

## 설악산국립공원 아고산대 식생구조 특성 및 식물상<sup>1</sup>

이상철<sup>2</sup> · 강현미<sup>3</sup> · 김동효<sup>4</sup> · 김영선<sup>5</sup> · 김정호<sup>6</sup> · 김지석<sup>7</sup> · 박범진<sup>8</sup> · 박석곤<sup>9</sup> · 엄정희<sup>10</sup> · 오현경<sup>11</sup>  
· 이수동<sup>12</sup> · 이호영<sup>13</sup> · 최윤호<sup>14</sup> · 최송현<sup>15\*</sup>

### Subalpine Vegetation Structure Characteristics and Flora of Mt. Seoraksan National Park<sup>1</sup>

Sang-Cheol Lee<sup>2</sup>, Hyun-Mi Kang<sup>3</sup>, Dong-Hyo Kim<sup>4</sup>, Young-Sun Kim<sup>5</sup>, Jeong-Ho Kim<sup>6</sup>, Ji-Suk Kim<sup>7</sup>,  
Bum-Jin Park<sup>8</sup>, Seok-Gon Park<sup>9</sup>, Jeong-Hee Eum<sup>10</sup>, Hyun-Kyung Oh<sup>11</sup>, Soo-Dong Lee<sup>12</sup>, Ho-Young Lee<sup>13</sup>,  
Yoon-Ho Choi<sup>14</sup>, Song-Hyun Choi<sup>15\*</sup>

#### 요약

본 연구는 설악산국립공원 아고산대에서 출현하는 주요 식생의 지역별, 해발고별 식생구조를 파악하고, 식물상 목록을 작성하고자 수행되었다. 기존 아고산대 연구결과를 고찰하고, 사전조사를 통해 아고산대 식생이 처음 출현하는 지점을 남측을 기준으로 800m로 결정하고 그곳에서부터 해발고도 50m 간격으로 북측 백담사-마등령 탐방로(BD) 12개소, 서측 한계령~끝청 탐방로(HG) 13개소, 동측 신흥사-소청봉 탐방로(SA) 13개소, 남측 오색~끝청, 오색-대청봉 탐방로(OS) 39개소에 각각 조사구를 설치하여 총 77개소에서 현장조사를 수행하였다. 분석결과, 아고산대 주요 식물인 신갈나무, 사스래나무, 분비나무 등의 출현 여부에 따른 종조성과 지역 및 해발고도에 의해 신갈나무-전나무-당단풍나무군락, 신갈나무-피나무군락, 신갈나무-잣나무군락, 신갈나무-당단풍나무군락, 사스래나무-분비나무군락, 잣나무-분비나무군락, 낙엽활엽혼효군락의 총 7개 군락으로 분류되었다. 조사구(100m<sup>2</sup>)당 10.68±2.98종이 출현하였고, 110.87±63.89개체가 확인되었다. 종다양성지수 분석결과, 설악산국립공원 아고산대 식생군락은 다양한 수종이 중요종으로 출현하는 혼효림으로 판단되었다. 지역별로 아고산대 주요 식물이 출현하는 최초 해발고도는 차이가 있었지만, 1,100~1,300m 구간에서 집중적으로 분포하고 있었다. 관속식물은 총 83과 193속 289종 4아종 28변종 1품종 322분류군으로 파악되었다. 범정보호종은 기생꽃 1분류군이 확인되었다. 한반도 고유종은 19종이 확인되었으며, 아고산식물은 58분류군이 확인되었다.

주요어: 해발고도, 분비나무, 사스래나무, 종조성, 보전가치

1 접수 2022년 3월 22일, 수정 (1차: 2022년 4월 7일), 게재확정 2022년 4월 8일  
Received 22 March 2022; Revised (1st: 7 April 2022); Accepted 8 April 2022  
2 부산대학교 응용생태연구실 박사 후 연구원 Applied Ecology Lab., Pusan National Univ., Miryang 50463, Korea (enula@pusan.ac.kr)  
3 국립목포대학교 조경학과 조교수 Dept. of Landscape Architecture, Mokpo National Univ., Muan 58554, Korea (kang@mokpo.ac.kr)  
4 (사)한국생태계획연구소 소장 Korea Ecological Planning Institute, Seoul 04048, Korea  
5 한백생태연구소 부소장 9-5, Bongseong-ro, Gurye-eup, Gurye-gun, Jeollanam-do, Korea  
6 건국대학교 녹색기술융합학과 부교수 Dept. of Green Technology Convergence, Chungju 27478, Korea  
7 서울특별시 중부공원녹지사업소 공원여가과 과장 Jungbo Parks & Landscape Management Office, 04628, Korea  
8 충남대학교 농업생명과학대학 산림환경자원학과 교수 Dept. of Environment and Forest Resources, Daejeon 34134, Korea  
9 국립순천대학교 산림자원·조경학부 교수 Division of Forest Resources and Landscape Architecture, Suncheon National Univ., Sunchoen, 57922, Korea (sgpark@scun.ac.kr)  
10 경북대학교 산림과학·조경학부 조경학전공 교수 Dept. of Landscape Architecture, Kyungpook National University, 80 Daehakro, Bukgu, Daegu 41566, Korea (eumjh@knu.ac.kr)  
11 한반도생태연구소 소장 Ecological Institute of Korean Peninsula, Jeonju 55029, Korea  
12 경상국립대학교 조경학과 교수 Dept. of Landscape Architecture, Gyeongsang National University, 52725, Korea  
13 한길숲연구소 소장, Hankil Forest Institute, Gangneung 25522, Korea (hoyleee@hanmail.net)  
14 (사)백두대간숲연구소 연구소장 Incorporated Association Baekdudaegan-Soop Institute., Daejeon 34145, Korea  
15 부산대학교 조경학과 교수 Dept. of Landscape Architecture, Pusan National Univ. Miryang 50463, Korea  
\* 교신저자 Corresponding author: Tel: +82-55-350-5401, Fax: +82-55-350-5409, E-mail: songchoi@pusan.ac.kr

## ABSTRACT

This study was conducted to identify the vegetation structure of major vegetation by region and elevation in the subalpine zone of Seoraksan National Park and prepare an inventory of flora. We reviewed the results of the previous subalpine studies and, through a preliminary survey, determined that the first appearance point of subalpine vegetation was about 800 m based on the south. Then we conducted a site survey by installing a total of 77 plots, including 12 plots on the northern Baekdamsa-Madeungnyeong trail (BD), 13 plots on the west Hangyeryeong-Kkeutcheong trail (HG), 13 plots on the east side of Sinheungsa-Socheongbong trail (SA), and 39 plots in the southern Osaek-Kkeutcheong, Osaek-Daechongbong trail (OS), in an interval of 50 m above sea level. The analysis classified 7 communities, including *Quercus mongolica-Abies holophylla-Acer pseudosieboldianum* community, *Q. mongolica-Tilia amurensis* community, *Q. mongolica-Pinus koraiensis* community, *Q. mongolica-A. pseudosieboldianum* community, *Betula ermanii-A. nephrolepis* community, *P. koraiensis-A. nephrolepis* community, and mixed deciduous broad-leaf tree community according to the species composition based on the appearance of the major subalpine plants such as *Quercus mongolica*, *Betula ermanii*, and *Abies nephrolepis*, region, and elevation. 10.68±2.98 species appeared per plot (100 m<sup>2</sup>), and 110.87±63.89 individuals were identified. The species diversity analysis showed that the subalpine vegetation community of Seoraksan National Park was a mixed forest in which various species appeared as important species. Although there was a difference in the initial elevation for the appearance of major subalpine plants by region, they were distributed intensively in the elevation range of 1,100 to 1,300 m. In the Seoraksan National Park, 322 taxa, 83 families, 193 genera, 196 species, 1 subspecies, 26 varieties, and 4 forms of vascular plants were identified. One taxon of *Trientalis europaea* var. *arctica* was identified as the protected species. The endemic plants were 19 taxa, and 58 taxa were identified as subalpine plants.

**KEY WORDS:** ALTITUDE, *Abies nephrolepis*, *Betula ermanii*, SPECIES COMPOSITION, CONSERVATION VALUE

## 서 론

설악산국립공원은 우리나라 북동쪽에 위치하고 있으며, 1965년 천연기념물 · 1970년 다섯 번째 국립공원 · 1982년 유네스코 생물권보전지역으로 지정·관리되고 있어 생태적으로 보전가치가 높은 지역이다. 설악산은 식물구계지리학상 한반도 온대아구에 속하여 온대중부의 대표적인 산림지대로서 북방계식물 남한계와 남방계식물 북한계 지역에 해당되며, 해발고도 및 지형에 따른 미세기후의 변화에 따라 상이한 식생이 분포하여 주요 식물상이 다양한 곳으로 알려져 있다(Song and Yun, 2006). 또한, 가장 높은 대청봉(1,708m) 일대에는 남한지역에서 유일하게 눈잣나무(*Pinus pumila*) 우점군락이 발달하고 있다(Kim, 2012).

산지는 해발고도가 높아지면서 식생 경관의 수직적 변화가 발생하며, 목재생산이 가능한 경계선인 산림한계선 혹은 용재한계선과 큰키나무가 생육할 수 있는 교목한계선에 따

라 산지림, 아고산대, 고산대로 구분된다(Nagy and Grabherr, 2009). 아고산대(亞高山帶; Subalpine belt)는 용재한계선(timber line)에서 교목한계선(tree-line)에 이르는 생태적 접이대(ecotone)로 작은 교목이나 관목이 주로 자라며, 편형수(wind-shaped tree)나 깃발형 나무(flag-shaped tree), 왜성변형수(krummholz)와 수목섬(tree island)이 나타나는 곳을 말한다(Kong, 2000). 고산대와 아고산대의 범위는 사용하는 기준에 따라 달라지며, 아고산대와 고산대를 구분하는데 식생의 차이는 중요한 지표가 된다.

우리나라 아고산대 식생에 대한 연구는 주로 설악산, 태백산, 지리산, 한라산 등 고산지역을 중심으로 지역별로 연구가 진행되어 왔다(Kim, 2012; Kong et al., 2017; Park et al., 2020). 또한 분비나무, 구상나무, 눈잣나무, 눈측백, 눈향나무, 가문비나무, 주목 등 고산식물의 분포 변화에 대해서도 연구가 지속적으로 이어지고 있다(Kim and Lee, 2013; Kim et al., 2019). 전 지구적으로 기온상승과 가뭄에

의해 수목고사 피해가 발생하고 있는 가운데(IPCC, 2021) 국내 아고산 수종들도 극심한 가뭄과 이상고온 등 이상기상 발생과 지구온난화를 포함하는 기후변화에 의해 영향을 받고 있으며, 많은 연구자들이 다양한 방법을 동원하여 식생 변화를 모니터링하고 있다. 아고산식생은 산지의 상부에서 대상으로 분포하는 대상식생이지만, 우리나라의 경우 아고산대가 발달할 수 있는 충분한 해발고도를 가지는 산지의 잠재 분포 영역의 제한과 지구온난화를 중심으로 한 기후변화의 지대한 선택압 때문에 아고산대가 여기저기에서 패치상의 점분포 형태로 잔존분포하는 것이 특징이다(Kim, 2012).

과거에 설악산 정상 일대의 아고산대는 빙하기 동안에 추위를 피해 남하한 한대성 식물들의 이동 통로(corridor)로서, 그리고 후빙기에 들어서면서 기온이 상승하여 이들이 더위를 피해 은신할 피난처(refugia)로서 극지고산식물과 고산식물 그리고 북방계식물의 생존에 필요한 지역으로 절대적인 역할을 수행하였다(KNPS, 1999). 최근 기후변화와 생물다양성 측면에서 이러한 아고산대 지역은 동식물의 서식처로 보전 연구를 지속적으로 수행할 필요가 있다.

식생의 수직적 분포는 고도구배에 따라 구분할 수 있으며, 또한 범지구적인 기후변화에 따라 식생 경계의 변화(수목한계선, 고산대)에 대한 지속적인 연구의 필요성이 요구되고 있다(Brigittga *et al.*, 2009; Lenoir *et al.*, 2009; Zhang *et al.*, 2010; Kim *et al.*, 2019). 기존 연구(Kim *et al.*, 1998; Park *et al.*, 1998; Song *et al.*, 1998; Song and Yun, 2006; Kong, 2007; Hong *et al.*, 2010; Yun *et al.*, 2012; Lee *et al.*, 2014)에 따르면 설악산의 해발고도에 따른 식생형은 해발고도 500m 이하의 온대낙엽 및 소나무림, 500~1,100m 사이의 온대낙엽 및 침엽수림, 1,100~1,500m 사이의 아고산대 침엽수림, 1,500m 이상의 고산림으로 구분하고 있지만 조사 지역별로 다소 차이를 나타내고 있었으며, 설악산 전체 지역에 대한 해발고별 식생분포 특성을 규명하기엔 한계가 있었다.

최근 아고산대 식생의 분포 예측에 대해 GIS를 기반으로 정사영상, 지형도 분석, 임상도 분석 등을 모델분석에 활용하여 아고산대 수종의 분포 축소가 지속적으로 이루어지고 있는 것으로 보고되고 있다(Kim and Lee, 2013; Park *et al.*, 2014; Koo *et al.*, 2016). 이러한 방법은 상층 수종의 분포 예측은 가능하나 하층 수종의 동태까지 파악하기는 어려운 실정이다(Kim *et al.*, 2020). 따라서 식생 층위별 현장조사를 통한 설악산 아고산대 산림의 지표 수종들의 세력을 파악하는 것이 중요할 것으로 판단된다.

해발고도 및 사면방향은 식생의 분포를 결정짓는 중요한 환경요인이다(Hamilton, 1975; Friis and Lawesson, 1993; Choi *et al.*, 1998; Lee *et al.*, 2016). 이에 본 연구는 설악산 국립공원 아고산대에서 출현하는 주요 식생의 지역별, 해발

고별 식생구조 특성을 파악하고, 해발고도 변화에 따른 아고산대 주요 식물들의 종조성 변화를 살펴보고, 식물상 목록을 작성하였다. 또한 본 연구를 통해 설악산국립공원 아고산대의 식물지리학적 가치를 증명하고, 향후 기후변화에 따른 아고산대 식생구조 변화 모니터링의 근거자료로 활용하기 위한 기초자료 구축을 최종 목표로 연구를 수행하였다.

## 연구방법

### 1. 연구대상지 선정

설악산국립공원은 우리나라의 중심 산줄기인 백두대간 남한지역의 북부에 위치하고 있다. 북으로는 북한의 금강산으로 연결되고, 남으로는 오대산, 태백산으로 이어지는 곳으로 지리적 위치 뿐 아니라 생태학적으로도 중요한 지역이다(Yim and Back, 1985). 설악산은 식물구계지리학상 한반도 온대아구에 속하며 식생분포학적으로 신갈나무를 비롯한 참나무류가 우점하는 냉온대 낙엽활엽수림대에 속한다(Yim and Kira, 1975; Chun *et al.*, 2010).

본 연구에서는 설악산국립공원의 사면별 아고산대 식생의 분포와 구조를 살펴보고자 북측 백담사~마등령 탐방로(BD), 서측 한계령~끝청 탐방로(HG), 동측 신흥사~소청봉 탐방로(SA), 남측 오색~끝청, 오색~대청봉 탐방로(OS)를 기준으로 해발고별 식생구조 조사를 실시하였다(Figure 1). 아고산대의 범위는 사용하는 기준에 따라 달라진다(Kong, 2000). 설악산의 대표적인 아고산대 식생인 분비나무를 대상으로 1920년대의 문헌부터 최근의 분포현황을 종합적으로 판단하여 설악산의 아고산대가 700~800m 사이 구간에서 시작한다고 밝힌 Lee(2013)의 연구 및 기존 연구를 바탕으로 2021년 4월 현장답사를 실시하였고, 이를 토대로 본 연구에서는 설악산의 아고산대 식생의 최초 출현하는 지점을 해발고도 800m로 설정하였다. 그곳에서부터 해발고도 약 50m 범위로 교목층, 아교목층, 관목층 등 안정된 다층구조가 나타나는 지점까지 2021년 7월 현장조사를 실시하였다. 최종적으로 BD 12개소, HG 13개소, SA 13개소, OS 39개소로 총 77개소에서 식생군락 현장조사를 수행하였다.

