

백두대간 단목령-구룡령 구간의 산림식생유형 분류 및 종조성^{1a}

김민수² · 조현재³ · 김준수⁴ · 배관호^{5*} · 천정화²

The Classification of Forest Vegetation Types and Species Composition in the Sector between Danmoknyeong and Guryongnyeong of Baekdudaegan^{1a}

Min-Su Kim², Hyun-Je Cho³, Jun-Soo Kim⁴, Kwan-Ho Bae^{5*}, Jung-Hwa Chun²

요 약

본 연구는 생물다양성이 매우 중요하게 여겨지고 있는 백두대간 일대인 단목령-구룡령 구간의 산림식생을 보다 더 생태적이고 체계적인 보전 및 관리 계획 수립을 위한 기초자료를 제공하고자 수행하였다. 총 조사구 142개소에 대해 Z.-M. 학파의 식물사회학적인 방법을 사용하였고 식생조사 및 입지 환경 특성을 조사하였다. 산림식생의 유형은 1개 군락군, 2개 군락, 4개 군, 4개 소군의 단위체계를 가진 것으로 분석되었는데 상재도급 V 형에 해당하는 신갈나무와 당단풍나무는 대체적으로 향존종으로 나타났으며, 조사 지역의 산림생태계 관리 계획에 있어 중점관리대상종이 될 것으로 판단되었다. 그리고 종다양성에 대한 결과를 살펴보면 VT3형에서 우점종들이 균일하게 분포되어 있었고 VT4 형의 종들은 다양하게 분포하고 있었을 뿐만 아니라 종들이 제일 풍부하게 나타났다. 또한, 단목령-구룡령 구간에서는 희귀식물이 다소 분포하였는데 멸종위기종인 벌개풀과 위기종인 구실바위취, 취약종인 백작약, 두메대극, 금강초롱꽃, 어리병풍, 약관심종인 등취, 도깨비부채, 참배암차즈기, 미치광이풀, 병풍쌈 등 총 24종의 희귀식물이 나타났다.

주요어: 종다양성, 종조성, 피도, 생활형

ABSTRACT

This study was intended to provide basic data for more ecological and systematic preservation and management planning of forest vegetations in the Baekdudaegan sector between Danmoknyeong and Guryongnyeong where biodiversity is considered to be very important. A vegetation survey using the Zurich-Montpellier (Z.-M.) method of phytosociology was carried out in a total 142 sites to examine the environmental characteristics. The survey showed the forest vegetation types of one community group, two communities, four groups, and four subgroups. *Quercus mongolica* and *Acer pseudosieboldianum*, which fall under Constancy Class V, were dominant species and deemed to be the key species of the forest ecosystem management plan for the investigated areas. Regarding species diversity, it was found that the dominant species

1 접수 2017년 8월 18일, 수정 (1차: 2018년 2월 5일, 2차: 2018년 2월 24일), 게재확정 2018년 3월 2일

Received 18 August 2017; Revised (1st: 5 February 2018, 2nd: 24 February 2017); Accepted 2 March 2018

2 국립산림과학원 산림생태연구과 Division of Forest Ecology, National Institute of Forest Science, Seoul 130-712, Korea

3 경북대학교 임학과 Dept. of Forestry, Kyungpook National Univ., Daegu 41566, Korea

4 자연과숲연구소 Nature and Forest Research Institute, Daegu 41475, Korea

5 경북대학교 생태환경시스템학부 School of Ecology and Environmental System, Kyungpook National Univ., Sangju 37224, Korea

a 이 논문은 국립산림과학원 일반연구과제 “백두대간 설악산 권역 자원실태와 변화”에 의하여 연구되었음.

* 교신저자 Corresponding author: 62khbae@knu.ac.kr

of the VT3 type were evenly distributed in the area while the species of the VT4 type showed not only a diverse composition but also the most abundant number of species. Moreover, there were 24 of rare plants found in the Danmoknyeong-Guryongnyeong section: the critically endangered species include *Dracocephalum rupestre*; the endangered species include *Saxifraga octopetala*; the vulnerable species include *Paeonia japonica*, *Euphorbia fauriei*, *Hanabusaya asiatica*, and *Parasenecio pseudotaimingasa*; the least concern species include *Aristolochia manshuriensis*, *Rodgersia podophylla*, *Salvia chanryoenica*, *Scopolia japonica*, and *Parasenecio firmus*.

KEY WORDS : SPECIES DIVERSITY, SPECIES COMPOSITION, COVERAGE, LIFE FORM

서론

백두대간은 백두산에서부터 뿌리가 시작되어 동쪽 해안선을 따라 남서쪽의 지리산까지 연결되어 우리 땅의 골간을 이루는 거대한 산줄기이다. 총 길이는 약 1,400km에 이르며 남한에서 산행할 수 있는 거리는 진부령에서 지리산까지 약 690km에 이른다. 백두대간은 1대간 1정간 13정맥으로 구성되어 있으며 이것은 조선 후기 영조 때의 실학자인 신경준이 편찬한 산경표에서 산맥 연결을 대간과 정간 그리고 정맥으로 나타내어 따라 붙여진 이름이다(National Geographic Information Institute, 2017). 이렇듯 대간을 지표 분수계 중심으로 하여 여러 방향으로 뻗어나간 산줄기들은 지역을 구분 짓는 경계선의 역할과 인간의 생활권 형성 등 다양한 역할을 해왔다(Korea Forest Service, 2017). 또한, 중심 지맥에 뿌리를 둔다는 역사적 의미가 강한 편이며, 동고서저라는 지리·지형적 위치 때문에 한반도 전체의 생태계권 생물 군집의 발달과 퇴행의 과정을 거치면서 생태학적으로 특산식물이나 희귀 및 멸종 위기종 등의 다양한 동·식물의 서식처로서 생태적 가치 측면에서도 중요한 의미를 가진다(Korea Forest Service, 2001).

