, 붉가시나무는 DBH 2~32cm 사이에서 1~2개체가 관찰되어 세력은 미미하였다. 관목층에서 많은 개체가 관찰된 광나무는 DBH 2~12cm에서 등급별로 11~63개체가, 관목층에서는 48개체가 출현하였다. 반면, 회양목은 DBH 2~12cm에서 3~4개체 출현하였으나 관목층에서는 212개체가 출현하였다. 당분간 교목층에서는 소사나무가 우점하겠으나 능선 남사면을 중심으로 붉가시나무가 우점하는 경향을 보이고 있어 환경이 개선된다면 천이의 가능성은 있겠다. 회양목의 경우에도 소사나무가 우점하는 상태에서는 생육이 양호할 것이나 상록활엽수로의 천이가 진행된다면 세력은 약해질 가

능성이 높다.

붉가시나무군락은 교목층에서는 붉가시나무는 DBH 2~37cm 사이에 1~14개체가, 소사나무는 DBH 2~22cm 사이에서 등급별로 1~9개체가 출현하여 경쟁상태이었다. 아교목 성상인 동백나무는 DBH 2~17cm에서 5~65개체가, 관목층에서는 160개체가 출현하였다. 회양목의 경우 DBH 2~7cm에 4개체, 흉고직경 2cm 이하인 관목층에서 60개체가 출현되었다. 붉가시나무는 상록활엽수림에서 극상수종으로 알려져 있어(Park *et al.*, 2018) 현상태가 지속될 것이다. 황칠나무-붉가시나무군락의 교목층에서는 황칠나무, 붉가시나무가 경쟁하고 있는데, DBH 2~27cm 사이에서 등급별로 각각 1~2개체, 1~3개체가 출현하였다. 관목층에서 회양목은 DBH 2~12cm에 5~6개체가, 흉고직경 2cm 이하인 관목층에서 52개체가 관찰되었다. 교목층에서는 황칠나무, 붉가시나무가 경쟁할 것이고, 관목층에서는 육박나무, 동백나무, 생달나무 등 상록활엽수가 출현하고 있어 장기적으로는 붉가시나무로의 천이가 진행될 것이다. 능선부의 환경조건이 급경사이고 암반 노출이 높은 지역은 소사나무가 전 경급에서 우점하고 있으나 사면 지역의 경우에는 관목층에 붉가시나무, 황칠나무, 생달나무 등이 경쟁하고 있는 상태이었다. 난대림대의 천이경향은 침엽수, 낙엽활엽수를 거쳐 생달나무, 참식나무 등의 중간과정 이후 붉가시나무가 출현하는 극상으로 진행된다고 하였다(Oh and Cho, 1994; Park *et al.*, 2018; Lee *et al.*, 2019). 현재 대상지에서 열악한 환경 조건인 곳을 중심으로 소사나무와 관목층에 회양목이 우점하는 군락을 형성하고 있으나 환경이 안정된다면 주변에 분포하여 세력이 우세한 붉가시나무가 우점하는 상록활엽수림으로 천이가 진행될 것으로 판단되었다.

4) 종다양도

군락별 종다양도는 0.7694~1.0308로 소사나무-낙엽활엽수군락(1.0308), 소사나무군락(1.0258)이 높은 반면, 소사나무-회양목군락, 붉가시나무군락, 황칠나무-붉가시나무군락은 0.9 미만으로 낮았다(Table 5). 척박한 능선부에 분포하는 소사나무, 낙엽활엽수, 회양목이 우점하는 군락은

