

## 백두대간(깃대배기봉-죽령 구간) 마루금 주변의 산림식생구조

송주현 · 윤충원<sup>ID\*</sup>

공주대학교 산림자원학과

### Forest Vegetation Structure in Maruguem (the Ridge Line) Area of Gitdaebaegibong to Jukryeong, Baekdudaegan

Ju Hyeon Song and Chung Weon Yun<sup>ID\*</sup>

Department of Forest Resource, Kongju National University, Kongju 32588, Korea

**요약:** 본 연구는 백두대간 깃대배기봉~죽령 구간의 마루금을 대상으로 식물사회학적 식생유형분류를 실시한 후, 일치법과 CCA 분석을 통해 분류된 식생단위와 입지환경인자와의 상관관계를 파악하고, 종다양도 분석, 군락유사도와 DCA 분석을 통해 식생단위간 유사도와 군락의 통계적 거리를 고찰하며, 주요 목본 수종의 중간상관관계 분석을 통해 산림식생구조를 파악하기 위하여 2018년 4월부터 동년 10월까지 총 298개소의 산림식생조사를 실시하였다. 식생유형분류 결과, 총 13개의 식생단위로 구분되었으며 최상위 수준에서 신갈나무군락군으로 분류되었고, 신갈나무군락군은 산뽕나무군락, 터리풀군락, 쇠물푸레나무군락, 개벚나무군락, 신갈나무전형군락으로 세분되었고, 산뽕나무군락은 물참대군과 산뽕나무전형군으로 세분되었으며, 터리풀군락은 박새군, 새군, 터리풀전형군으로 세분되었으며, 쇠물푸레나무군락은 소나무군, 일본잎갈나무군, 쇠물푸레나무전형군으로 세분되었다. 물참대군은 다시 가래나무소군, 황벽나무소군, 말밭도리소군, 물참대전형군으로 세분되었다. 입지환경인자와 일치법과 CCA를 통한 상관관계 분석 결과, 해발고도에서 터리풀군락(식생단위 6~8)은 1,200 m 이상에서 분포하는 것으로 나타났고, 그 외 식생단위에서는 1,200 m 이하에 분포하는 것으로 나타났으며, CCA 분석 결과에서도 터리풀군락은 해발고도와 양의 상관관계를 가지는 것으로 나타났다. 종다양도 분석 결과, 터리풀군락이 종다양도가 높은 것으로 나타났다. 군락유사도 결과, 쇠물푸레나무군락(식생단위 9~11)의 유사도가 상대적으로 동일하게 나타났으며, 산뽕나무군락(식생단위 1~5)과 새군(식생단위 7)은 상대적으로 이질적인 것으로 나타났다. DCA 분석 결과에서도 산뽕나무군락과 터리풀군락의 통계적 축의 거리가 가장 먼 것으로 나타나 군락유사도 분석 결과와 일치하는 경향을 보였다. 주요 목본 수종의 중간상관관계 분석 결과, 친수성 수종간에는 양의 상관관계가 인정되었고, 참나무류인 신갈나무와 양수인 소나무, 일본잎갈나무 등은 음의 상관관계가 인정되었다.

**Abstract:** This study was conducted to analyze forest vegetation structure in the Marugeum (Ridge) area of Gitdaebaegibong to Jukryeong, Baekdudaegan. Data were collected in 298 quadrates through a Braun-Blanquet vegetation survey from April, 2018 to October, 2018. Forest vegetation was classified into 13 vegetation units. A *Quercus mongolica* community was divided into *Morus bombycis*, *Filipendula glaberrima*, *Fraxinus sieboldiana*, *Prunus maackii* unit and *Q. mongolica* typical unit. The *M. bombycis* unit was further classified into a *Deutzia glabrata* group and *M. bombycis* typical group. The *F. glaberrima* unit was subdivided into a *Veratrum oxysepalum* group, *Arundinella hirta* group, and *F. glaberrima* typical group. The *F. sieboldiana* unit was divided into a *Pinus densiflora* group, *Larix kaempferi* group, and *F. sieboldiana* typical group. The relationship between vegetation units and environmental factors was studied through coincidence analysis and CCA. The *F. glaberrima* unit (VU 6~8) was distributed by elevation above 1,200 m and other vegetation units were distributed below 1,200 m. Results of the CCA analysis showed that the *F. glaberrima* unit distribution is positively correlated with elevation. As a result of species diversity, the *F. glaberrima* unit was higher than other vegetation units. A similarity index analysis revealed that the *F. sieboldiana* unit (VU 9~11) was relatively homogeneous, and the *M. bombycis* unit (VU 1~5) and *A. girta* group (VU 7) were relatively heterogeneous. A detrended correspondence analysis determined that the distance