### 2. 조사 및 분석 방법

#### 1) 식생 및 환경요인 조사

식생조사는 주요 탐방로 인근지역에서 인간의 간섭을 받지 않은 입지를 선정하여 방형구법(quadrat method)으로 입내에 방형구를 설치하고 수관의 위치에 따라 상층수관을

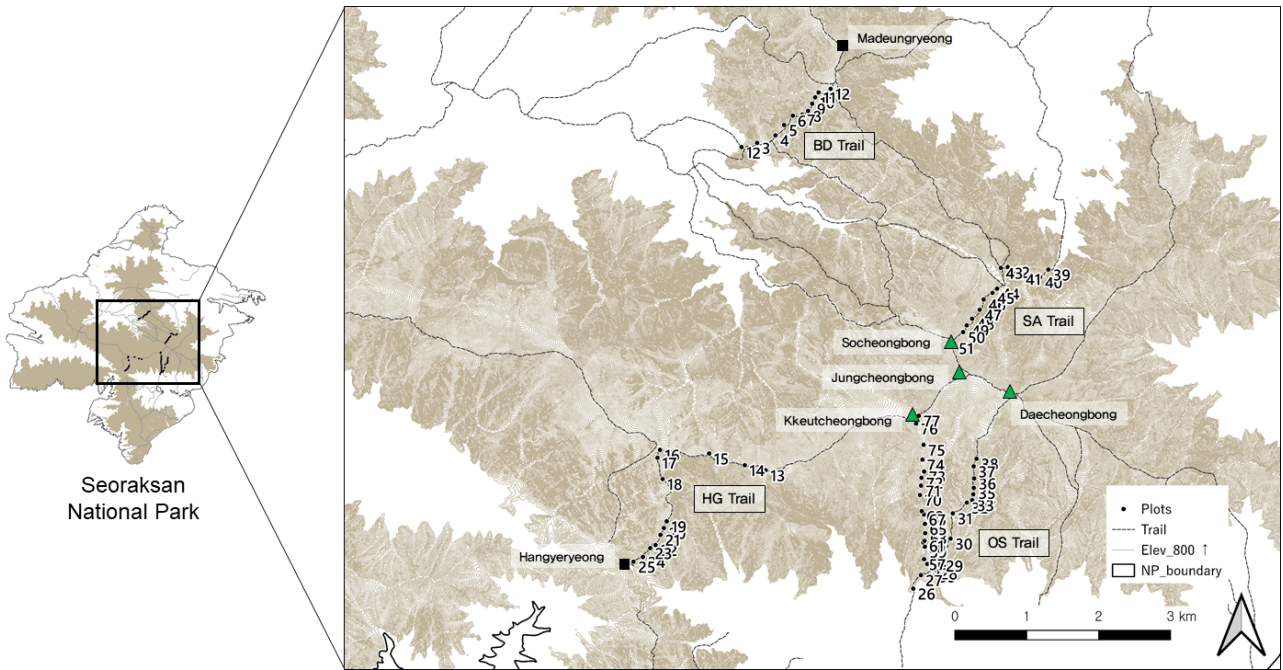


Figure 1. Surveyed plots of vegetation structure in Seoraksan National Park.

이루는 수목을 교목층, 2m 미만의 수목을 관목층, 기타 위치의 수목을 아교목층으로 구분하여 측정하였다. 교목층과 아교목층의 방형구는 10m×10m로 설정하였으며, 관목층의 방형구는 교목층과 아교목층의 방형구 내에 가장자리 좌우측에 크기 5m×5m의 소방형구 1개소를 설치하는 방식으로 방형구 내의 목본수종 전체를 대상으로 수종명과 규격을 중심으로 매목조사를 실시하였다. 교목층과 아교목층은 출현하는 수목의 흉고직경을 기준으로 측정하였으며, 관목층은 수관폭(장변×단변)을 기준으로 조사하였다. 그 외 층위별 평균수고와 평균식피율을 조사하였으며, 각 조사지의 환경요인을 파악하기 위해 해발고, 사면방향, 경사도 등을 조사하였다.

## 2) 식생구조 분석

식생조사 결과를 토대로 각 수종의 상대적 우세를 비교하기 위하여 Curtis and McIntosh(1951)의 중요치(Importance Value; I.V.)를 통합하여 백분율로 나타낸 상대우점치(Brower and Zar, 1977)를 수관층위별로 분석하였다. 상대우점치(Importance Percentage; I.P.)는 (상대밀도+상대피도)/2로 계산하였으며, 개체들의 크기를 고려하여 수관층위별로 가중치를 부여한 (교목층 I.P.×3+아교목층 I.P.×2+관목층 I.P.×1)/6으로 평균상대우점치(Mean Importance Percentage; M.I.P.)를 계산하였다(Park, 1985). 식물군락별 특성을 알아보기 위해 77개 조사구를 TWINSpan에 의한 군집분석(classification analysis)(Hill, 1979b)을 실시하였으며, 무리

지어진 군락의 분포 특성을 상호보완적으로 알아보기 위해 DCA ordination(Hill, 1979a)분석을 함께 실시하였다. 각 군락의 유사성을 알아보기 위해 유사도를 비교 분석하였고, 그룹화된 조사지별로 종구성의 다양한 정도를 나타내는 척도인 종다양도는 Shannon의 수식(Pielou, 1975)을 이용하여 종다양도(Species Diversity,  $H'$ ), 균재도(Evenness,  $J'$ ), 우점도(Dominance,  $D$ )를 계산했고, 단위면적당(100m<sup>2</sup>) 종수 및 개체수를 분석하였다.

아고산대 지역을 규명하기 위해서는 아고산대에서 주로 생육하는 식생의 분포를 살펴보는 것이 타당하다(Kong, 2007). 이에 본 연구에서는 설악산국립공원 아고산대 주요 식생의 사면방향 및 해발고별 세력변화의 특성을 파악하고자 탐방코스를 기준으로 주요 아고산대 식생을 해발고별(100m 단위)로 평균상대우점치 분석을 실시하였다.

## 3) 식물상 조사 및 분석방법

설악산국립공원 오색지구의 오색분기점~끝청봉구간, 오색분기점~대청봉구간의 관속식물 현황을 파악하기 위해 2021년 4월부터 7월까지 3회에 걸쳐 현지조사를 수행하였다(Table 1, Figure 2). 식물 분류체계는 Korea National Arboretum (2008a; 2011; 2016; 2021), Engler의 분류체계(Melchior, 1964), 학명 및 국명은 국가생물종목록(National Institute of Biological Resources, 2019)을 기준으로 정리하였다. 또한 양치식물(Korea National Arboretum, 2008a), 벼과식물(Korea National Arboretum, 2011), 사초과식물

Table 1. The list of investigated routes in this study

No.	Date	Investigated routes	Mark
1	2021.04.19	Osaek ~ Kkeutcheongbong	A
2	2021.07.06	Osaek ~ Kkeutcheongbong	A
3	2021.07.06	Osaek ~ Daecheongbong	B

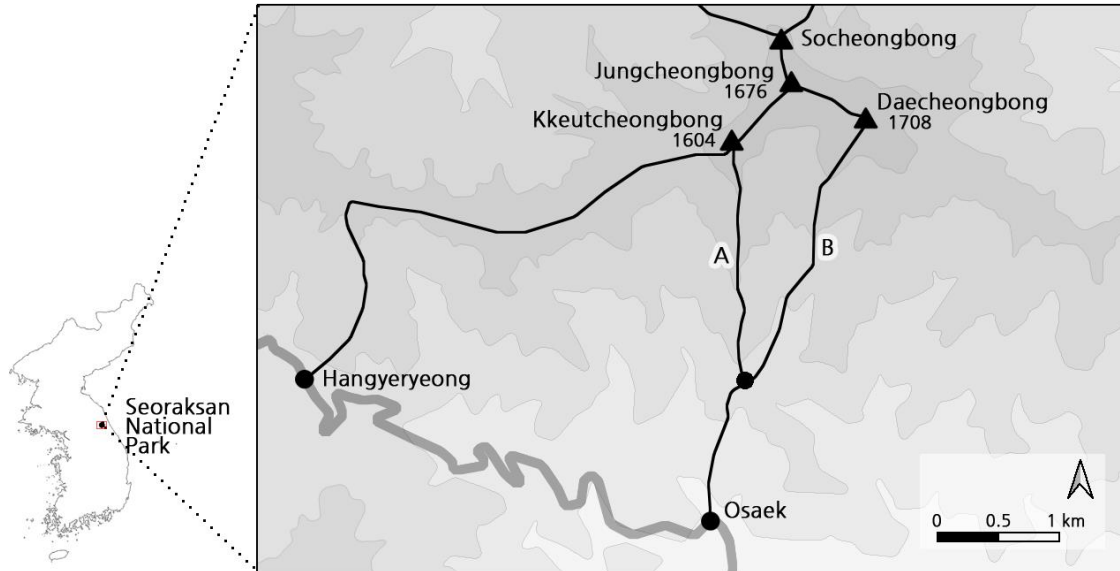


Figure 2. The investigated route of flora in this study.

(Korea National Arboretum, 2016)을 참고하였다. 특이식물인 멸종위기야생식물은 Ministry of Environment(2017), 희귀식물은 Korea National Arboretum(2008b), 적색목록은 National Institute of Biological Resources(2012), 한반도 고유종은 National Institute of Biological Resources(2014), 아고산식물은 Chung(1989) 등을 기준으로 작성하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 군락분류 및 군락별 대상지 개황

TWINSPAN을 통해 77개 조사구를 중심으로 설악산국립공원 아고산대 식생군락을 분류하였다. TWINSPAN은 계층적 분류방법으로 각 분류 단계에서 군락의 특성을 간접적으로 반영하는 하나 혹은 다수의 지표종(indicator species)을 중심으로 군락을 분류한다. Division1에서는 신갈나무와 당단풍나무(-), 사스래나무와 분비나무(+에 의해 크게 두 개의 군락으로 분류되었다. 두 번째 단계인 Division2에서

는 물푸레나무와 국수나무(-), 잣나무와 철쭉(+에 의해 두 개의 군락으로, Division3에서는 고로쇠나무(+에 의해 나뉘어졌다. 세 번째 단계인 Division4는 생강나무(-), 피나무(+), Division5는 함박꽃나무(+), Division6는 시닥나무(-)에 의해 분류되어 최종적으로 신갈나무-전나무-당단풍나무군락(I), 신갈나무군락(II), 신갈나무-잣나무군락(III), 신갈나무-당단풍나무군락(IV), 사스래나무-분비나무군락(V), 잣나무-분비나무군락(VI), 그리고 낙엽활엽혼효군락(VII)의 7개 군락으로 분류되었다.

TWINSPAN을 이용한 군락의 분류를 보완하고, 군락의 분포를 알아보기 위해 Ordination기법 중 DCA를 통해 군락을 분석하였다(Hill, 1979a; Hill and Gauch, 1980). DCA분석은 조사구를 다차원에 배치하여 표현한 것으로, 각 군락 간의 유사도를 이해하는데 용이하다. Total variance에 대한 1, 2축의 eigenvalue의 집중률이 높을수록 ordination결과 이용에 용이하며(Austin and Greig-Smith, 1968; Lee *et al.*, 1992), 분석결과 제1, 2축의 eigenvalue가 total variance에 대해 70.6%로 높은 집중률을 나타냈다. DCA의 제1축은 종분포 특성과 제2축은 해발고도가 반영된 것으로 사료된다. TWINSPAN과 DCA를 통해 군락의 분류가 이루어진



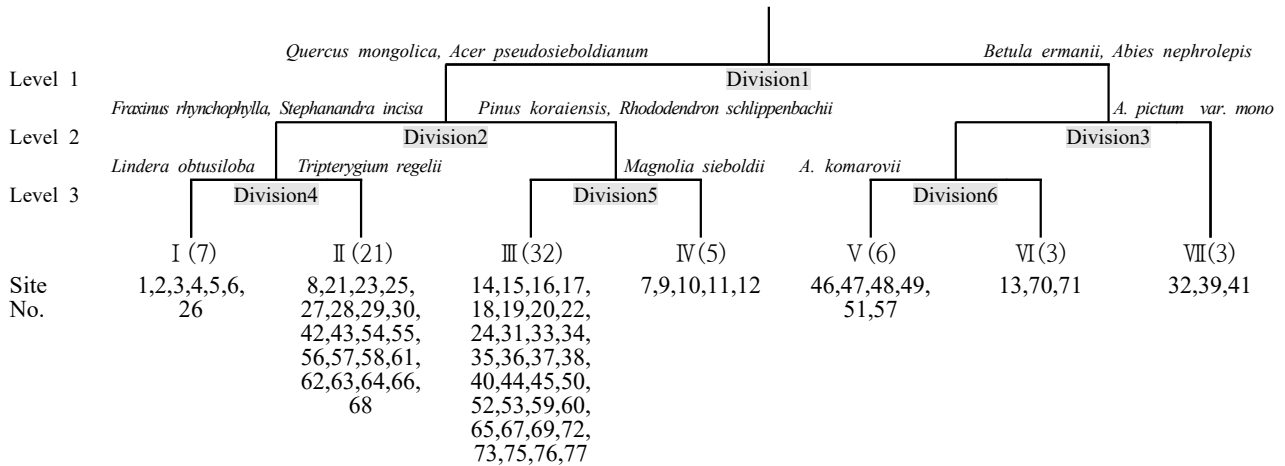


Figure 3. The dendrogram of classification by TWINSpan.

것을 살펴보면, 분비나무, 사스래나무 등 아고산대 수목의 출현 유무에 따라 군락이 크게 분류된 것을 알 수 있었다.

TWINSpan과 DCA를 통해 분류된 7개의 군락별 대상지 개황을 나타내었다. 군락 I, II, VII은 비교적 낮은 해발고도에서부터 출현하고 있었고, 군락 IV, V, VI은 1,000m 이상의 높은 해발고도에서부터 출현하였다. 반면 군락 III은 해발고도가 낮은 곳에서부터 높은 곳까지 분포하고 있었다. 다시 말해, 설악산국립공원의 식생은 낮은 해발고도에서 출현하는 군락과 높은 해발고도에서 출현하는 군락 그리고 해발고도에 상관없이 폭넓게 분포하는 군락으로 나누어져 있음을 알 수 있었다.

교목층의 수고는 해발고도가 높아짐에 따라 낮아지는 경향을 보이고 있었고, 교목층의 식피율 또한 해발고도가 높아짐에 따라 감소하는 경향이 나타났다. 해발고도가 높아질수록 공기의 밀도는 점차 낮아지고 기온 감률에 따라 온도도 감소한다. 강하게 부는 바람, 예측할 수 없는 적설과 폭우, 강한 자외선은 고산 기후 및 기상을 특징짓는 요소들로 이러한 환경적 영향으로 인해 교목층 수고의 차이가 나타난 것으로 판단된다. 아교목층의 수고와 식피율은 군락에 따른 차이가 크게 나타나지 않았다. 관목층 식피율의 경우에도 군락별 차이는 크지 않았으나, 군락 V의 경우 일부 조사구에서 미역줄나무가 높은 식피율로 생육하고 있어 이에 따른 영향으로 보인다. 미역줄나무의 확장에 따른 아고산대 상록 침엽수림의 고도별 식생 구조 및 치수갱신의 부정적 영향이 관찰되고 있으므로(Kim et al., 2018; Kim et al., 2020), 설악산 아고산대 상록침엽수림을 보전하기 위한 모니터링이 지속적으로 필요하다고 판단된다.

## 2. 유사도지수 분석

분류된 7개 군락에 대해 유사도지수를 분석하여 백분율로 나타내었다. 식물군락간의 유사도지수는 군락 내 포함된 식물종의 조합에 따라 결정되며(Srivastava and Shukla, 2016), 군락 간의 유사도지수는 65%이하일 때 군락 간의 성격이 상이하다고 간주한다(Muller-Dumbois and Ellenberg, 1974; Chao et al., 2006).

본 연구에서 분류된 군락은 유사도지수가 2.28에서 65.51 범위로 나타났다. 비교적 낮은 해발고도에서 신갈나무가 우점하는 군락 II, III, IV는 유사도지수가 높게 나타났으며, 군락분포에 있어서 해발고도 차이가 큰 VI군락과 I, II, IV군락은 유사도지수가 낮게 나타났다. 반면, 해발고도 분포가 유사한 I, II군락과 VII군락의 유사도는 각각 14.37, 15.51로 낮게 나타났는데 이는 사면향에 따른 차이로 판단된다.