0.9 미만으로 낮았는데 대부분 생육하기 어려운 환경조건이나 천이의 중간단계인 것으로 판단되었다. 아교목성상의 수종인 소사나무군락은 산능선부나 해안 암벽에만 분포하는 특이한 식생단위라고 하였는데(Bac *et al.*, 2014), 대상지에서도 큰길재와 격자봉 사이의 능선부에 제한적으로 생육하였다. 다만, 향, 지형, 환경 조건에 따라 붉가시나무, 황칠나무, 갈참나무와 경쟁하는 등 천이가 진행되는 단계이기 때문에 종다양도가 높은 것으로 분석되었다. 붉가시나무군락과 교목층에 붉가시나무와 경쟁하는 황칠나무-붉가시나무군락의 경우에는 극상단계이거나 이행되는 군락으로 제시된 바 있는데(Park *et al.*, 2018), Park(2012)에 의하면 음수림이기 때문에 내음성이 강한 수종 외에는 출현할 수 없어 다양도가 낮은 것이 일반적이라고 하였다. Kim *et al.*(2002)도 붉가시나무 순군락은 0.8748로 낮았으나 다른 수종과 경쟁하는 군락은 0.9279~1.2429로 높다는 연구 결과를 보였는데, 대상지의 경우에는 교목층에서 우점도가 높았기 때문에 사료되었다.

5) 종수 및 개체수

Table 6은 군락별 종수 및 개체수 현황을 나타낸 것이다. 조사구별 출현 종수는 7~21종이었고 군락별 평균 출현 종수는 11.8~17종이었는데, 소사나무군락, 소사나무-낙엽활엽수군락에서 가장 다양한 종이 출현하였다. 100m<sup>2</sup>당 출현 개체수는 교목층 8.5~15.4개체, 아교목층 21~38.5개체, 관목층 70~148개체이었다. 소사나무-상록활엽수군락의 교목층에서 15.4개체가 출현하여 가장 많았고 소사나무-회양목군락, 붉가시나무군락이 10개체 이상이었으나 나머지는 그 이하이었다. 아교목층은 황칠나무-붉가시나무군락, 소사나무-상록활엽수군락에서 30개체 이상 관찰되었고 소사나무-낙엽활엽수군락이 21개체로 가장 적었다. 관목층은 소사나무-상록활엽수군락에서 148개체로 가장 많았고 소사나무-회양목군락, 붉가시나무군락, 황칠나무-붉가시나무군락에서는 100개체 이하가 출현하였다. 이상을 종합해보면, 암반 노출, 다양한 교목성상의 종이 경쟁하는 능선부에 출현하는 소사나무 우점 군락에서 종수 및 개체수가 많았던 반면, 천

Table 5. 6 communities' species diversity indices (units : 100m<sup>2</sup>)

| Community name                                  | H'(shannon) | J'(evenness) | D'(dominance) | H'max  |
|---|-------------|--------------|---------------|--------|
| <i>C. turczaninovii</i> -Deciduous Broad-leaved | 1.0308      | 0.8494       | 0.1507        | 1.2157 |
| <i>C. turczaninovii</i>                         | 1.0258      | 0.8369       | 0.1631        | 1.2248 |
| <i>C. turczaninovii</i> - <i>B. sinica</i>      | 0.8793      | 0.7976       | 0.2024        | 1.1012 |
| <i>C. turczaninovii</i> -Evergreen broad-leaved | 0.8922      | 0.7947       | 0.2053        | 1.1234 |
| <i>Q. acuta</i>                                 | 0.7694      | 0.7162       | 0.2838        | 1.0591 |
| <i>D. trifidus</i> - <i>Q. acuta</i>            | 0.8172      | 0.7341       | 0.2660        | 1.1127 |

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

(units : 100m<sup>2</sup>)

