

## 백두대간 보호지역 침엽수림의 식생분류, 종다양성 및 구조적 특성

조현제<sup>1</sup> · 김준수<sup>1</sup> · 조준희<sup>1</sup> · 오승환<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>자연과숲연구소, <sup>2</sup>경북대학교 산림과학 · 조경학부

### Vegetation Classification, Species Diversity, and Structural Characteristics of Coniferous Forest in Baekdudaegan Protected Area, Korea

Hyun-Je Cho<sup>1</sup>, Jun-Soo Kim<sup>1</sup>, Joon-Hee Cho<sup>1</sup> and Seung-Hwan Oh<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Nature and Forest Research Institute, Daegu 41476, Korea

<sup>2</sup>School of Forest Sciences and Landscape Architecture, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

**요약:** 백두대간 보호지역 침엽수림은 기후변화, 식생전이, 인간간섭 등 다양한 교란 요인으로 토지 본래의 식생 조성 구조의 변화가 커서 생태적 안정성과 더불어 경관적 다양성과 특이성이 점차 저하되고 있다. 본 연구는 백두대간 보호지역 침엽수림의 전면적이고 종합적인 보전 방안 수립의 기초자료를 제공할 목적으로 2016년에서 2020년까지 5년간 수행된 산림청 백두대간 자원실태변화조사에서 수집된 총 755개 임분의 식생정보를 바탕으로 정량적인 ZM학파의 식물사회학적 방법과 정량적인 이원지표중분석 방법(TWINSPAN)을 병용하여 종조성적 식생유형을 구분하고 그 종다양성과 구조적 특성을 파악하였다. 그 결과, 백두대간 보호지역 침엽수림의 식생유형은 2개 군락군, 4개 군락, 7개 아군락, 그리고 14개 변군락의 식생단위 체계 하에 총 15개 유형으로 구분되었다. 또한, 침엽수림 구성종의 100 m<sup>2</sup>당 평균 총피도와 출현종수는 각각 232%, 21종 그리고 종다양도와 종우점도 지수는 각각 평균 1.907, 0.222로 나타났다.

**Abstract:** Coniferous forests in the Baekdudaegan protected area are gradually losing their landscape diversity and uniqueness along with their ecological stability due to changes in vegetation composition and structures caused by various disturbance factors, such as climate change, vegetation succession, and human interference. This study provides basic data for establishing a comprehensive conservation plan for coniferous forests in the Baekdudaegan protected area. We classified the vegetation unit types using the Zürich-Montpellier School of Phytosociology and two-way indicator species analysis methods and analyzed the species diversity and structural characteristics based on the vegetation information of 755 stands collected in the natural resources change survey of the Baekdudaegan mountains (2016 to 2020) by the Korea Forest Service. Therefore, the vegetation of the coniferous forests of the Baekdudaegan protected area was classified into 15 types under the vegetation unit hierarchy of two community groups, four communities, seven sub-communities, and 14 variants. Furthermore, we compared the total coverage among vegetation types, importance values, constancy classes, life-forms, and diversity indices. Additionally, the average total coverage and number of species per 100 m<sup>2</sup> of all coniferous forests were 232% and 21 species, respectively, with the species diversity and dominance indices averaging 1.907 and 0.222, respectively.

**Key words:** coniferous forests, vegetation unit types, phytosociology, TWINSPAN

## 서론

현존식생은 현재 그 토지에 생육하여 우리가 직접 볼 수 있는 식물체의 총칭으로 인간간섭 유무에 따라 자연식

생과 대상식생으로 크게 구분하고 있으며, 예로부터 전세계적으로 그 유형화를 통하여 자국 산림생태계의 지속적이고 체계적인 보전과 이용 그리고 효율적인 관리를 위한 기본단위로 널리 활용되고 있다(Goldberg, 2001; Peter et al., 2014; Brohman and Bryant, 2015; Biurrut et al., 2019; Baldwin et al., 2019). 일반적으로 복잡 다양한 육상생태계를 체계적으로 보전하고 복원하기 위해서는 대상 지역 생태계의 구성적 기반이 되는 현존식생에 대한 객관적이

\* Corresponding author

E-mail: oshwan@knu.ac.kr

ORCID

Seung-Hwan Oh  <https://orcid.org/0000-0003-2190-0967>

고 정확한 정보의 수집이 필요하다. 특히 산림생태계는 기후대와 같은 고단위 환경에서 미지형이나 해발고 같은 저단위 환경에 이르는 여러 가지 단위환경에 대응해 다양한 식생상관과 종조성 및 구조적 특성을 나타내고 있으며, 이 중 식생의 종조성은 산림생물종의 번식, 성장, 경쟁 및 개체군 발달에 영향을 미치는 환경요인의 통합 지표로 사용되는 만큼, 이들 특성을 고려한 식생단위의 유형화는 대상 산림생태계의 생태적 보전, 이용 및 관리에 있어 무엇보다도 중요하다. 백두대간은 총연장 약 1600 km의 동아시아에서 가장 길게 이어져 있는 산줄기 특성상 한반도 산림생태계와 생물다양성 유지의 핵심축을 이루고 있다 (Hwang et al., 2020). 우리나라에서는 그 훼손을 방지하기 위하여 2003년 ‘백두대간 보호에 관한 법률’을 제정하고 2005년에 ‘백두대간 보호지역’ 지정 고시와 아울러 ‘백두대간 보호 기본계획’을 수립하여 매년 적극적인 보호정책을 추진하고 있다. 본 연구 대상지인 백두대간 보호지역은 최근 지구온난화와 다양한 훼손압의 심화로 외부 교란에 민감하고 활엽수림으로의 식생천이의 영향을 지속적으로 받고 있는 침엽수림을 중심으로 생태적 및 생물적 측면에서 양적 감소 및 질적 쇠퇴가 가시화되어 가고 있으며, 특히 수분수지가 빈약하고 생산력이 낮은 단위환경에 분포하는 가문비나무군락, 구상나무군락, 분비나무군락, 주목군락 등 아고산성 침엽수림과 절협지에 발달하는 소나무림은 부분적으로 집단 고사 현상이 발생하고 있다 (Lee and Oh, 2013; Park et al., 2020). 따라서 백두대간 보호지역 침엽수림 특유의 식생경관과 다양성 그리고 종조성적 특성의 훼손을 방지하거나 최소화할 수 있는 전면적이고 종합적인 대책 마련을 위해 보호구역 침엽수림에 대한 전면적이고 객관적인 종조성적 식생정보 확보가 시급히 요구된다.

백두대간 보호구역 산림식생을 대상으로 ZM학파의 식물사회학적 방법을 적용한 주요 연구로는 백두대간 전체 마루금 일대 산림식생에 대한 유형 분류 연구(Song, 1991; Lee et al., 1999; Cho et al., 2004; Park et al., 2009; Cho, 2009)와 특정 마루금 구간 일대 산림식생의 유형 분류와 구조 분석 연구(Yun et al., 2010; Lee et al., 2014; Kim et al., 2015; Kim et al., 2018; Song and Yun, 2019; Song et al., 2019; Chae and Yun, 2019; Kim, et al., 2020)가 있으며, 이 중 Park et al.(2009)은 본 연구 방법과 마찬가지로 정성적인 식물사회학적 방법(Braun-Blanquet, 1956)과 정량적인 TWINSPAN 방법(Hill, 1979)을 병용하여 우리나라 백두대간 마루금 일대 침엽수림의 식생형을 소나무-가문비-그늘사초형과 잣나무-관중형 등 2개의 상위단위와 7개의 하위단위로 구분함과 아울러 총피도, 중요치 등 구조적 특성을 파악한 바 있다.

본 연구는 2016년에서 2020년까지 5년간 수행된 산림청 ‘백두대간 자원 실태조사’에 의해 수집된 백두대간 보호지역 침엽수림 식생정보를 토대로 현존 산림식생의 종조성적 유형을 구분함과 아울러 그 생태적 특성을 파악하여 생태학적 측면에서 향후 백두대간 보호지역 침엽수림의 전면적이고 종합적인 보전 계획 수립에 필요한 기초자료를 제공하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 조사지 개황

백두대간은 이북의 백두산에서 시작하여 금강산, 설악산, 태백산, 소백산을 거쳐 지리산으로 이어지는 총연장 약 1,600 km에 달하는 동아시아 지역에서 가장 긴 큰 산줄기이다(Chung et al., 2018). 본 연구의 조사지인 백두대간 보호지역은 백두대간 중 생태계, 자연경관 또는 산림 등에 대하여 특별한 보호가 필요하다고 인정되는 지역을 “백두대간 보호에 관한 법률 제6조의 규정”에 의해 보호되는 고시된 지역으로 핵심구역과 완충구역으로 구분하고 있으며 총면적은 275,465 ha (핵심구역 179,096 ha, 완충구역 96,369 ha)이다(KFS, 2019). 지리적으로는 강원도 고성 향로봉에서 경남 산청 지리산 천왕봉에 이르는 도상거리 약 701 km(실거리 1,240 km)의 마루금과 그 연결지역을 중심으로 자리하고 있으며, 행정구역상으로는 강원, 충북, 전북, 전남, 경북, 경남 등 6개 광역시도 32개 시군에 포함

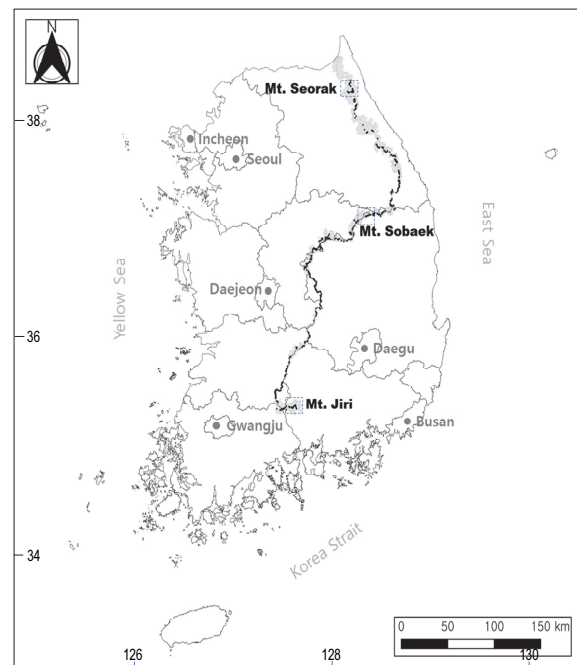


Figure 1. Study area (gray shaded area) and sample plots (dark circles).

되어 있다(Figure 1). 물리적 환경을 보면, 남한지역 구간의 해발고도는 최저 85 m, 최고 1,915 m이며 해발고도 800~1,100 m의 지역이 37.8%로 가장 넓은 면적으로 가지고 있다. 경사도는 20~40°가 68.7%로 대부분을 차지하고, 사면방향은 전체적으로 비교적 고른 분포를 보이고 있었다. 침엽수림은 전체 임상면적의 16.3%인 42,622 ha이며, 토양은 대부분 갈색약건산림토양 및 갈색적운산림토양, 갈색건조산림토양이 대부분을 차지하고 있었다(NIFoS, 2021). 백두대간은 기후적으로는 마루금 동편은 해양성 기후이나 서편은 내륙성 기후를 나타내며 지세도 동편은 경사가 비교적 급하지만 서편은 비교적 완만한 경향이다. 식물구계학적으로는 중부아구에 속한다(Lee and Yim, 2002). 지질은 단일 모암 보다는 화강암, 변성암 그리고 석회암 등 다양한 모암으로 구성되어 있으며 토양은 대개 갈색약건산림토양 및 갈색적운산림토양, 갈색건조산림토양이 대부분을 차지하고 있으며(KIGAM, 2019), 토질면에서는 사양토, 식양토 및 사토로 구성되어 있어 비교적 양호한 편이다. 총 유관속식물은 1997년 1,375종, 2015년 1,237종, 그리고 2020년 1,135종으로 보고되고 있으며, 상층우점종에 의한 침엽수림 개체군으로 자연식생은 가문비나무군락, 구상나무군락, 눈잣나무군락, 눈측백군락, 눈향나무군락, 분비나무군락, 소나무군락, 잣나무군락, 전나무군락, 주목군락 등이, 인공식생은 곶솔군락, 리기다소나무군락, 일본잎갈나무군락, 잣나무군락 등 모두 14개 유형이 분포하고 있다(NIFoS, 2021).