## 3. 식생군락구조

### 1) 층위별 상대우점치 및 평균상대우점치

분류된 군락에 대해 층위별 상대우점치(I.P.) 및 평균상대우점치(M.I.P.)를 분석하고 우점종을 중심으로 군락구조를 살펴보았다. 군락 I은 백담사코스 및 오색코스에서 비교적 해발고도가 낮은 7개의 조사구가 포함된 신갈나무-전나무 군락으로 교목층에서 신갈나무(I.P. 35.35%)와 전나무(I.P. 20.48%)가 우점하는 가운데, 박달나무, 찰피나무 등이 출현하였다. 아교목층에서는 당단풍나무(I.P. 52.52%), 쪽동백나무(I.P. 21.13%)가 우점하였고, 관목층에서는 생강나무(I.P. 25.48%), 당단풍나무(18.57%)가 우점하였다.

군락 II는 교목층에서 신갈나무(I.P. 73.69%)가 우점하는 군락으로 피나무, 물푸레나무, 거제수나무 등이 함께 출

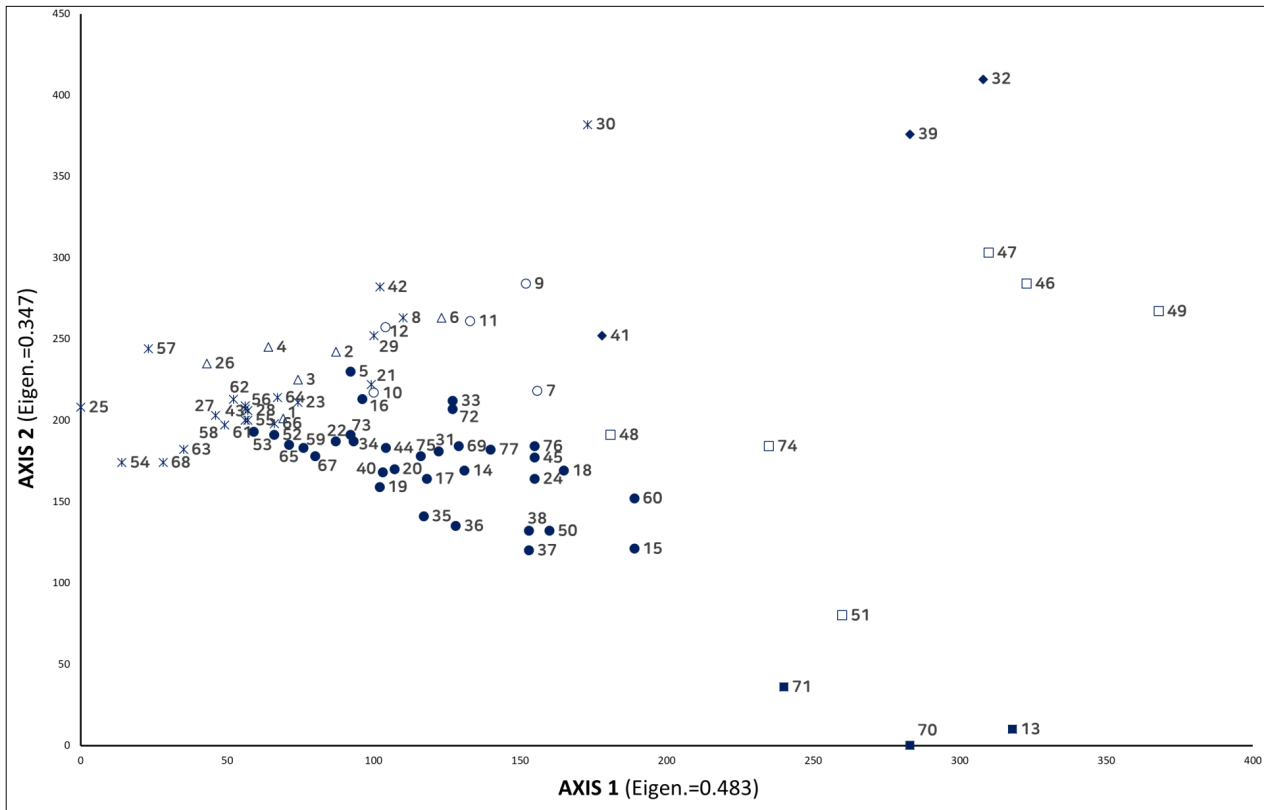


Figure 4. DCA(Detrended Correspondence Analysis) ordination of seventy-seven plots in Seoraksan National Park, Korea(△: *Quercus mongolica*-*Abies holophylla*-*Acer pseudosieboldianum* community (I), \*: *Q. mongolica*-*Tilia amurensis* comm.(II), •: *Q. mongolica*-*Pinus koraiensis* comm.(III), ○: *Q. mongolica*-*Acer pseudosieboldianum* comm.(IV), □: *Betula ermanii*-*Abies nephrolepis* comm.(V), ■: *Pinus koraiensis*-*Abies nephrolepis* comm.(VI), ◆: Mixed deciduous broad-leaf tree comm.(VII)).

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

Community*		I	II	III	IV	V	VI	VII
The number of plots		7	21	32	5	6	3	3
Altitude(m)	min	800	850	852	1,000	1,213	1,298	818
	max	950	1,253	1,600	1,209	1,557	1,457	1,050
Trail(number of plots)**		BD(6)/OS(1)	BD(1)/HG(3) OS(15)/SA(2)	HG(9)/OS(19) SA(4)	BD(5)	OS(1)/SA(5)	HG(1)/OS(2)	OS(1)/SA(2)
Slope(°)		15-48	10-41	5-43	10-30	10-30	16-26	12-30
Canopy	Mean Height(m)	17.4±4.3	15.9±4.1	13.1±5.7	18.6±2.0	12.2±1.6	10.0±1.4	19.7±3.7
	Coverage(%)	83.6±6.4	73.1±11.6	64.2±16.1	77.0±9.3	46.7±11.1	40.0±24.5	66.7±17.0
Understory	Mean Height(m)	7.9±2.1	6.1±1.9	5.4±2.3	8.4±0.8	6.0±1.2	5.0±1.4	8.7±0.9
	Coverage(%)	39.3±18.2	40.2±14.9	40.5±18.2	40.0±3.2	45.0±15.0	35.0±24.8	33.3±9.4
Shrub	Mean Height(m)	1.5±0.3	1.4±0.5	1.3±0.5	1.4±0.3	1.3±0.4	1.3±0.2	1.5±0.4
	Coverage(%)	16.4±7.9	44.5±25.7	43.3±23.4	31.0±15.9	66.7±22.9	43.3±12.5	46.7±12.5

\* I: *Quercus mongolica*-*Abies holophylla*-*Acer pseudosieboldianum* community, II: *Q. mongolica*-*Tilia amurensis* comm. III: *Q. mongolica*-*Pinus koraiensis* comm., IV: *Q. mongolica*-*Acer pseudosieboldianum* comm., V: *Betula ermanii*-*Abies nephrolepis* comm., VI: *P. koraiensis*-*Abies nephrolepis* comm., VII: Mixed deciduous broad-leaf tree comm.

\*\*BD: Baekdamsa(Temple) Course, HG: Hangyeryeong Course, OS: Osaek Course, SA: Seorakdong Course

현하였다. 아고목층에서는 당단풍나무, 피나무, 물푸레나무 등이 출현하였고, 관목층에서는 미역줄나무가 우점하는 가

운데, 조록싸리 국수나무 등이 출현하였다. 군락 Ⅲ은 고목층에서 신갈나무가 우점하는 가운데 잣나

Table 3. Similarity index among seven communities

Community*	I	II	III	IV	V	VI
II	46.33					
III	43.95	64.59				
IV	45.84	65.51	61.34			
V	15.15	23.61	29.01	28.21		
VI	2.28	3.93	22.21	6.99	24.54	
VII	14.37	15.51	19.39	33.05	23.22	9.94

\*The name of communities are referred to footnote of Table 2.

무가 출현하였으며, 아교목층에서는 당단풍나무, 철쭉, 신갈나무 등이 나타났다. 관목층에서는 철쭉, 미역줄나무가 우점하였다. 군락Ⅳ는 백담사코스에서 비교적 해발고도가 높은 5개 조사구가 포함된 신갈나무-당단풍나무 군락이다. 교목층에서 신갈나무가 우점하는 가운데, 아교목층에서는 당단풍나무가 우점하였으며, 관목층에서는 철쭉, 당단풍나무, 참조팝나무 등이 출현하였다.

비교적 높은 해발고도에서 출현하는 군락 Ⅴ는 사스래나무-분비나무군락으로 교목층에서 사스래나무와 분비나무가 우점하였다. 아교목층에서는 함박꽃나무, 시닥나무, 덩불오리가 출현하였고, 관목층에서는 미역줄나무, 시닥나무, 함박꽃나무가 우점하였다.

군락 Ⅵ은 한계령코스, 오색코스의 비교적 높은 해발고도의 조사구 3개가 포함되었으며, 교목층에서 잣나무와 분

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

Community*	Species	Layer				Species	Layer			
		C <sup>1</sup>	U	S	M		C <sup>1</sup>	U	S	M
I (7 plots)	<i>Quercus mongolica</i>	35.35	-	5.72	18.63	<i>Tilia amurensis</i>	3.58	2.12	1.55	2.76
	<i>Abies holophylla</i>	20.48	-	7.93	11.56	<i>Acer pictum</i> var. <i>mono</i>	3.20	1.81	-	2.20
	<i>Betula schmidtii</i>	8.53	3.29	-	5.36	<i>Cornus controversa</i>	2.80	-	-	1.40
	<i>Tilia mandshurica</i>	7.99	-	3.12	4.52	<i>Prunus sargentii</i>	2.60	-	0.78	1.43
	<i>Acer pseudosieboldianum</i>	6.30	52.52	19.57	23.92	<i>Maackia amurensis</i>	2.18	-	-	1.09
	<i>Styrax obassis</i>	4.91	21.13	5.24	10.37	Others	2.07	19.13	56.09	16.78
II (21 plots)	<i>Quercus mongolica</i>	73.69	4.79	0.79	38.57	<i>Fraxinus mandshurica</i>	0.88	-	-	0.44
	<i>Tilia amurensis</i>	9.70	15.77	0.98	10.27	<i>Betula schmidtii</i>	0.63	0.26	-	0.40
	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	7.06	11.69	0.32	7.48	<i>Acer pseudosieboldianum</i>	-	37.20	4.45	13.14
	<i>Betula costata</i>	3.08	-	-	1.54	<i>Tripterygium regelii</i>	-	-	24.69	4.12
	<i>Acer pictum</i> var. <i>mono</i>	2.79	4.13	-	2.77	<i>Lespedeza maximowiczii</i>	-	-	17.75	2.96
	<i>Cornus controversa</i>	2.16	0.93	-	1.39	Others	-	25.20	51.04	16.96
III (32 plots)	<i>Quercus mongolica</i>	63.84	9.14	2.80	35.43	<i>Abies holophylla</i>	3.49	2.60	0.18	2.64
	<i>Pinus koraiensis</i>	17.47	8.09	3.45	12.01	<i>Acer komarovii</i>	-	3.44	8.08	2.49
	<i>Acer pseudosieboldianum</i>	0.33	31.12	6.71	11.66	<i>Tripterygium regelii</i>	-	0.39	12.89	2.28
	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	-	11.66	22.05	7.56	<i>Sorbus commixta</i>	-	3.60	0.13	1.22
	<i>Tilia amurensis</i>	5.27	4.01	0.97	4.13	<i>Magnolia sieboldii</i>	-	2.92	1.09	1.16
	<i>Abies nephrolepis</i>	2.15	4.28	0.91	2.65	Others	7.46	18.76	40.75	16.84
IV (5 plots)	<i>Quercus mongolica</i>	66.04	2.25	3.09	34.29	<i>Fraxinus mandshurica</i>	7.55	-	-	3.78
	<i>Acer pseudosieboldianum</i>	-	37.99	12.35	14.72	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	-	1.20	19.42	3.64
	<i>Acer pictum</i> var. <i>mono</i>	7.30	10.66	4.78	8.00	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	4.49	2.03	2.29	3.30
	<i>Magnolia sieboldii</i>	-	20.64	5.88	7.86	<i>Acer ukurunduense</i>	5.84	-	1.07	3.10
	<i>Prunus padus</i>	4.00	3.60	5.10	4.05	<i>Acer komarovii</i>	-	4.94	7.60	2.91
	<i>Betula costata</i>	4.80	3.54	1.26	3.79	Others	-	13.13	37.15	10.57
V (6 plots)	<i>Betula ermanii</i>	45.89	3.04	0.00	23.96	<i>Tripterygium regelii</i>	-	0.65	27.00	4.72
	<i>Abies nephrolepis</i>	20.81	1.12	2.22	11.15	<i>Acer pseudosieboldianum</i>	-	11.48	3.45	4.40
	<i>Magnolia sieboldii</i>	-	26.13	13.93	11.03	<i>Betula costata</i>	7.33	-	-	3.67
	<i>Acer komarovii</i>	-	17.37	19.14	8.98	<i>Sorbus commixta</i>	4.39	3.16	0.43	3.32
	<i>Tilia amurensis</i>	9.94	-	-	4.97	<i>Quercus mongolica</i>	3.26	2.25	-	2.38
	<i>Alnus alnobetula</i> subsp. <i>fruticosa</i>	-	14.29	0.43	4.84	Others	8.38	20.53	33.42	16.63



Table 4. (Continued)

Community*	Species	Layer				Species	Layer			
		C <sup>1</sup>	U	S	M		C <sup>1</sup>	U	S	M
VI (3 plots)	<i>Pinus koraiensis</i>	53.28	2.57	4.24	28.20	<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>ciliatum</i>	-	-	21.10	3.52
	<i>Abies nephrolepis</i>	46.72	4.15	3.70	25.36	<i>Sorbus commixta</i>	-	9.19	1.30	3.28
	<i>Acer ukurunduense</i>	-	42.58	4.35	14.92	<i>Tripterygium regelii</i>	-	6.50	3.86	2.81
	<i>Betula ermanii</i>	-	17.95	-	5.98	<i>Rhododendron brachycarpum</i>	-	5.09	0.93	1.85
	<i>Thuja koraiensis</i>	-	9.07	13.33	5.25	<i>Syringa pubescens</i> subsp. <i>patula</i>	-	-	7.68	1.28
	<i>Spiraea fritschiana</i>	-	-	30.78	5.13	Others	-	2.90	8.73	2.42
	<i>Ulmus laciniata</i>	24.18	5.00	-	13.76	<i>Fraxinus mandshurica</i>	5.32	-	-	2.66
VII (3 plots)	<i>Acer pictum</i> var. <i>mono</i>	18.89	25.38	-	17.91	<i>Acer mandshuricum</i>	4.62	3.72	-	3.55
	<i>Salix cardiophylla</i>	18.39	25.57	-	17.72	<i>Magnolia sieboldii</i>	-	8.32	19.47	6.02
	<i>Quercus mongolica</i>	14.67	-	-	7.34	<i>Vitis coignetiae</i>	-	-	35.89	5.98
	<i>Betula ermanii</i>	8.23	-	-	4.12	<i>Acer ukurunduense</i>	-	8.18	-	2.73
	<i>Populus suaveolens</i>	5.71	-	-	2.86	Others	-	23.83	44.66	15.39

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

\*The name of communities are referred to footnote of Table 2.

비나무가 우점하였다. 아교목층에서는 부계꽃나무가 우점하는 가운데, 사스래나무, 마가목, 눈측백, 만병초, 분비나무, 눈향나무 등 아고산대 식물이 다수 출현하였다. 관목층에서는 참조팝나무, 털진달래, 눈측백 등이 우점하였다.

군락 VII은 오색코스 및 설악동코스의 비교적 해발고도가 낮은 3개 조사구가 포함된 낙엽활엽수군락으로 교목층에서 난티나무, 고로쇠나무, 쪽버들, 신갈나무 등이 출현하였다. 아교목층에서는 고로쇠나무, 쪽버들이 우점하는 가운데 분비나무, 전나무 등이 출현하였다. 관목층에서는 머루가 우점하고 함박꽃나무, 철쭉, 물참대 등이 주요 수종으로 나타났다.

종합적으로 살펴볼 때, 설악산국립공원 해발고도 800m 이상의 식생은 신갈나무-당단풍나무가 폭넓게 분포하였다. 다만, 해발고도에 따라 잣나무, 사스래나무, 분비나무 등의 세력이 달랐으며, 이를 포함한 아고산대 주요 식물인 눈측백, 눈향나무, 만병초, 마가목 등은 일정범위의 해발고도에서 집중적으로 분포하였다. 이는 설악산국립공원의 사면방

향 및 해발고도에 따른 식생구조 변화를 살펴본 기존 연구 결과(Kim et al., 1998; Park et al., 1998; Song et al., 1998; Song and Yun, 2006; Kong, 2007; Hong et al., 2010; Yun et al., 2012; Lee et al., 2014)와 일맥상통하였다.