| Community name | <i>C. turczaninovii</i><br>-Deciduous<br>Broad-leaved | <i>C. turczaninovii</i> | <i>C. turczaninovii</i><br>- <i>B. sinica</i> | <i>C. turczaninovii</i><br>-Evergreen<br>broad-leaved | <i>Q. acuta</i> | <i>D. trifidus</i><br>- <i>Q. acuta</i> |
|----------------|---|-------------------------|---|---|-----------------|---|
| Canopy         | 8.5(6~11)   | 8.7(6~13)               | 14.8(7~21)                                    | 15.4(9~26)  | 14.4(12~17)     | 9(7~11)                                 |
| Understory     | 21(20~22)   | 23.7(19~31)             | 29.3(18~50)                                   | 34.6(21~51)   | 29.4(20~38)     | 38.5(24~53)                             |
| Shrub          | 124(112~136)  | 101.3(84~112)           | 92.9(44~132)                                  | 148(92~188)   | 84.8(40~200)    | 70(48~92)                               |
| Total          | 153.5(138~169)  | 133.7(121~146)          | 137(88~174)                                   | 198(146~229)  | 128.6(80~240)   | 117.5(108~127)                          |
| Species No.    | 16.5(15~18)   | 17(15~21)               | 12.9(10~18)                                   | 13.4(11~16)   | 11.8(7~14)      | 13(12~14)                               |

이의 극상 단계 또는 북사면으로 다른 종의 생육이 어려운 지형특성에 분포하는 불가시나무군락, 황칠나무-불가시나무군락에서는 적었다. 일반적으로 식생의 발달 초기단계에서는 선구수종 중심의 분포양상을 보이나 토양환경이 양호해지면 생태적 영역이 균일해진다고 하였는데(Park *et al.*, 2001; Chung *et al.*, 2011; Byeon and Yun, 2016), 이러한 이유로 개체수는 능선부에 입지한 소사나무군락에서는 높았고, 극상에 준하는 불가시나무, 황칠나무 우점 군락은 낮았던 것으로 사료되었다.

## 6) 토양 이화학적 특성

토양 이화학적 특성을 분석한 결과(Table 7), 토양산도(pH)는 평균 3.78~5.30으로, pH 5.3인 소사나무군락을 제외하면 pH 5 미만이었다. 토양 산도는 남해안 도서지역의 상록활엽수군락의 경우 pH 4.72~5.55의 범위로 유사하였다(Lee *et al.*, 2016; Lee *et al.*, 2019; Lee *et al.*, 2021). 이는 회양목이 pH가 높은 석회암 지대에 생육한다(Kim *et al.*, 1991; Lee, 1991)라는 경향에는 반하나, 산성 토양에서

도 생육이 가능하다는 Kim(1980), Lee *et al.*(2015), Lee *et al.*(2002), Lee *et al.*(2012)의 연구 결과와는 일치하여 회양목의 토양산도 내성범위는 넓은 것으로 판단되었다. 반면, 회양목 자생지는 척박한 암석노출지나 경사가 급한 절벽지에 다수 분포하는데 이는 다른 수종과의 경쟁을 피하기 위한 생존 전략(Lee *et al.*, 2012)으로 파악되어 자생지의 생육분포범위가 제한적일 것으로 판단되었다. 황칠나무-불가시나무군락의 경우에는 pH 3.78로 강산성이었는데, 이는 Jeong *et al.*(1995), Chun *et al.*(2010)가 제시한 4.73~5.8과는 달랐다.

치환성양이온(K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>) 함량은 토양 pH와 밀접한 관계가 있는데(Jeong *et al.*, 2002), 강산성인 황칠나무-불가시나무군락이 가장 낮았고, 소사나무가 우점하는 군락에서는 높았다. 전기전도도는 평균 0.186~0.543dS/m로 전 조사구에서 낮았는데, 군락별로는 소사나무군락(0.543dS/m), 황칠나무-불가시나무군락(0.353dS/m), 불가시나무군락(0.316dS/m)은 높았으나 그 외 군락은 0.186~0.237dS/m로 낮았다. 유기물함량은 평균 2.25~2.89%이었으며, 소사나무