이러한 중요성이 점차 국민들에게 알려지면서 1990년대부터 백두대간에 대한 관심이 부각되기 시작하여 정부기관, 학계, 환경단체 등에서 백두대간의 산림생태계조사, 훼손지에 관한 조사가 진행되어 「백두대간 보호에 관한 법률」에 의하여 백두대간보호지역이 지정되기까지 이르렀다(Ministry of Environment, 2001; 2002). 또한, 최근 산림치유 등의 휴양 및 여가의 열풍이 일어나 백두대간을 찾는 탐방객이 급증함에 따라, 인위적 교란과 식생경관의 훼손이 심각해져 산림복원 대책이 시급한 실정이다. Oh *et al.*(2007)와 Lee *et al.*(2007)은 단절 및 이용에 따른 훼손이 증가하는 측면에서 식생복원의 필요성을 제기한 바 있으며, 복원 시 정밀한 식생조사 또는 기존 조사결과를 바탕으로 한 자생종 활용이 추가적인 훼손방지를 위해 바람직하다고 하였다(Kwon *et al.*, 2003; Shin, 2004; Kim *et al.*, 2008; Lee *et al.*, 2008).

일반적으로는 산림생태계를 체계적으로 보전하고 복원하기 위해서는 대상 생태계의 구성적 기반이 되는 식생에 대한 정확한 정보수집이 필요하며, 그 정보를 바탕으로 객관적인 보전 및 관리 계획 수립을 위한 유형화가 이루어져야 한다(Park, 2009). 또한, 백두대간은 자연 생태적 가치가 크고 생물 종다양성을 이루고 있는 생태계의 핵심 축이지만 그 중요성에 비해 기초자료 확보가 부족한 실정이다. 동북부지역에 위치한 백두대간 능선을 중심으로 현재까지 식생기반으로 진행된 연구로는 뱃재-백봉령 구간(Lee *et al.*, 2012)과 한의령-뱃재 구간(Cho and Lee, 2013), 중대사-비로봉 구간(Han *et al.*, 2015), 조침령-신배령 구간(Lee *et al.*, 2015)에 대한 식생구조 파악 연구가 수행된 바 있으나 방대한 범위의 식생구조를 파악하기에는 미흡하므로 구간별로 생태적 특성에 대한 기초자료를 축적하는 연구가 지속적으로 필요한 것으로 판단되었다. 따라서, 본 연구는 백두대간의 생태적·생물적 요소가 잘 나타나 있는 단목령-구룡령 구간에 산림 군락유형을 밝히고 그 생태적 특성을 파악하며 향후 복원 및 관리 계획 수립 시 필요한 기초자료를 제공하고자 하였다.

연구방법

본 연구대상지는 행정구역상 강원도 인제군 기린면, 양양군 서면, 홍천군 내면의 3개 지역에 걸쳐 분포하고 있으며, 지리적으로는 북위 36°03'44"~37°52'47", 동경 128°29'80"~128°30'45"에 위치하고 총 면적은 약 6,111ha이다. 평균 해발고는 약 840m이며, 비교적 높은 봉우리들이 솟아나있다. 지형적으로 동고서저의 형태를 띠고 있어 지형 및 지세가 매우 복잡하고 경사가 험준하다. 기후 특성은 근 30년(1981~2010)간 기상청 기후자료에 따르면 연평균기온은 10.1°C이고 최난월인 8월은 28.7°C, 최한월인 1월은 -11.0°C로 나타났다. 연평균강수량은 1,210.5mm이고 7월에

307.2mm, 8월에 294.0mm로 7월과 8월에 집중되는 것으로 나타났다(Korea Meteorological Administration, 2017).

산림식생의 조사 시기는 2016년 5월에서 동년 10월 사이에 실시하였으며 조사구의 크기는 식물 군락의 공간적 범위 및 성립 위치와 임분과 입지 특성에 따라 10m × 10m와 20m × 20m 크기를 적절히 병용하여 142개소의 조사구를 설치하였다(Figure 1). 식생조사는 Z.-M. 학파의 식물사회학적 방법(Braun-Blanquet, 1964)에 따라 해발고, 방위, 경사도, 암석노출도, 낙엽층깊이, 지형의 입지환경요인을 조사하였으며 조사구 내에 출현하는 각 종의 피도와 개체수를 조합시킨 우점도(Dominance) 계급과 종 개체의 집합 혹은 이산의 정도에 따른 군도(Sociality) 계급을 이용하여 층위별로 산림식생의 구조적 특성을 분석하였다. 산림식생의 군집 유형분류는 Ellenberg(1956)의 표조작법과 Hill(1979)의 TWINSpan을 이용하였다. 소표(raw table)로부터 여러 단계의 표조작 과정을 거쳐 최종적으로 상재도급으로 나타난 식별표를 작성한 후, 식생 유형별로 층위별 조성 및 구조적 특성(총피도, 출현종수, 중요치, 종다양성)을 분석하였

다. 총피도는 단위면적당 모든 구성 종의 피도의 합으로 산출하였고 종다양성은 종풍부도(Richness, S), 균재도(Evenness, E), 종다양도(Diversity, H'), 종우점도(Dominance, D')를 산출하였다. 중요치는 구성 종의 상대피도와 상대빈도를 기준으로 산출하였다(Curtis and McIntosh, 1951). TWINSpan 분석은 PCORD ver. 5.0(MJM software Design, 2006)을 이용하였고 기타 자료 분석은 Excel 2010(Microsoft, 2010)을 이용하였다. 또한, 식생단위별 천이경향과 교란정도, 그리고 구성 종의 번식 특성을 파악하기 위해 중요치를 이용하여 휴면형(Dormancy forms), 지하기관형(Radicoid forms), 산포기관형(Disseminule forms), 생육형(Growth forms)의 4가지 생활형을 분석하여 비교하였다(Raunkiaer, 1934; Numata and Asano, 1969; Numata, 1987). 식물의 동정은 원색대한식물도감(Lee, 2003)을 이용하였으며 국명 및 학명은 국가표준목록(Korea National Arboretum, 2017)과 국가생물종지식정보시스템(Korea National Arboretum, 2017)을 기준으로 작성하였다.