## 2. 조사 및 분석방법

야외 조사는 2016년 6월에서 2020년 9월까지 백두대간 보호지역 내 총 755개소(Figure 1)의 침엽수 우점 임분에서 상관, 임분 크기와 입지환경을 고려하여 가장 전형적인 곳에 10 m×10 m 또는 20 m×20 m 크기의 정방형 방형구를 설치한 후, 서식처 환경조건과 식물사회 종조성의 균질성과 대응성을 강조하는 Z-M학파의 식물사회학적 방법(Braun-Blanquet, 1965)으로 식생조사를 수행하고 그 입지환경 특성(해발고, 사면경사도, 사면방위각, 암석노출도 등)도 파악하였다. 야외에서 수집된 식생조사 자료는 MS-Excel 2016을 이용하여 소표(raw table)화 한 후, 그 소표를 근거로 하여 먼저 Hill(1979)의 이원지표종분석법(TWINSPAN)과 Ellenberg(1956)의 표비교법(Tabular comparison method)을 병용하여 종조성적 기준으로 군락유형을 구분하고, 구분된 군락유형별 구성종의 상재도(constancy class)와 우점도에 의거 남한지역 백두대간 침엽수림의 군락총합표를 작성하였다(Müller-Dombois and Ellenberg, 1974). TWINSPAN의 cut level은 0%, 2%, 5%, 10%, 20%를 적용하였다. 그리고 군락유형간 구성종의 간접적인 생체량, 상

대적인 우세정도, 번식 특성, 종다양성 등을 비교하기 위하여 구성종의 층위별 총피도(total coverage), 중요치(importance value: IV), 평균상대중요치(mean relative importance value: MIV), 생활형 조성(life-forms), 종다양성 지수(species diversity indices) 등을 각각 산출하였다. 총피도는 식생 층위 간 피도 총합, 중요치(IV)는 Curtis and McIntosh(1951)의 평가 기준, 평균상대중요치(MIV)는 Curtis and McIntosh(1951)의 중요치에 식생층위 간 개체 크기를 고려하여 층위별로 가중치를 부여한 (교목층 IV×3+아교목층 IV×2+관목층 IV×1+초본층 IV×0.5)/6.5로 구하였다. 생활형 조성은 Raunkiaer(1934)의 휴면형(dormancy form)과 Numata (1947)의 산포기관형(disseminule forms), 지하기관형(radicoid forms), 그리고 생육형(growth forms) 구분 기준 등을 적용하였다. 종다양성 지수는 종풍부도(species richness index: S), 종다양도(Shannon diversity index; H'), 종균재도(Pielou evenness index; J'), 그리고 종우점도(Simpson dominance index; D) 등을 산출하였다(Shanon and Weaver, 1949; Brower and Zar, 1977). 군락유형 분석에는 TWINSPAN과 PC-ORD version 7(McCune and Mefford, 2016) 그리고 기타 분석에는 Past version 4.06(Hammer, 2021)을 사용하였다. 유관속식물의 동정은 원색대한식물도감(Lee, 2003)을 참조하였으며, 그 학명과 국명은 국가표준식물목록(KNA, 2021) 기준을 적용하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 식생 분류

우리나라 백두대간 침엽수림 755개 임분에서 수집한 식생자료를 정성적인 ZM학파의 식물사회학적 방법과 정량적인 TWINSPAN 방법으로 분석한 결과, 총 15개 식생유형이 구분되었으며, 2개 군락군(community group), 4개 군락(community), 7개 아군락(subcommunity) 그리고 14개 변군락(variant)의 식생단위 체계로 구성되어 있음을 알 수 있었다(Table 1). 이들 군락유형은 해발구배와 수문체계 등 입지환경, 교란정도 그리고 군락성립 역사 등 복합적 요인에 따른 종조성적 차이에 의해 주로 결정되고 있었다. 최상위 식생단위인 군락군 수준에서는 종군 1의 구성종인 생강나무, 물푸레나무, 둥굴레, 조록싸리 등 해발 1000 m 이하의 산복부 식물들이 특징짓는 물푸레나무-생강나무 군락군(*Lindera obtusiloba-Fraxinus rhynchophylla* community group, Table 1: Vegetation unit (VU) I; Vegetation type codes (VT) V01~V08)과 그 대립 종군인 종군 13의 구성종인 미역줄나무, 사스래나무, 마가목, 산앵도나무, 분비나무, 꽃개회나무 등 해발 1,300 m이상의 아고산성 식물

**Table 1.** A synthetic table of floristic composition of coniferous forest in Baekdudaegan protected area, Korea. Roman numerals and Arabic numerals(including r and +) indicate constancy and dominance classes, respectively. Abbreviations of the major tree species are given in parentheses. Asterisks refer to major dominant trees. Differential species and companion species, with less than 5% and 10% frequency of occurrence respectively, were not shown.

Vegetation units & hierarchy	Community group Community Subcommunity Variant	I								II								Frequency (%)	Dominancy forms
		A				B				A				B					
		1		2		1		2		1		2		1		2			
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b		
Vegetation type codes(VT)		V01	V02	V03	V04	V05	V06	V07	V08	V09	V10	V11	V12	V13	V14	V15			
Number of physiognomic vegetation types		5	4	7	4	4	4	3	1	5	4	3	2	2	3	4			
Average number of species occurred		18	19	16	16	25	22	23	22	27	22	32	37	15	15	8			
Number of plots		86	61	241	17	90	20	37	19	60	34	39	17	14	11	9			
<b>1. Character &amp; differential species group of <i>Lindera obtusiloba</i> community group</b>																			
<i>Lindera obtusiloba</i>		III <sub>r-3</sub>	IV <sub>+3</sub>	III <sub>r-4</sub>	I <sub>+1</sub>	III <sub>+3</sub>	II <sub>+2</sub>	IV <sub>+4</sub>	III <sub>r-2</sub>								40	N	
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>		II <sub>+3</sub>	I <sub>+1</sub>	II <sub>r-3</sub>		IV <sub>r-4</sub>	II <sub>+2</sub>	III <sub>+5</sub>	II <sub>-3</sub>		I <sub>+2</sub>						30	MM	
<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i>		I <sub>r-1</sub>	III <sub>r-2</sub>	III <sub>r-3</sub>	I <sub>+</sub>	III <sub>r-2</sub>		II <sub>+2</sub>	I <sub>r+</sub>								26	G	
<i>Rubus crataegifolius</i>		III <sub>r-2</sub>	I <sub>+1</sub>	II <sub>r-3</sub>	I <sub>1</sub>	III <sub>r-2</sub>	III <sub>r-4</sub>	I <sub>+1</sub>	I <sub>-2</sub>			I <sub>+2</sub>					26	N	
<i>Toxicodendron trichocarpum</i>		III <sub>r-2</sub>	IV <sub>+3</sub>	III <sub>r-3</sub>	I <sub>+</sub>	I <sub>+4</sub>		II <sub>+1</sub>	III <sub>+1</sub>								26	M	
<i>Lespedeza maximowiczii</i>		II <sub>+3</sub>	II <sub>+3</sub>	II <sub>r-5</sub>	I <sub>1</sub>	IV <sub>r-4</sub>	I <sub>-3</sub>	III <sub>+2</sub>	I <sub>2</sub>								23	N	
<i>Oplismenus undulatifolius</i>		V <sub>+5</sub>	III <sub>r-2</sub>			I <sub>+1</sub>		II <sub>+2</sub>	III <sub>+2</sub>								19	H	
<i>Lindera erythrocarpa</i>		III <sub>r-3</sub>	II <sub>+3</sub>	I <sub>2-5</sub>				II <sub>r-2</sub>	III <sub>+3</sub>								10	N	
<b>2. Differential species group (DS) of <i>Rhododendron mucronulatum</i>-<i>Pinus densiflora</i> community</b>																			
<i>Pinus densiflora</i> (Pd)		V <sub>-1-5</sub>	IV <sub>-1-5</sub>	V <sub>+5</sub>	II <sub>3-4</sub>	I <sub>+5</sub>	II <sub>1-5</sub>	I <sub>r-5</sub>		I <sub>-3</sub>	I <sub>-5</sub>						51	MM	
<i>Rhododendron mucronulatum</i>		III <sub>r-4</sub>	III <sub>+3</sub>	III <sub>-5</sub>	II <sub>-3</sub>	I <sub>+3</sub>	I <sub>1</sub>		I <sub>1</sub>	II <sub>+4</sub>	II <sub>+4</sub>	I <sub>-4</sub>		I <sub>1</sub>	I <sub>1</sub>		31	N	
<b>3. DS of <i>Zanthoxylum schinifolium</i>-<i>Castanea crenata</i> subcommunity</b>																			
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>		IV <sub>r-3</sub>	III <sub>r-3</sub>	I <sub>r-3</sub>				I <sub>+1</sub>									15	M	
<i>Castanea crenata</i>		III <sub>-5</sub>	IV <sub>r-4</sub>					I <sub>r-2</sub>	II <sub>r-3</sub>								12	MM	
<i>Smilax china</i>		III <sub>r-2</sub>	III <sub>r-2</sub>		I <sub>+</sub>			I <sub>+1</sub>	I <sub>+</sub>								10	N	
<b>4. DS of <i>Quercus serrata</i>-<i>Quercus variabilis</i> variant</b>																			
<i>Spodiopogon sibiricus</i>		III <sub>r-3</sub>	II <sub>+4</sub>		I <sub>+3</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>+1</sub>	I <sub>+4</sub>									16	H	
<i>Quercus variabilis</i>		I <sub>+3</sub>	IV <sub>r-3</sub>	II <sub>r-2</sub>		I <sub>+2</sub>		I <sub>+1</sub>	I <sub>+1</sub>								16	MM	
<i>Quercus serrata</i>		I <sub>r-3</sub>	IV <sub>r-5</sub>	I <sub>r-3</sub>	I <sub>1</sub>			I <sub>r-2</sub>	II <sub>+2</sub>								14	MM	
<i>Quercus dentata</i>		I <sub>r-2</sub>	III <sub>+2</sub>					I <sub>r-1</sub>	I <sub>+1</sub>								6	MM	
<i>Pinus rigida</i> (Pr)		I <sub>-4</sub>	III <sub>-5</sub>														4	MM	
<b>5. DS of <i>Rhododendron schlippenbachii</i>-<i>Fraxinus sieboldiana</i> subcommunity &amp; <i>Acer komarovii</i>-<i>Pinus koraiensis</i> community</b>																			
<i>Fraxinus sieboldiana</i>		I <sub>r-2</sub>	I <sub>+2</sub>	IV <sub>+5</sub>	IV <sub>+2</sub>	I <sub>+2</sub>		II <sub>+2</sub>	I <sub>1</sub>	III <sub>+2</sub>	I <sub>+1</sub>	I <sub>+1</sub>	III <sub>+3</sub>				35	M	