Table 7. Soil physics and chemistry characteristics of 6 communities

| Community name   | pH                  | EC<br>(dS/m)           | Available-p<br>(mg/kg) | OM<br>(%)           | Ca                       | Mg                     | K                      | Na                     |
|--|---------------------|------------------------|------------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|  |                     |                        |                        |                     | (cmol/kg)                |                        |                        |                        |
| <i>C. turczaninovii</i> -<br>Deciduous<br>Broad-leaved | 4.88<br>(4.62~5.14) | 0.186<br>(0.158~0.214) | 1.52<br>(1.45~1.59)    | 2.88<br>(2.62~3.13) | 8.059<br>(4.352~11.766)  | 2.398<br>(1.729~3.067) | 0.694<br>(0.666~0.722) | 0.326<br>(0.292~0.360) |
| <i>C. turczaninovii</i>                                | 5.30<br>(4.23~5.83) | 0.543<br>(0.290~0.670) | 1.74<br>(1.66~1.78)    | 2.25<br>(2.01~2.74) | 22.289<br>(2.058~32.404) | 5.854<br>(0.905~8.329) | 1.328<br>(0.503~1.740) | 0.409<br>(0.211~0.508) |
| <i>C. turczaninovii</i> -<br><i>B. sinica</i>          | 4.36<br>(4.11~5.14) | 0.237<br>(0.122~0.355) | 1.68<br>(1.16~2.28)    | 2.80<br>(2.58~3.44) | 3.596<br>(1.280~11.766)  | 1.407<br>(0.760~3.067) | 0.507<br>(0.318~0.666) | 0.283<br>(0.210~0.595) |
| <i>C. turczaninovii</i> -<br>Evergreen<br>broad-leaved | 4.52<br>(4.11~4.8)  | 0.221<br>(0.126~0.513) | 1.74<br>(0.79~4.53)    | 2.67<br>(1.91~3.81) | 2.954<br>(1.263~6.005)   | 1.661<br>(0.994~2.143) | 0.539<br>(0.421~0.722) | 0.331<br>(0.285~0.395) |
| <i>Q. acuta</i>  | 4.56<br>(4.27~4.91) | 0.316<br>(0.18~0.45)   | 1.43<br>(0.83~2.21)    | 2.57<br>(1.62~3.51) | 5.378<br>(1.070~11.744)  | 1.682<br>(0.768~2.939) | 0.515<br>(0.242~0.781) | 0.424<br>(0.285~0.479) |
| <i>D. trifidus</i> - <i>Q. acuta</i>                   | 3.78                | 0.353                  | 1.92                   | 2.89                | 0.996                    | 0.847                  | 0.351                  | 0.235                  |

-낙엽활엽수군락, 소사나무-회양목군락, 황칠나무-붉가시나무군락은 2.8%이상으로 높은 반면에 소사나무군락, 붉가시나무군락은 2.5%내외였다. 해안 지역에 분포하는 상록활엽수 우점 군락은 평균 유기물 함량은 5.13~17.2%(Kim *et al.*, 2013; Lee *et al.*, 2016)인 것으로 연구된 바 있어 낮은 것으로 추정되었다. 이는 회양목 분포지의 경우 배수조건이 양호하고 점토에 비해 모래의 비율이 높다고 하였는데(Lee *et al.*, 2012), 이와 연계성이 높은 것으로 판단되었다.

7) 환경요인과의 관계 분석

회양목이 출현하는 26개의 식물군집구조 조사구를 6개 군락으로 분류한 후, 해발고, 경사, 향 등 지형적 특성과 토양 이화학적 특성인 pH, EC, Avail-P, T-N, OM 등의 환경요인과 DCCA ordination을 분석한 것이 Figure 4이다. Eigen value 값이 80% 이상 설명되는 1축과 2축을 기준으로 환경요인과의 관계를 파악한 결과, 토양 pH만 식생분포에 영향을 미친 것으로 분석되었다. 이는 회양목의 분포가 토양 pH와 연관성이 높다고 한 Kim *et al.*(1991), Lee(1991), Kim(1980), Lee *et al.*(2015), Lee *et al.*(2002), Lee *et al.*(2012)의 연구 결과와 일치하였다. 반면, 붉가시나무군락, 황칠나무-붉가시나무군락은 소사나무와 회양목이 동반 출현하는 군락과는 반대 경향을 나타내었다. 본 연구는 지형과 토양환경요인을 토대로 분석을 시행하였으나 향후, 회양목의 내음성과 연계된 광량과 같은 환경요인도 후속연구로 필요할 것으로 판단된다.