## 2) 종수 및 개체수

분리된 7개 군락의 단위면적(100m<sup>2</sup>)당 평균 출현 종수 및 개체수 분석을 층위별로 실시한 결과, 평균 출현 종수는 교목층에서 2.48±1.17종, 아교목층 4.83±2.26종, 관목층 6.40±2.29종으로 조사구당 10.68±2.98종이 출현하였다. 전체 종수 평균을 비롯하여 각 층위별 평균 종수는 군락 V에서 가장 높았다. 이는 설악동코스(SA)에서 비교적 해발고도가 높은 지역에서 출현한 사스래나무군락을 중심으로 전체 층위에서 다양한 수종들이 출현한 결과로 판단된다.

층위별 평균 출현 개체수는 교목층 6.39±5.00, 아교목층 12.64±8.18, 관목층 91.84±59.03으로 전체 110.87±63.89 개체가 나타났다. 종수 분석결과와 마찬가지로 군락 V에서

Table 5. Descriptive analysis of the average number of species and individuals in each communities (Unit:100m<sup>2</sup>)

Com.*	Number of Species				Number of Individuals			
	Tree	Understory	Shrub	Total	Tree	Understory	Shrub	Total
Mean	2.48±1.17	4.83±2.26	6.40±2.29	10.68±2.98	6.39±5.00	12.64±8.18	91.84±59.03	110.87±63.89
I	3.14±0.99	3.43±0.73	6.86±2.29	9.86±2.36	5.00±2.56	8.00±3.16	46.29±12.80	59.29±16.19
II	2.00±1.15	4.48±2.30	5.95±1.62	10.14±3.00	5.33±3.71	10.62±6.31	108.76±50.09	124.71±52.58
III	2.50±1.12	5.16±2.15	6.50±2.42	10.94±2.91	6.50±3.02	14.91±8.88	92.38±68.64	113.78±72.31
IV	2.60±1.02	5.60±1.50	6.80±2.79	11.00±1.79	3.20±0.40	9.20±4.49	50.40±17.08	62.80±14.88
V	3.17±1.07	6.17±1.46	6.83±2.03	12.33±1.80	15.33±10.47	17.67±6.42	129.33±41.29	162.33±52.84
VI	1.67±0.47	3.67±3.77	6.67±2.62	8.67±3.30	4.33±2.62	12.00±13.49	76.00±20.40	92.33±26.85
VII	3.33±0.47	4.33±2.49	5.67±2.87	11.67±4.50	5.33±2.05	9.67±6.18	84.00±53.96	99.00±60.93

\*The name of communities are referred to footnote of Table 2.

층위별 개체수가 가장 높게 나타났는데, 앞서 언급한 사스래 나무군락에서 소경목 상태의 사스래나무가 교목층과 아교목층에서 다수 생육하고 있어 이에 따른 영향으로 파악된다.

### 3) 종다양도

7개 군락에 대해 Shannon 종다양도지수( $H'$ ), 균재도( $J'$ ), 우점도( $D$ )를 분석하였다. 각 군락별 종다양도는 각 조사구의 단위면적(100m<sup>2</sup>)을 기준으로 하였으며, 군락 내 포함된 조사구의 평균값을 산출하였다.

종다양도지수는 군락 IV인 신갈나무-분비나무군락이 0.8805의 수치로 가장 높은 종다양도지수를 나타내었는데, 이는 상대적으로 높은 종수와 낮은 개체수가 군락에 포함되어 나타난 결과로 판단된다. 각 분류군의 개체수 분포정도를 의미하는 균재도는 그 값이 1에 가까울수록 종별 개체수가 균일한 상태를 나타내는데(Brower and Zar, 1977), 신갈나무-전나무군락(I)에서 가장 높게 나타났다.

종의 우점도를 나타내는 우점도는 그 값이 0.9 이상일 때는 한 종이 강하게 우점하고, 0.3~0.7에서는 한 종이 약하게 우점하거나 두 종이 나누어 우점하고, 0.1~0.3에서는 다수의 중요종에 의해 우점도가 나누어진다(Whittaker, 1956). 본 연구 대상지 내 식생군락의 우점도는 0.1240~0.2818로 나타났다. 이는 모든 군락이 종별 개체수가 균일한 상태를 보이며, 다수의 중요종이 출현한다는 것이다. 다시 말해, 설악산국립공원 아고산대 식생군락은 단순림의 형태가 아니라 혼효림으로써 다양한 수종이 어우러져서 구성되어 있음을 보여주는 것이다.

Table 6. Species diversity indices( $H'$ ), Evenness( $J'$ ), Dominance( $D$ ), Maximum diversity( $H'$  in each communities (Unit: 100m<sup>2</sup>))

Community*	$H'$	$J'$	$D$	$H'$ max
I	0.8614	0.8760	0.1240	0.9814
II	0.7138	0.7182	0.2818	0.9882
III	0.8110	0.7918	0.2082	1.0222
IV	0.8805	0.8492	0.1508	1.0359
V	0.8122	0.7445	0.2555	1.0865
VI	0.7045	0.7446	0.2554	0.9053
VII	0.7698	0.7445	0.2555	1.0293

\*The name of communities are referred to footnote of Table 2.

### 4. 아고산대 주요 식생의 분포

우리나라의 아고산대 산림생태계는 과거 빙하기에 한반도로 이동한 후 현재 산 정상부에만 남아 있어 한반도 내에

서 희귀성이 높은 식물종들이 생육하는 특수생태계를 이루고 있고, 전 지구적으로도 기후변화에 따른 멸종위협성이 높은 종들이 다수 분포하고 있다(Kim *et al.*, 2019). 한반도 아고산대에 대한 정의와 기준은 오래전부터 논의되어 왔으며, 그 구분에 따라서는 이견이 있을 수 있다. 통상적으로 산림한계선과 교목한계선에 따라 산지림, 아고산대, 고산대로 구분할 수 있다. 산림한계선은 위도, 기상·기후 환경, 지형·토양 입지환경 등에 따라 결정되는 것이므로 아고산지역을 고도에 따라 일률적으로 구분하는 것은 어려움이 따를 수 있기 때문에 아고산대에서 주로 생육하는 식물이 분포하는 지역을 살펴봄으로써 아고산대를 규정하는 것이 타당하다(Kong, 2007).

국립공원공단(KNPS, 1999)은 기존 문헌과 조사 결과를 바탕으로 설악산 아고산대의 주요 수종을 분비나무, 눈잣나무, 눈향나무, 눈측백, 주목, 눈주목, 사스래나무, 신갈나무, 마가목, 홍월굴, 노랑만병초, 털진달래, 들쭉나무, 팻두릅나무, 떡버들, 흰인가목 등으로 밝히고 있다. 아고산대를 파악함에 있어 식생의 차이는 중요한 지표이다(Kong, 2000). 이에 본 연구에서는 신갈나무, 사스래나무, 마가목, 분비나무, 구상나무, 눈측백, 눈향나무, 만병초를 중심으로 주요 탐방로의 해발고도별 평균상대우점치(M.I.P.)를 분석하였다.

백담사 탐방로에서는 신갈나무가 해발고도 800m 이상에서부터 교목한계선에 이르기까지 전 구간에서 고르게 분포하고 있었다. 다만 백담사 탐방로의 경우 설악산국립공원 북측 탐방로로 타 탐방로와 비교했을 때, 가장 낮은 해발고도에서 층위구조가 단순해지는 교목한계선에 이르는 것을 알 수 있었다. 한계령 탐방로의 경우, 해발고도 1,101~1,200m 구간에서 사스래나무, 분비나무가 출현하였으며 해발고도가 높아질수록 평균상대우점치가 증가하였다. 해발고도 1,301~1,400m 구간에서는 사스래나무, 분비나무를 비롯해 마가목, 눈측백, 눈향나무 등 다양한 아고산대 수종이 집중적으로 분포하였다.

설악동 탐방로의 경우, 해발고도 800~1,000m 구간에서 사스래나무, 분비나무 등 일부 아고산대 식생이 출현하였지만, 1,101m 이상 구간에서부터 마가목을 비롯하여 사스래나무(1,201m 이상), 분비나무(1,301m 이상), 주목(1,501m 이상) 등이 출현하였다. 오색 탐방로의 경우, 신갈나무가 전 구간에서 고르게 분포하는 가운데, 마가목(1,101m 이상), 분비나무(1,201m 이상), 눈측백(1,301~1,400m)이 출현하였다. 본 연구는 식생구조적 특성을 살펴보고자 교목층, 아교목층, 관목층 등 다층구조로 분포하고 있는 해발고도까지만 조사 및 분석을 실시하였지만, 설악산 대청봉지역의 아고산대 산림식생에 관한 연구(Kwon *et al.*, 2010)를 살펴보면 본 연구의 결과와 유사하게 사면방향 및 해발고도에 따라 분포하는 식생군락이 다름을 알 수 있었다.

Table 7. Mean Importance Percentage of major woody on Sub-alpine zone along the altitudinal gradients

Trail*	Species	Altitude(m)	800~	901~	1,000~	1,101~	1,201~	1,301~	1,401~	1,501~
			900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400	1,500	
BD	<i>Quercus mongolica</i>		15.08	10.37	36.55	38.51	31.26	×	×	×
	<i>Quercus mongolica</i>		39.67	42.39	31.13	36.00	32.95	27.49	×	×
	<i>Betula ermanii</i>		-	-	-	3.03	3.32	4.73	×	×
	<i>Sorbus commixta</i>		-	-	-	-	1.73	5.28	×	×
HG	<i>Abies nephrolepis</i>		-	-	-	1.95	3.43	8.81	×	×
	<i>Abies koreana</i>		-	-	-	-	-	3.20	×	×
	<i>Thuja koraiensis</i>		-	-	-	-	-	8.74	×	×
	<i>Juniperus chinensis</i> var. <i>sargentii</i>		-	-	-	-	-	0.34	×	×
	<i>Rhododendron brachycarpum</i>		-	-	-	-	-	1.67	×	×
	<i>Quercus mongolica</i>		15.00	23.53	34.28	33.84	-	7.19	13.40	7.12
	<i>Betula ermanii</i>		6.51	-	-	-	30.37	18.22	30.81	7.69
SA	<i>Sorbus commixta</i>		-	-	-	3.56	9.18	-	0.84	3.07
	<i>Abies nephrolepis</i>		0.61	4.86	-	-	-	5.11	7.89	46.39
	<i>Taxus cuspidata</i>		-	-	-	-	-	-	-	10.87
	<i>Quercus mongolica</i>		42.17	41.18	34.36	34.86	26.32	28.16	26.92	38.78
OS	<i>Sorbus commixta</i>		-	-	-	1.24	0.30	0.19	5.97	2.26
	<i>Abies nephrolepis</i>		-	-	-	-	6.41	11.25	10.28	4.69
	<i>Thuja koraiensis</i>		-	-	-	-	-	3.33	-	-

\*The name of communities are referred to footnote of Table 2.

×: non-survey, -: non-appearance

설악산 아고산대의 주요 식생으로 알려져있는 분비나무의 경우, 탐방로별 최초 출현 해발고도의 차이는 있었지만 출현이후 해발고도가 높아짐에 따라 세력이 점점 확대되는 것을 알 수 있었다. Kim(2021)의 연구결과, 설악산 일대의 분비나무는 같은 *Abies*속의 지리산 구상나무와 비교하면 생육이 왕성하며 층위별로 치수갱신의 상태가 매우 적절한 것으로 관찰되고 있으나, 탐방객의 방문 빈도가 높아 인위적인 교란이 많은 것으로 나타났다. 신갈나무는 태백산국립공원, 월악산국립공원 등에서는 해발고도가 높아짐에 따라 평균상대우점치가 증가한다고 보고되고 있다(Park et al., 2005; Lee et al., 2016). 하지만 설악산 아고산대에서는 해발고도 상승에 따라 증가하는 경향을 보이나, 아고산대 수종이 주로 분포하는 지역에서는 오히려 세력이 약해짐을 알 수 있었다. 사스레나무의 경우, 각 탐방로별 최초 출현 해발고도의 차이는 있었지만, 출현 이후 세력을 유지하며 분비나무 및 신갈나무와 함께 주로 교목층에서 생육하며 아고산대 주요 식생군락의 구성원으로 자리잡고 있었다.

## 5. 관속식물 현황

### 1) 관속식물상

설악산국립공원 오색지구의 오색분기점~끝청봉구간, 오

색분기점~대청봉구간에서 확인된 관속식물은 총 83과 193속 289종 4아종 28변종 1품종 322분류군으로 파악되었다(Table 8). 양치식물은 10과 14속 22종 2변종 24분류군(7.5%), 나자식물은 3과 5속 8종 8분류군(2.5%), 피자식물 중 쌍자엽식물은 61과 145속 216종 4아종 21변종 241분류군(74.8%), 단자엽식물은 9과 29속 43종 5변종 1품종 49분류군(15.2%)이 확인되었다. 이는 우리나라 관속식물 총 4,641분류군의 약 6.96%에 해당한다(Korea National Arboretum, 2021). 확인된 관속식물상에서 과(family)별로 분포하는 현황을 살펴보면, 국화과(Asteraceae) 33분류군(10.2%), 장미과(Rosaceae) 21분류군(6.5%), 백합과(Liliaceae) 17분류군(5.3%), 벼과(Poaceae) 13분류군(4.0%) 등의 순으로 분포하였다.

조사구간별 관속식물상을 살펴보면, 오색분기점~끝청봉구간에서 72과 228분류군, 오색분기점~대청봉구간에서 79과 269분류군이 확인되었으며, 두 구간에서 공통으로 확인된 종은 174분류군으로 정리되었다.

### 2) 멸종위기야생생물

본 조사지역에서 확인된 법정보호종(Ministry of Environment, 2017) 기생꽃[*Trientalis europaea* subsp. *arctica* (Fisch. ex Hook.) Hultén, 멸종위기야생식물 II등급] 1분류군이 오색케

Table 8. The flora of Osaek~Kkeutcheongbong, Osaek~Daecheongbong in Seoraksan National Park, Korea

Taxa	Fam.	Gen.	Sp.	Subsp.	Var.	For.	Total
Pteridophyta	10	14	22	-	2	-	24
Gymnospermae	3	5	8	-	-	-	8
Angiospermae	70	174	259	4	26	1	290
Dicotyledoneae	61	145	216	4	21	-	241
Monocotyledoneae	9	29	43	-	5	1	49
<b>Total</b>	<b>83</b>	<b>193</b>	<b>289</b>	<b>4</b>	<b>28</b>	<b>1</b>	<b>322</b>

이불카 설치를 계획 중인 주체가 제시한 상부정류장 예정부지 인근에서 확인되었다.

3) IUCN 지정 희귀식물 및 적색목록

본 조사지역에서 확인된 식물 중 IUCN 평가기준에 따른 희귀식물(Korea National Arboretum, 2008)은 눈잣나무, 만주송이풀 등 35분류군이 확인되었으며 등급별로 보면, 희귀식물의 멸종위기종(CR)에 눈잣나무 1분류군, 위기종(EN)에 바람꽃, 구실바위취 등 7분류군, 취약종(VU)에 주목, 등대시호, 땃땃이나무 등 9분류군, 약관심종(LC)에 꽃

개회나무, 참배암차즈기, 금마타리 등 15분류군, 자료부족종(DD)에 토현삼 등 3분류군이 확인되었다(Table 9).

또한 적색목록(National Institute of Biological Resources, 2012) 기준에 따라 바람꽃, 맛두릅나무 등 22분류군으로 확인되었으며 등급별로 보면, EN(위기)에 만주송이풀 1분류군, VU(취약)에 눈잣나무, 눈측백, 맛두릅나무, 기생꽃 등 5분류군, NT(준위협)에 백작약과 국화방망이 2분류군, LC(관심대상)에 도깨비부채, 흰인가목, 금강초롱꽃 등 11분류군, NE(미평가)에 도라지모시대 등 3분류군이 확인되었다(Table 9).