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>		I <sub>-2</sub>	I <sub>+4</sub>	IV <sub>+5</sub>	III <sub>-4</sub>	I <sub>+3</sub>	I <sub>-2</sub>	I <sub>1</sub>		V <sub>+5</sub>	V <sub>+3</sub>	II <sub>+3</sub>	I <sub>1</sub>		I <sub>+</sub>		43	M	
<b>6. DS of <i>Cornus controversa</i>-<i>Larix kaempferi</i> community</b>																			
<i>Cornus controversa</i>		II <sub>-4</sub>		I <sub>+2</sub>	I <sub>1</sub>	III <sub>r-4</sub>	III <sub>+2</sub>	IV <sub>-3</sub>	II <sub>r-2</sub>	I <sub>+1</sub>		I <sub>-3</sub>	III <sub>r-1</sub>				19	MM	
<i>Larix kaempferi</i> (Lk)			II <sub>-5</sub>			IV <sub>-5</sub>	III <sub>+5</sub>	IV <sub>-5</sub>	V <sub>+5</sub>								18	MM	
<i>Rubus pungens</i>		I <sub>+1</sub>				III <sub>-4</sub>	I <sub>+1</sub>	III <sub>+5</sub>	II <sub>+1</sub>								10	N	
<b>7. DS of <i>Carex siderosticta</i>-<i>Artemisia stolonifera</i> subcommunity &amp; <i>Carex siderosticta</i> variant</b>																			
<i>Carex siderosticta</i>		I <sub>+1</sub>	I <sub>+2</sub>	II <sub>r-4</sub>	II <sub>+2</sub>	IV <sub>+5</sub>	III <sub>+3</sub>	I <sub>+2</sub>	I <sub>+</sub>	I <sub>+3</sub>	IV <sub>+3</sub>	IV <sub>+3</sub>	I <sub>+1</sub>	II <sub>+2</sub>			33	H	
<i>Artemisia stolonifera</i>				I <sub>+1</sub>		III <sub>-2</sub>	III <sub>+3</sub>	I <sub>+2</sub>		I <sub>+1</sub>	I <sub>+1</sub>						11	H	
<b>8. DS of <i>Isodon inflexus</i>-<i>Tripterygium regelii</i> variant</b>																			
<i>Isodon inflexus</i>		I <sub>-2</sub>	I <sub>r-1</sub>			III <sub>r-2</sub>		I <sub>+1</sub>	I <sub>+</sub>								10	G	
<b>9. DS of <i>Acer pictum</i> var. <i>mono</i>-<i>Abies holophylla</i> variant</b>																			
<i>Acer pictum</i> var. <i>mono</i>			I <sub>r-2</sub>	I <sub>r+</sub>	I <sub>+3</sub>	V <sub>+4</sub>	II <sub>r-1</sub>	II <sub>+2</sub>	I <sub>+1</sub>		I <sub>+1</sub>	IV <sub>+1</sub>					11	MM	
<i>Tilia amurensis</i>			I <sub>+3</sub>	I <sub>-2</sub>	I <sub>+2</sub>	III <sub>-2</sub>	I <sub>+2</sub>		I <sub>-2</sub>		II <sub>-2</sub>	I <sub>1</sub>			I <sub>1</sub>		10	MM	
<i>Stephanandra incisae</i>		I <sub>+1</sub>		I <sub>-2</sub>	I <sub>r</sub>	I <sub>+4</sub>	III <sub>-4</sub>	I <sub>+2</sub>	I <sub>+2</sub>	I <sub>-2</sub>							8	N	
<i>Carpinus cordata</i>				II <sub>-3</sub>	I <sub>+2</sub>	IV <sub>+3</sub>	I <sub>r+</sub>	I <sub>2</sub>					II <sub>+3</sub>				7	MM	
<i>Abies holophylla</i> (Ah)			I <sub>+4</sub>	I <sub>2</sub>		IV <sub>-5</sub>		I <sub>+</sub>					I <sub>1</sub>				4	MM	
<b>10. DS of <i>Schisandra chinensis</i>-<i>Morus australis</i> subcommunity</b>																			
<i>Morus australis</i>		II <sub>r-1</sub>			I <sub>+1</sub>	I <sub>1</sub>	III <sub>+3</sub>	III <sub>+3</sub>									9	MM	
<i>Schisandra chinensis</i>		I <sub>r-4</sub>		I <sub>+1</sub>	I <sub>+5</sub>	I <sub>-3</sub>	III <sub>+3</sub>	III <sub>+4</sub>									9	N	
<b>11. DS of <i>Parthenocissus tricuspidata</i> variant</b>																			
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>		II <sub>+3</sub>	I <sub>+3</sub>			IV <sub>+3</sub>		I <sub>+1</sub>									8	M	
<b>12. <i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i> variant</b>																			
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>						I <sub>+1</sub>	I <sub>+</sub>	I <sub>-2</sub>	III <sub>+3</sub>			I <sub>+1</sub>					3	MM	
<b>13. Character &amp; differential species of <i>Sorbus commixta</i>-<i>Betula ermanii</i> community group</b>																			
<i>Tripterygium regelii</i>			I <sub>+1</sub>	I <sub>+4</sub>	IV <sub>+2</sub>	IV <sub>+3</sub>	II <sub>+3</sub>		I <sub>1</sub>	V <sub>+5</sub>	IV <sub>+4</sub>	V <sub>+5</sub>	V <sub>+3</sub>	II <sub>+3</sub>	III <sub>+2</sub>	III <sub>+2</sub>	35	M	
<i>Betula ermanii</i>								I <sub>1</sub>		V <sub>-1-4</sub>	IV <sub>+4</sub>	IV <sub>+3</sub>	I <sub>1</sub>	IV <sub>-3</sub>	V <sub>+2</sub>	I <sub>+</sub>	17	MM	
<i>Sorbus commixta</i>							I <sub>-2</sub>	I <sub>+2</sub>		III <sub>r-3</sub>	III <sub>+3</sub>	V <sub>+3</sub>	II <sub>r-1</sub>	III <sub>+2</sub>	I <sub>+1</sub>	II <sub>+1</sub>	15	M	
<i>Vaccinium hirtum</i> var. <i>koreanum</i>				I <sub>r-4</sub>						II <sub>+2</sub>	III <sub>-2</sub>	I <sub>+2</sub>	IV <sub>+2</sub>	V <sub>+2</sub>	III <sub>+2</sub>		14	N	
<i>Abies nephrolepis</i> (An)										V <sub>+5</sub>	V <sub>r-5</sub>	V <sub>-5</sub>	V <sub>-2</sub>	V <sub>-2</sub>	III <sub>-2</sub>		12	MM	
<i>Weigela florida</i>					I <sub>+</sub>	I <sub>+1</sub>				III <sub>+2</sub>	I <sub>+1</sub>	I <sub>+1</sub>	III <sub>+1</sub>	III <sub>+1</sub>	II <sub>1</sub>		8	N	
<i>Phegopteris connectilis</i>										II <sub>+2</sub>	I <sub>+2</sub>	III <sub>-2</sub>	I <sub>3</sub>	II <sub>+1</sub>			6	G	
<i>Syringa villosa</i> subsp. <i>wolfii</i>										I <sub>+3</sub>	III <sub>-3</sub>		IV <sub>+3</sub>	III <sub>+1</sub>	II <sub>+2</sub>		5	M	
<i>Rhododendron brachycarpum</i>										I <sub>r-2</sub>	III <sub>+2</sub>		I <sub>+</sub>	I <sub>1</sub>	II <sub>2-3</sub>		3	N	
<b>14. DS of <i>Sasa borealis</i>-<i>Abies koreana</i> variant &amp; <i>Acer komarovii</i>-<i>Pinus koraiensis</i> community</b>																			
<i>Pinus koraiensis</i> (Pk)		I <sub>r-5</sub>	II <sub>r-5</sub>	I <sub>r-5</sub>	IV <sub>+5</sub>	II <sub>r-5</sub>	I <sub>r+</sub>	II <sub>r-5</sub>	I <sub>+</sub>	V <sub>+4</sub>	V <sub>+5</sub>	V <sub>+5</sub>	IV <sub>r-1</sub>	II <sub>+2</sub>		II <sub>1</sub>	34	MM	
<i>Acer komarovii</i>					I <sub>r</sub>		I <sub>1</sub>		I <sub>1</sub>	IV <sub>+4</sub>	III <sub>+3</sub>	IV <sub>+4</sub>	V <sub>r-5</sub>	II <sub>+1</sub>	I <sub>+1</sub>		16	M	
<i>Solidago virgaurea</i> subsp. <i>asiatica</i>					I <sub>r</sub>	I <sub>r+</sub>	I <sub>+</sub>		I <sub>+</sub>	IV <sub>+2</sub>	II <sub>r-2</sub>	IV <sub>+3</sub>	IV <sub>+1</sub>	II <sub>+1</sub>	II <sub>r-1</sub>	I <sub>+</sub>	15	H	
<i>Abies koreana</i> (Ak)					IV <sub>2-4</sub>		I <sub>3</sub>			V <sub>+5</sub>		I <sub>2</sub>	IV <sub>-1-4</sub>				11	MM	
<i>Maianthemum bifolium</i>										II <sub>+3</sub>	III <sub>+3</sub>	IV <sub>+3</sub>		I <sub>+</sub>	II <sub>+3</sub>		8	G	
<i>Dryopteris expansa</i>									I <sub>+</sub>	III <sub>+3</sub>	I <sub>-3</sub>	III <sub>+3</sub>					7	H	
<i>Veratrum oxysepalum</i>					I <sub>+</sub>				I <sub>+</sub>	II <sub>+2</sub>	I <sub>-2</sub>	III <sub>+3</sub>	III <sub>+1</sub>	I <sub>+</sub>			7	G	
<i>Pedicularis resupinata</i>					I <sub>+</sub>					I <sub>+2</sub>	II <sub>+2</sub>	III <sub>+2</sub>	II <sub>+1</sub>				7	G	
<b>15. DS of <i>Calamagrostis arundinacea</i>-<i>Rhododendron schlippenbachii</i> subcommunity</b>																			
<i>Calamagrostis arundinacea</i>		I <sub>-1</sub>	I <sub>+2</sub>	II <sub>+4</sub>	I <sub>+4</sub>	II <sub>+4</sub>	II <sub>+4</sub>		I <sub>+2</sub>	V <sub>+5</sub>	IV <sub>+4</sub>	I <sub>+2</sub>		II <sub>+2</sub>	II <sub>+2</sub>		30	G	