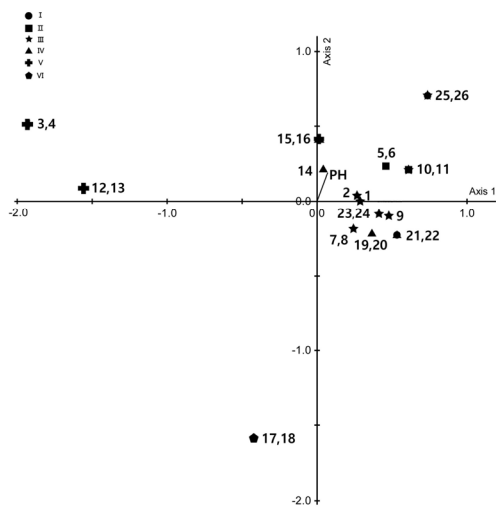


Figure 4. A DCCA ordination diagram of vegetation communities respect to environmental variables at Gyeokjabong(Mt.).

\* I : *C. turczaninonii*-Deciduous broad-leaved II : *C. turczaninonii*, III : *C. turczaninonii*-*B. sinica* IV : *C. turczaninonii*-Evergreen broad-leaved V : *Q. acuta*, VI : *D. trifidus*-*Q. acuta*

REFERENCES

Bae, K.H., J.S. Kim, H.J. Cho, C.W. Yun and Y.C. Cho(2014) Syng geographical Characteristics of Forest Vegetation in Limestone Areas, Mt. Deokhang, Kangwondo. Kor. J. Env. Eco. 28(2): 161-170. (in Korean with English abstract)

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

Byeon, S.Y. and C.W. Yun(2016) Stand Structure of Actual Vegetation in the Natural Forests and Plantation Area of Mt. Janggunbong, Bonghwa-Gun. Korean J. Environ. Ecol. 30(6): 1032-1046. (In Korean with English abstract)

Choe, D.M.(1966) The flora and vegetation on the basic rock area in Korea. Master's Thesis, Kongju National University, Kongju. (In Korean with English abstract)

Choi, B.K.(2014) Actual Vegetation of Dodamsambong (Scenic Site no. 44) and Danyangseokmoon (Scenic Site no. 45) in Danyang-gun. Journal of the Korean Institute of Traditional Landscape Architecture 32(2): 116-123. (in Korean with English abstract)

Choi, T.B.(2001) Genetic Structure and Diversity of Three Oak Species (*Quercus*, subgen. *Cyclobalanopsis*) in Korea and Conservation Strategy for *Q. acuta* Thunb. ex Murray. Ph.D. Dissertation, Seoul National University, Seoul, Korea, 23pp, 139pp.

Chun, Y., E. Lee and J. Lee(2010) Estimation of Possible Growing Area by Analysis of the Vegetation Structure and Habitat Environment of *Dendropanax morifera* Community. Korean J. Environ. Biol. 28(1): 30-39. (in Korean with English abstract)

Chung, J.M., H.R. Jung and H.S. Moon(2011) Spreading pattern of evergreen broad-leaved trees in forest community adjacent to the *Camellia japonica* stands. Journal of Agriculture & Life Sciences 45(6): 89-94. (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: 476-498.

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.(1979) TWINSPLAN-A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Ithaca, NY: Ecology and Systematics, Cornell University, 90pp.

Hwang, J.S., J.T. Kang, Y.M. Son and H.S. Jeon(2015) Prediction of the Optimal Growth Site and Estimation of Carbon Stocks for *Quercus acuta* in Wando Area. Journal of Climate Change Research 6(4): 319-330. (in Korean with English abstract)

Jang, E.M. and H.M. Lee(2003) Vegetation in Wando 1 area. The Achievement of 2nd Natural Environment Survey(7th year).