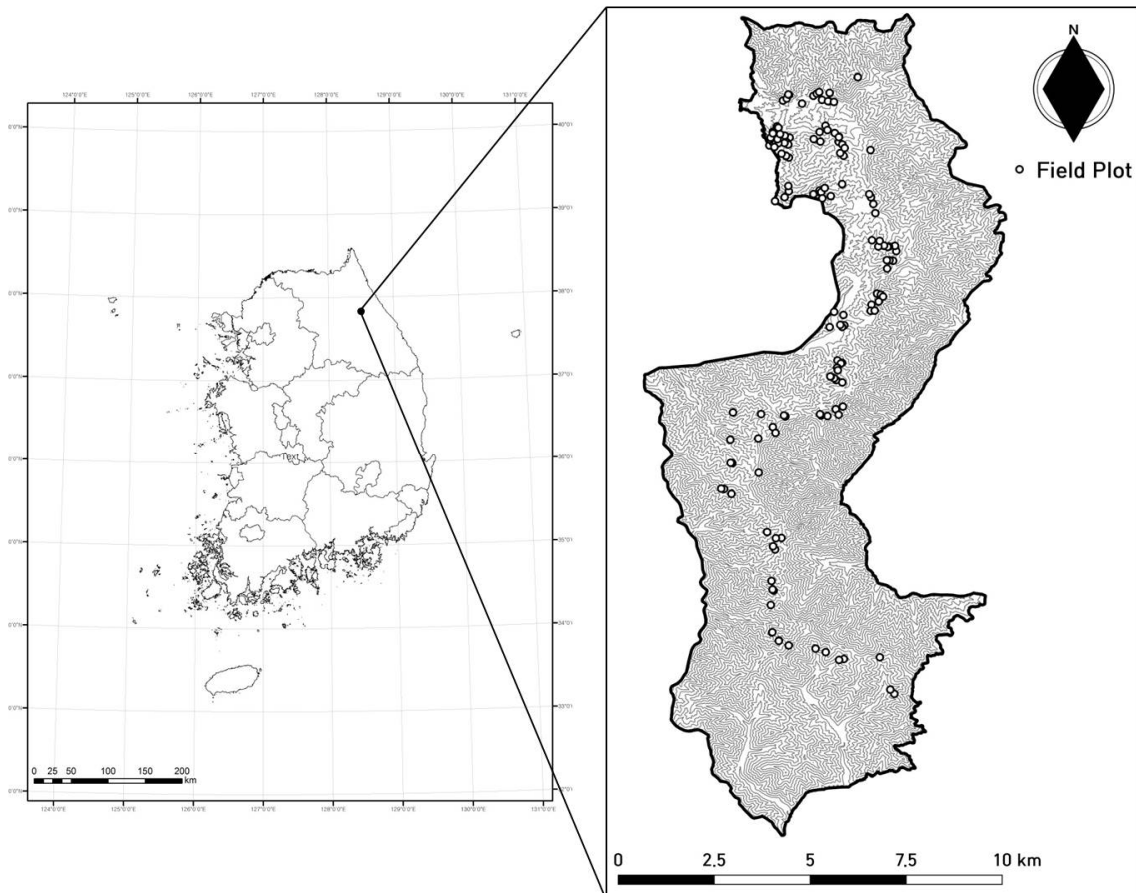


Fig 1. Geographical locations of the target region

결과 및 고찰

1. 산림식생유형 분류

연구대상지인 백두대간 단목령-구룡령 구간의 산림식생은 최상위 식생단위인 군락군 수준에서 신갈나무-당단풍나무군락군의 단일유형이 나타났으며 이러한 단일의 전형군락군은 특별한 식별종을 수반하지 않았다. 신갈나무-당단풍나무군락군은 피나무-까치박달군락과 조록싸리-철쭉군락의 두 개 단위로 크게 대별되었으며 전자는 다시 벌개덩굴군과 개별꽃군으로 후자는 다시 쪽동백나무-가는잎그늘사초군과 맑은대쭉군으로 각각 2개 하위 단위로 구분되었다. 벌개덩굴군은 다시 천남성소군과 졸방제비꽃소군으로 구분되었고 개별꽃군은 다시 모시대소군과 승마소군로 최종 구분되었다. 이상을 종합하여 보면 백두대간 단목령-구룡령 구간의 산림식생은 1개 군락군, 2개 군락, 4개 군, 4개 소군으로 식생단위체계하에 총 6개 유형으로 구분되었다(Table 1). 산림식생 구성 종들의 상재도(Constasy class)급별 구성비를 보면 출현빈도 5%이하의 최하위 상재도급의 R형이 전체 구성 종의 70.3%로 가장 높게 나타났으며, 출현빈도 80.1%이상의 최상위 상재도급 V형이 0.6%로 가장 낮게 나타났다. 상재도급 V형에 해당하는 종들은 신갈나무와 당단풍나무로 2종이며, 상재도급 IV형(60.1~80%)에 해당하는 종은 물푸레나무 1종이며, 상재도급 III형(40.1~60%)에 해당하는 종은 피나무, 까치박달, 오리방울, 국수나무, 대사초, 단풍취, 함박꽃나무, 미역줄나무, 노린재나무, 조릿대로 10종이었다. 상재도급 II형(20.1~40%)에 해당하는 종은 고로쇠나무, 관중, 큰개별꽃, 층층나무, 벌개덩굴 등으로 총 18종으로 약 5.7%를 차지하고 있었으며 상재도급 I형(5.1~20%)에 해당하는 종은 박새, 고추나무, 느릅나무, 고광나무, 터리풀 등으로 총 65종으로 약 20.6% 차지하고 있었다. 대체적으로 해당지역의 우점종 또는 항존종으로서 향후 대상지역의 중점관리대상종이 되며, 본 연구 결과 신갈나무, 당단풍나무, 물푸레나무 등을 중점적으로 관리해야 할 것으로 판단되었다. 또한, 최상위 단위는 신갈나무-당단풍나무군락군이었으며, 이는 Yun *et al.*(2011)의 우리나라 산림식생은 전체적으로 신갈나무군락형으로 대표된다는 연구 결과와 일치하였다.