Table 1. (Continued)

Vegetation type codes	V01	V02	V03	V04	V05	V06	V07	V08	V09	V10	V11	V12	V13	V14	V15	F	D
<b>16. DS of <i>Abies koreana</i>-<i>Picea jezoensis</i> variant</b>																	
<i>Picea jezoensis</i> (Pj)											IV <sub>1-5</sub>					4	MM
<b>17. DS of <i>Dryopteris crassirhizoma</i>-<i>Taxus cuspidata</i> subcommunity</b>																	
<i>Ainsliaea acerifolia</i>			I <sub>r-3</sub>	II <sub>+2</sub>	II <sub>+4</sub>	I <sub>+2</sub>			II <sub>+4</sub>	I <sub>r-2</sub>	III <sub>+5</sub>	IV <sub>1-2</sub>				20	G
<i>Magnolia sieboldii</i>			I <sub>+3</sub>	I <sub>1</sub>	II <sub>+2</sub>	II <sub>+1</sub>		I <sub>+2</sub>	I <sub>+2</sub>	II <sub>r-2</sub>	III <sub>+3</sub>	IV <sub>r-1</sub>				14	MM
<i>Dryopteris crassirhizoma</i>				II <sub>+1</sub>	I <sub>+3</sub>	II <sub>r-3</sub>		I <sub>+</sub>	I <sub>+1</sub>	I <sub>+1</sub>	IV <sub>+4</sub>	V <sub>+2</sub>				10	H
<i>Taxus cuspidata</i> (Tc)				I <sub>2-4</sub>					I <sub>1-4</sub>	I <sub>+2</sub>	IV <sub>+5</sub>	V <sub>1-4</sub>				6	MM
<i>Dryopteris chinensis</i>			I <sub>r-2</sub>	I <sub>+</sub>					I <sub>+1</sub>	I <sub>+1</sub>	III <sub>+2</sub>	III <sub>+1</sub>	I <sub>+</sub>			6	H
<i>Pimpinella brachycarpa</i>				I <sub>r-+</sub>		I <sub>+</sub>		I <sub>+</sub>	I <sub>+1</sub>	+	III <sub>+1</sub>	III <sub>+</sub>	I <sub>+</sub>			6	G
<i>Prunus padus</i>						I <sub>1</sub>			+	1	IV <sub>+3</sub>	III <sub>+1</sub>	I <sub>2</sub>			5	MM
<i>Huperzia serrata</i>				I <sub>+</sub>					I <sub>+1</sub>		II <sub>+1</sub>	III <sub>+1</sub>				3	Ch
<b>18. DS of <i>Carex siderosticta</i>-<i>Euonymus hamiltonianus</i> variant</b>																	
<i>Aconitum jaluense</i>				I <sub>+</sub>	I <sub>+</sub>	II <sub>+</sub>		II <sub>+</sub>	II <sub>+</sub>	I <sub>1-2</sub>	III <sub>+2</sub>	I <sub>+</sub>	I <sub>1</sub>			8	G
<i>Euonymus hamiltonianus</i>				I <sub>1</sub>						II <sub>+2</sub>	IV <sub>+2</sub>	I <sub>1</sub>	I <sub>+</sub>	I <sub>+</sub>	I <sub>+</sub>	5	M
<i>Euonymus sachalinensis</i>				I <sub>+</sub>		I <sub>+2</sub>	I <sub>+1</sub>			I <sub>+</sub>	III <sub>+2</sub>	I <sub>+1</sub>				5	N
<i>Huperzia miyoshiana</i>											III <sub>+1</sub>		I <sub>+</sub>			2	Ch
<i>Prunus maximowiczii</i>										I <sub>+1</sub>	III <sub>1-2</sub>					2	MM
<b>19. DS of <i>Polystichum tripterum</i>-<i>Sasa borealis</i> variant</b>																	
<i>Sasa borealis</i>			I <sub>+5</sub>	V <sub>1-5</sub>	I <sub>+4</sub>	II <sub>+5</sub>		II <sub>1-5</sub>	I <sub>1-5</sub>		I <sub>+1</sub>	V <sub>3-5</sub>				14	N
<i>Asarum sieboldii</i>			I <sub>r-1</sub>	I <sub>r-+</sub>	I <sub>+1</sub>	I <sub>r-+</sub>	I <sub>r-+</sub>	I <sub>+1</sub>	II <sub>+1</sub>	I <sub>+</sub>	II <sub>r-+</sub>	V <sub>r-1</sub>				13	G
<i>Sambucus williamsii</i>				I <sub>1</sub>	II <sub>+2</sub>	I <sub>+</sub>	I <sub>+1</sub>	I <sub>+2</sub>	II <sub>+1</sub>		I <sub>r-1</sub>	IV <sub>+1</sub>				10	M
<i>Weigela subsessilis</i>			I <sub>+1</sub>	I <sub>+2</sub>	I <sub>+3</sub>	II <sub>+2</sub>	I <sub>+2</sub>	I <sub>+</sub>	I <sub>+1</sub>	I <sub>+</sub>		III <sub>+3</sub>	I <sub>+</sub>	I <sub>+</sub>		8	N
<i>Kalopanax septemlobus</i>				I <sub>r-1</sub>	I <sub>+1</sub>	I <sub>+</sub>	I <sub>+</sub>	I <sub>+</sub>	I <sub>+2</sub>		I <sub>1</sub>	III <sub>+1</sub>				7	MM
<i>Polystichum tripterum</i>				I <sub>+</sub>		I <sub>r-+</sub>					I <sub>+1</sub>	V <sub>+2</sub>				4	H
<i>Parasenecio auriculatus</i>				I <sub>+</sub>							I <sub>+</sub>	V <sub>r-2</sub>				3	G
<i>Athyrium vidalii</i>						I <sub>+</sub>				I <sub>+</sub>	I <sub>+2</sub>	III <sub>+1</sub>	I <sub>1</sub>			3	H
<i>Fraxinus mandshurica</i>				I <sub>+3</sub>		I <sub>+</sub>	I <sub>+1</sub>					III <sub>1-3</sub>				3	MM
<i>Acer mandshuricum</i>				I <sub>2</sub>		I <sub>+</sub>					I <sub>1</sub>	III <sub>+2</sub>				2	M
<i>Carex onoei</i>												III <sub>+1</sub>				1	H
<i>Trigonotis icumae</i>						I <sub>+</sub>						III <sub>+1</sub>				1	H
<i>Pseudolysimachion liniifolium</i>												III <sub>+1</sub>				1	H
<i>Dryopteris hondoensis</i>												III <sub>1-2</sub>				1	
<b>20. DS of <i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>ciliatum</i> community</b>																	
<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>ciliatum</i>				I <sub>1</sub>					II <sub>+5</sub>	II <sub>+4</sub>			V <sub>2-4</sub>	V <sub>1-3</sub>	IV <sub>+3</sub>	9	N
<i>Lonicera caerulea</i>													I <sub>+</sub>	II <sub>+1</sub>	II <sub>+2</sub>	6	N
<b>21. DS of <i>Patrinia saniculifolia</i>-<i>Salix hallaisanensis</i> subcommunity</b>																	
<i>Patrinia saniculifolia</i>									I <sub>+2</sub>	II <sub>+2</sub>			III <sub>+1</sub>	III <sub>+1</sub>		4	H
<i>Salix hallaisanensis</i>						I <sub>+</sub>				I <sub>+1</sub>			III <sub>1-3</sub>	III <sub>+2</sub>		2	M
<b>22. DS of <i>Lonicera maximowiczii</i>-<i>Juniperus chinensis</i> var. <i>sargentii</i> variant</b>																	
<i>Lonicera maximowiczii</i>										II <sub>+2</sub>	I <sub>+2</sub>	I <sub>1</sub>	IV <sub>+2</sub>	I <sub>1</sub>	II <sub>+2</sub>	4	N
<i>Syringa pubescens</i> subsp. <i>patula</i>									I <sub>+1</sub>	I <sub>+1</sub>			III <sub>+2</sub>		I <sub>+</sub>	4	N
<i>Juniperus chinensis</i> var. <i>sargentii</i> (Jv)													III <sub>3-4</sub>			1	N
<b>23. DS of <i>Pinus pumila</i> variant</b>																	
<i>Saussurea gracilis</i>									I <sub>+1</sub>	I <sub>+1</sub>			I <sub>+</sub>	III <sub>+1</sub>		3	H
<i>Pinus pumila</i> (Pp)													I <sub>+</sub>	V <sub>+5</sub>	II <sub>5</sub>	2	MM
<i>Pedicularis mandshurica</i>													I <sub>+</sub>	III <sub>+1</sub>		1	G
<i>Bupleurum euphorbioides</i>														II <sub>+3</sub>		0	H
<b>24. DS of <i>Thuja koraiensis</i> subcommunity</b>																	
<i>Thuja koraiensis</i> (Tk)									II <sub>+5</sub>	I <sub>r-2</sub>			I <sub>2-3</sub>	I <sub>+3</sub>	V <sub>4-5</sub>	4	MM
<b>Companions:</b>																	
<i>Quercus mongolica</i>	III <sub>+3</sub>	IV <sub>r-3</sub>	V <sub>+5</sub>	IV <sub>1-5</sub>	V <sub>+4</sub>	V <sub>+3</sub>	II <sub>+2</sub>	I <sub>+2</sub>	III <sub>+4</sub>	IV <sub>+4</sub>	II <sub>+3</sub>	IV <sub>1-3</sub>	III <sub>1-3</sub>	II <sub>+2</sub>	I <sub>1</sub>	68	MM
<i>Carex humilis</i> var. <i>nana</i>	II <sub>+5</sub>	IV <sub>+5</sub>	III <sub>+5</sub>	I <sub>+1</sub>	II <sub>+4</sub>		I <sub>+</sub>	II <sub>+1</sub>	III <sub>+4</sub>	III <sub>+2</sub>	I <sub>+1</sub>		II <sub>+1</sub>	III <sub>+2</sub>		41	H
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	I <sub>1-2</sub>	I <sub>1</sub>	III <sub>r-5</sub>	III <sub>+4</sub>	III <sub>+3</sub>	IV <sub>+5</sub>	I <sub>+2</sub>	II <sub>+2</sub>	III <sub>+3</sub>	III <sub>+4</sub>	IV <sub>+3</sub>	V <sub>+3</sub>	I <sub>+2</sub>	I <sub>+</sub>		38	MM
<i>Symplocos sawafutagi</i>	I <sub>+1</sub>	I <sub>+2</sub>	II <sub>+3</sub>	III <sub>+2</sub>	IV <sub>+4</sub>	II <sub>+2</sub>	III <sub>r-2</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>+1</sub>			I <sub>+1</sub>	III <sub>+1</sub>			27	N
<i>Lespedeza bicolor</i>	III <sub>r-3</sub>	II <sub>r-2</sub>	II <sub>+3</sub>		I <sub>+2</sub>	I <sub>r-1</sub>	I <sub>+</sub>	II <sub>+1</sub>								18	N
<i>Astilbe chinensis</i>	I <sub>r-1</sub>		I <sub>r-2</sub>	II <sub>+1</sub>	II <sub>+1</sub>	II <sub>+1</sub>	II <sub>r-2</sub>	I <sub>+1</sub>	III <sub>+2</sub>	II <sub>+1</sub>	II <sub>+2</sub>	II <sub>+1</sub>				18	H
<i>Disporum smilacinum</i>	II <sub>r-2</sub>	I <sub>+1</sub>	I <sub>+2</sub>	I <sub>+</sub>	II <sub>+4</sub>	I <sub>+</sub>	I <sub>+1</sub>	I <sub>+</sub>	I <sub>+1</sub>	+	II <sub>r-+</sub>	II <sub>r-+</sub>				17	G
<i>Smilax nipponica</i>	II <sub>r-1</sub>	I <sub>r-+</sub>	I <sub>r-1</sub>	I <sub>r-+</sub>	II <sub>r-1</sub>		II <sub>r-1</sub>	II <sub>r-+</sub>								17	G
<i>Athyrium niponicum</i>	I <sub>+2</sub>		I <sub>+2</sub>	I <sub>+1</sub>	II <sub>+2</sub>		I <sub>r-1</sub>	II <sub>r-+</sub>	III <sub>+2</sub>	I <sub>+2</sub>			I <sub>+</sub>			16	G
<i>Actinidia arguta</i>	II <sub>+2</sub>	I <sub>r-1</sub>	I <sub>+2</sub>	II <sub>+1</sub>	III <sub>+4</sub>	I <sub>+</sub>	II <sub>+2</sub>	I <sub>1</sub>			II <sub>+1</sub>	III <sub>+2</sub>				16	M
<i>Aster scaber</i>	I <sub>r-1</sub>	I <sub>r-1</sub>	I <sub>+1</sub>	I <sub>+</sub>	II <sub>+1</sub>	I <sub>1</sub>	I <sub>+1</sub>	I <sub>+1</sub>	II <sub>+1</sub>	I <sub>+</sub>	I <sub>+</sub>	II <sub>+1</sub>				15	G
<i>Atractylodes ovata</i>	I <sub>r-1</sub>	II <sub>r-1</sub>	II <sub>r-2</sub>		I <sub>r-1</sub>											14	G
<i>Athyrium yokoscense</i>			I <sub>+4</sub>	I <sub>r-2</sub>	I <sub>+</sub>	II <sub>+4</sub>	II <sub>+</sub>	I <sub>+3</sub>	III <sub>+3</sub>	I <sub>+1</sub>	I <sub>+1</sub>	II <sub>+2</sub>	II <sub>+1</sub>	I <sub>+</sub>		13	H
<i>Styrax obassii</i>			I <sub>+2</sub>	II <sub>r-5</sub>		I <sub>+3</sub>	II <sub>+1</sub>	II <sub>1-5</sub>	I <sub>r-1</sub>							13	MM
<i>Artemisia keiskeana</i>	I <sub>r-1</sub>	I <sub>+1</sub>	II <sub>r-2</sub>		II <sub>+2</sub>											12	H
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	I <sub>r-2</sub>	II <sub>r-1</sub>	I <sub>r-3</sub>			I <sub>1</sub>	I <sub>+1</sub>					II <sub>+1</sub>				10	G
<i>Smilax sieboldii</i>	II <sub>r-1</sub>	II <sub>+1</sub>	I <sub>r-1</sub>	I <sub>+</sub>			II <sub>r-1</sub>	II <sub>r-2</sub>								10	N

Note: Constancy-classes: I: 1-20%; II: 21-40%; III: 41-60%; IV: 61-80%; V: 81-100%. Species reaching only constancy class I in all the communities were omitted. Arabic numbers following indicate the range of cover abundance values. F: Frequency (%), D: Dormancy forms.

들이 특징짓는 사스래나무-마가목군락군(*Sorbus commixta-Betula ermanii* community group, Table 1: VU II; VT V09~V15)의 2개 단위로 크게 구분되었는데, 전자는 대개 북위 37° 이하에서, 후자는 대개 37° 이상에서 분포하고 있었다.

상위단위인 군락 수준에서는 물푸레나무-생강나무군락군은 다시 종군 2와 그 대립종군인 종군 6의 구성종 차이에 의해 소나무-진달래군락(*Rhododendron mucronulatum-Pinus densiflora* community, Table 1: VU I-A; VT V01~V04)과 일본잎갈나무-층층나무군락(*Cornus controversa-Larix kaempferi* community, Table 1: VUI-B; VT V05~V08)의 2개 하위단위로 구분되었는데, 전자는 대개 소나무림을 중심으로 나타났지만 리기다소나무림, 일본잎갈나무림, 잣나무림 등의 인공림을 비롯하여 태백산 이남의 일부 구상나무림과 분비나무림, 잣나무림 등에서도 나타나고 있었고, 후자는 대개 인공림인 일본잎갈나무림을 중심으로 나타났지만 인제 단목령 이남의 소나무림과 잣나무 인공림에서도 나타나고 있었다. 사스래나무-마가목군락군은 다시 종군 14와 그 대립종군인 종군 20의 구성종 차이에 의해 잣나무-시달나무군락(*Acer komarovii-Pinus koraiensis* community, Table 1: VU II-A; VT V09~V12)과 털진달래군락(*Rhododendron mucronulatum* var. *ciliatum* community, Table 1: VU II-B; VT V13~V15)의 2개 하위단위로 구분되었는데, 전자는 대개 지리산과 덕유산의 가문비나무림, 구상나무림, 잣나무림, 주목림 등과 설악산, 태백산, 소백산 등의 분비나무림, 잣나무림, 주목림 등에서 나타나고 있었고, 후자는 대개 설악산 산정부와 주능선부의 눈잣나무림, 눈측백림, 눈향나무림, 분비나무림 등에서 나타나고 있었다.

하위단위인 아군락 수준에서는 소나무-진달래군락은 다시 종군 3과 그 대립종군인 종군 5의 구성종 차이에 의해 밤나무-산초나무아군락(*Zanthoxylum schinifolium-Castanea crenata* subcommunity, Table 1: VU I-A-1; VT V01~V02)과 쇠물푸레나무-철쭉아군락(*Rhododendron schlippenbachii-Fraxinus sieboldiana* subcommunity, Table 1: VU I-A-2; VT V03~V04)의 2개 유형, 일본잎갈나무-층층나무군락은 다시 종군 7과 그 대립종군인 종군 10의 구성종 차이에 의해 대사초-넓은잎외잎쭉아군락(*Carex siderosticta-Artemisia stolonifera* subcommunity, Table 1: VU I-B-1; VT V05~V06)과 산뽕나무-오미자나무아군락(*Schisandra chinensis-Morus australis* subcommunity, Table 1: VU I-B-2; VT V07~V08)의 2개 유형, 잣나무-시달나무군락은 다시 종군 15와 그 대립종군인 종군 17의 구성종 차이에 의해 철쭉-실새풀아군락(*Calamagrostis arundinacea-Rhododendron schlippenbachii* subcommunity, Table 1: VU II-A-1; VT V09~V10)과 주목-관중아군락(*Dryopteris crassirhizoma-*

*Taxus cuspidata* subcommunity, Table 1: VU II-A-2; VT V11~V12)의 2개 유형, 그리고 털진달래군락은 다시 종군 21과 그 대립종군인 종군 24의 구성종 차이에 의해 떡버들-금마타리아군락(*Patrinia saniculifolia-Salix hallaisanensis* subcommunity, Table 1: VU II-B-1; VT V13~V14)과 눈측백아군락(*Thuja koraiensis* subcommunity, Table 1: VU II-B-2; VT V15)의 2개 유형 등 모두 8개 유형으로 구분되었다.