- The Ministry of Environment. Res. Rep. Korea, pp.1-82. (in Korean)
- Jeong, B.S., J.S. Jo, B.S. Pyo and B. Hwang(1995) Studies on the distribution of *Dendropanax morifera* and component analysis of the golden lacquer. *Korean J. Biotechnol. Bioeng.* 10(4): 393-400. (in Korean with English abstract)
- Jeong, J.H., K.S. Koo, C.H. Lee and C.S. Kim(2002) Physio-chemical properties of Korean forest soils by regions. *Jour. Korean For. Soc.* 91(6): 694-700. (in Korean with English abstract)
- Kang, Y.P.(1992) Study of the pedogenesis of red soils and karst geomorphology in the paleozoic limestone area in Korea. *Jour. Korean Earth Science Society* 13(2): 156-175. (in Korean with English abstract)
- Kim, C.H. and B.I. Du(2003) Vegetation of Wando I area. The 2nd National Natural Environment Survey (7th year). Ministry of Environment, pp.83-143. (in Korean)
- Kim, C.K.(1980) An investigation of the adaptation at the dry en-durance and the cold endurance of the *Buxus Koreana* Naki. *Jour. Jinju A. & F. Jr. Coll* 18: 9-13. (in Korean with English abstract)
- Kim, C.S. and J.G. Oh(1993) Phytosociological study on the vegetation of Mt. Mudeung. *Korean J. Ecol.* 16(1): 93-114. (in Korean with English abstract)
- Kim, C.S. and Y.S. Jang(1989) Phytosociological study on the vegetation of Daehuksan island. *Journal of Ecology and Environment* 12(3): 145-160. (in Korean with English abstract)
- Kim, H.D., J.H. Lee, H.L. Kim and E.H. Lee(2013) Soil Characteristics of Some Evergreen Forest. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 31(SUPPL. II): 142-143. (in Korean with English summary)
- Kim, J.H., G.H. Nam, S.B. Lee, S.K. Shin and J.S. Kim(2021) A checklist of vascular plants in limestone areas on the Korean Peninsula. *Korean J. Pl. Taxon.* 51(3): 250-293. (in Korean with English summary)
- Kim, J.H., H.T. Mun and Y.S. Kwak(1991) Community structure and soil properties of Chinese Cork Oak(*Quercus variabilis*) forests in limestone area. *Korean J. Ecol.* 14(2): 159-169. (in English with Korean abstract)
- Kim, J.H., Y.S. Kwak and H.T. Mun(1992) Classification of calcicoles and calcifuges on the basis of the ratio of soluble to insoluble  $Ca^{2+}$  and  $Mg^{2+}$  in the leaves. *Korean Journal of Ecology* 15: 311-328. (in Korean with English summary)
- Kim, S.H., C.H. Shin, N.C. Jung, C.S. Na and Y.J. Kim(2000) Site characteristics and vegetation structure of *Dendropanax moribifera* Lev. natural forests in the warm temperate zone of Korea. *Jour. Korean For. Soc.* 89(1): 93-104.
- Kim, S.O., S.C. Chin and C.J. Oh(2002) The community structure of *Quercus acuta* forest at Wando warm-temperate forest arboretum. *Jour. Koeran For. Soc.* 91(6): 781-792.
- Kim, Y.H., C.H. Oh, O.J. Kwon, G.Y. Cho and Y.J. Sol(2019) A Study on the Community Characteristics of *Carpinus turczaninowii* in Yeongheung-Daebu Islands. *Proc. Korean Soc. Environ. Ecol. Con.* 29(2): 77-78.
- 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-Case Study of Seokmo, Yeongjong, Yeongheung and Daebu Island-. *Korean J. Environ. Ecol.* 35(1): 68-80.
- Kim, Y.S. and J.H. Kim(1988) A taxonomic study of *Buxus* in Korea. *Kor. J. Plant Tax.* 18(3): 211-231. (in Korean with English abstract)
- Kira, T.(1991) Forest ecosystems of east and southeast Asia in global perspective. *Ecol. Res.* 6: 185-200.