Table 9. The list of the rare plants on Osaek~Kkeutcheongbong, Osaek~Daecheongbong in Seoraksan National Park, Korea

Family name	Scientific name	Korean name	Rare Plants	Red List	A	B
Selaginellaceae	<i>Selaginella helvetica</i> (L.) Link	왜구실사리	LC	LC		○
Taxaceae	<i>Taxus cuspidata</i> Siebold & Zucc.	주목	VU		○	
Pinaceae	<i>Pinus pumila</i> (Pall.) Regel	눈잣나무	CR	VU	○	○
Cupressaceae	<i>Thuja koraiensis</i> Nakai	눈측백	VU	VU	○	○
Ranunculaceae	<i>Clematis koreana</i> Kom.	세잎종덩굴	LC	NE	○	○
	<i>Anemone narcissiflora</i> L.	바람꽃	EN	VU	○	○
Paeoniaceae	<i>Paeonia japonica</i> (Makino) Miyabe & Takeda	백작약	VU	NT		○
Saxifragaceae	<i>Rodgersia podophylla</i> A.Gray	도깨비부채	LC	LC		○
	<i>Micranthes octopetala</i> (Nakai) Y.I.Kim & Y.D.Kim	구실바위취	EN			○
Rosaceae	<i>Rosa koreana</i> Kom.	흰인가목	EN	LC		○
Violaceae	<i>Viola albida</i> Palib.	태백제비꽃	LC		○	○
	<i>Viola diamantiaca</i> Nakai	금강제비꽃	LC	LC	○	○
Araliaceae	<i>Oplopanax elatus</i> (Nakai) Nakai	맛두릅나무	EN	VU	○	
Apiaceae	<i>Bupleurum euphorbioides</i> Nakai	등대시호	VU		○	○
Ericaceae	<i>Rhododendron brachycarpum</i> D.Don ex G.Don	만병초	LC	LC	○	○
Primulaceae	<i>Trientalis europaea</i> subsp. <i>arctica</i> (Fisch. ex Hook.) Hultén	기생꽃*	EN	VU	○	
Oleaceae	<i>Syringa wolfii</i> C.K.Schneid.	꽃개회나무	LC		○	○
Gentianaceae	<i>Gentiana triflora</i> Pall.	과남풀	LC		○	
Solanaceae	<i>Scopolia japonica</i> Maxim.	미치광이풀	LC			○
Lamiaceae	<i>Salvia chanryoenica</i> Nakai	참배암차즈기	LC		○	○
Scrophulariaceae	<i>Scrophularia koraiensis</i> Nakai	토현삼	DD		○	
	<i>Pedicularis mandshurica</i> Maxim.	만주송이풀	EN	EN	○	○
Caprifoliaceae	<i>Lonicera caerulea</i> L.	땃땃이나무	VU		○	
Valerianaceae	<i>Patrinia saniculifolia</i> Hemsl.	금마타리	LC		○	○

Table 9. (Continued)

Family name	Scientific name	Korean name	Rare Plants	Red List	A	B
Campanulaceae	<i>Adenophora grandiflora</i> Nakai	도라지모시대	DD	NE		○
	<i>Hanabusaya asiatica</i> (Nakai) Nakai	금강초롱꽃	VU	LC	○	○
	<i>Tephrosieris koreana</i> (Kom.) B.Nord. & Pelsler	국화방망이	EN	NT	○	○
Asteraceae	<i>Parasenecio adenostyloides</i> (Franch. & Sav. ex Maxim.) H.Koyama	계박취나물	LC	LC	○	○
	<i>Prenanthes ochroleuca</i> (Maxim.) Hemsl.	왕씀배	VU			○
Cyperaceae	<i>Carex peiktusanii</i> Kom.	백두사초	DD	NE	○	○
Araceae	<i>Symplocarpus nipponicus</i> Makino	애기얇은부채		LC		○
	<i>Lilium distichum</i> Nakai	말나리	LC	LC		○
Liliaceae	<i>Streptopus ovalis</i> (Owhi) F.T.Wang & Y.C.Tang	금강죽대아재비	LC		○	○
	<i>Clintonia udensis</i> Trautv. & C.A.Mey.	나도옥잠화	VU		○	○
	<i>Maianthemum bicolor</i> (Nakai) Cubey	자주솜대	VU	LC	○	○
	<i>Trillium camschatcense</i> Ker Gawl.	연영초	LC	LC	○	○

A: Osaek~Kkeutcheongbong, B: Osaek~Daecheongbong, \*Endangered wild plants(Ⅱ-Class)

4) 한반도 고유종

고유종은 지리적으로 한정된 지역에만 분포하는 종을 말하며, 한반도 내에 국한되어 분포하는 식물종으로 요강나물, 진범, 태백기린초, 구실바위취, 흰털팽이눈, 산오이풀,

등근이질풀, 산앵도나무, 참배암차즈기, 그늘송이풀, 청괴불나무, 금강초롱꽃, 고려영경귀, 사창분취, 각시서덜취, 금강분취, 두메김의털, 지리대사초, 자주솜대 등 19종의 한반도 고유종(National Institute of Biological Resources, 2014)이 확인되었다(Table 10).

Table 10. The list of Endemic species on the Korean Peninsula on Osaek~Kkeutcheongbong, Osaek~Daecheongbong in Seoraksan National Park, Korea

Family name	Scientific name	Korean name	A	B
Ranunculaceae	<i>Clematis fusca</i> var. <i>flabellata</i> J.S.Kim	요강나물	○	○
	<i>Aconitum pseudolaeve</i> Nakai	진범	○	○
Crassulaceae	<i>Sedum latiovalifolium</i> Y.N.Lee	태백기린초		○
Saxifragaceae	<i>Micranthes octopetala</i> (Nakai) Y.I.Kim & Y.D.Kim	구실바위취		○
	<i>Chrysosplenium barbatum</i> Nakai	흰털팽이눈		○
Rosaceae	<i>Sanguisorba hakusanensis</i> Makino	산오이풀	○	○
Geraniaceae	<i>Geranium koreanum</i> Kom.	등근이질풀	○	○
Ericaceae	<i>Vaccinium hirtum</i> var. <i>koreanum</i> (Nakai) Kitam.	산앵도나무	○	○
Lamiaceae	<i>Salvia chanryoenica</i> Nakai	참배암차즈기	○	○
Scrophulariaceae	<i>Pedicularis resupinata</i> var. <i>umbrosa</i> Kom. ex Nakai	그늘송이풀		○
Caprifoliaceae	<i>Lonicera subsessilis</i> Rehder	청괴불나무	○	○
Campanulaceae	<i>Hanabusaya asiatica</i> (Nakai) Nakai	금강초롱꽃	○	○
	<i>Cirsium setidens</i> (Dunn) Nakai	고려영경귀	○	
	<i>Saussurea calcicola</i> Nakai	사창분취	○	
Asteraceae	<i>Saussurea macrolepis</i> (Nakai) Kitam.	각시서덜취		○
	<i>Saussurea diamantica</i> Nakai	금강분취	○	
Poaceae	<i>Festuca ovina</i> var. <i>alpina</i> (Suter) Wimm. & Grab.	두메김의털	○	○
Cyperaceae	<i>Carex okamotoi</i> Ohwi	지리대사초	○	
Liliaceae	<i>Maianthemum bicolor</i> (Nakai) Cubey	자주솜대	○	○

A: Osaek~Kkeutcheongbong, B: Osaek~Daecheongbong

5) 아고산식물

한반도 내 고산식물에 대해서는 여러 학자들에 의해 연구가 되었지만 학자들마다 정의하는 아고산식물은 다소 차이가 있다(Chung, 1989; Lee, 2000). 본 연구에서는 Chung (1989)이 제시한 목록과 기준문헌에는 포함되어 있지 않지만 주요 분포가 주로 산 정상부, 고산지대 등에 나타나는 식물종을 목록에 포함하였다. 이에 따른 아고산식물로 눈잣나무, 눈측백, 사스래나무, 두메오리나무, 바람꽃, 팻두릅나무, 등대시호, 만병초, 기생꽃, 바위구절초 등 58분류군이

확인되었다(Table 11).

6. 종합고찰

설악산 등 고산지역에서 패치상의 점분포 형태로 잔존분포하는 우리나라 아고산대의 다양한 고산식물과 독특한 경관은 한반도의 자연사를 복원하는 지표로써 가치가 높으며, 기후변화에 따른 온대성 식물들과의 경쟁에서 밀리거나 서식지 파괴에 따라 도태될 수 있으므로 지속적인 관심과 보전이 필요한 곳이다(Kong et al., 2017). 설악산국립공원은

Table 11. The list of Endemic species on the Korean Peninsula on Osaek~Kkeutcheongbong, Osaek~Daecheongbong in Seoraksan National Park, Korea

Family name	Scientific name	Korean name	Chung (1989)	Present record	A	B
Lycopodiaceae	<i>Huperzia miyoshiana</i> (Makino) Ching	다람쥐꼬리		●		○
Taxaceae	<i>Taxus cuspidata</i> Siebold & Zucc.	주목		●	○	
Pinaceae	<i>Abies nephrolepis</i> (Trautv. ex Maxim.) Maxim.	분비나무		●	○	○
	<i>Pinus pumila</i> (Pall.) Regel	눈잣나무	●	●	○	○
Cupressaceae	<i>Thuja koraiensis</i> Nakai	눈측백	●	●	○	○
Salicaceae	<i>Salix rorida</i> Laksch.	분버들				○
	<i>Betula ermanii</i> Cham.	사스래나무	●	●	○	○
Betulaceae	<i>Betula chinensis</i> Maxim.	개박달나무			○	○
	<i>Alnus mandshurica</i> (Callier ex C.K.Schneid.) Hand.-Mazz.	덤불오리나무		●	○	
	<i>Alnus maximowiczii</i> Callier ex C.K.Schneid.	두메오리나무	●	●		○
Polygonaceae	<i>Bistorta officinalis</i> subsp. <i>japonica</i> (H.Hara) Yonek.	범꼬리	●	●	○	○
	<i>Clematis fusca</i> Turcz.	검종덩굴		●		○
	<i>Clematis koreana</i> Kom.	세잎종덩굴	●	●	○	○
Ranunculaceae	<i>Anemone narcissiflora</i> L.	바람꽃	●	●	○	○
	<i>Thalictrum filamentosum</i> Maxim.	산평의다리	●		○	○
Berberidaceae	<i>Berberis amurensis</i> Rupr.	매발톱나무		●	○	
Brassicaceae	<i>Cardamine amaraeformis</i> Nakai	꽃황새냉이	●	●		○
Saxifragaceae	<i>Saxifraga fortunei</i> var. <i>alpina</i> Nakai	바위떡풀	●		○	○
	<i>Saxifraga oblongifolia</i> Nakai	참바위취	●	●	○	○
	<i>Potentilla dickinsii</i> Franch. & Sav.	돌양지꽃	●		○	○
	<i>Rubus idaeus</i> L.	멍덕딸기		●	○	○
Rosaceae	<i>Filipendula palmata</i> (Pall.) Maxim.	단풍터리풀		●	○	○
	<i>Sanguisorba hakusanensis</i> Makino	산오이풀	●		○	○
	<i>Rosa koreana</i> Kom.	흰인가목		●		○
	<i>Rosa acicularis</i> Lindl.	인가목		●	○	○
	<i>Prunus maximowiczii</i> Rupr.	산개벚지나무		●	○	
Geraniaceae	<i>Geranium koreanum</i> Kom.	둥근이질풀	●		○	○
Celastraceae	<i>Tripterygium regelii</i> Sprague & Takeda	미역줄나무	●		○	○
	<i>Acer komarovii</i> Pojark.	시닥나무	●	●	○	○
Aceraceae	<i>Acer barbinerve</i> Maxim.	청시닥나무		●	○	○
	<i>Acer ukurunduense</i> Trautv. & C.A.Mey.	부계꽃나무	●	●	○	○



Table 11. (Continued)

Family name	Scientific name	Korean name	Chung (1989)	Present record	A	B
Violaceae	<i>Viola selkirkii</i> Pursh ex Goldie	외제비꽃	●			○
	<i>Viola orientalis</i> (Maxim.) W.Becker	노랑제비꽃	●		○	○
Araliaceae	<i>Oplopanax elatus</i> (Nakai) Nakai	땃두릅나무	●	●	○	
Apiaceae	<i>Bupleurum euphorbioides</i> Nakai	등대시호	●	●	○	○
	<i>Pleurospermum camtschaticum</i> Hoffm.	왜우산풀	●			○
Ericaceae	<i>Rhododendron brachycarpum</i> D.Don ex G.Don	만병초	●	●	○	○
Primulaceae	<i>Trientalis europaea</i> subsp. <i>arctica</i> Hultén	기생꽃	●	●	○	
Oleaceae	<i>Syringa wolfii</i> C.K.Schneid.	꽃개회나무		●	○	○
Gentianaceae	<i>Swertia tetrapetala</i> Pall.	네귀쓴풀	●		○	○
Scrophulariaceae	<i>Pedicularis mandshurica</i> Maxim.	만주송이풀	●	●	○	○
Viburnaceae	<i>Viburnum koreanum</i> Nakai	배암나무	●	●	○	
Caprifoliaceae	<i>Lonicera caerulea</i> L.	댕댕이나무		●	○	
	<i>Lonicera maximowiczii</i> (Rupr.) Regel	홍괴불나무		●	○	○
Valerianaceae	<i>Patrinia saniculifolia</i> Hemsl.	금마타리		●	○	○
Campanulaceae	<i>Hanabusaya asiatica</i> (Nakai) Nakai	금강초롱꽃	●	●	○	○
	<i>Aster meendorffii</i> (Regel & Maack) Voss	개쑥부쟁이	●		○	
Asteraceae	<i>Tephrosieris koreana</i> (Kom.) B.Nord. & Pelser	국화방망이		●	○	○
	<i>Parasenecio adenostyloides</i> H.Koyama	계박쥐나물		●	○	○
	<i>Parasenecio auriculatus</i> var. <i>kamtschaticus</i> H.Koyama	나래박쥐나물	●		○	○
	<i>Dendranthema oreastrum</i> (Hance) Ling	바위구절초	●	●	○	
	<i>Synurus deltooides</i> (Aiton) Nakai	수리취	●		○	○
Poaceae	<i>Calamagrostis purpurea</i> (Trin.) Trin.	산새풀	●	●	○	○
	<i>Festuca ovina</i> var. <i>alpina</i> (Suter) Wimm. & Grab.	두메김의털	●	●	○	○
	<i>Lilium distichum</i> Nakai	말나리	●			○
Liliaceae	<i>Clintonia udensis</i> Trautv. & C.A.Mey.	나도옥잠화	●		○	○
	<i>Maianthemum bicolor</i> (Nakai) Cubey	자주솜대		●	○	○
	<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F.W.Schmidt	두루미꽃		●	○	○

A: Osack~Kkeutcheongbong, B: Osack~Daecheongbong

다양한 아고산대 식물이 살아가기 위한 곳으로 우리나라에서 얼마 남아있지 않은 생물다양성의 보고로 식물지리학적 보전가치가 충분하다고 판단된다.

본 연구결과 설악산국립공원에 자생하는 아고산대 식생은 사면별로 차이가 있기는 하지만 해발 800~1,000m 구간에서는 아고산대 식생이 균락형성이 미흡한 상태에서 산재하여 분포하다가 1,100m 지점부터는 본격적으로 균락을 형성하면서 출현하기 시작하였으며 해발고도가 높아짐에 따라 그 세력이 확장되고 있었다. 본 연구의 식생조사는 각 사면별로 해발고도 800m 지점에서 시작하여 식생층위가 비교적 안정적인 교목계층선에 이르기까지 시행하였고, 본 연구의 식물상 조사와 기존 설악산의 해발고도에 따른 식생형 구분에 관한 연구 결과(Kim *et al.*, 1998; Song *et al.*, 1998; Song and Yun, 2006; Kong, 2007; Hong *et al.*,

2010; Yun *et al.*, 2012; Lee *et al.*, 2014) 등을 고려한다면, 설악산국립공원의 경우 해발고도 1,100m 이상지역은 아고산대 식생이 분포하며, 800~1,000m 구간은 아고산대 식생요소가 공존하는 것으로 판단된다. 일본의 경우 수직 분포는 시코쿠에서 1,800m, 중부지방에서 1,500m, 우리나라의 강원도와 비슷한 동북 지방에서 800m를 하한으로 보고 있어(Karizumi, 1980) 본 연구결과와 유사하다. 전 지구적 당면과제인 기후변화와 생물종다양성 등을 고려했을 때 설악산국립공원의 해발고도 1,100m 이상 지역은 특별히 보호할 필요가 있는 곳으로 적극적인 보전을 위해서는 이보다 낮은 해발고도 중 아고산 식생요소가 공존하는 구간인 800m에서부터 완충지역으로 설정하는 등 체계적으로 보전관리 할 필요가 있다고 판단된다. 아고산대의 식생분포 특성이 지역적 환경특성 특히, 아고산대의 물리적 환경, 면적, 적설량

등에 따라 식생분포가 달라지는 점(Sugita, 1987)을 고려하면 설악산국립공원 아고산대는 희소성을 가지고 있다고 할 수 있다.