2. 총피도와 출현종수

조사지 전체 산림식생의 단위면적당 총피도와 출현종수를 분석한 결과, 총피도는 평균 229.5%이며 층위별로는 교목층 83.9%, 아교목층 46.1%, 관목층 47.0%, 초본층

78.9%로 나타났고 식생유형 간에는 VT3형이 246.0%로 가장 높게 나타났으며 VT4형이 202.7%로 가장 낮게 나타났다. 평균 출현종수는 15.8종이며 층위별로는 교목층 4.3종, 아교목층 4.3종, 관목층 3.9종, 초본층 3.2종으로 나타났고 식생유형 간에는 VT3형이 21.2종으로 가장 높게 나타났으며 VT1형이 11.3종으로 가장 적게 나타났다. 출현종수의 합계가 가장 적은 VT1형에서는 아교목층을 제외한 모든 층위에서 다른 식생단위에 비해 상대적으로 적게 나타났으며 총피도에서는 교목층과 아교목층의 값이 높게 분석되었다. 계곡부에 주로 위치한 VT1형은 가장 적은 종이 출현하고 교목층과 아교목층의 총피도가 높은 것으로 보아 인위적 간섭이 거의 없는 것으로 판단되었으며, 극상 수종으로 인하여 임분이 점차 안정되어 물리적 서식처와의 평행 상태를 이룰 것이라 사료되었다. 또한, 계곡부의 식생은 다른 지형과 비교하여 독특한 생태계를 구성하므로 생물다양성 유지·증진을 위한 관리가 필요한 것으로 판단되었다. 총피도 합계와 평균 출현종수의 합계가 가장 높은 VT3형의 경우 유기물층의 깊이가 다소 있는 것으로 보아 미세환경이 식생생육 조건에 유리한 영향을 미치는 것으로 판단되었다.

3. 종다양성

조사지의 산림식생 종다양성을 단위면적당 종풍부도(Richness, S), 종균재도(Evenness, E), 종다양도(Diversity, H'), 종우점도(Dominance, D')의 4가지 지수로 분석한 결과, 평균 종풍부도는 18.8 ± 6.0 종, 종균재도는 0.557 ± 0.086 , 종다양도는 1.674 ± 0.339 , 종우점도는 0.687 ± 0.062 로 나타났다. 식생유형 간에 종풍부도 및 종다양도는 VT4형이, 종균재도 및 종우점도는 VT3형이 상대적으로 가장 높게 나타난 것으로 분석되었다(Table 3). VT5형과 VT6형에서는 종풍부도와 종다양도가 상대적으로 낮게 나타나며 서로 정의 상관관계를 나타냈는데 이는 천이단계에 있는 군집들이 환경조건이 열악한 능선부에 입지하여 종수가 기타 식생유형에 비해 낮았던 것이 그 원인으로 판단되었다. VT2형에서 해발고도에 따른 종다양도와와의 관계를 분석한 결과, 해발고도가 높아짐에 따라 종다양도가 낮아지는 부의 상관관계를 나타냈으며 이는 선행연구인 Jeong and Oh(2013)와의 연구 결과와도 일치하였다. 종우점도는 0.9 이상일 때 1종이 압도적으로 많음을 의미하고, 0.3~0.7 이면 1종 또는 2종이 우점하며, 0.1~0.3 일 때 다양한 종이 분포하는 것으로 볼 수 있는데(Whittaker, 1965) 식생단위에서 제일 적은 값이 0.7 이상인 것으로 보아 하나의 종이 우점하고 있는 상태로 판단되었다.