- Korea National Arboretum(2012) The Plants in Limestone Areas. Geobook, Seoul, 141pp. (in Korean)
- Kwak, Y.S.(1993) Productivity of plant communities and grouping calcicoles and calcifuges in Tanyang limestone area. Univ. of Seoul, Seoul, 141pp.
- Lee, G.G., S.D. Lee, J.S. Kim and B.G. Cho(2019) Plant Community Structure Characteristic of the Evergreen Forest, Cheonjangsan(Mt.) at GeoJae. *Korean J. Environ. Ecol.* 33(6): 708-721. (in Korean with English summary)
- Lee, H.S.(1991) Studies on the characters of soil and flora on limestone area, Danyang. *Basic Science Jour. of Seowon Univ.* 5: 67-80. (in Korean with English abstract)
- Lee, H.Y., C.H. Oh and S.J. Lee(2012) A Study on the Distribution Characteristics of *Buxus Koreana* in Kwanaksan Ecological and Scenery Conservation Area. *Kor. J. Env. Eco.* 26(1): 91-99. (in Korea)
- 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 island. *Korean J. Environ. Ecol.* 32(3): 289-302.
- Lee, J.S.(1976) Studies on the Developmental of New Ornamental Plants Originated from Wild Shrubs and Trees(II)-Communities, Morphologies and Characteristics of *Buxus koreana* var. *insularis*-. *J. Korean Soc. For. Sci.* 30: 50-60. (in Korean with English abstract)
- Lee, J.Y., H.H. Myeong, S.M. Lee, H.S. Kim and J.G. Oh(2015) A Study on the Current Distribution of Vegetation of Gageodo, Jeollanamdo. *The Journal of Korean Island* 27(1): 195-210. (in Korean with English abstract)
- 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., B.G. Cho, G.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.
- 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 with English summary)
- Lee, W.B., Y.M. Jeon and C.I. Choi(2002) Flora in the Dong river valley, Korea. Korean J. Limnol. 35(5): 396-414. (in Korean with English abstract)
- National Academy of Agricultural Science(2000) Analysis Method Soil and Plants. Rural Development Administration. 202pp. (in Korean)
- Oh, H.K. and M.S. Beon(2011)Characteristics Type of Vascular Plants in Jeokjabong, Bogil Island(Jeonnam). Journal of the Korea Society of Environmental Restoration Technology 14(4): 25-40.
- Oh, K.K. and S.G. Park(2003) Conservation Status and Restoration of Evergreen Broad-leaved Forests in Warm Temperate Region, Korea(II)-Restoration Planning of Vegetation in a Case Study Areas-. Kor. J. Env. Eco. 17(1): 71-82.
- Oh, K.K. and W. Cho(1994) Plant Community Structure of Warm Temperate Evergreen Broad-Leaved Forest in Hongdo, Korea. Korean J. Environ. Ecol. 33(6): 27-42. (in Korean with English summary)
- Park, I.H.(2012) Structure and Dynamics of *Quercus acuta*, *Quercus acutissima* and *Pinus rigida* Forests in Wando Island. Kor. J. Env. Eco. 26(3): 406-411.
- 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.
- Park, Y.S., H.K. Song, S.Yee and M.J. Lee(2001) An analysis of vegetation structure and vegetation-environment relationships with DCCA in the valley part of Kyeryongsan National Park. Forest Science and Technology 90(3): 249-256. (in Korean with English abstract)
- Pielou, E.C.(1975) Mathematical ecology. John Wiley & Sons, N.Y., 385pp.
- Song, J.H., J. Kwon and C.W. Yun(2019) Forest Vegetation Structure in Maruguem(the Ridge Line) Area of Dakmokryeong to Daetjae,the Baekdudaegan. Kor. J. Env. Eco. 33(1): 28-51.
- Whittaker, R.H.(1956) Vegetation of the Great Smoky Mountains. Ecol. Monogra. 26: 1-80.