\* Corresponding author

E-mail: cwyun@kongju.ac.kr

ORCID

Chung Weon Yun <sup>ID</sup> <https://orcid.org/0000-0001-7048-6980>

between the statistical axes of the *M. bombycis* and *F. glaberrima* units was the greatest, which is consistent with the analysis of the similarity index. As a result of interspecific correlation of major woody plants, hydrophilic species were positively correlated, and a negative correlation was found between *Q. mongolica* and intolerant species such as *P. densiflora* and *L. kaempferi*.

**Key words:** phytosociology, coincidence method, CCA, species diversity, similarity index, DCA, interspecific correlation

## 서론

백두산에서 기봉(起峰)하여 함경도를 넘어 강원도 내달아서 전라도 돌아들어, 지리산에 이르러서 일지맥(一支脈)이 머무르니, 옛 사람들은 그것을 우리나라 등마루 산줄기라 하여 백두대간이라 불렀다. 백두대간의 개념은 1980년대 초부터 신속히 확산되어 갔으며(Korea Research Institute for Human Settlements, 2004), 산과 강을 하나의 유기체로 인식한 산경표에서는 우리나라 산줄기를 지리적으로 1대간, 1정간, 13정맥 등 15개로 나누었고, 총 연장 길이 약 1,400km 중 남한지역에 해당하는 향로봉에서 지리산 천왕봉까지 약 680km에 이른다(Korea Forest Service, 2008). 백두대간은 국토의 골격을 이루는 큰 산줄기로서 남과 북을 잇는 주축이며, 자연생태계의 핵심 축을 이루는 생물종 다양성의 보고로 보전 가치가 매우 높은 지역인 동시에 동해로 흐르는 물과 서해로 흐르는 물을 갈라놓는 대분수령이며, 1정간, 13정맥의 모태이자 강의 발원지이고 한반도 산지 분류체계의 상징이자 인문·사회·문화·역사의 기반이 된다(Korean Society of Environment and Ecology, 2010).

남한의 백두대간은 설악산권역(향로봉~구룡령), 태백산권역(구룡령~깃대배기봉), 속리산권역(깃대배기봉~청화

산), 덕유산권역(청화산~남덕유산), 지리산권역(남덕유산~천왕봉)으로 나눌 수 있으며(Korea Forest Service, 2016), 본 연구대상지인 깃대배기봉에서 죽령까지의 구간은 속리산권역에 속한다. 구간 안에는 금강소나무의 원형이 잘 보존되고 있으며(Lee et al., 2012), 송이버섯 등, 약용·식용 식물자원의 자연생산지로서 잘 알려져 있는(Oh et al., 1998; Kim and Yun, 2009a) 구룡산(1,344 m)과 옥석산(1,242 m), 태백산과 소백산의 두 산을 이어주는 연결구간이며 열악한 도로 사정과 험준한 지형 그리고 울창한 산림 등으로 자생식물의 보존이 비교적 잘 이루어지고 있는 선달산(1,236 m)이 위치해 있고(An, 2018), 주봉인 비로봉(1,439 m)을 비롯하여 동북측의 국망봉(1,421 m), 신성봉(1,380 m), 형제봉(1,177 m)이 뻗어있고 서남측으로는 제 1연화봉(1,394 m), 제 2연화봉(1,357 m)에 이르는 고산준령을 이루며 산악형국립공원 중에서 지리산과 설악산 다음으로 면적(320.5km<sup>2</sup>)이 넓은 소백산 등이 위치해 있어 자연생태계의 자원이 풍부한 지역이다(Lee et al., 1993).