Table 1. Differential table of forest vegetation in the study area

Vegetation units	I				II		Frequency (%)
	A		B		A	B	
	1	2	1	2			
Vegetation types	V _{T1}	V _{T2}	V _{T3}	V _{T4}	V _{T5}	V _{T6}	
Total number of species	184	161	135	163	95	66	
Average number of species (/100m ²)	11	16	21	14	18	13	
Number of releves	21	26	33	20	27	15	
Species group 1_Character and differential species (D.S.) of <i>Acer pseudosieboldianum-Quercus mongolica</i> community group							
<i>Quercus mongolica</i>	III ₃₁	V ₅₊	V _{5r}	IV ₄₊	V ₅₁	V ₅₁	81
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	III ₃₊	V ₄₊	V ₄₊	V ₄₊	V ₄₊	IV ₃₊	85
Species group 2_Differential species of <i>Carpinus cordata-Tilia amurensis</i> community							
<i>Tilia amurensis</i>	II ₃₊	III ₄₊	IV ₅₊	V ₅₊	II ₂₊		51
<i>Carpinus cordata</i>	IV _{4r}	II ₂₊	III _{4r}	V ₄₊			41
<i>Isodon excisus</i>	III ₄₊	IV ₃₊	II ₁₊	IV _{1r}	4 ₊₊		41
<i>Acer pictum</i> subsp. <i>Mono</i>	IV ₃₊	II ₂₊	II ₂₊	III ₁₊	1 ₂₂		31
Species group 3_Differential species of <i>Meehania urticifolia</i> group							
<i>Meehania urticifolia</i>	III ₃₊	III ₂₊		III _{1r}			27
<i>Cornus controversa</i>	III ₄₊	II _{3r}	II ₃₊	II ₁₊		1 _{rr}	26
<i>Veratrum oxysepalum</i>	III ₄₊	II ₂₊		2 _{2r}			23
<i>Pseudostellaria palibiniana</i>	II ₃₊	III ₃₊	II ₂₊	2 ₁₊	2 ₊₊		22
<i>Filipendula glaberrima</i>	II ₁₊	I ₁₊		1 _{rr}			15
<i>Staphylea bumalda</i>	II _{1r}	II ₂₊		3 ₊₊			14
<i>Philadelphus schrenkii</i>	III ₂₊	3 ₊₊	1 ₁₁	1 ₊₊			11
<i>Dryopteris crassirhizoma</i>	III ₃₊	2 ₂₊	II ₃₊	III _{3r}	1 ₁₁		10
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	II ₃₊	4 ₂₁	2 ₊₊	3 _{1r}			10
Species group 4_Differential species of <i>Arisaema amurense</i> f. <i>serratum</i> subgroup							
<i>Arisaema amurense</i> f. <i>serratum</i>	III _{1r}	2 ₊₊		II _{1r}	1 ₊₊		24
<i>Ulmus laciniata</i>	II ₅₊			1 ₁₁			23
<i>Clematis heracleifolia</i>	II ₂₊	1 ₊₊	2 ₊₊	1 ₊₊			13
<i>Eupatorium japonicum</i>	4 ₊₊	1 ₊₊					12
<i>Fraxinus mandshurica</i>	II ₅₁						10
<i>Sambucus williamsii</i> var. <i>coreana</i>	II ₁₊	3 ₂₊	2 ₁₊	3 ₁₊			7
Species group 5_Differential species of <i>Viola acuminata</i> subgroup							
<i>Viola acuminata</i>	2 ₊₊	II ₊₊		1 ₊₊	1 ₊₊		14
<i>Lychnis cognata</i>	1 ₊₊	I _{1r}					13
<i>Aconitum jaluense</i>	4 _{1r}	II _{1r}	2 ₊₊	4 _{1r}			6
<i>Ligularia fischeri</i>	1 ₊₊	II _{1r}	2 _{1r}	II ₂₊	1 ₊₊		6
<i>Paris verticillata</i>	2 _{1r}	II _{1r}	2 _{1r}	4 _{1r}			5
Species group 6_Differential species of <i>Pseudostellaria heterophylla</i> group							
<i>Pseudostellaria heterophylla</i>	2 ₁₊	2 ₃₂	II ₃₊	II _{2r}			12
<i>Hepatica asiatica</i>	1 ₊₊	4 ₁₊	III ₁₊	III ₂₊	2 ₁₊		11
<i>Actinidia arguta</i>	III ₂₊	2 ₁₊	II ₂₊	III ₂₊	2 ₁₊		6
<i>Rubia akane</i>	1 ₊₊	1 ₊₊	I _{1r}	2 _{1r}	1 ₊₊		4
Species group 7_Differential species of <i>Adenophora remotiflora</i> subgroup							
<i>Adenophora remotiflora</i>	1 ₊₊	II ₊	I ₁₊	III ₁₊			10
<i>Isodon inflexus</i>	2 ₁₊	3 ₊₊	III _{1r}	2 ₊₊			6
<i>Rodgersia podophylla</i>			I _{2r}	4 _{1r}			4
<i>Schisandra chinensis</i>	II ₊₊	2 ₊₊	III ₁₊	4 ₁₊	1 ₊₊		4
Species group 8_Differential species of <i>Cimicifuga heracleifolia</i> subgroup							
<i>Cimicifuga heracleifolia</i>	II ₂₊			III _{2r}	133		15
<i>Dryopteris chinensis</i>			2 ₁₊	II ₃₊	1 ₊₊		11
<i>Hypericum ascyron</i>		1 ₊₊	2 _{1r}	4 ₁₊			11
<i>Thalictrum aquilegifolium</i> var. <i>sibiricum</i>	1 ₊₊			II ₂₊			11
<i>Rubia chinensis</i> var. <i>chinensis</i>		1 ₊₊	2 ₊₊	II ₁₊	111		9
Species group 9_Differential species of <i>Rhododendron schlippenbachii-Lespedeza maximowiczii</i> community							
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	1 ₁₁	I ₄₊	III ₄₊	3 _{1r}	V ₄₊	III ₃₊	39
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>		1 ₊₊	II ₃₊		IV ₄₁	V ₅₊	30
Species group 10_Differential species of <i>Carex humilis</i> var. <i>nana-Styrax obassia</i> group							
<i>Styrax obassia</i>	331	1 ₊₊	I ₃₊	II ₁₊	I ₃₊	43 _r	8
<i>Carex humilis</i> var. <i>nana</i>		2 ₊₊			3 ₁₊	II ₂₊	7
<i>Disporum smilacinum</i>	2 ₊₊	4 ₊₊	I _{1r}	4 _{1r}	1 ₁₊	3 ₊₊	6
<i>Pinus koraiensis</i>		2 _{1r}	42 _r	1 ₊₊	II _{3r}	45 ₁	4
Species group 11_Differential species of <i>Artemisia keiskeana</i> group							
<i>Artemisia keiskeana</i>			1 ₊₊		3 ₁₊	II ₁₊	17
<i>Vaccinium hirtum</i> var. <i>koreanum</i>					4 ₂₊	III ₃₊	16
<i>Lespedeza bicolor</i>		1 ₁₁		1 _{rr}	2 ₁₊	III ₁₊	12
<i>Pinus densiflora</i>		133			233	III ₅₄	8
<i>Rhododendron mucronulatum</i>						IV ₃₊	8
Companions omitted (268 spp.)							

Table 2. Total percent cover and average no. of species by vegetation types

Vegetation types	Total cover					Average number of species				
	Tree	Subtree	Shrub	Herb	All	Tree	Subtree	Shrub	Herb	All
VT1	89.4	53.7	27.2	84.6	230.8	3.3	3.9	2.7	2.2	11.3
VT2	90.9	47.6	30.5	88.5	231.0	4.4	4.6	3.4	3.7	16.3
VT3	84.2	53.6	48.1	88.4	246.0	4.1	5.3	4.8	4.2	21.2
VT4	72.3	42.4	30.0	82.8	202.7	4.6	4.2	3.1	2.9	14.4
VT5	85.0	40.8	61.5	87.2	243.8	5.0	5.1	5.4	3.6	18.2
VT6	81.3	38.2	84.5	42.1	222.9	4.3	2.9	4.2	2.4	13.5
Average	83.9	46.1	47.0	78.9	229.5	4.3	4.3	3.9	3.2	15.8