최하위 식생단위인 변군락 수준에서는 밤나무-산초나무아군락은 다시 종군 4의 구성종 출현유무 및 상재도 차이에 의해 전형변군락(Typical variant, Table 1: VU I-A-1-a; VT V01)과 굴참나무-졸참나무변군락(*Quercus serrata-Quercus variabilis* variant, Table 1: VU I-A-1-b; VT V02)의 2개 유형, 쇠물푸레나무-철쭉아군락은 다시 종군 13의 미역줄나무, 종군 14의 잣나무와 구상나무, 그리고 종군 19의 조릿대의 출현유무 및 상재도 차이에 의해 전형변군락(Typical variant, Table 1: VU I-A-2-a; VT V03)과 구상나무-조릿대변군락(*Sasa borealis-Abies koreana* variant, Table 1: VU I-A-2-b; VT V04)의 2개 유형, 대사초-넓은잎외잎쭉아군락은 다시 종군 8과 그 대립종군인 종군 9의 구성종의 출현유무 및 상재도 차이에 의해 미역줄나무-산박하변군락(*Isodon inflexus-Tripterygium regelii* variant, Table 1: VU I-B-1-a; VT V05)과 전나무-고로쇠나무변군락(*Acer pictum* var. *mono-Abies holophylla* variant, Table 1: VU I-B-1-b; VT V06)의 2개 유형, 산뽕나무-오미자나무아군락은 다시 종군 11과 그 대립종군인 종군 12의 구성종 상재도 차이에 의해 담쟁이덩굴변군락(*Parthenocissus tricuspidata* variant, Table 1: VU I-B-2-a; VT V07)과 느릅나무변군락(*Ulmus davidiana* var. *japonica* variant, Table 1: VU I-B-2-b; VT V08)의 2개 유형, 철쭉-실새풀아군락은 다시 종군 16의 가문비나무와 종군 7의 대사초의 출현유무 및 상재도 차이에 의해 가문비나무-구상나무변군락(*Abies koreana-Picea jezoensis* variant, Table 1: VU II-A-1-a; VT V09)과 대사초변군락(*Carex siderosticta* variant, Table 1: VU II-A-1-b; VT V10)의 2개 유형, 주목-관중아군락은 다시 종군 18(종군 7의 대사초 포함)과 그 대립종군인 종군 19(종군 9의 고로쇠나무 포함)의 구성종 출현유무 및 상재도 차이에 의해 참빗살나무-대사초변군락(*Carex siderosticta-Euonymus hamiltonianus* variant, Table 1: VU II-A-2-a; VT V11)과 조릿대-십자고사리변군락(*Polystichum tripterum-Sasa borealis* variant, Table 1: VU II-A-2-b; VT V12)의 2개 유형, 떡버들-금마타리아군락은 다시 종군 22와 그 대립종군인 종군 23의 구성종 출현유무 및 상재도 차이에 의해 눈향나무-홍피불나무변군락(*Lonicera maximowiczii-Juniperus chinensis* var. *sargentii* variant, Table 1: VU II-B-1-a; VT V13)과 눈잣나무변군락(*Pinus*

*pumila* variant, Table 1: VU II-B-1-b; VT V14)의 2개 유형 등 모두 14개 유형으로 구분되었다. 한편, 백두대간 침엽수림에서 구분된 식생단위를 한반도 산림식물군락체계 (Černý et al., 2015)와 비교해 보면, 최상위 식생단위인 물푸레나무-생강나무군락군은 신갈나무군강(Class *Quercetalia mongolicae* Song ex Krestov et al. 2006), 신갈나무-당단풍나무군목(*Aceri pseudosieboldiani-Quercetalia mongolicae* Song ex Takeda et al. 1994)의 하위단위인 신갈나무-생강나무군단(Alliance *Lindero-Quercion mongolicae* J.-W. Kim 1990)과 신갈나무-철쭉군단(Alliance *Rhododendro schlippenbachii-Quercion mongolicae* Song ex Takeda et al. 1994)의 전이형(transitional types)에 귀속되었고, 사스래나무-마가목군락군은 가문비나무-산앵도나무군강(Class *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939)의 하위단위인 가문비나무-분비나무군목(Order *Abieti nephrolepidis-Piceetalia jezoensis* Song 1992)의 하위단위인 가문비나무-분비나무군단(Alliance *Abieti nephrolepidis-Piceion jezoensis* Song 1991)과 구상나무군단(Alliance *Abietion koreanae* Song 1991)에 귀속되는 것으로 판단되었다.

## 2. 식생 구조

백두대간 보호구역 침엽수림의 식생 구조 특성을 파악하기 위하여 전체 임분 및 식생유형 간 구성종의 단위면적당(100 m<sup>2</sup>) 총피도, 중요치(IV, MIV), 상재도 분포 그리고 생활형 조성 등을 비교 분석하였다.

총피도는 어느 임분의 생태학적 과정과 관리 효율성을 지표이자 성엽기에 단위면적당 구성종의 총생체량(total biomass)을 직·간접적으로 가늠하는 기준으로 식생층위 간 구성종의 피도 중복성을 모두 반영하여 나타내므로 그 값이 100%를 초과하는 경우도 있다(Caratti, 2006). 백두대간 침엽수림의 단위면적당 평균 총피도 경향은, 식생유형 간 차이가 있지만, 전체적으로 평균 232±80%이었으며, 목본성 식물(190±62%)이 초본성 식물(42±41%)에 비해 약 5배 정도로 높게 나타났다. 이는 식생천이의 도중단계에서 이입 및 정착된 다양한 활엽수의 수관발달로 인한 광환경 변화의 결과로 판단되었다. 식생 층위별 평균 총피도는 교목층 73±29%, 아교목층 37±29%, 관목층 58±37% 그리고 초본층 64±51%이었으며, 아교목층의 총피도가 다른 층위에 비해 다소 낮은 경향이였다. 최상위 식생단위인 군락군 수준에서는 백두대간 아고산대를 특징짓는 사스래나무-마가목군락군(288±100%)이 산복부를 특징짓는 물푸레나무-생강나무군락군(214±63%)에 비해 다소 높게 나타났고, 식생유형 간에는 가문비나무-구상나무변군락(Table 1: V09)이 304±76%로 가장 높게 나타났고, 눈잣나무변군락(Table 1: V14)과 눈측백아군락(Table 1: V15)이

150%내외로 가장 낮게 나타났다. 군락군 수준에서 아고산대가 산복부 보다 높게 나타난 것은 주로 관목층과 초본층의 영향이 크게 미친 것으로 보이는데 입지특성상 하층 식생에 미역줄나무, 조릿대, 시닥나무, 철쭉, 털진달래, 실새풀, 관중, 퍼진고사리 등 군집성이 강한 식물들이 정착하고 있기 때문인 것으로 판단된다. 한편 백두대간 침엽수림을 구성하는 개체군 유형간에는 주목군락(331±86%), 잣나무군락(321±101%), 가문비나무군락(310±65%) 등이 평균 300% 이상으로 다른 유형에 비해 아주 높게 나타났으며 눈향나무군락(163±34%), 눈잣나무군락(159±58%), 눈측백군락(131±60%) 등 대개 식생층위가 1~2층으로 단순한 아고산성 군락들이 상대적으로 아주 낮게 나타남을 알 수 있었다(Figure 2).

백두대간 침엽수림 구성종의 생태적 우세정도를 가늠하는 중요치(IV)를 층위별 구성종의 개체 크기를 고려한 가중치를 부여한 평균상대중요치(MIV)에 의해 분석한 결과(Table 2), 전체적으로 소나무(15.5)와 신갈나무(11.4)가 최상위 중요치 그룹을 이루는 가운데, 다음으로 일본잎갈나무, 잣나무, 당단풍나무, 구상나무, 쇠물푸레나무, 분비나무, 사스래나무, 철쭉 등의 순으로 높게 나타났다. 최상위 식생단위 간에는 물푸레나무-생강나무군락군에서는 소나무(20.3)가 가장 높게 나타났고 다음으로 신갈나무(13.3), 일본잎갈나무(8.4), 식재종\_잣나무(4.1), 쇠물푸레나무(3.2) 등의 순으로, 그리고 사스래나무-마가목군락군에서는 잣나무(12.3)가 가장 높게 나타났고 다음으로 분비나무(9.5), 구상나무(8.8), 사스래나무(7.5), 신갈나무(6.4) 등의 순으로 나타났다. 개체군 유형 간에는 다소 차이가 있지만 주목군락의 최상위 우점종인 주목(21.4)을 제외하면 개체군 유형별 최상위 우점종인 소나무, 가문비나무, 구상나무, 눈잣나무, 눈측백, 눈향나무, 분비나무, 잣나무, 전나무, 리기다소나무, 일본잎갈나무 등이 모두 대개 30~40의 아주 높은 중요치를 나타내고 있었다. 한편, 개체군 유형별 최상위 우점종 다음의 차상위 중요치 구성종으로는 가문비나무군락, 눈잣나무군락, 분비나무군락 등에서는 사스래나무, 구상나무군락, 눈향나무군락, 리기다소나무군락, 소나무군락, 일본잎갈나무군락, 잣나무군락, 전나무군락 등에서는 신갈나무 그리고 주목군락에서는 잣나무 등이 나타나 이들 수종과 백두대간 보호지역 침엽수 개체군간의 생태적 지위 경쟁이 보다 심화될 것으로 판단되었다(Table 3).

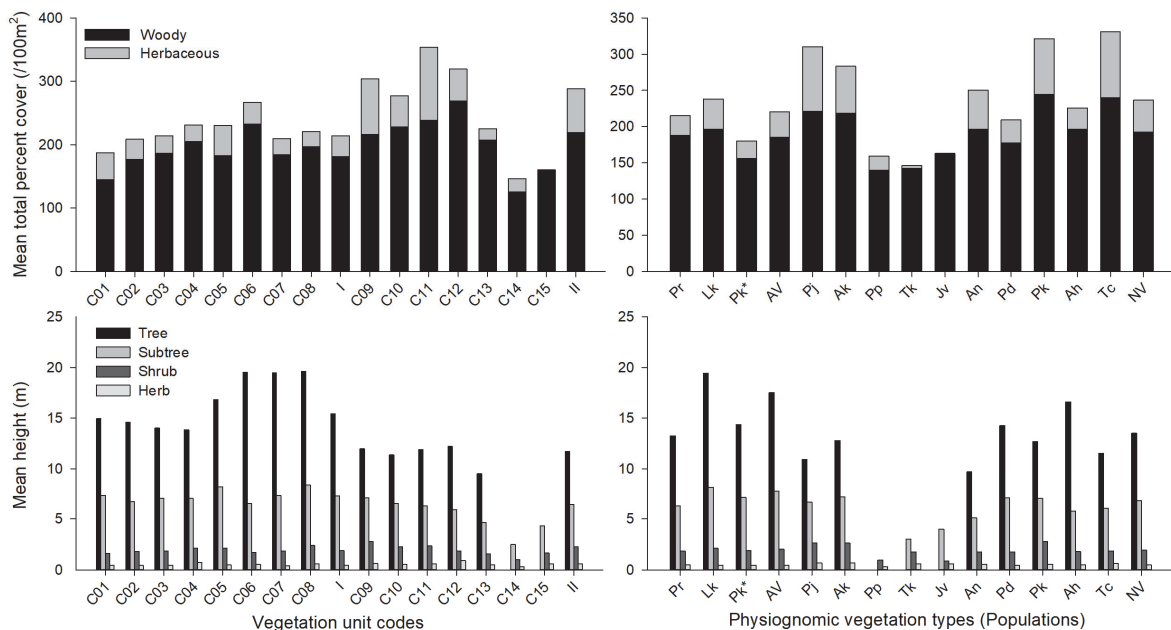
군락 구성종의 출현빈도 즉 상재도 분포 경향은 전체적으로 출현빈도 60%이상의 고상재도종은 전체 구성종의 약 0.2%인 신갈나무 1종에 불과하였고, 출현빈도 20%이하의 저상재도종이나 우연종이 약 97.1%(643종)로 거의 대부분을 차지하고 있었는데, 보호지역 사면부를 특징짓는 물푸레나무-생강나무군락군에서는 신갈나무(74%)와 소



**Table 2. Locations and site characteristics for 15 vegetation types classified in the study area. Vegetation type codes (V01 to V15) and Roman numerals (I, II) coincide with those in Table 1.**

Vegetation type codes	Latitude (°N)		Elevation (m)		Slope degree (°)		Exposed rocks (%)		Micro-topography					Slope aspect (direction)								
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	V	LS	MS	US	R	T	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
V01	35.6	0.4	651	104	14	7	8	6	0	15	48	13	23	1	9	8	10	17	19	8	15	13
V02	36.2	0.3	470	186	15	6	1	3	0	15	20	48	18	0	5	7	7	20	16	15	23	8
V03	36.9	0.6	791	212	18	10	10	15	2	13	14	51	18	2	5	6	7	12	21	20	17	11
V04	35.8	0.7	1240	221	18	12	11	21	0	12	12	59	18	0	12	6	12	24	6	6	12	24
I V05	37.1	0.6	906	163	17	9	2	6	4	7	11	73	4	0	10	14	9	14	22	9	13	8
V06	37.5	0.5	1012	243	13	10	9	10	35	20	5	35	0	5	5	0	10	20	30	10	5	20
V07	36.7	0.5	692	154	16	7	4	6	3	19	35	41	3	0	11	27	14	16	11	11	5	5
V08	36.3	0.8	747	271	22	8	6	9	21	32	16	32	0	0	5	0	16	42	16	16	5	0
All	36.6	0.8	767	244	17	9	7	12	4	14	20	47	14	1	7	9	9	16	19	14	15	11
V09	35.5	0.6	1591	129	21	14	24	22	3	0	2	83	8	3	12	10	10	10	18	12	23	5
V10	37.9	0.4	1389	186	17	15	25	29	0	0	9	44	38	9	18	12	12	9	9	24	9	9
V11	37.4	0.6	1451	115	18	10	20	22	0	0	44	31	26	0	13	41	5	0	3	28	5	5
II V12	35.9	0.0	1445	66	24	6	12	11	0	0	53	24	24	0	0	0	53	41	6	0	0	0
V13	38.1	0.0	1473	172	19	10	58	31	0	0	7	71	21	0	14	0	7	7	0	21	43	7
V14	38.1	0.0	1623	28	8	6	28	38	0	0	0	64	36	0	9	0	0	0	9	27	36	18
V15	38.1	0.0	1475	160	9	6	51	42	0	0	0	56	44	0	0	11	11	11	0	11	11	44
All	36.9	1.2	1498	159	19	13	26	28	1	0	17	56	23	3	11	15	13	10	9	18	16	8
All (I,II)	36.7	0.9	945	387	17	10	12	19	3	10	19	49	17	2	8	10	10	15	17	15	15	10

Note: SD-Standard deviation, V-Valley, LS-Lower slope, MS-Middle slope, US-Upper slope, R-Ridge, T-Top, N-North facing, NE-Northeast facing, E-East facing, SE-Southeast facing, S-South facing, SW-Southwest facing, W-West facing, NW-Northwest facing.