백두대간의 식생유형분류 및 군집구조에 관한 연구(Cho, et al., 2004; Hwang et al., 2012; Cheon et al., 2013; Kim et al., 2013; Lee et al., 2014a; Lee et al., 2014b; Chung et al., 2014; Chung et al., 2015; Han et al., 2015; Hwang et al., 2015; Hwang et al., 2016; Hwang, 2016) 등

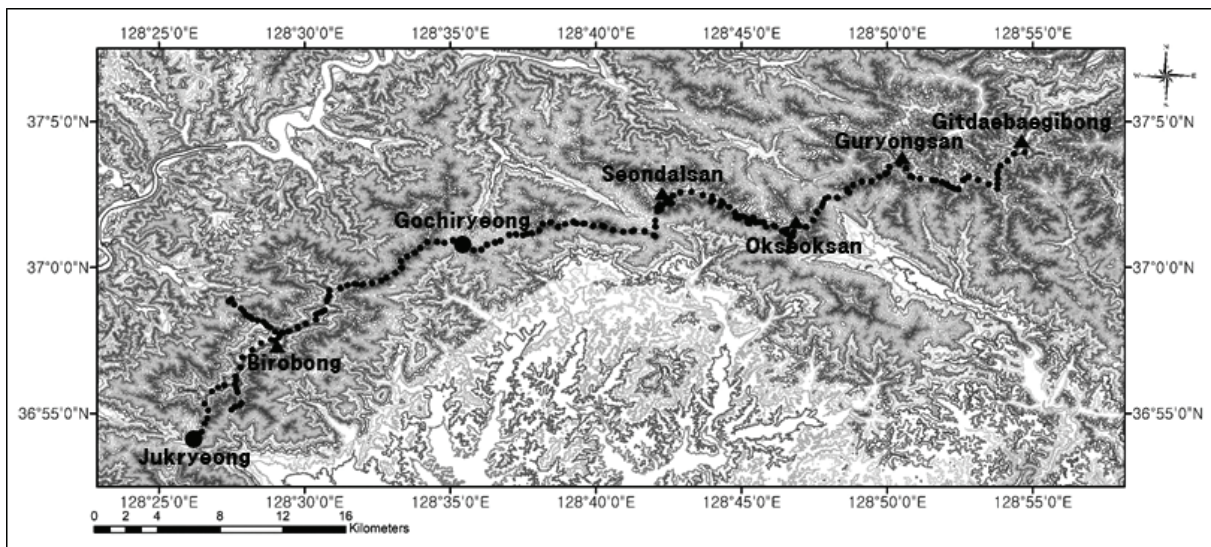


Figure 1. The Location of study sites of Gitaebaegibong to Jukryeong in Baekdudaegan.

많은 연구가 진행되어 왔지만 정략적 분석인 통계패키지를 이용한 군집분석이 주를 이루고 있었고, 군락유형을 인식하고 분류할 때에 식물사회학적(floristic-sociological)인 측면, 즉 식물사회의 종조성을 강조하는 연구전략(Braun-Blanquet, 1932; Braun-Blanquet, 1964)으로 군락분류체계의 확립을 가능하게 하는 Z-M학파의 전통군락분류법(Whittaker, 1965)에 의한 식생유형분류는 거의 이루어지지 않고 있었다. 전 구역을 대상으로 한 백두대간 연구는 소수 존재하였지만 광범위한 지역을 취급하다 보니 식생의 구조를 자세하게 파악하기에 부족한 부분이 있었다. 마루금을 따라 세부구간별 식생구조를 살핀 기존의 연구로는 피재~도래기재 구간(Oh and Park, 2002), 정령치~복성이재 구간(Choi and Oh, 2003), 남덕유산~소사재 구간(Choi et al., 2004), 부봉~포암산 구간(Choo and Kim, 2005), 땃재~백봉령 구간(Lee et al., 2012), 한의령~땃재 구간(Cho and Lee, 2013), 조침령~신배령 구간(Lee et al., 2014a), 구룡령~약수산 구간(An et al., 2014), 중대사~비로봉 구간(Han et al., 2015) 등 여러 연구가 이루어져 왔지만 깃대배기봉에서 죽령 구간의 식생구조에 관한 연구는 미흡하였다.