Table 3. Species diversity status by vegetation types

Vegetation types	Richness(S)	Evenness(E)	Diversity(H')	Dominance(D')
VT1	24.8±8.8	0.653±0.100	2.054±0.420	0.815±0.066
VT2	25.3±7.8	0.624±0.063	1.985±0.277	0.818±0.049
VT3	21.7±5.7	0.673±0.073	2.051±0.293	0.823±0.051
VT4	29.3±8.2	0.634±0.173	2.131±0.672	0.812±0.126
VT5	16.0±6.6	0.642±0.081	1.736±0.366	0.766±0.071
VT6	14.8±4.9	0.672±0.113	1.761±0.343	0.773±0.074
Average	18.8±6.0	0.557±0.086	1.674±0.339	0.687±0.062

4. 생활형

조사지의 산림식생 구성 종의 번식방법과 환경조건을 파악하여 천이를 유도하는데 용이한 지표인 생활형을 휴면형(Dormancy forms), 지하기관형(Radicoid forms), 산포기관형(Disseminule forms), 생육형(Growth forms)의 4가지로 구분하여 중요치로 분석하였다. 식물종의 휴면형별 분포 현황으로는 반지중식물(H)이 차지하는 비율이 다른 유형에 비해 상대적으로 높은 수치를 나타내었으며 일년생식물(Th) 및 월동하는 월년초(Th(w)), 영양번식형 월년초(Th(v)) 그리고 지표식물(Ch)과 수생식물(HH), 착생식물(E)의 출현빈도가 다른 유형에 비하여 낮은 수치를 나타낸 것으로 분석되었다. 식생단위별 분포에 있어서는 가장 높은 해발고를 지닌 VT2형에서 미소지상식물(N)이 가장 높게 나타났으며 사면 하부 및 계곡부에 위치한 VT1형과 VT4형에서 소형지상식물(M), 대형지상식물(MM)이 가장 높게 나타났다. 식물의 표면이나 노출된 바위면에 붙어서 자라는 식물인 착생식물(E)은 VT4형의 단일 식생단위에서 출현하였다. 지하기관형의 경우, 단위식물형(R5)의 출현빈도가 근경식물형(R1~3)과 포복경형(R4) 식물종에 비해 상대적으로 높게 나타났다. 식생단위별 분포에서는 사면 상부와 능선부에 위치한 VT5형과 VT6형에서 근경식물형이 가장 높은 수치를 나타냈으며 VT3형에서는 포복경형이 가장 낮은

수치를 나타내었다. 산포기관형의 분포 현황으로는 특별한 기관 없이 중력에 의해 모체 근처에 떨어지는 동력산포형(D4)이 가장 높게 나타났고 과피의 팽압에 의해 종자를 산포하는 자동산포형(D3)이 가장 낮게 나타났다. 식생단위별 분포 유형에 있어서는 VT6형에서 풍수산포형(D1)과 동물산포형(D2), 자동산포형(D3)이 가장 낮은 수치를 보였고 그와 반대로 전술한 바와 같이 동력산포형(D4)에서는 가장 높은 수치를 보였다. 이는, 가장 낮은 해발고에 위치하고 경사가 절첩지며 주로 전석지를 이루고 있어 모수 주변에 산포되는 것이 아니면 종자가 발아되는 것을 기대하기 어렵기 때문인 것으로 판단되었다. 또한, 모든 유형에서 각 식생단위별로 유의한 차이를 나타내나 무성생식을 하는 영양번식형(D5)에서는 모두 나타나지 않았다. 식물 지상부의 형태와 생육 상태를 유형화한 생육형별 분포 현황으로는 직립형(e)의 수치가 다른 유형에 비하여 상대적으로 높게 나타났으며 일직로제트형(pr)에서는 가장 낮은 수치를 나타내었다. 식생단위별 분포 유형에서는 계곡을 주로 이루고 있는 VT1형에서 분지형(b)과 만경형(l)이 가장 높게 나타났으며 사면 상부와 능선부를 주로 이루고 있는 VT5형과 VT6형에서 만경형과(l) 포복형(p)이 제일 낮게 나타났다. 최종적으로 생활형 분류 기준 4가지에서 휴면형은 반지중식물인 H형, 지하기관형은 단립식물인 R5형, 산포기관형은 동력산포형인 D4형, 그리고 생육형은 직립형인 e형이 중심축을

이르는 『H-R5-D4-e』형으로 나타났다(Table 4). 이는 『G-R5-D4-e』형으로 나타난 Lee *et al.*,(2015)의 연구 결과와 휴면형을 제외한 모든 생활형이 일치하였다.

5. 입지 환경 특성

조사지의 식생유형별로 해발고, 방위각, 경사각, 암석노출도, 낙엽층 깊이 그리고 미세지형의 6가지 입지의 환경요인을 측정하여 분석하였다. 해발고의 경우 VT2형이 평균 958.9m로 가장 높게 나타났고 VT6형이 707.1m로 가장 낮게 나타났다. 방위각은 주로 동~남향이었으나 VT2형과 VT5형은 남서향으로 나타났다. 경사각은 VT6형이 29.0°로 가장 급한 경사로 험준지(험)였으며 VT1형은 18.0°로 가장 낮은 경사로 경사지(경)로 나타났다. 암석노출도는

VT6형이 15.7%로 가장 높게 나타났으며 VT2형과 VT3형, VT5형은 5% 이하로 낮게 나타났다. 낙엽층 깊이는 VT4형과 VT5형이 4.3cm로 가장 깊게 나타났으며 VT6형이 3.1cm로 가장 낮게 나타났다. 미세지형으로는 VT1형이 계곡부에서 나타났고 VT2형은 사면상부-능선부, VT3형은 사면중부-능선부, VT4형은 사면하부, VT5형은 사면상부 그리고 VT6형은 능선부 등에서 주로 나타났다(table 5). VT1형은 주로 계곡부에 위치하고 있으며 경사가 다소 평탄하고 다소 적습 또는 적윤한 입지에 분포하고 있어 비교적 안정된 임분으로 되어있다. 그와 반대로 VT6형의 경우 주로 능선부에 위치하고 있고 노암률이 가장 높고 절험 척박지를 성립하고 있었으며 소나무 및 잣나무 군집이 주로 출현하고 있었는데 이는, Lee *et al.*(2012) 연구 결과와도 일치하였다.