**Figure 2. Mean total percent cover (/100m<sup>2</sup>) and mean height (m) by stem types and vegetation stratum of constituent species for 15 vegetation types and 13 populations (physiognomic vegetation types). AV and NV are abbreviations for natural vegetation and artificial vegetation, respectively.**

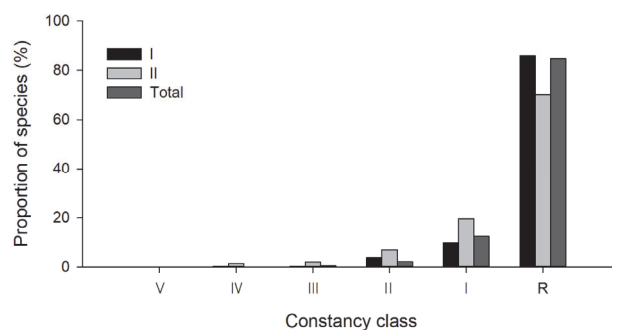


**Table 3. Mean relative importance value (MIV) of major species for 15 vegetation types classified in the study area. Roman numerals (I, II) coincide with those in Table 1.**

Species	Vegetation type codes																Total	
	V01	V02	V03	V04	V05	V06	V07	V08	I	V09	V10	V11	V12	V13	V14	V15		II
<i>Pinus densiflora</i>	36.1	15.9	30.7	3.0	5.2	4.0	3.5	-	20.3	0.6	1.9	-	-	-	-	-	0.5	15.5
<i>Quercus mongolica</i>	5.8	7.9	19.9	16.3	13.5	8.1	3.3	0.7	13.3	5.2	12.6	3.2	6.8	6.9	1.0	0.3	6.4	11.4
<i>Larix kaempferi</i>	0.0	6.1	0.8	-	23.0	12.4	25.1	39.1	8.4	-	-	-	-	-	-	-	-	6.4
<i>Pinus koraiensis</i>	0.5	5.6	3.4	14.9	7.0	0.2	5.8	0.0	4.1	9.0	24.4	15.9	2.4	5.6	-	15.8	12.3	6.2
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	0.5	0.2	3.3	5.5	3.1	7.7	0.9	2.0	2.7	3.7	2.8	4.2	10.6	1.5	0.1	-	4.4	3.2
<i>Abies koreana</i>	-	-	0.4	16.1	0.8	1.0	-	-	0.9	21.6	-	0.1	9.2	-	-	-	8.8	2.8
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	0.8	1.1	6.1	4.4	0.6	-	0.7	0.1	3.2	1.9	0.3	0.4	5.1	-	-	-	1.5	2.7
<i>Abies nephrolepis</i>	0.6	-	0.3	-	-	-	-	-	0.2	-	21.2	10.4	-	51.5	68.6	24.6	9.5	2.6
<i>Betula ermanii</i>	-	-	0.2	-	0.0	1.3	-	-	0.1	10.8	7.5	6.6	1.1	10.0	2.5	0.3	7.5	2.2
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	0.1	0.5	4.3	3.6	0.5	0.4	-	0.1	2.2	3.6	2.6	1.2	0.1	0.2	0.0	0.1	1.9	2.1
<i>Cornus controversa</i>	3.9	0.3	0.6	0.4	6.7	3.5	12.0	1.2	2.7	0.1	-	0.6	1.3	-	-	-	0.4	2.1
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	1.5	0.8	1.6	-	7.6	2.0	6.1	5.0	2.8	0.2	0.4	-	-	-	-	-	0.1	2.0
<i>Taxus cuspidata</i>	-	-	-	2.2	-	-	-	-	0.1	0.8	0.8	11.8	17.9	-	-	-	6.1	1.6
<i>Sorbus commixta</i>	-	-	0.1	-	0.1	1.8	-	0.4	0.2	4.3	5.1	6.6	0.4	3.8	0.4	3.7	4.5	1.4
<i>Acer komarovii</i>	-	-	0.0	0.0	0.1	0.1	-	0.1	0.0	5.3	1.9	5.0	7.9	0.2	0.4	-	4.3	1.3
<i>Quercus serrata</i>	1.6	6.0	1.4	0.7	0.3	-	1.0	3.9	1.7	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2
<i>Castanea crenata</i>	8.3	4.1	0.0	-	-	-	1.5	2.0	1.6	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1
<i>Picea jezoensis</i>	0.0	-	-	-	-	-	-	-	0.0	13.4	-	-	-	-	-	-	4.6	1.1
<i>Pinus rigida</i>	1.3	7.0	0.6	-	-	-	-	-	1.4	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0
<i>Tilia amurensis</i>	0.7	0.3	0.7	1.8	0.9	2.3	0.4	-	0.7	1.1	0.0	2.2	1.0	-	-	15.4	1.2	0.9
<i>Abies holophylla</i>	0.1	-	0.9	0.9	0.0	13.2	-	0.0	1.1	0.4	-	-	0.3	-	-	-	0.2	0.8
<i>Acer pictum var. mono</i>	-	-	0.2	0.1	1.1	6.4	0.8	2.1	0.7	0.3	-	0.1	3.7	-	-	-	0.7	0.7
<i>Sasa borealis</i>	0.0	0.0	0.8	4.9	0.3	0.7	0.0	1.3	0.6	0.4	-	0.0	2.4	-	-	-	0.4	0.5
<i>Lindera erythrocarpa</i>	3.7	0.8	0.2	-	-	-	1.3	2.1	0.7	-	-	-	-	-	-	-	-	0.5
<i>Morus australis</i>	0.9	0.2	0.0	-	1.2	0.3	4.5	2.5	0.7	0.0	-	-	-	-	-	-	0.0	0.5
<i>Rhododendron mucronulatum var. ciliatum</i>	-	-	0.0	0.2	-	-	-	-	0.0	1.0	1.8	-	-	4.5	4.2	6.9	1.3	0.4
<i>Ulmus davidiana var. japonica</i>	-	0.0	0.1	-	0.3	0.1	1.7	3.3	0.4	-	-	0.1	-	-	-	-	0.0	0.3
<i>Thuja koraiensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.7	0.2	-	0.4	0.7	21.9	0.7	0.2
<i>Pinus pumila</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.6	2.2	0.5	0.2
<i>Weigela florida</i>	-	-	0.0	0.0	0.0	-	0.0	-	0.0	0.6	0.1	0.2	-	0.6	1.3	0.4	0.3	0.1
Others	33.5	43.2	23.4	24.8	27.6	34.4	31.6	33.9	29.1	15.8	15.9	31.2	30.0	14.8	12.2	8.5	21.5	26.8

나무(66%) 2종, 아고산대를 특징짓는 사스래나무-마가목 군락군에서는 미역줄나무(78%), 잣나무(73%), 사스래나무(65%), 시달나무(63%), 철쭉(60%) 등 5종이 고상재도종으로 출현하고 있었다(Figure 3).

군락 구성종의 휴면형, 지하기관형, 산포기관형, 생육형 등에 의한 생활형조성 체계를 식생유형 간 구성종의 평균 상대중요치(MIV)와 종수 구성비 기준에서 분석한 결과, 식생단위 간 그리고 개체군 유형 간 다소 차이가 있지만, 전체적으로 보면 평균상대중요치 기준에서는 휴면형은 대형지상식물(MM), 지하기관형은 단립식물(R<sub>5</sub>), 산포기관형은 풍수산포형(D<sub>1</sub>), 그리고 생육형은 직립형(e)이 중심유형으로 나타나는 ‘MM-R<sub>5</sub>-D<sub>1</sub>-e’의 체계, 종수 구성비 기준에서는 휴면형은 반지중식물(H), 지하기관형은 단립식물(R<sub>5</sub>), 산포기관형은 중력산포형(D<sub>4</sub>), 그리고 생육형은 직립형(e)이 중심유형으로 나타나는 ‘H-R<sub>5</sub>-D<sub>4</sub>-e’의 체계로 휴면형과 산포기관형에서 차이가 나타났다(Figure 4).



**Figure 3. Distribution on constancy classes of constituent species in the study area. Roman numerals (I, II) coincide with those in Table 1.**

**3. 종다양성**

백두대간 침엽수림의 종다양성 특성을 전체 임분, 식생 유형 및 개체군 유형(상관식생)으로 구분하여 단위면적당 (/100 m<sup>2</sup>) 종풍부도(S), 종균재도(J), 종다양도(H) 그리고 종우점도(D)의 4가지 지수로 분석하였다(Table 5).

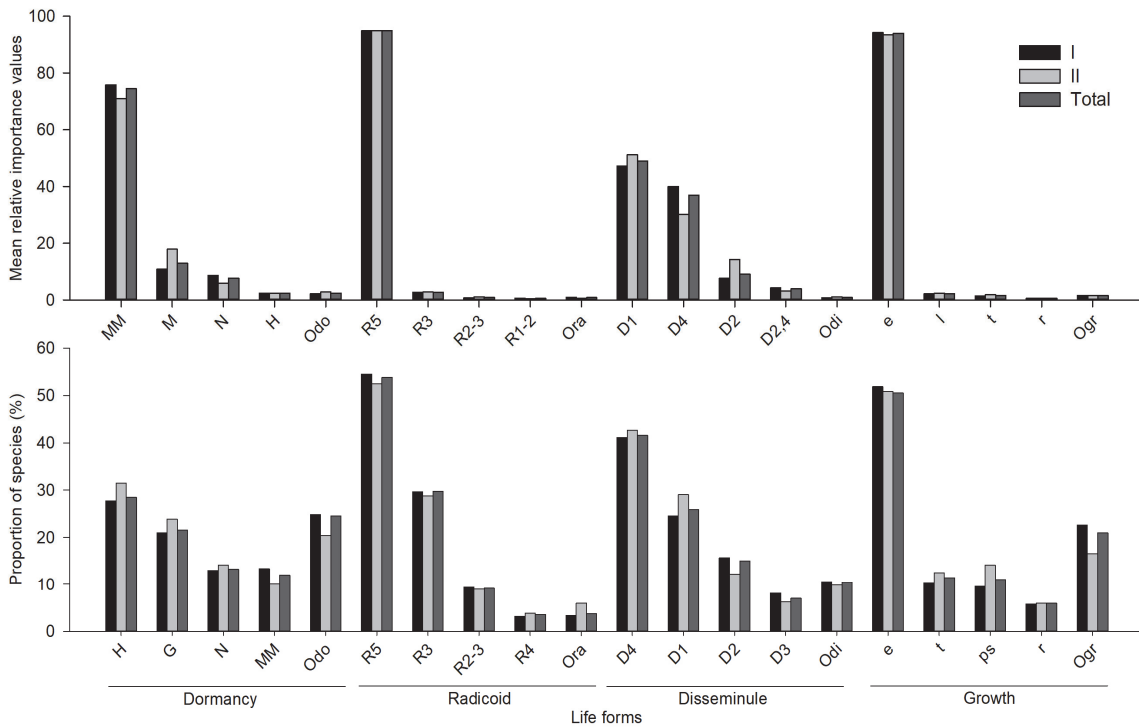
**Table 4. Mean relative importance value of major species for 13 populations distributed in the study area. Population abbreviations (Pk, Pj, Ak, etc.) are shown in Table 1.**