따라서 본 연구는 깃대배기봉에서 죽령 구간의 산림식생을 대상으로 Z-M학파의 식물사회학적 유형분류를 통해 종조성을 파악하고 분류된 식생단위와 입지환경인자와의 상관관계를 일치법(Coincidence method)과 CCA 분석을 통해 살펴봄, 식생단위별 종다양성, 군락유사도와 DCA 분석을 통해 군락간 유사도 및 통계적 거리를 고찰하고 주요 목본 수종의 중간 상관관계 분석을 통해 연구대상지의 산림식생구조를 밝히고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 연구대상지

본 연구는 남한의 백두대간 구간 중 행정구역상 강원도 태백시, 영월군, 경상북도 봉화군의 경계에 있는 깃대배기봉(1,368 m)에서부터 구룡산(1,344 m), 옥석산(1,242 m), 선달산(1,236 m), 소백산 비로봉(1,439 m)을 거쳐 죽령까지의 총 63.6 km 구간을 연구대상지로 선정하였다(Figure 1). 본 조사지의 생태권역은 산악권역에 속하며(Shin and Kim, 1996), 식물구계구분에서는 중부아구에 속한다(Lee and Yim, 2002). 깃대배기봉에서 죽령 구간 내 지질을 살펴보면, 깃대배기봉에서 도래기재 구간은 선캄브리아기 선캄브리아계 울리통 고선리층(운모질 반안 및 흑운모-석영편암 등)이 넓게 분포하고 있고, 도래기재에서 늦은목이재 구간은 선캄브리아기 고선리층, 화강편마암, 점선리층(화강암질 편마암류), 페그마타이트질미그마타이트 등의 순으로 분포

하고 있었다. 늦은목이재에서 죽령 구간은 선캄브리아기 페그마타이트질미그마타이트, 반성변정질 편마암, 마그마타이트질편마암, 흑운모화강암질편마암 등의 순으로 분포하고 있었다(Korea Forest Service, 2015).

### 2. 야외조사 및 분석방법

조사기간은 2018년 4월부터 동년 10월까지 백두대간 깃대배기봉에서 죽령 구간의 마루금을 대상으로 정략적인 식생자료를 수집하고자 500 m 간격으로 마루금선 기준 좌·우 50 m를 이격하여 20 m × 20 m 크기의 총 298개소의 방형구를 선정하였다. 식물사회학적 방법(Ellenberg, 1956; Braun-Blanquet, 1964)에 따라 조사구내에 출현하는 각 종의 피도(coverage)와 개체수를 조합시킨 우점도(dominance) 계급을 층위별로 구분하여 판정 기록하였고, 생육상태는 종 개체의 집합 혹은 이산의 정도에 따른 군도(sociality)계급 등을 측정하였다. 환경요인의 측정은 해발고도, 지형, 방위, 경사, 암석노출도, 낙엽층깊이, 층위별 평균식피율, 층위별 평균수고, 층위별 평균흉고직경 등을 측정 및 기록하였다. 구성종의 식물분류와 동정은 원색식물도감(Lee, 2003), 원색한국수목도감(Hong et al., 1987), 나무생태도감(Yun, 2016)을 기준으로 실시하였으며, 국가표준식물목록(Korea National Arboretum, 2014a)과 국가생물종지식정보시스템(Korea National Arboretum, 2014b)을 기준으로 학명과 국명을 작성하였다. 298개소 방형구의 식생자료를 토대로 Ellenberg (1956)의 표조작법과 Hill(1979a)의 TWINSpan을 이용하여 소표(raw table)로부터 여러 단계의 표조작과정을 거쳐 최종적으로 상재도로 나타낸 식별표를 작성하여 식생유형분류를 실시하였다. 군락유형 분류 후, 연속계수가 아닌 정성적 범주화 계수인 지형의 경우, 계곡부(V)를 1, 사면하부(LS)를 3, 사면중부(MS)를 5, 사면상부(US)를 7, 능선부(R)를 9, 산정(T)을 10의 정량적 값을 대입하여 기술통계적 분석을 실시하였다. 분류된 식생단위와 입지환경인자(해발고도, 사면경사도, 암석노출도, 교목층 평균수고와)와의 상관관계를 파악하고자 일치법(coincidence method)에 의거하여 검토하였고(Cho, 1990; Lee, 1993; Yun, 1994), 규범적 대응 분석법인 CCA(canonical correspondence analysis)를 통해 무생물적 환경인자(해발고도, 지형, 암석노출도)와 식생단위와의 상관관계, 생물적 환경인자(교목층 평균식피율, 초본층 평균식피율, 교목층 평균수고, 아교목층 평균수고, 교목층 평균흉고직경, 아교목층 평균흉고직경, 평균출현종수)와 식생단위와의 상관관계를 정량적이고 객관적으로 파악하여 일치법의 결과와 고찰하였다. 수리통계처리를 위하여 통계처리 프로그램인 PC-Ord v5.17을 이용하여 Biplot cutoff  $R^2$  0.200으로 분석하였다. 일정 면적 내에서 종수, 또는 군집 내에서 일정 개체수를 구성하는 종수를 의미하는