Table 4. Number of species(NS) and composition ratio of all vascular plants by vegetation strata based on life forms in the study area

Life forms	Vegetation types						
	VT1	VT2	VT3	VT4	VT5	VT6	
Dormancy	Th	1.65	0.65	-	0.17	-	-
	Th(v)	0.47	0.14	0.07	0.44	0.29	-
	Th(w)	1.61	1.84	0.49	1.58	1.05	0.45
	G	20.35	27.66	17.78	12.42	23.26	28.45
	H	37.37	40.44	52.61	47.07	55.77	53.85
	Ch	1.48	0.70	0.14	0.43	0.17	-
	N	9.69	12.80	10.40	7.59	9.02	8.88
	M	12.48	7.04	8.16	12.63	5.17	2.97
	MM	12.16	7.57	9.80	13.83	4.23	4.95
	HH	2.75	1.15	0.54	3.58	1.04	0.45
E	-	-	-	0.26	-	-	
Radicoid	R1	9.79	14.13	17.85	15.15	20.04	14.52
	R2	8.72	14.76	9.59	10.44	17.12	8.56
	R3	31.05	31.63	36.73	28.59	36.89	41.04
	R4	2.12	0.54	0.14	2.66	0.40	0.23
	R5	48.32	38.94	35.69	43.16	25.55	35.64
Disseminule	D1	28.89	27.83	26.81	30.13	28.60	22.54
	D2	20.86	17.17	14.61	18.47	11.39	8.91
	D3	7.76	10.45	9.62	6.34	7.51	5.64
	D4	42.50	44.56	48.96	45.05	52.51	62.91
	D5	-	-	-	-	-	-
Growth	b	5.67	4.14	2.50	4.58	1.80	0.91
	e	50.70	51.84	47.62	48.22	53.59	53.37
	l	10.57	2.49	2.90	5.05	1.22	0.68
	p	1.21	4.57	4.53	1.89	2.00	1.20
	pr	0.58	-	0.21	0.09	-	-
	ps	9.22	13.84	13.36	10.33	11.27	21.75
	r	6.21	10.61	9.63	5.92	9.60	8.23
t	15.84	12.51	19.25	23.92	20.53	13.87	

Table 5. Site characteristics by vegetation types in the study area

Vegetation types	Altitude (m)	slope aspect (°)	slope degree (°)	Exposed rock (%)	Litter depth (cm)	Microtopography				
						Valley	Lower slope	Middle slope	Upper slope	Ridge
VT1	825.2	148.4	18.0	12.9	3.4	62.5	23.1	14.0	8.1	11.1
VT2	958.9	212.0	21.4	1.6	3.7	12.5	7.7	12.0	25.8	22.2
VT3	888.6	170.8	27.7	5.0	4.0	-	23.1	32.0	17.7	33.3
VT4	800.8	166.4	23.8	13.5	4.3	25.0	30.8	18.0	8.1	-
VT5	880.6	217.5	25.2	0.7	4.3	-	7.7	12.0	30.6	11.1
VT6	707.1	92.4	29.0	15.7	3.1	-	7.7	12.0	9.7	22.2
Average	843.5	167.9	24.2	8.2	3.8	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

종합고찰

본 연구는 백두대간 설악산 권역의 8구간과 9구간 사이에 해당하는 단목령-구룡령 구간을 조사·분석하였다. 한반도 식물의 대표적인 식생을 지니고 있는 강원도권의 백두대간은 높은 해발고를 나타내고 있어 지리·지형적 특성상 기후변화에 매우 취약하다. 또한, 백두대간을 찾는 이용객의 급격한 증가로 환경적 및 인위적 교란에 의하여 산림 쇠퇴 위기에 처해있다. 특히, 우리나라 백두대간 일대와 같이 입지환경 조건이 열악한 곳에서는 생산력이 낮아 그 성립 기반인 식생에 대한 간섭과 파괴가 반복적으로 진행되면 원래 상태로의 회복이나 복원은 거의 불가능하거나 매우 긴 시간을 필요로 한다(Lamb, 1998; Cho *et al.*, 2004). 따라서, 백두대간의 체계적인 보전 및 관리 계획 수립을 위해 산림 군락유형을 밝히고 그 생태적 특성을 파악하고자 본 연구를 실시하였다. 해당 구간의 북쪽으로는 설악산, 서쪽으로 점봉산, 방태산, 남쪽으로 오대산이 높은 해발고를 지닌 주봉들이 위치하고 있고 동쪽으로 해안에 인접하여 있어 일반적인 내륙지역의 산림에 비하여 다양한 생물적 요소가 풍부하다. 멸종위기종(Critically endangered, CR)인 벌개풀과 위기종(Endangered species, EN)인 구실바위취, 취약종(Vulnerable, VU)인 백작약, 두메대극, 금강초롱꽃, 어리병풍, 약관심종(Least concern, LC)인 등취, 도깨비부채, 참배암차즈기, 미치광이풀, 병풍쌈 등 여러 희귀식물이 다수 분포하고 있는 것으로 확인되었고 현재 「백두대간 보호에 관한 법률」에 의거하여 백두대간 보호구역으로 지정되어 있다. 식생유형 분류에서는 총 6개 유형과 상관적 측면에서 11개의 유형이 도출되어 결코 적지 않은 희귀식물들의 분포를 확인할 수 있었고 산림생태계의 지표가 될 수 있는 산림 식생의 각 유형별로 구성 종의 종다양성, 생활형 그리고 입지 환경 특성을 분석하여 종합한 결과 일반적인 산림과는 다른, 출현종의 풍부함과 생활형에서의 구성적 특성 그리고

입지에서의 다양한 구조적 특징이 나타나 다양성, 고유성, 자연성, 희귀성 등의 측면에서 해당 지역 내에 보전가치가 높은 산림이라 판단 할 수 있었다. 따라서, 앞으로도 생태적 안정성을 유지 할 수 있도록 많은 구간의 식생변화 모니터링과 식생구조, 종다양성 등에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