식물은 기후환경 변화에 따른 이동속도가 더디고, 현재 설악산에서 생육하고 있는 아고산대 식물들의 빈도와 밀도가 높지 않은 점을 감안하면 미래의 환경변화에 적절하게 대응하기 위해서는 아고산 식생 요소 공존구간까지의 적극적인 보호가 필요하다. 특히 공존구간의 아고산대 식물 생육지는 전석지, 계곡부, 큰 바위 아래 그늘 등 지형 특성에 의해 형성된 소규모 서식처로서 외부간섭에 매우 취약한 구조를 보인다.

아고산대에서 인간의 과도한 간섭은 식생의 높이, 식피율 및 종다양성을 감소시키고, 식생의 종조성의 변화를 통하여 식생구조의 변화를 유발한다(Lee *et al.*, 2002). 설악산의 아고산대는 열악한 기후 조건과 낮은 생산성으로 인해 일당 훼손되거나 파괴되면 원상 복구가 불가능하거나 생산력이 낮아 회복속도가 더딘 지역으로(Kong, 2000) 이용과 관리에 신중한 태도로 접근해야 한다.

## 감사의 글

본 조사에 참여해주신 강지우, 김연경, 김은옥, 김주운, 김지혜, 김태희, 김한결, 민진규, 박경식, 배경선, 성욱제, 손정민, 손혜림, 송도운, 안시옥, 오충현, 유가형, 유재혁, 이강, 이상훈, 정명희, 정인철, 최태진, 최해봄, 한정호, 허채림, 허훈, 황제영 님, 그리고 국립공원을 지키는 시민의 모임, 설악산국립공원 지키기 국민행동에게 깊은 감사를 드립니다.

또한 현장조사가 원활하게 진행되도록 협조해주신 국립공원공단, 대한한불교조계종 신흥사, 백담사에게 깊은 감사를 드립니다.

## REFERENCES

- Austin, M.P. and P. Greig-Smith(1968) The application of quantitative methods to vegetation survey II. Some methodological problems of data from rain forest. *Journal of Ecology* 56: 827-844.
- Bekker M.F. and D.B. Fagre(2008) Ribbon Forest Dynamics and Snow Conditions in Glacier National Park. Montana.
- Bekker, M.F. and G.P. Malanson(2008) Linear forest patterns in subalpine environments. *Progress in Physical Geography* 32(6): 635-653.
- Brigitta, E., K. Thomas, M. Martin and U. Peter(2009) Short-term signals of climate change along an altitudinal gradient in the South Alps. *Plant Ecology* 202(1): 79-89.
- Brower, J.E. and J.H. Zar(1977) *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. Wm. C. Brown Company, 194pp.
- Chao, A., R.L. Chazdon, R.K. Colwell and T.J. Shen(2006) Abundance-Based Similarity Indices and Their Estimation When There Are Unseen Species in Samples. *Biometrics* 62(2): 361-371.
- Choi, S.H., K.J. Lee and J.Y. Kim(1998) Altitudinal Vegetation Structure of Sunginbong in Ullungdo(Island). *Korean J. Environ. Ecol.* 12(3): 290-296. (in Korean with English abstract)
- Chun, Y.M., H.Y. Lee, J.H. Gwon and H.C. Park(2019) Monitoring on the Structure and Dynamics of *Abies nephrolepis* Poulations in Seoraksan National Park. *Korean J. Environ. Ecol.* 35(5): 565-577. (in Korean with English abstract)
- Chung, Y.H.(1989) Distribution pattern of alpine plants in South Korea. *Proceedings of the College of Natural Science of Seoul National University* 14: 67-81. (in Korean)
- Curtis, J.T. and R.P. McIntosh(1951) An Upland Forest Continuum in the Prairie-Forest Border Region of Wisconsin. *Ecology* 32: 476-496.
- Erschbamer, B., T. Kiebacher, M. Mallaun and P. Unterluggauer (2009) Short-term signals of climate change along an altitudinal gradient in the South Alps. *Plant Ecol.* 202: 79-89.
- Friis, I. and J.E. Lawesson(1993) Altitudinal zonation in the forest tree flora of Northeast Tropical Africa. *Opera Bot.* 121: 125-127.
- Hamilton, A.C.(1975) A quantitative analysis of altitudinal zonation in Uganda forest. *Vegetatio* 30: 99-106.
- Hill, M.O. and H.G. Gauch(1980) Detrended Correspondence Analysis: An Improved Ordination Technique. *Vegetatio* 42: 47-58.
- Hill, M.O.(1979a) DECORANA-a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. *Ecology and Systematics*, Cornell Univ., Ithaca, New York, 520pp.
- Hill, M.O.(1979b) TWINSpan-a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. *Ecology and Systematics*, Cornell Univ., Ithaca, New York, 990pp.
- Hong, M.P., H.J. Lee, Y.M. Chun and B.R. Hong(2010) Flora of Mt. Seorak, Gwangwon-do. *Korean J. Environ. Ecol.* 24(4): 436-486. (in Korean with English abstract)
- IPCC(2021) *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*.
- Karizumi, N.(1980) Vegetation of Subalpine Coniferous Forest in Japan. *The Japanese Society of Forest Environment* 22(2): 22-30. (in Japanese)

- Kim, E.S., J.S. Lee, G.E. Park and J.H. Lim(2019) Change of Subalpine Coniferous Forest Area over the Last 20 Years. *Journal of Korean Society of Forest Science* 108(1): 10-20. (in Korean with English abstract)
- Kim, J.D.(2021) Stand Dynamics and Environmental Factor of the Coniferous Forest(*Abies koreana* and *A. nephrolepis*) at the Subalpine Zone in Jiri Mountain and Seorak Mountain. Ph.D. dissertation, Kongju National University, 109pp. (in Korean with English abstract)
- Kim, J.D., G.E. Park, J.H. Lim and C.W. Yun(2018) The Change of seeding emergence of *Abies koreana* and altitudinal species composition in the subalpine area of Mt. Jiri over short-term(2015-2017). *Korean J. Environ. Ecol.* 32(3): 313-322. (in Korean with English abstract)
- Kim, J.D., J.H. Lim and C.W. Yun(2019) Dynamics of *Abies nephrolepis* Seedlings in Relation to Environmental Factors in Seorak Mountain, South Korea. *Forests* 10(8): 702.
- Kim, J.D., S.Y. Byeon, J.H. Song, S.B. Chae, H.J. Kim, J.E. Lee, I.S. Yun and C.W. Yun(2020) Species Composition Dynamics and Seedling Density Along Altitudinal Gradients in Coniferous Forests of Seorak Mountain. *J. Korean Soc. For. Sci.* 109(2): 115-123. (in Korean with English abstract)
- Kim, N.S. and H.C. Lee(2013) A study on change and distributions of Korean fir in sub-alpine zone. *J. Korean Env. Res. Tech.* 16(5): 49-57. (in Korean with English abstract)
- Kim, S.Y.(2012) Syntaxonomy of Subalpine Vegetation in Korea. Department of Biology Graduate School Keimyung Univ., 145pp. (in Korean with English abstract)
- Kim, Y.S., D.O. Lim, S.H. Chun, K.H. Kang and H.T. Shin(1998) Flora of Naesorak in Soraksan National Park. *Kor. J. Env. Eco.* 11(4): 415-432. (in Korean with English abstract)
- Kong, W.S.(2000) Geoecology on the subalpine Vegetation and Landscape of Mt. Sorak. *Journal of the Korean Geographical Society* 35(2): 177-187. (in Korean with English abstract)
- Kong, W.S.(2004) Species Composition and Distribution of Native Korean Conifers. *Journal of the Korean Geographical Society* 39(4): 528-543. (in Korean with English abstract)
- Kong, W.S.(2007) Biogeography of Korea plants. GeoBook Publishing, Seoul, Korea, 335pp. (in Korean)
- Kong, W.S., G.O. Kim, S.G. Lee, H.N. Park, H.H. Kim and D.B. Kim(2017) Vegetation and Landscape Characteristics at the Peaks of Mts. Seorak, Jiri and Halla. *Journal of Climate Change Research* 8(4): 401-414. (in Korean with English abstract)
- Koo, K.A., J. Kim, W.S. Kong, H.C. Jang and G.H. Kim(2016) Projecting the potential distribution of *Abies koreana* in Korea under the climate change based on RCP scenarios. *J. Korean Env. Res. Tech.* 19(6): 19-30. (in Korean with English abstract)
- Korea National Arboretum(2008a) Illustrated Pteridophytes of Korea. Korea National Arboretum, Pocheon, Korea, 547pp. (in Korean)
- Korea National Arboretum(2008b) Rare Plants Data Book in Korea. Korea National Arboretum, Pocheon, 412pp. (in Korean)
- Korea National Arboretum(2011) Illustrated Grasses of Korea (Revised and enlarged edition). Korea National Arboretum, Pocheon, Korea, 600pp. (in Korean).
- Korea National Arboretum(2016) Illustrated Cyperaceae of Korea. Korea National Arboretum, Pocheon, Korea, 609pp. (in Korean).
- Korea National Arboretum(2021) Checklist of Vascular Plants in Korea Native Plants. <http://www.nature.go.kr>. Accessed on 18 October, 2021.
- Kullman, K.(1988) Subalpine *Picea abies* Decline in the Swedish Scandes. *Mountain Research and Development* 8(1): 33-42.
- Kwon, H.J., J.H. Gwon, K.S. Han, M.Y. Kim and H.K. Song(2010) Subalpine Forest Vegetation of Daecheongbong Area, Mt. Seoraksan. *Korean J. Environ. Ecol.* 24(2): 194-201. (in Korean with English abstract)
- Lee, C.B., J.H. Chun and H.H. Ahn(2014) Elevational patterns of plant richness and their drivers on an Asian mountain. *Nord. J. Bot.* 32: 347-357.
- Lee, H.Y.(2013) The Phytosociological Characteristics of *Abies nephrolepis* Community and Population Dynamics as Climate Condition Changes in Mt. Seorak, Korea. Ph.D. dissertation, Dongguk University, pp.120-127. (in Korean with English abstract)
- Lee, K.S., O.K. Choi and S.C. Kim(2002) Effects of Human Trampling Disturbance on the Vegetation at the Subalpine Zone near the Peak of Mt. Sorak, Korea. *Korean J. Ecol.* 25(5): 321-328. (in Korean with English abstract)
- Lee, S.C., H.M. Kang, S.H. Choi, S.G. Park and C.Y. Yu(2016) The Change of Vegetation Structure by Slope and Altitude in Taebaeksan Provincial Park. *Korean J. Environ. Ecol.* 30(3): 376-385. (in Korean with English abstract)
- Lee, Y.N.(2000) Alpine Flowers of Korea. Kyohak Publishing Co., Seoul. (in Korean)
- Lenoir, J., J.C. Gégout, J.C. Pierrat, J.D. Bontemps and J.F. Dhôte(2009) Differences between tree species seedling and adult altitudinal distribution in mountain forests during the recent warm period (1986-2006). *Ecography* 32(5): 765-777.
- Melchior, H.(1964) A. Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien, Band II. Gebruder Borntraeger, Belin, Germany, 666pp.
- Ministry of Environment(2017) Wildlife protection and management. <http://www.me.go.kr>.
- Mueller, D.B. and H. Ellenberg(1974) Aims and Method of vegetation Ecology. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Nagy, L. and G. Grabherr(2009) The biology of alpine habitats.

- Oxford University Press, 376pp.
- National Institute of Biological Resources(2012) Red Data Book of Endangered Vascular Plants in Korea. Econature, Seoul, 390pp. (in Korean)
- National Institute of Biological Resources(2014) Endemic Species of Korea-Plantae. National Institute of Biological Resources, Incheon, 912pp. (in Korean)
- National Institute of Biological Resources(2019) National list of species of Korea. <http://www.kbr.go.kr>.
- Ørka, H.O., M.A. Wulder, T. Gobakken and E. Naeset(2012) Subalpine zone delineation using LiDAR and Landsat imagery. *Remote Sensing of Environment* 199: 11-20.
- Park, H.C., G.S. Moon, H. Lee and N.Y. Lee(2020) A Study on the Spatial Information and Location Environment of Dead Coniferous Tree in Subalpine Zone in Jirisan National Park-Focus on Korean Fir(*Abies koreana*) in Banyabong, Yeongsinbong, Cheonwangbong-. *Korean J. Environ. Ecol.* 34(1): 42-54. (in Korean with English abstract)
- Park, H.C., J.H. Lee and G.G. Lee(2014) Predicting the suitable habitat of the *Pinus pumila* under climate change. *Journal of Environmental Impact Assessment* 23(5): 379-392. (in Korean with English abstract)
- Park, I.H.(1985) A Study on Forest Structure and Biomass in Baegwoonsan Natural Ecosystem. Ph.D. dissertation, Seoul National Univ., 42pp. (in Korean with English abstract)
- Park, I.H., J.J. Jang and K.S. Kim(2005) Forest structure in relation to altitude and part of slope in the Mansugol Valley at Woraksan National Park. *Korean J. Environ. Ecol.* 19(2): 99-105. (in Korean with English abstract)
- Park, I.H., S.B. Ryu and Y.C. Choi(1998) Forest Structure in Relation to Slope Aspect and Altitude in Osaek-Taech'ŏngbong-Shinhŭngsa Area at Sŏraksan National Park. *Korean J. Environ. Ecol.* 11(4): 486-492. (in Korean with English abstract)
- Pielou, E.C.(1975) *Mathematical ecology*. John Wiley & Sons, N.Y., 385pp.
- Song, H.K., K.K. Jang and D.H. Oh(1998) An analysis of vegetation-environment relationships of *Quercus mongolica* in Soraksan National Park. *Kor. J. Env. Eco.* 11: 462-468. (in Korean with English abstract)
- Song, Y.H. and C.W. Yun(2006) Vegetation Structure of Subalpine Forest Zone in Mt. Seorak. *Korean J. Environ.Biol.* 24(3): 268-274. (in Korean with English abstract)
- Srivastava, S. and R.P. Shukla(2016) Similarity and difference of species among various plant communities across grassland vegetation of north-eastern Uttar Pradesh. *Journal of Tropical Plant Research* 3(2): 364-369.
- Sugita, H.(1987) Development of Subalpine Coniferous Forests in Relation to The Snow Accumulation Depth and the Extent of Subalpine Area: In the Case of the JO-ETSU Mountains and Vicinity, Central Japan. *Jpn. J. Ecol.* 37: 175-181. (in Japanese with English abstract)
- Yim, Y.J. and S.D. Baek(1985) *Vegetation of Mt. Seorak*. Chungang University Press, Seoul, Korea, 200pp. (in Korean)
- Yim, Y.J. and T. Kira(1975) Distribution of forest vegetation and climate in the Korean Peninsula I. Distribution of some indices of thermal climate. *Japan J. Ecol.* 25: 77-88.
- Yun, J.H., J.H. Kim, S.Y. Kim, C.H. Park and B.Y. Lee(2012) Vertical distribution of vascular plants in Osaek valley, Seoraksan National Park by temperature gradient. *Korean J. Environ. Ecol.* 26(2): 156-185. (in Korean with English abstract)
- Zhang, L., T. Luo, X. Liu and G. Kong(2010) Altitudinal variations in seedling and sapling density and age structure of timberline tree species in the Sergyemla Mountains, southeast Tibet. *Acta Ecologica Sinica* 30(2): 76-80.