종풍부도(species richness)와 각 종에 속하는 개체수가 얼마나 고르게 분포하는가를 나타내는 균등도(species evenness)를 동시에 나타내는 척도인 종다양도지수(Shannon, 1949), 최대종다양도지수, 균제도, 우점도를 분석하였다(Herlbert, 1971; Brower and Zar, 1977). 식생유형분류를 통해 나온 식생단위별 각 종(種) 사이의 유사도를 분석하기 위하여 Sørensen의 유사계수(CCs)를 이용하여 군락유형별 구성종의 유사성을 분석하였고(Sørensen, 1948), 분류된 식생단위 안에 속해있는 조사구들의 종들의 우점도값을 평균하여 DECORANA(detrended correspondence analysis)를 이용하여 서열분석을 실시하였다. DECORANA를 수행한 결과를 토대로 이차원 공간에 각각의 식생단위를 배열하여 식생단위간의 유연관계를 파악하였고(Hill, 1979b), Sørensen의 유사계수(CCs) 결과와 고찰하였다. 수중간의 친화성을 밝히 고자 298개소의 조사구에서 집계된 주요 목본 수종 28종의 개체수 자료를 토대로 PASW(SPSS) 통계프로그램(ver. 24.0)을 이용하여 종간 상관관계를 구하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 식물사회학적 군락유형 분류 및 상대우점치

깃대배기봉에서 죽령 구간 백두대간 마루금 298개소의 산림식생조사 자료를 바탕으로 식물사회학적 방법에 의해 식생유형 분류를 수행하였던 바, 최상위 수준에서 신갈나무군락군(*Quercus mongolica* community group)이 분류되었고, 신갈나무군락군은 산뽕나무군락(*Morus bombicis* community), 터리풀군락(*Filipendula glaberrima* community), 쇠물푸레나무군락(*Fraxinus sieboldiana* community), 개벚나무군락(*Prunus maaackii* community), 신갈나무전형군락(*Q. mongolica* typical community)으로 세분되었다. 산뽕나무군락은 물참대(*Deutzia glabrata* group)군과 산뽕나무전형군(*M. bombicis* typical group)으로 세분되었고, 물참대군은 개래나무소군(*Juglans mandshurica* subgroup), 황벽나무소군(*Phellodendron amurense* subgroup), 말발도리소군(*Deutzia parviflora* subgroup), 물참대전형소군(*D. glabrata* typical subgroup)으로 세분되었다. 터리풀군락은 박새군(*Veratrum oxysepalum* group), 새군(*Arundinella hirta* group), 터리풀전형군(*F. glaberrima* typical group)으로 세분되었고, 쇠물푸레나무군락은 소나무군(*Pinus densiflora* group), 일본잎갈나무군(*Larix kaempferi* group), 쇠물푸레나무전형군(*F. sieboldiana* typical group)으로 세분되었다. 이는 우리나라 산림식생이 전체적으로 신갈나무 군락형으로 대표된다는 연구결과와(Yun et al., 2011) 일치하였다.