REFERENCES

- Braun-Blanquet, J.(1964) Pflanzensoziologie, Grundzuge der Vegetationskunde. 3 Aufl. Springer, Wien, 865pp.
- Bruce, M.C., B.G. James and L.U. Dean(2002) Analysis of Ecological Communities, MjM Software Design, Oregon.
- Cho, H.J., B.C. Lee and J.H. Shin(2004) Forest vegetation structure and species composition of the Baekdudaegan Mountain Range in South Korea. Journal of Korean Forest Society 93(5): 331-338. (in Korean with English abstract)
- Cho, H.J., K.H. Bae, C.S. Lee and C.H. Lee(2004) Species composition and structure of the evergreen coniferous forest vegetation of the Subalpine Area. Journal of Korean Forest Society 93(5): 372-379. (in Korean with English abstract)
- Cho, H.S. and S.D. Lee(2013) Plant community structure of Haneoryoung-Daetjae Ridge, the Baekdudaegan Mountains. Korean Journal of Environment and Ecology 27(6): 733-744. (in Korean with English abstract)
- Curtis, J.T. and R.P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32: 476-496.
- Ellenberg, H.(1956) Grundlagen der vegetationsgliederung. 1. Aufgaben und Methoden der vegetationskunde. in: Walter, H.(Hrsg.) Einfuhrung in die Phytologie IV, Stuttgart, 136pp.
- Han, B.H., J.W. Choi, T.H. Noh and D.W. Kim(2015) The structure of plant community in Jungdaesa-Birobong Area, Odaesan

- National Park. Korean Journal of Environment and Ecology 29(5): 764-776. (in Korean with English abstract)
- Hill, M.O.(1979) TWINSPAN – A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two way table by classification of the individuals and attribute, Ecology and Systematics, Cornell University, Ithaca, New York, 99pp.
- JeriLynn, E.P.(2016) Multivariate Analysis of Ecological step-by-step, MjM Software Design, Oregon.
- Kim, N.C., U.J. Nam and K.J. Shin(2008) A study on the slope ecological restoration and revegetation models of the Baekdu-Mountain Range. Journal of Korean Society Environmental Restoration Technology 11(1): 72-84. (in Korean with English abstract)
- Korea Forest Service(2003) Study for the administration range setting and management measures established in Baekdudaegan, 270pp. (in Korean)
- Korea Forest Service(2017) Forest terminology dictionary. <http://www.forest.go.kr> (in Korean)
- Korea Meteorological Administration(2017) Climate information (1981-2010). <http://www.kma.go.kr> (in Korean)
- Korea National Arboretum(2017) Korean Plant Names Index. <http://www.nature.go.kr/index.jsp> (in Korean)
- Kwon, T.H., K.J. Yoo, S.H. Choi and D.P. Kim(2003) Approach for effective resource management in Baekdudaegan –A case study from Manbokdae to Siribong Area-. Korean Journal of Environment and Ecology 16(4): 498-507. (in Korean with English abstract)
- Lamb, T.(1998) A study of plant community structure and a reclamation evaluation of disturbed subalpine sites in Glacier National Park. British Columbia. MS. Thesis: University of Alberta, 89pp.
- Lee, D.K., W.K. Song, S.W. Jeon, H.C. Sung and D.Y. Son(2007) Deforestation patterns analysis of the Baekdudaegan Mountain Range. Journal of Korean Society Environmental Restoration Technology 10(4): 41-53. (in Korean with English abstract)
- Lee, H.Y., J.H. Lee and C.W. Yun(2015) Characteristics of species composition and community structure for the forest vegetation of aspect area in Mt. Eungbok. Korean Journal of Environment and Ecology. (in Korean with English abstract)
- Lee, J.H., H.J. Hwon, G.S. Jeon, N.C. Kim, C.S. Park and H.K. Song(2008) Native plants selection for ecological replantation in roadside cutting-slope of the Baekdu Range. Journal of Korean Society Environmental Restoration Technology 11(4): 67-74. (in Korean with English abstract)
- Lee, S.D., S.H. Hong and J.S. Kim(2012) Plant community structure of Daetjae(hill)-Baekbongryung(ridge) the Baekdudaegan Mountains. Korean Journal of Environment and Ecology 26(5): 719-729. (in Korean with English abstract)
- Lee, T.B.(2003) Cloured Flora of Korean (I, II). Hyangmunsa, Seoul. (in Korean)
- Microsoft(2010) Microsoft Excel 2010. Microsoft Coporation.
- Ministry of Environment(2001) Management plan to effective on Baekdudaegan(The first year). 86pp. (in Korean)
- Ministry of Environment(2002) Management plan to effective on Baekdudaegan(The second year). 129pp. (in Korean)
- National Geographic Information Institute(2017) Traditional ecology of korea. nationalatlas.ngii.go.kr (in Korean)
- Oh, J.H., Y.K. Kim and J.O. Kwon(2007) An analysis of landcover change and temporal landscape structure in the main ridge area of the Baekdudaegan Mountaion System. The Korean Journal of Geographic Information Studies 10(3): 49-57. (in Korean with English abstract)
- Park, S.G., H.J. Cho and C.B. Lee(2009) Vegetation types & floristic composition of native conifer forests in the ridge of the Baekdudaegan. Journal of Korean Forest Society 98(4): 464-471. (in Korean with English abstract)
- Shannon, C.E. and W. Weaver(1949) The mathematical theory of communication. Urbana, IL : University of Illinois Press.
- Shin, J.H.(2004) Management area and management strategy of Baekdudaegan. Korean Journal of Environment and Ecology 18(2): 197-204. (in Korean with English abstract)
- Simpson, E.H.(1949) Measurement of diversity. Nature 163:688.
- Whittaker, R.H.(1965) Dominance and Diversity in Land Plant Communities. Science 147: 250-260.
- Yun, C.W., H.J. Kim, B.C. Lee, J.H. Shin, H.M. Yang, and J.H. Lim (2011) Characteristic community type classification of forest vegetation in South Korea. Forest Science and Technology 100(3): 504-521. (in Korean with English abstract)