APPENDIX

Appendix 1. List of vascular plants on Osaek~Kkeutcheongbong, Osaek~Daecheongbong in Seoraksan National Park, Korea

Family name	Scientific name	A	B	Family name	Scientific name	A	B
Equisetaceae	<i>Equisetum arvense</i> L. 쇠뜨기		○	Aristolochiaceae	<i>Asarum sieboldii</i> Miq. 족도리풀	○	○
Lycopodiaceae	<i>Huperzia miyoshiana</i> (Makino) Ching 다람쥐꼬리		○	Polygonaceae	<i>Bistorta officinalis</i> subsp. <i>japonica</i> (H.Hara) Yonek. 범꼬리	○	○
Selaginellaceae	<i>Selaginella tamariscina</i> (P.Beauv.) Spring 바위손	○		Polygonaceae	<i>Fallopia ciliinervis</i> (Nakai) K.Hammer 나도하수오	○	○
Selaginellaceae	<i>Selaginella helvetica</i> (L.) Link 왜구실사리	○		Polygonaceae	<i>Persicaria nepalensis</i> (Meisn.) H.Gross 산여뀌		○
Selaginellaceae	<i>Selaginella rossii</i> (Baker) Warb. 구실사리	○		Polygonaceae	<i>Polygonum aviculare</i> L. 마디풀	○	
Osmundaceae	<i>Osmunda cinnamomea</i> L. 꿩고비	○	○	Caryophyllaceae	<i>Pseudostellaria heterophylla</i> (Miq.) Pax 개별꽃	○	○
Dennstaedtiaceae	<i>Dennstaedtia wilfordii</i> (T.Moore) H.Christ 황고사리	○	○	Caryophyllaceae	<i>Pseudostellaria palibiniana</i> (Takeda) Ohwi 큰개별꽃	○	○
Polypodiaceae	<i>Lepisorus ussuriensis</i> (Regel & Maack) Ching 산일엽초	○	○	Caryophyllaceae	<i>Lychnis cognata</i> Maxim. 동자꽃	○	○
Thelypteridaceae	<i>Phegopteris connectilis</i> (Michx.) Watt 가래고사리	○	○	Caryophyllaceae	<i>Silene seoulensis</i> Nakai 가는장구채		○
Woodsiaceae	<i>Woodsia manchuriensis</i> Hook. 만주우드풀	○	○	Ranunculaceae	<i>Clematis heracleifolia</i> var. <i>urticifolia</i> (Nakai ex Kitag.) U.C.La 병조희풀	○	○
Woodsiaceae	<i>Woodsia polystichoides</i> D.C.Eaton 우드풀	○	○	Ranunculaceae	<i>Clematis fusca</i> var. <i>flabellata</i> J.S.Kim 요강나물	○	○
Dryopteridaceae	<i>Leptorumohra borealis</i> Shmakov 약살고사리	○	○	Ranunculaceae	<i>Clematis fusca</i> Turcz. 검종덩굴	○	○
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris crassirhizoma</i> Nakai 관중	○	○	Ranunculaceae	<i>Clematis koreana</i> Kom. 세잎종덩굴	○	○
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris monticola</i> (Makino) C.Chr. 왕지네고사리	○	○	Ranunculaceae	<i>Hepatica asiatica</i> Nakai 노루귀	○	○
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris lacera</i> (Thunb.) Kuntze 비늘고사리	○	○	Ranunculaceae	<i>Anemone narcissiflora</i> L. 바람꽃	○	○
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris expansa</i> Fraser-Jenk. & Jermy 퍼진고사리	○	○	Ranunculaceae	<i>Ranunculus chinensis</i> Bunge 젓가락나물		○
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris chinensis</i> (Baker) Koidz. 가는잎족제비고사리	○	○	Ranunculaceae	<i>Thalictrum filamentosum</i> Maxim. 산평의다리	○	○
Dryopteridaceae	<i>Polystichum tripterum</i> (Kunze) C.Presl 십자고사리	○	○	Ranunculaceae	<i>Aconitum longecassidatum</i> Nakai 흰진범		○
Dryopteridaceae	<i>Polystichum ovato-paleaceum</i> var. <i>coraiense</i> (H.Christ) Sa. Kurata 참나도히초미	○	○	Ranunculaceae	<i>Aconitum pseudolaeve</i> Nakai 진범	○	○
Athyriaceae	<i>Deparia pycnosora</i> var. <i>albosquamata</i> M.Kato 흰털고사리	○	○	Ranunculaceae	<i>Aconitum jaluense</i> Kom. 투구꽃	○	○
Athyriaceae	<i>Cornopteris crenulatoserrulata</i> (Makino) Nakai 응달고사리	○	○	Ranunculaceae	<i>Actaea asiatica</i> H.Hara 노루삼	○	○
Athyriaceae	<i>Athyrium niponicum</i> (Mett.) Hance 개고사리		○	Ranunculaceae	<i>Cimicifuga dahurica</i> (Turcz. ex Fisch. & C.A.Mey.) Maxim. 눈빛승마	○	○
Athyriaceae	<i>Athyrium yokoscense</i> (Franch. & Sav.) H.Christ 백고사리	○	○	Paeoniaceae	<i>Paeonia japonica</i> (Makino) Miyabe & Takeda 백작약		○
Athyriaceae	<i>Athyrium sinense</i> Rupr. 참새발고사리	○	○	Berberidaceae	<i>Berberis amurensis</i> Rupr. 매발톱나무	○	○
Taxaceae	<i>Taxus cuspidata</i> Siebold & Zucc. 주목	○	○	Berberidaceae	<i>Caulophyllum robustum</i> Maxim. 뿔의다리야재비	○	○
Pinaceae	<i>Abies holophylla</i> Maxim. 전나무	○	○	Magnoliaceae	<i>Magnolia sieboldii</i> K.Koch 함박꽃나무	○	○
Pinaceae	<i>Abies nephrolepis</i> (Trautv. ex Maxim.) Maxim. 분비나무	○	○	Schisandraceae	<i>Schisandra chinensis</i> (Turcz.) Baill. 오미자	○	○
Pinaceae	<i>Pinus pumila</i> (Pall.) Regel 눈잣나무	○	○	Lauraceae	<i>Lindera obtusiloba</i> Blume 생강나무	○	○
Pinaceae	<i>Pinus densiflora</i> Siebold & Zucc. 소나무	○	○	Fumariaceae	<i>Dicentra spectabilis</i> (L.) Lem. 금낭화	○	○
Pinaceae	<i>Pinus koraiensis</i> Siebold & Zucc. 잣나무	○	○	Fumariaceae	<i>Corydalis ochotensis</i> Turcz. 눈괴불주머니	○	○
Cupressaceae	<i>Juniperus rigida</i> Siebold & Zucc. 노간주나무	○	○	Fumariaceae	<i>Corydalis heterocarpa</i> Siebold & Zucc. 염주괴불주머니		○
Cupressaceae	<i>Thuja koraiensis</i> Nakai 눈쭈백	○	○	Fumariaceae	<i>Corydalis speciosa</i> Maxim. 산괴불주머니	○	○
Salicaceae	<i>Populus davidiana</i> Dode 사시나무	○	○	Fumariaceae	<i>Corydalis pallida</i> (Thunb.) Pers. 괴불주머니		○
Salicaceae	<i>Salix rorida</i> Laksch. 분버들	○	○	Brassicaceae	<i>Cardamine flexuosa</i> With. 황새냉이	○	○
Salicaceae	<i>Salix caprea</i> L. 호랑버들	○	○	Brassicaceae	<i>Cardamine amaraeformis</i> Nakai 꽃황새냉이	○	○
Juglandaceae	<i>Juglans mandshurica</i> Maxim. 가래나무	○	○	Brassicaceae	<i>Cardamine leucantha</i> (Tausch) O.E.Schulz 마나리냉이	○	○
Betulaceae	<i>Betula costata</i> Trautv. 거제수나무	○	○	Brassicaceae	<i>Barbarea vulgaris</i> R.Br. 유럽나도냉이		○
Betulaceae	<i>Betula ermanii</i> Cham. 사스래나무	○	○	Brassicaceae	<i>Barbarea orthoceras</i> Ledeb. 나도냉이		○
Betulaceae	<i>Betula chinensis</i> Maxim. 개박달나무	○	○	Brassicaceae	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik. 냉이		○
Betulaceae	<i>Betula schmidtii</i> Regel 박달나무	○	○	Crassulaceae	<i>Meterostachys sikokianus</i> (Makino) Nakai 난쟁이바위술		○
Betulaceae	<i>Betula dahurica</i> Pall. 물박달나무	○	○	Crassulaceae	<i>Hylotelephium viviparum</i> (Maxim.) H.Ohba 새끼팽의비름	○	○
Betulaceae	<i>Alnus mandshurica</i> (Callier ex C.K.Schneid.) Hand.-Mazz. 덩굴오리나무	○	○	Crassulaceae	<i>Sedum kamschaticum</i> Fisch. & C.A.Mey. 기린초	○	○
Betulaceae	<i>Carpinus cordata</i> Blume 까치박달	○	○	Crassulaceae	<i>Sedum latiovalifolium</i> Y.N.Lee 태백기린초		○
Betulaceae	<i>Carpinus laxiflora</i> (Siebold & Zucc.) Blume 서어나무	○	○	Crassulaceae	<i>Sedum polytrichoides</i> Hemsl. 바위채송화	○	○
Betulaceae	<i>Corylus heterophylla</i> Fisch. ex Trautv. 개암나무	○	○	Saxifragaceae	<i>Rodgersia podophylla</i> A.Gray 도깨비부채		○
Betulaceae	<i>Corylus sieboldiana</i> Blume 참개암나무	○	○	Saxifragaceae	<i>Astilbe chinensis</i> (Maxim.) Franch. & Sav. 노루오줌	○	○
Fagaceae	<i>Quercus mongolica</i> Fisch. ex Ledeb. 신갈나무	○	○	Saxifragaceae	<i>Astilbe koreana</i> (Kom.) Nakai 속은노루오줌	○	○
Ulmaceae	<i>Ulmus laciniata</i> (Trautv.) Mayr 난티나무		○	Saxifragaceae	<i>Saxifraga fortunei</i> var. <i>alpina</i> (Matsum. & Nakai) Nakai 바위떡풀	○	○
Ulmaceae	<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i> (Rehder) Nakai 느릅나무	○	○	Saxifragaceae	<i>Micranthes octopetala</i> (Nakai) Y.I.Kim & Y.D.Kim 구살바위취		○
Urticaceae	<i>Urtica angustifolia</i> Fisch. ex Hornem. 가는잎췌기풀	○	○	Saxifragaceae	<i>Saxifraga oblongifolia</i> Nakai 참바위취	○	○
Urticaceae	<i>Pilea peploides</i> (Gaudich.) Hook. & Arn. 물봉이	○	○	Saxifragaceae	<i>Chrysosplenium barbatum</i> Nakai 흰털팽이는		○
Urticaceae	<i>Pilea japonica</i> (Maxim.) Hand.-Mazz. 산물통이	○	○	Hydrangeaceae	<i>Deutzia glabrata</i> Kom. 물참대	○	○
Urticaceae	<i>Boehmeria tricuspis</i> (Hance) Makino 거북꼬리	○	○	Hydrangeaceae	<i>Deutzia uniflora</i> Shirai 매화말발도리	○	○

Appendix 1. (Continued)

Family name	Scientific name	A	B	Family name	Scientific name	A	B
Hydrangeaceae	<i>Philadelphus schrenkii</i> Rupr. 고광나무	○	○	Violaceae	<i>Viola albida</i> Palib. 태백제비꽃	○	○
Grossulariaceae	<i>Ribes mandshuricum</i> (Maxim.) Kom. 까치밥나무	○	○	Violaceae	<i>Viola collina</i> Besser 등근털제비꽃		○
Grossulariaceae	<i>Ribes maximowiczianum</i> Kom. 명자순	○	○	Violaceae	<i>Viola rossii</i> Hemsl. 고갈제비꽃	○	○
Rosaceae	<i>Sorbaria sorbifolia</i> (L.) A.Braun 쉬땅나무	○	○	Violaceae	<i>Viola phalacrocarpa</i> Maxim. 털제비꽃	○	
Rosaceae	<i>Spiraea chamaedryfolia</i> L. 인가목조팝나무	○		Violaceae	<i>Viola diamantiaca</i> Nakai 금강제비꽃	○	○
Rosaceae	<i>Spiraea blumei</i> G.Don 산조팝나무		○	Violaceae	<i>Viola selkirkii</i> Pursh ex Goldie 뫼제비꽃		○
Rosaceae	<i>Spiraea fritschiana</i> C.K.Schneid. 참조팝나무	○	○	Violaceae	<i>Viola orientalis</i> (Maxim.) W.Becker 노랑제비꽃	○	○
Rosaceae	<i>Stephanandra incisa</i> (Thunb.) Zabel 국수나무	○	○	Cucurbitaceae	<i>Schizopepon bryoniifolius</i> Maxim. 산외		○
Rosaceae	<i>Aruncus dioicus</i> var. <i>kamtschaticus</i> H.Hara 눈개승마	○	○	Onagraceae	<i>Circaea alpina</i> L. 쥐털이슬		○
Rosaceae	<i>Potentilla supina</i> L. 개소리랑개비	○		Alangiaceae	<i>Alangium platanifolium</i> var. <i>trilobum</i> (Miq.) Ohwi 박취나무		○
Rosaceae	<i>Potentilla dickinsii</i> Franch. & Sav. 돌양지꽃	○	○	Araliaceae	<i>Kalopanax septemlobus</i> (Thunb.) Koidz. 음나무	○	○
Rosaceae	<i>Potentilla fragarioides</i> L. 양지꽃	○		Araliaceae	<i>Oplopanax elatus</i> (Nakai) Nakai 맛두릅나무		○
Rosaceae	<i>Rubus crataegifolius</i> Bunge 산딸기	○	○	Araliaceae	<i>Aralia elata</i> (Miq.) Seem. 두릅나무		○
Rosaceae	<i>Rubus idaeus</i> L. 명덕딸기	○	○	Araliaceae	<i>Aralia cordata</i> var. <i>continentalis</i> (Kitag.) Y.C.Chu 독활	○	○
Rosaceae	<i>Rubus oldhamii</i> Miq. 줄딸기	○	○	Apiaceae	<i>Bupleurum euphorbioides</i> Nakai 등대시호	○	○
Rosaceae	<i>Filipendula glaberrima</i> Nakai 터리풀	○	○	Apiaceae	<i>Bupleurum longiradiatum</i> Turcz. 개시호		○
Rosaceae	<i>Filipendula palmata</i> (Pall.) Maxim. 단풍터리풀	○	○	Apiaceae	<i>Pimpinella brachycarpa</i> (Kom.) Nakai 참나물		○
Rosaceae	<i>Sanguisorba hakusanensis</i> Makino 산오이풀	○	○	Apiaceae	<i>Pleurospermum kamtschaticum</i> Hoffm. 왜우산풀		○
Rosaceae	<i>Rosa koreana</i> Kom. 흰인가목	○	○	Apiaceae	<i>Angelica gigas</i> Nakai 당귀		○
Rosaceae	<i>Rosa acicularis</i> Lindl. 인가목	○	○	Apiaceae	<i>Angelica amurensis</i> Schischk. 지리강활		○
Rosaceae	<i>Prunus padus</i> L. 귀룽나무	○	○	Apiaceae	<i>Contioselinum tenuissimum</i> (Nakai) Pimenov & Kljuykov 고본	○	○
Rosaceae	<i>Prunus maximowiczii</i> Rupr. 산개벚나무	○		Apiaceae	<i>Peucedanum terebinthaceum</i> (Fisch. ex Trevir.) Ledeb. 기름나물		○
Rosaceae	<i>Sorbus commixta</i> Hedl. 마가목	○	○	Apiaceae	<i>Heracleum moellendorffii</i> Hance 어수리		○
Rosaceae	<i>Sorbus alnifolia</i> (Siebold & Zucc.) K.Koch 팔배나무	○	○	Cornaceae	<i>Cornus controversa</i> Hemsl. 층층나무		○
Fabaceae	<i>Maackia amurensis</i> Rupr. 다릅나무	○	○	Ericaceae	<i>Rhododendron brachycarpum</i> D.Don ex G.Don 만병초	○	○
Fabaceae	<i>Lespedeza maximowiczii</i> C.K.Schneid. 조록싸리	○	○	Ericaceae	<i>Rhododendron mucronulatum</i> Turcz. 진달래	○	○
Fabaceae	<i>Lespedeza bicolor</i> Turcz. 싸리	○	○	Ericaceae	<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>ciliatum</i> Nakai 털진달래		○
Fabaceae	<i>Vicia pseudorobus</i> Fisch. & C.A.Mey. 큰등갈퀴	○	○	Ericaceae	<i>Rhododendron schlippenbachii</i> Maxim. 철쭉	○	○
Fabaceae	<i>Vicia venosa</i> var. <i>cuspidata</i> Maxim. 광릉갈퀴	○	○	Ericaceae	<i>Vaccinium hirtum</i> var. <i>koreanum</i> (Nakai) Kitam. 산앵도나무	○	○
Fabaceae	<i>Vicia unijuga</i> A.Braun 나비나물	○		Primulaceae	<i>Trientalis europaea</i> subsp. <i>arctica</i> (Fisch. ex Hook.) Hultén 기생꽃		○
Geraniaceae	<i>Geranium koreanum</i> Kom. 등근이질풀	○	○	Primulaceae	<i>Lysimachia clethroides</i> Duby 큰까치수염		○
Balsaminaceae	<i>Impatiens nolitangere</i> L. 노랑물봉선	○	○	Symplocaceae	<i>Symplocos sawafutagi</i> Nagam. 노린재나무	○	○
Balsaminaceae	<i>Impatiens textori</i> Miq. 물봉선	○	○	Styracaceae	<i>Styrax obassia</i> Siebold & Zucc. 쪽동백나무		○
Rutaceae	<i>Phellodendron amurense</i> Rupr. 황벽나무	○	○	Oleaceae	<i>Fraxinus mandshurica</i> Rupr. 들메나무		○
Celastraceae	<i>Euonymus pauciflorus</i> Maxim. 회목나무	○		Oleaceae	<i>Fraxinus rhynchophylla</i> Hance 물푸레나무	○	○
Celastraceae	<i>Euonymus oxyphyllus</i> Miq. 참회나무		○	Oleaceae	<i>Syringa wolfii</i> C.K.Schneid. 꽃개회나무		○
Celastraceae	<i>Euonymus sachalinensis</i> (F.Schmidt) Maxim. 회나무	○	○	Oleaceae	<i>Syringa pubescens</i> subsp. <i>patula</i> (Palib.) M.C.Chang & X.L.Chen 털개회나무		○
Celastraceae	<i>Euonymus macropterus</i> Rupr. 나래회나무	○	○	Gentianaceae	<i>Swertia tetrapetala</i> Pall. 네귀쓴풀		○
Celastraceae	<i>Celastrus orbiculatus</i> Thunb. 노박덩굴		○	Gentianaceae	<i>Gentiana triflora</i> Pall. 과남풀		○
Celastraceae	<i>Tripterygium regelii</i> Sprague & Takeda 미역줄나무	○	○	Solanaceae	<i>Scopolia japonica</i> Maxim. 미치광이풀		○
Staphyleaceae	<i>Staphylea bumalda</i> DC. 고추나무	○	○	Phrymaceae	<i>Phryma leptostachya</i> var. <i>oblongifolia</i> (Koidz.) Honda 파리풀		○
Anacardiaceae	<i>Rhus javanica</i> L. 불나무		○	Lamiaceae	<i>Scutellaria indica</i> L. 골무꽃		○
Aceraceae	<i>Acer pictum</i> var. <i>mono</i> (Maxim.) Franch. 고로쇠나무	○	○	Lamiaceae	<i>Agastache rugosa</i> (Fisch. & C.A.Mey.) Kuntze 배초향	○	○
Aceraceae	<i>Acer komarovii</i> Pojark. 시달나무	○	○	Lamiaceae	<i>Meehania urticifolia</i> (Miq.) Makino 벌개덩굴		○
Aceraceae	<i>Acer barbinerve</i> Maxim. 청시달나무	○	○	Lamiaceae	<i>Salvia chanryoenica</i> Nakai 참배암차즈기	○	○
Aceraceae	<i>Acer ukurunduense</i> Trautv. & C.A.Mey. 부계꽃나무	○	○	Lamiaceae	<i>Isodon excisus</i> (Maxim.) Kudō 오리방풀	○	○
Aceraceae	<i>Acer pseudosieboldianum</i> (Pax) Kom. 당단풍나무	○	○	Scrophulariaceae	<i>Scrophularia kakudensis</i> Franch. 큰개현삼		○
Aceraceae	<i>Acer mandshuricum</i> Maxim. 복장나무	○	○	Scrophulariaceae	<i>Scrophularia koraiensis</i> Nakai 토현삼		○
Rhamnaceae	<i>Rhamnus davurica</i> Pall. 갈매나무	○		Scrophulariaceae	<i>Pseudolysimachion rotundum</i> var. <i>subintegrum</i> T.Yamaz. 산꼬리풀		○
Vitaceae	<i>Vitis amurensis</i> Rupr. 왕머루	○	○	Scrophulariaceae	<i>Melampyrum roseum</i> var. <i>ovalifolium</i> (Nakai) Nakai ex Beauverd 알머느리밥풀		○
Vitaceae	<i>Parthenocissus tricuspidata</i> Planch. 담쟁이덩굴		○	Scrophulariaceae	<i>Melampyrum setaceum</i> var. <i>nakaianum</i> (Tuyama) T.Yamaz. 새머느리밥풀		○
Tiliaceae	<i>Tilia amurensis</i> Rupr. 피나무	○	○	Scrophulariaceae	<i>Pedicularis mandshurica</i> Maxim. 만주송이풀		○
Tiliaceae	<i>Tilia mandshurica</i> Rupr. & Maxim. 찰피나무		○	Scrophulariaceae	<i>Pedicularis resupinata</i> var. <i>umbrosa</i> Kom. ex Nakai 그늘송이풀		○
Actinidiaceae	<i>Actinidia polygama</i> (Siebold & Zucc.) Maxim. 개다래	○	○	Scrophulariaceae	<i>Pedicularis resupinata</i> L. 송이풀		○
Actinidiaceae	<i>Actinidia kolomikta</i> (Maxim. & Rupr.) Maxim. 쥐다래	○	○	Plantaginaceae	<i>Plantago asiatica</i> L. 질경이		○