Species	Natural										Artificial			Total
	Pd	Pj	Ak	Pp	Tk	Jv	An	Pk	Ah	Tc	Pr	Lk	Pk	
<i>Pinus densiflora</i>	34.6	1.0	0.9	-	-	-	0.7	-	1.4	-	7.2	1.4	2.4	15.5
<i>Quercus mongolica</i>	16.3	2.3	8.8	3.5	-	5.3	5.0	10.7	12.0	4.8	10.4	7.8	10.9	11.4
<i>Larix kaempferi</i>	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33.6	-	6.4
<i>Pinus koraiensis</i>	0.2	5.5	6.4	-	0.7	-	7.5	32.7	2.9	6.0	0.7	0.1	35.5	6.2
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	2.7	3.1	5.6	0.3	-	-	1.3	5.3	9.3	5.6	-	1.8	3.4	3.2
<i>Abies koreana</i>	0.3	8.2	28.5	-	-	-	-	2.8	-	2.2	-	-	-	2.8
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	4.7	0.2	3.7	-	-	-	0.7	0.5	1.3	2.1	2.7	0.5	0.9	2.7
<i>Abies nephrolepis</i>	0.0	-	-	4.9	34.9	15.8	39.0	7.8	-	2.9	-	-	-	2.6
<i>Betula ermanii</i>	0.1	15.3	6.2	7.7	0.2	4.5	9.0	6.8	1.7	2.4	-	0.1	-	2.2
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	2.9	2.9	3.6	0.1	0.2	-	1.7	2.3	2.3	0.9	1.2	0.4	1.5	2.1
<i>Cornus controversa</i>	1.4	-	0.6	-	-	-	0.1	0.3	0.9	0.9	-	7.0	2.6	2.1
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	2.2	-	0.3	-	-	-	0.1	0.7	1.8	0.3	0.1	4.3	4.3	2.0
<i>Quercus variabilis</i>	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.1	1.5	1.4	1.7
<i>Taxus cuspidata</i>	-	0.1	2.5	-	-	-	0.9	0.3	-	21.4	-	-	-	1.6
<i>Sorbus commixta</i>	0.1	6.3	2.0	0.8	1.2	-	5.6	5.1	2.0	3.5	-	0.2	-	1.4
<i>Acer komarovii</i>	0.0	7.0	3.0	0.9	-	-	1.3	2.1	2.3	8.2	-	0.0	0.3	1.3
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	2.2	1.1	0.7	1.1	-	-	0.6	0.9	0.6	0.3	1.2	0.2	0.3	1.2
<i>Quercus serrata</i>	1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.4	1.6	2.5	1.2
<i>Castanea crenata</i>	1.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.7	1.1	0.8	1.1
<i>Picea jezoensis</i>	0.0	31.6	2.4	-	-	-	-	0.3	-	-	-	-	-	1.1
<i>Tripterygium regelii</i>	0.5	3.3	1.9	2.5	2.8	-	1.2	1.9	0.2	3.4	0.2	0.9	0.5	1.1
<i>Pinus rigida</i>	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29.1	-	0.5	1.0
<i>Tilia amurensis</i>	0.6	-	1.3	-	-	-	1.6	0.7	5.8	1.2	-	0.7	0.8	0.9
<i>Abies holophylla</i>	0.2	-	0.1	-	-	-	0.7	0.1	31.7	-	-	0.6	0.3	0.8
<i>Carpinus cordata</i>	0.2	-	2.4	-	-	-	-	-	3.3	0.8	-	1.2	0.5	0.6
<i>Morus australis</i>	0.2	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	2.3	0.4	0.5
<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>ciliatum</i>	0.0	1.2	0.6	11.3	5.9	11.3	2.6	0.8	-	0.1	-	-	0.0	0.4
<i>Thuja koraiensis</i>	4.3	-	-	-	37.6	-	1.1	0.6	-	0.3	-	-	-	0.3
<i>Alnus incana</i> subsp. <i>hirsuta</i>	0.4	-	0.2	-	-	-	-	-	0.9	-	2.6	0.2	-	0.3
<i>Pinus pumila</i>	-	-	-	32.8	0.2	-	0.0	-	-	-	-	-	-	0.2
<i>Rubus crataegifolius</i>	0.2	0.0	0.0	-	-	-	0.1	0.0	0.1	0.4	0.1	0.2	0.2	0.2
<i>Vaccinium hirtum</i> var. <i>koreanum</i>	0.2	0.3	0.1	3.3	0.6	4.6	0.4	0.2	0.1	0.3	-	0.0	0.1	0.2
<i>Rhododendron brachycarpum</i>	-	-	-	-	3.3	-	0.1	0.0	-	0.3	-	-	-	0.0
<i>Juniperus chinensis</i> var. <i>sargentii</i>	-	-	-	-	-	31.7	0.1	-	-	-	-	-	-	0.0
<i>Albizia julibrissin</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	-	0.0
Others	22.5	10.6	18.1	30.8	47.4	25.2	19.9	17.5	19.5	32.0	29.3	32.2	30.2	23.9

종풍부도는 전체 평균 21종(목본식물이 12종, 초본식물 9종)이었으며, 식생층위 간에는 교목층 2종, 아교목층 3종, 관목층 6종 그리고 초본층 14종으로 나타났는데, 이러한 결과는 백두대간 마루금일대 침엽수 자연림에서 보고한 평균 21.9종과 거의 유사한 경향이였다(Park et al., 2009). 최상위 식생단위 기준에서는 사스래나무-마가목군락군이 평균 26종(목본식물 13종, 초본식물 13종)으로 평균 19종인 물푸레나무-생강나무군락군(목본식물 11종, 초본식물 8종)에 비해 구성종의 상대적 풍부성이 보다 높게 나타났으며, 15개 식생유형 간에는 주목-관중아군락의 하위단위인 조릿대-십자고사리변군락(Table 1: V12)이 평균 37종(목본식물 16종, 초본식물 21종)으로 가장 풍부하였고, 털진달래군락의 하위단위이고 대개 아고산대 너털지대에 발달하는 눈측백아군락(Table 1: V15)이 평균 8종(목본식

물 6종, 초본식물 2종)으로 가장 단순하였다. 상관 우점층에 의한 개체군 유형 간에는 주목군락(Table 3: Tc)이 평균 36종(목본식물 16종, 초본식물 20종)으로 가장 풍부하였고, 눈갓나무군락(Pp), 눈측백군락(Tk), 눈향나무군락(Jv) 등 너털지대에 발달하는 유형들이 대개 12종 내외(목본식물 7~8종, 초본식물 4~5종)로 가장 단순하게 나타났다.

종균재도는 전체 평균 0.649이었으며 목본식물(0.672)이 초본식물(0.512)에 비해 보다 높게 나타났고, 최상위 식생단위 기준에서는 물푸레나무-생강나무군락군이 평균 0.636(목본식물 0.655, 초본식물 0.501), 사스래나무-마가목군락군이 평균 0.690(목본식물 0.724, 초본식물 0.547)로 나타나 아고산대를 특징짓는 식생단위인 사스래나무-마가목군락군에 속하는 식생유형들이 일반 산지대를 특징짓는 물푸레나무-생강나무군락군의 식생유형들에 비해



**Figure 4.** Mean relative importance values (MIV) and proportion of species for each component of the four life-forms (dormancy form, radicoid form, disseminule form, growth form) of all vascular plants that occurred in the study area. Roman numerals (I, II) coincide with those in Table 1. MM: megaphanerophytes, M: microphanerophytes, N: nanophanerophytes, H: hemicytrophytes, Odo: other dormancy forms, R1: widest extent of rhizomatous growth, R2: moderate extent of rhizomatous growth, R3: narrowest extent of rhizomatous growth, R5: non-clonal growth (monophyte), R1-2 or R2-3: plant with rhizomatous mutation of R1 and R2 or R2 and R3, Ora: other radicoid forms, D1: disseminated widely by wind or water, D2: disseminated attaching with or eaten by animals and man, D4: having no special modification for dissemination, D2,4: plant with D2 and D4, Odi: other disseminule forms, b: branched form, e: erect form, p: procumbent form, ps: pseudo-rosette form, r: rosette form, t: tussock form, l: liane form, Ogr: other growth forms.

구성종의 개체수 또는 피도 등 수도(abundance)가 다소 고르게 되어 있음을 알 수 있었다. 15개 식생유형 간에는 전체적으로 주목-관중아군락의 하위단위인 참빗살나무-대사초변군락(Table 1: V11)이 평균 0.758으로 가장 높았고, 떡버들-금마타리아군락의 하위단위인 눈잣나무변군락(Table 1: V14)이 0.541로 가장 낮았다. 목본식물 기준에서는 전체 경향과 같은 경향이었으며, 초본식물 기준에서는 털진달래군락의 하위단위인 눈측백아군락(Table 1: V15)이 1.000으로 가장 높았고 산뽕나무-오미자나무아군락의 하위단위인 느릅나무변군락(Table 1: V08)이 0.429로 가장 낮았다.

종다양도는 대개 중간 경쟁이 심하거나 중간 정도의 생산성과 중간 정도의 교란을 가진 식생유형일수록 높게 나타난다(Vasilevich, 2009). 백두대간 보호지역 침엽수림의 종다양도는 전체적으로 평균 1.907이었으며, 식생유형 간에는 종균제도와 마찬가지로 참빗살나무-대사초변군락(2.606)이 가장 높았고 눈잣나무변군락(1.436)이 가장 낮은 경향이였다. 최상위 식생단위인 군락군 수준에서는 물

푸레나무-생강나무군락군에 속하는 식생유형은 1.735~1.970으로 식생유형 간 비교적 유사한 경향이였지만, 사스래나무-마가목군락군에 속하는 식생유형 간에는 최대 2.606에서 최소 1.436으로 큰 차이가 있었다. 이는 목본식물과 초본식물의 종다양도 경향에 있어서도 비슷하게 나타났으며, 대개 식생유형간 천이단계와 입지환경의 차이가 영향을 미치는 것으로 판단되었다.

중우점도는 전체적으로 평균 0.222로 목본식물(0.280)과 마찬가지로 다수의 종이 우점종을 이루고 있었으나 초본식물은 0.533으로 대개 2~3종이 우점종을 이루고 있는 것으로 파악되었다. 식생유형 간에는 식생유형 V15(0.430)가 가장 높게 나타났고 식생유형 V11(0.106)이 가장 낮게 나타났으며, 물푸레나무-생강나무군락군의 식생유형들(평균 0.237)이 사스래나무-마가목군락군의 식생유형들(평균 0.176)에 비해 다소 높은 경향이였다. 이는 목본식물과 초본식물의 종다양도 경향에 있어서도 비슷하게 나타났다. 한편 개체군 유형 간에는 눈측백군락(0.435), 눈잣나무군락(0.400), 그리고 잣나무식재림(0.370)이 2~3종이 우점종을 이루는

**Table 5. Species diversity indices by 15 vegetation types (based on floristic composition and physiognomy) in the study area.**

Vegetation type codes	Richness (S)								Equitability (J')			Diversity (H')			Dominance (D)		
	All	Stem types		Vegetation stratum				All	Wd	Hb	All	Wd	Hb	All	Wd	Hb	
		Wd	Hb	T	ST	S	H										
Floristic composition	V01	18	12	6	2	2	5	11	0.636	0.597	0.464	1.814	1.456	0.814	0.245	0.348	0.568
	V02	19	13	6	3	3	7	12	0.630	0.630	0.488	1.834	1.605	0.740	0.256	0.312	0.599
	V03	16	10	6	2	3	5	11	0.649	0.690	0.504	1.757	1.542	0.765	0.237	0.278	0.605
	V04	16	10	7	2	3	4	11	0.656	0.699	0.543	1.735	1.563	0.891	0.250	0.280	0.578
	I V05	25	13	13	2	3	7	19	0.610	0.640	0.524	1.942	1.597	1.211	0.223	0.294	0.426
	V06	22	13	9	3	4	5	12	0.669	0.668	0.525	1.970	1.727	0.785	0.209	0.284	0.628
	V07	23	14	9	2	3	6	15	0.621	0.641	0.534	1.923	1.670	1.035	0.228	0.274	0.477
	V08	22	14	9	1	3	6	15	0.582	0.614	0.429	1.754	1.576	0.664	0.257	0.294	0.669
	All	19	11	8	2	3	6	13	0.636	0.655	0.501	1.821	1.561	0.859	0.237	0.295	0.564
	V09	27	13	15	2	4	7	21	0.688	0.731	0.471	2.237	1.824	1.222	0.149	0.216	0.438
	V10	22	13	9	2	3	7	16	0.705	0.725	0.492	2.146	1.818	1.043	0.164	0.221	0.493
	V11	32	15	17	3	5	9	22	0.758	0.783	0.615	2.606	2.106	1.692	0.106	0.172	0.267
	II V12	37	16	21	5	5	8	25	0.680	0.734	0.552	2.428	2.039	1.704	0.139	0.181	0.327
	V13	15	10	5	2	2	7	11	0.651	0.700	0.650	1.744	1.593	0.879	0.242	0.269	0.554
	V14	15	9	6	1	-	6	13	0.541	0.539	0.600	1.436	1.186	0.765	0.377	0.443	0.581
V15	8	6	2	2	2	3	6	0.613	0.656	1.000	1.144	1.140	0.308	0.430	0.430	0.778	
All	26	13	13	3	4	7	19	0.690	0.724	0.547	2.177	1.813	1.235	0.176	0.232	0.436	
Physiognomy	Pr	17	12	5	3	3	6	11	0.626	0.648	0.536	1.756	1.582	0.733	0.253	0.288	0.579
	Artificial Lk	23	13	10	2	3	6	16	0.627	0.644	0.511	1.933	1.640	0.988	0.217	0.281	0.511
	Pk	17	11	7	2	2	5	11	0.534	0.541	0.542	1.483	1.246	0.862	0.370	0.432	0.565
	All	21	12	9	2	3	6	14	0.604	0.618	0.522	1.802	1.532	0.937	0.260	0.321	0.529
	Pj	26	12	14	2	4	8	20	0.714	0.759	0.510	2.300	1.882	1.275	0.136	0.196	0.400
	Ak	26	13	14	3	4	6	19	0.674	0.717	0.479	2.154	1.816	1.169	0.166	0.223	0.466
	Pp	13	8	5	-	-	5	11	0.524	0.536	0.637	1.319	1.104	0.690	0.400	0.460	0.605
	Tk	11	7	4	-	2	5	9	0.623	0.663	0.915	1.187	1.115	0.600	0.435	0.446	0.623
	Jv	12	8	5	-	2	5	8	0.637	0.765	1.000	1.556	1.539	1.320	0.258	0.259	0.321
	Natural An	20	11	9	2	3	7	14	0.692	0.699	0.607	2.023	1.669	1.096	0.195	0.265	0.484
	Pd	18	11	7	2	3	6	12	0.650	0.671	0.479	1.819	1.566	0.798	0.228	0.284	0.589
	Pk	25	13	12	2	4	7	19	0.737	0.787	0.519	2.327	1.980	1.192	0.137	0.180	0.448
	Ah	22	13	9	3	4	6	13	0.660	0.674	0.522	1.912	1.667	0.905	0.216	0.281	0.590
	Tc	36	16	20	4	6	8	24	0.712	0.742	0.603	2.529	2.049	1.779	0.123	0.188	0.269
	All	20	12	9	2	3	6	14	0.665	0.691	0.509	1.945	1.655	0.955	0.209	0.266	0.534
All forests	21	12	9	2	3	6	14	0.649	0.672	0.512	1.907	1.623	0.950	0.222	0.280	0.533	

Note: Wd-Woody plants, Hb-Herbaceous plants, T-Tree, S-Subtree, S-Shrub, H-Herb.