Appendix 1. (Continued)

Family name	Scientific name	A	B	Family name	Scientific name	A	B
Actinidiaceae	<i>Actinidia arguta</i> (Siebold & Zucc.) Planch. ex Miq. 다래	○	○	Rubiaceae	<i>Rubia chinensis</i> Regel & Maack 큰꼭두선이	○	
Clusiaceae	<i>Hypericum ascyron</i> L. 물레나물	○	○	Rubiaceae	<i>Rubia argyi</i> H.Hara ex Lauener & D.K.Ferg. 꼭두선이	○	○
Violaceae	<i>Viola albida</i> var. <i>takahashii</i> (Nakai) Nakai 단풍제비꽃	○	○	Rubiaceae	<i>Rubia cordifolia</i> L. 갈퀴꼭두선이	○	○
Rubiaceae	<i>Galium maximowiczii</i> (Kom.) Pobed. 개갈퀴	○	○	Asteraceae	<i>Crepidiastrum chelidoniifolium</i> (Makino) Pak & Kawano 까치고들빼기	○	○
Adoxaceae	<i>Sambucus williamsii</i> Hance 땃총나무	○	○	Poaceae	<i>Agrostis clavata</i> Trin. 산겨이삭	○	○
Viburnaceae	<i>Viburnum wrightii</i> Miq. 산가막살나무	○	○	Poaceae	<i>Agrostis clavata</i> var. <i>nukabo</i> Ohwi 겨이삭	○	○
Viburnaceae	<i>Viburnum koreanum</i> Nakai 배암나무	○	○	Poaceae	<i>Calamagrostis purpurea</i> (Trin.) Trin. 산새풀	○	○
Viburnaceae	<i>Viburnum opulus</i> var. <i>sargentii</i> (Koehne) Takeda 백당나무	○	○	Poaceae	<i>Stipa pekinensis</i> Hance 나래새	○	○
Diervillaceae	<i>Weigela florida</i> (Bunge) A.DC. 붉은병꽃나무	○	○	Poaceae	<i>Festuca arundinacea</i> Schreb. 큰김의털		○
Caprifoliaceae	<i>Lonicera caerulea</i> L. 땡땡이나무	○		Poaceae	<i>Festuca ovina</i> var. <i>alpina</i> (Suter) Winm. & Grab. 두메김의털	○	○
Caprifoliaceae	<i>Lonicera subsessilis</i> Rehder 청괴불나무	○	○	Poaceae	<i>Poa annua</i> L. 새포아풀		○
Caprifoliaceae	<i>Lonicera maximowiczii</i> (Rupr.) Regel 홍괴불나무	○	○	Poaceae	<i>Poa matsumurae</i> Hack. 가는포아풀		○
Valerianaceae	<i>Patrinia saniculifolia</i> Hemsl. 금마타리	○	○	Poaceae	<i>Melica onoei</i> Franch. & Sav. 쌀새	○	○
Valerianaceae	<i>Patrinia scabiosifolia</i> Fisch. ex Trevir. 마타리	○	○	Poaceae	<i>Melica nutans</i> L. 왕쌀새	○	○
Valerianaceae	<i>Patrinia villosa</i> (Thunb.) Juss. 뚝갈	○	○	Poaceae	<i>Arundinella hirta</i> (Thunb.) Tanaka 새	○	○
Campanulaceae	<i>Adenophora grandiflora</i> Nakai 도라지모시대	○	○	Poaceae	<i>Spodipogon sibiricus</i> Trin. 큰기름새	○	○
Campanulaceae	<i>Adenophora lamarckii</i> Fisch. 두메잔대	○	○	Poaceae	<i>Microstegium vimineum</i> (Trin.) A.Camus 나도바랭이새		○
Campanulaceae	<i>Adenophora triphylla</i> var. <i>japonica</i> (Regel) H.Hara 잔대	○	○	Cyperaceae	<i>Carex laevissima</i> Nakai 애괭이사초	○	○
Campanulaceae	<i>Adenophora remotiflora</i> (Siebold & Zucc.) Miq. 모시대	○	○	Cyperaceae	<i>Carex augustiniowiczii</i> Meinsh. ex Korsh. 복사초		○
Campanulaceae	<i>Hanabusaya asiatica</i> (Nakai) Nakai 금강초롱꽃	○	○	Cyperaceae	<i>Carex peiktusanii</i> Kom. 백두사초	○	○
Campanulaceae	<i>Codonopsis lanceolata</i> (Siebold & Zucc.) Trautv. 더덕	○		Cyperaceae	<i>Carex humilis</i> var. <i>nana</i> (H. Lev. & Vaniot) Ohwi 가는잎그늘사초	○	○
Asteraceae	<i>Matricaria matricarioides</i> (Less.) Porter ex Britton 죽제비쑥	○	○	Cyperaceae	<i>Carex lanceolata</i> Boott 그늘사초	○	○
Asteraceae	<i>Carpesium triste</i> Maxim. 두메담배풀	○	○	Cyperaceae	<i>Carex okamotai</i> Ohwi 지리대사초	○	○
Asteraceae	<i>Ainsliaea acerifolia</i> Sch. Bip. 단풍취	○	○	Cyperaceae	<i>Carex siderosticta</i> Hance 대사초	○	○
Asteraceae	<i>Solidago virgaurea</i> subsp. <i>asiatica</i> Kitam. ex H.Hara 미역취	○	○	Cyperaceae	<i>Carex bivensis</i> Franch. 솔잎사초	○	○
Asteraceae	<i>Aster scaber</i> Thunb. 참취	○	○	Cyperaceae	<i>Carex bostrychostigma</i> Maxim. 김쪽사초	○	○
Asteraceae	<i>Aster meyerdorffii</i> (Regel & Maack) Voss 개쑥부쟁이	○	○	Araceae	<i>Arisaema amurense</i> Maxim. 둥근잎천남성		○
Asteraceae	<i>Ligularia fischeri</i> (Ledeb.) Turcz. 곱취	○	○	Araceae	<i>Arisaema amurense</i> f. <i>serratum</i> (Nakai) Kitag. 천남성	○	○
Asteraceae	<i>Tephrosia koreana</i> (Kom.) B.Nord. & Pelsler 국화방망이	○	○	Araceae	<i>Symplocarpus nipponicus</i> Makino 애기얇은부채	○	○
Asteraceae	<i>Parasenecio adenostyloides</i> (Franch. & Sav. ex Maxim.) H.Koyama 게박쥐나물	○	○	Commelinaceae	<i>Commelina communis</i> L. 닭의장풀	○	○
Asteraceae	<i>Parasenecio auriculatus</i> var. <i>kamtschaticus</i> (Maxim.) H.Koyama 나래박쥐나물	○	○	Juncaceae	<i>Luzula multiflora</i> (Ehrh.) Lej. 산평의밥		○
Asteraceae	<i>Syneilesis palmata</i> (Thunb.) Maxim. 우산나물	○	○	Liliaceae	<i>Heloniopsis koreana</i> S. Fuse, N.S.Lee & M.N.Tamura 쳐너치마		○
Asteraceae	<i>Dendranthema zavadskii</i> var. <i>latilobum</i> Kitam. 구절초	○	○	Liliaceae	<i>Veratrum maackii</i> Regel 여로	○	○
Asteraceae	<i>Dendranthema oreastrum</i> (Hance) Ling 바위구절초	○	○	Liliaceae	<i>Veratrum oxyspalum</i> Turcz. 박새	○	○
Asteraceae	<i>Artemisia keiskeana</i> Miq. 맑은대쑥	○	○	Liliaceae	<i>Lilium tsingtauense</i> Gilg 하늘말나리	○	○
Asteraceae	<i>Artemisia stolonifera</i> (Maxim.) Kom. 넓은잎외잎쑥	○	○	Liliaceae	<i>Lilium distichum</i> Nakai 말나리	○	○
Asteraceae	<i>Artemisia rubripes</i> Nakai 덩불쑥	○	○	Liliaceae	<i>Erythronium japonicum</i> Decne. 일레지	○	○
Asteraceae	<i>Artemisia indica</i> Willd. 쑥	○	○	Liliaceae	<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i> (Miq.) Ohwi 둥굴레	○	○
Asteraceae	<i>Atractylodes ovata</i> (Thunb.) DC. 삽주	○	○	Liliaceae	<i>Polygonatum inflatum</i> Kom. 퉁퉁굴레	○	○
Asteraceae	<i>Cirsium setidens</i> (Dunn) Nakai 고려엉겅퀴	○	○	Liliaceae	<i>Polygonatum involucratum</i> (Franch. & Sav.) Maxim. 용둥굴레	○	○
Asteraceae	<i>Saussurea calcicola</i> Nakai 사창분취	○	○	Liliaceae	<i>Streptopus ovalis</i> (Owhi) F.T.Wang & Y.C.Tang 금강죽대야재비	○	○
Asteraceae	<i>Saussurea gracilis</i> Maxim. 은분취	○	○	Liliaceae	<i>Clintonia udensis</i> Trautv. & C.A.Mey. 나도옥잠화	○	○
Asteraceae	<i>Saussurea grandifolia</i> Maxim. 서덜취	○	○	Liliaceae	<i>Maianthemum bicolor</i> (Nakai) Cubey 자주숨대	○	○
Asteraceae	<i>Saussurea macrolepis</i> (Nakai) Kitam. 각시서덜취	○	○	Liliaceae	<i>Maianthemum japonicum</i> (A.Gray) La Frankie 풀숨대	○	○
Asteraceae	<i>Saussurea tanakae</i> Franch. & Sav. ex Maxim. 당분취	○	○	Liliaceae	<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F.W.Schmidt 두루미꽃	○	○
Asteraceae	<i>Saussurea diamantina</i> Nakai 금강분취	○	○	Liliaceae	<i>Convallaria keiskei</i> Miq. 은방울꽃	○	○
Asteraceae	<i>Synurus deltooides</i> (Aiton) Nakai 수리취	○	○	Liliaceae	<i>Paris verticillata</i> M.Bieb. 삿갓나물	○	○
Asteraceae	<i>Taraxacum ohwianum</i> Kitam. 산민들레	○	○	Liliaceae	<i>Trillium camschatcense</i> Ker Gawl. 연영초	○	○
Asteraceae	<i>Taraxacum officinale</i> F.H.Wigg. 서양민들레	○	○	Smilacaceae	<i>Smilax nipponica</i> Miq. 선밀나물	○	○
Asteraceae	<i>Prenanthes ochroleuca</i> (Maxim.) Hemsl. 왕씀배	○	○	Dioscoreaceae	<i>Dioscorea nipponica</i> Makino 부채마		○
Asteraceae	<i>Lactuca raddeana</i> Maxim. 산쑥마귀	○	○	Dioscoreaceae	<i>Dioscorea quinqueloba</i> Thunb. 단풍마		○
Asteraceae	<i>Lactuca triangulata</i> Maxim. 두메고들빼기	○	○	Orchidaceae	<i>Cephalanthera longibracteata</i> Blume 은대난초	○	○
Asteraceae	<i>Crepidiastrum denticulatum</i> (Houtt.) Pak & Kawano 이고들빼기	○	○	Orchidaceae	<i>Liparis makinoana</i> Schltr. 나리난초	○	○