우점도를 나타내었으나 나머지 군락들은 대개 0.12~0.26로 다수의 종이 우점종을 이루고 있는 것으로 파악되었다. 이상을 종합하여 보면 백두대간 침엽수림 식생단위 중 종풍부도와 종다양도에 있어서 가장 높은 값을 나타내는 주목-관중아군락(Table 1: C11~C12)에 있어 구성종의 종간경쟁이 다른 식생단위들에 비해 상대적으로 아주 심하고, 특정한 2~3종이 우점하고 있는 눈측백아군락이 상대적으로 가장 낮은 상태임을 알 수 있었다.

### 결론

본 연구는 백두대간 보호지역 침엽수림을 대상으로 총 755개 지소에서 식생자료를 수집하여 종조성적 측면에서

식생유형을 분류하고 그 구조 및 종다양성 특성을 파악하고자 하였다. 백두대간 보호지역 침엽수림의 종조성적 식생유형은 총 15개 유형으로 분류되고 2개 군락군, 4개 군락, 7개 아군락 그리고 14개 변군락의 식생단위 체계를 갖는 것으로 나타났다. 이들 식생유형은 대개 위도, 해발, 미지형, 수문체계 등 단위 환경과 임분의 성립기원과 교란 정도 등 복합적 요인의 차이에 의해 구분되는 경향이고, 최상위 식생단위인 군락군 수준에서 보면 물푸레나무-생강나무군락군은 위도 37°이하와 해발 1,000 m이하에서, 사스레나무-마가목군락군은 위도 37°이상과 해발 1,300 m 이상에서 주로 분포하고 있는 것으로 나타났다. 구성종의 생태적 우세정도를 가늠하는 중요치는 아고산 절협지나 너털지대 등 특정 환경에 분포하는 눈측백, 눈향나무, 눈

잣나무 등을 식별종으로 갖는 일부 식생유형을 제외하면 대부분의 식생유형에서 우리나라 냉온대 산림지역의 대표적인 잠재자연식생 구성 요소인 신갈나무가 차상위 중요치를 갖는 것으로 나타났다. 구성종의 상재도 분포 경향은 출현빈도 60% 이상의 고상재도종으로 신갈나무 1종이 나타났고, 출현빈도 20% 이하의 저상재도종 및 우연종이 약 97%로 거의 대부분을 차지하고 있어 중요치 결과를 뒷받침 해주고 있다. 생활형 조성 체계(휴면형-지하기관형-산포기관형-생육형)는 중요치 기준에서는 ‘MM-R<sub>5</sub>-D<sub>1</sub>-e’형, 종수 구성비 기준에서는 ‘H-R<sub>5</sub>-D<sub>4</sub>-e’형으로 나타나 백두대간 전체 산림식생의 생활형 조성 체계 연구 결과(KFS, 2020)와 같은 경향이다. 끝으로 본 연구에서 도출된 식생유형과 관련 생태정보는 향후 백두대간 보호지역 침엽수림의 생태적 보전 및 관리 방안을 마련하는데 있어 하나의 기초자료로 활용 될 수 있지만, 종조성적 식생유형에 대한 산림분야에서의 범용적 적용을 확보하기 위해서는 그 표준화 및 공간분포의 지도화 등 후속연구가 보다 필요할 것으로 생각된다.

## 감사의 글

본 논문은 산림청의 “백두대간 자원실태변화조사 및 관리방안 연구(2016~20)”의 지원으로 수행되었습니다.

## References

- Baldwin et al. 2019. The Canadian national vegetation classification: principles, methods and status. Information Report GLC-X-23. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service. pp. 156.
- Biurrun, I., Bergmeier, E., Dengler, J., Jansen, F. and Willner, W. 2019. Vegetation classification and its application are relevant globally. *Phytocoenologia* 49(1): 1-6.
- Braun-Blanquet, J. 1965. Plant sociology: The study of plant communities (Fuller, G.D. and Conrad, H.S. trans.). New York, USA. pp. 439.
- Brohman, R.J. and Bryant, L.D. 2015. Existing vegetation classification and mapping technical guide version 1.0. WO-67. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Ecosystem Management Coordination Staff, Washington, DC. pp. 306.
- Brower, J.E. and Zar, J.H. 1977. Field and laboratory methods for general ecology. Wm. C. Brown Company. Iowa, USA. pp. 288.
- Caratti, J.F. 2006. Point Intercept (PO). In: Lutes, Duncan C.; Keane, R.E., Caratti, J.F., Key, C.H., Benson, N.C., Sutherland, S. and Gangi, L.J.(eds.) FIREMON: fire effects monitoring and inventory system. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-164-CD. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. p. PO-1-17. pp. 164.
- Černý, T., Kopecký, M., Petřík, P., Song, J.S., Šrůtek, M., Valachovič, M., Altman, J. and Doležal, J. 2015. Classification of Korean forests: Patterns along geographic and environmental gradients. *Applied Vegetation Science* 18(1): 5-22.
- Chae, S.B. and Yun, C.W. 2019. Phytosociological community classification for forest vegetation around Marugem (ridge line) from Misiryong to Danmokryeong of Baekdudaegan. *Journal of Korean Society of Forest Science* 108(3): 277-289.
- Cho, H.J. 2009. Vegetation types and life-form composition of *Pinus densiflora* forests on the ridge of the Baekdudaegan in South Korea. *Journal of Korean Society of Forest Science* 98(4): 472-478.
- Cho, H.J., Lee, B.C. and Shin, J.H. 2004. Forest vegetation structure and species composition of the Baekdudaegan mountain range in South Korea. *Journal of Korean Society of Forest Science* 93(5): 331-338.
- Chung, M.Y., Son, S., Suh, G.U., Herrando-Moraira, S., Lee, C.H., López-Pujol, J. and Chung, M.G. 2018. The Korean Baekdudaegan mountains: A glacial refugium and a biodiversity hotspot that needs to be conserved. *Frontiers in Genetics* 9: 489.
- Curtis, J.T. and McIntosh, R.P. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32(3): 476-496.
- Ellenberg, H. 1956. Aufgaben und methoden der vegetationskunde. Ulmer, Stuttgart, Germany. pp. 136.
- Goldberg, E. 2001. National vegetation classification-ten years' experience using the woodland section. JNCC Report 335. JNCC and the Forest Ecology Group of the British Ecological Society. pp. 139.
- Hammer, Ø. 2021. Paleontological statistics (PAST) version 4.06 for Windows. Natural history museum, university of Oslo, Oslo, Finland. <https://www.nhm.uio.no/english/research/infrastructure/past/>. (2021. 5.10).
- Hill, M.O. 1979. TWINSpan: A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. N.Y. Cornell University Press. Ithaca, USA. pp. 50.
- Hwang, S.H., Lee, J.W., La, E.H. and Ahn, J.K. 2020. Flora of the vascular plants of the Baekdudaegan conservation area: Deok-chi to Yuk-sim-nyeong. *Korean Journal of Plant Taxonomy* 50(1): 56-79.
- KFS (Korea Forest Service), National Institute of Forest Science and Korean Society of Forest Science. 2020. Understanding

- the Baekdudaegan mountain system of Korea: Field survey report 2016-2020. pp. 306.
- KFS (Korea Forest Service). 2019. Korea Forest Service Notice no. 2019-75.
- Kim, D.H., Kim, S.H. and Oh, C.H. 2015. Ecological characteristic in communities of *Pinus densiflora* at the Mt. Baekdudaegan: Between Cheonghwasan and Namdeogyusan. Proceedings of the 2015 meeting of Korean Society of Environment and Ecology II, pp. 69-69.
- Kim, J.D., Lee, J.W., Park, B.J., Lee, H.J., Lee, D.H., Heo, T.I., Byeon, J.G. and Ahn, J.H. 2020. Successional trends and vegetation Types in the Baramjae area of Baekdudaegan. Journal of Korean Society of Forest Science 109(3): 249-258.
- Kim, M.S., Cho, H.J., Kim, J.S., Bae, K.H. and Chun, J.H. 2018. The classification of forest vegetation types and species composition in the sector between Danmoknyeong and Guryongnyeong of Baekdudaegan. Korean Journal of Environment and Ecology 32(2): 176-184.
- KIGAM (Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources). 2019. Korea geological map. [http://nationalatlas.ngii.go.kr/pages/page\\_2153.php](http://nationalatlas.ngii.go.kr/pages/page_2153.php). (2021. 7. 11).
- KNA (Korea National Arboretum). 2021. Korean plant names index, <http://www.nature.go.kr/kpni/index.do>. (2021, 7. 4).
- Lee, B.C., Kim, C.M., Shin, J.H., Oh, J.S. and Seo, J.C. 1999. Vegetation on Baek-Doo-Dae-Gan(Baek Doo Great Mountains Chain). Proceedings of the 1999 Meeting of Korean Society of Forest Sciences: 59-60.
- Lee, H.Y. and Oh, C.H. 2013. A study on the decline and adaptation of sub-alpine vegetation as climate change - focused on the *Abies nephrolepis* forest in Mt. Seorak, Korea-. Proceedings of the 2013 meeting of Korean Society of Environment and Ecology 23(1): 56-57.
- Lee, H.Y., Kim, H.J., Shin, H.S., Han, S.H., Ko, S.Y., Song, J.H., Lee, J.H., Jang, K.H. and Yun, C.W. 2014. Community structure of *Pinus densiflora* and *Quercus mongolica* forest in Jochimryeong to Shinbaeryeong of the Baekdudaegan. Journal of Korean Society of Forest Science 103(3): 339-352.
- Lee, T.B. 2003. Coloured flora of Korea. Hyangmunsa. Korea. pp. 999.
- Lee, W.C. and Yim, Y.J. 2002. Plant geography with special reference to Korea. Kangwon National University Press. pp. 412.
- McCune, B. and M. J. Mefford. 2016. PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data, version 7.0 for windows. Wild Blueberry Media, Corvallis, Oregon, U.S.A.
- Müller-Dombois, D. and Ellenberg, H. 1974. Aims and method of vegetation ecology. John Wiley & Sons. New Jersey, USA, pp. 547.
- NIFoS (National Institute of Forest Science). 2021. Understanding the Baekdudaegan mountain system of Korea: Field Survey Report 2016-2020. pp. 306.
- Numata, M. 1947. Ecological judgement of grassland condition and trend: I. Judgement by biological spectra. Grassland Science 11: 20-33.
- Park, H.C., Moon, G.S., Lee, H. and Lee, N.Y. 2020. A study on the spatial information and location environment of dead coniferous tree in subalpine zone in Jirisan National Park. Korean Journal of Environment and Ecology 34(1): 42-54.
- Park, S.G., Cho, H.J. and Lee, C.B. 2009. Vegetation types & floristic composition of native conifer forests in the ridge of the Baekdudaegan, South Korea. Journal of Korean Society of Forest Science 98(4): 464-471.
- Peter et al. 2014. The ecology and management of moist mixed-conifer forests in eastern Oregon and Washington: A synthesis of the relevant biophysical science and implications for future land management. General Technical Report PNW-GTR-897. USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, Oregon, USA. pp. 254.
- Raunkiaer, C., Egerton, F.N., Gilbert, C.H. and Fausboll. 1934. Life forms of plants and statistical plant geography. Clarendon Press, Oxford. pp. 632.
- Shannon, C.E. and Weaver, W. 1949. The mathematical theory of communication. Urbana, University of Illinois Press, pp. 177.
- Song, J.H. and Yun, C.W. 2019. Forest vegetation structure in Maruguem (the ridge line) area of Gitdaebaegibong to Jukryeong, Baekdudaegan. Journal of Korean Society of Forest Science 108(2): 147-167.
- Song, J.H., Kwon, J.O. and Yun, C.W. 2019. Forest vegetation structure in Maruguem (the ridge line) area of Dakmokryeong to Daetjae, the Baekdudaegan. Korean Journal of Environment and Ecology 33(1): 28-51.
- Song, J.S. 1991. Phytosociology of subalpine coniferous forests in Korea I. Syntaxonomical interpretation. Ecological Research 6: 1-19.
- Vasilevich, V.L. 2009. Species diversity of plants. Contemporary Problems of Ecology 2: 297-303.
- Yun, J.W., Jung, S.C., Koo, G.S., Lee, J.H., Yun, C.W. and Joo, S.H. 2010. Forest vegetation classification on So-baeksan national park in the Baekdudaegan. Journal of Korean Society of Forest Science 24(6): 630-637.