### 1) 식생단위 1 (신갈나무군락군-산뽕나무군락-물참대군-가래나무소군)

본 식생단위는 신갈나무군락군에서 종군 2의 산뽕나무, 산수국, 느릅나무, 병조희풀, 고추나무의 식별종 출현에 의해 산뽕나무군락으로 구분되어졌으며, 산뽕나무군락의 하위종군으로 물참대, 십자고사리, 승마, 박쥐나무 식별종에 의해 물참대군으로 구분되어졌고, 물참대군의 하위종군으로 가래나무, 작살나무, 고마리, 이삭여뀌, 사위질빵, 새콩, 노랑물봉선, 은평의다리, 좁깨잎나무의 식별종에 의해 가래나무소군으로 세분되었다. 본 식생단위에 출현하는 식물의 우점도가 3이상인 종은 신갈나무, 물푸레나무, 산딸기, 오미자, 산뽕나무, 산수국, 가래나무 등 총 12종이 출현하였다. 가래나무는 주로 산록과 계곡에 자생하는 낙엽활엽교목(Korea Forest Service, 1987)으로 기존 연구에서는 계곡지역의 상층임관에서 상위의 상대우점도를 보이는 대표적 수종으로 연구되어 왔으며(Yang and Kim, 2002), 본 결과에서도 작살나무, 고마리, 이삭여뀌, 사위질빵, 새콩, 노랑물봉선, 좁깨잎나무 등과 같은 친수성 식물과 함께 하나의 종군을 구성하였다. Kim and Yun(2009b)이 실시한 문수산·옥석산 일대의 산림식생유형 분류 결과, 신갈나무군락군-산수국군락-물참대군-가래나무소군으로 분류된 결과와 본 연구의 식생단위 1과 유사한 결과로 유형이 분류됨을 알 수 있었다.

### 2) 식생단위 2 (신갈나무군락군-산뽕나무군락-물참대군-황벽나무소군)

본 식생단위는 신갈나무군락군에서 종군 2의 산뽕나무, 산수국, 느릅나무, 병조희풀, 고추나무의 식별종 출현에 의해 산뽕나무군락으로 구분되어졌으며, 산뽕나무군락의 하위종군으로 물참대, 십자고사리, 승마, 박쥐나무 식별종에 의해 물참대군으로 구분되어졌고, 물참대군의 하위종군으로 황벽나무, 난티나무, 산괴불주머니, 가는잎췌기풀의 식별종에 의해 황벽나무소군으로 세분되었다. 본 식생단위에 출현하는 식물의 우점도가 3이상인 종은 신갈나무, 오미자, 산수국, 물참대, 십자고사리, 승마, 박쥐나무, 황벽나무, 산괴불주머니 등 총 16종이 출현하였다. 황벽나무는 양수이나 내음성이 강하여 음지에서 잘 자라며, 내건성에 약하여 건조지보다는 토심이 깊고 비옥한 곳에서 잘 자라는 수종으로 전국 산지에 고루 분포한다고 알려져 있으며(Korea National Arboretum, 2018), 본 연구지에서는 모든 식생단위 가운데 지형 환산값이 2.2로 나타나 가장 계곡부에 가까운 곳에 자생하는 특징을 보였다.





- Abies nephrolepis* (분비나무)
- Maianthemum bifolium* (두루미꽃)
- Taxus cuspidata* (주목)

I 11	I +4	R12
I 11	I +3	R12
I 12	I +4	

**8. Differential species of *Veratrum oxyssepalum* group;**

- Veratrum oxyssepalum* (박새)
- Sireptopus ovalis* (금강애기나리)
- Smilacina japonicum* (플솔대)
- Prunus padus* (귀룽나무)
- Lamium album* var. *barbatum* (광대수염)
- Diarrhena japonica* (옹수염)
- Hylomecon vernalis* (피나물)
- Rodgersia podophylla* (도깨비부채)
- Ribes maximowiczianum* (명자순)
- Euonymus macropterus* (나래회나무)
- Acer mandshuricum* (북장나무)
- Parasenecio firmus* (병풍삼)
- Trillium kamtschaticum* (연영초)
- Acer barbinerve* (창시닥나무)

V +3			
III +2	I ++	I +1	I ++
III +2	I 11	I +2	R ++
II 12	I ++		R ++
II +1			
II 11			
II 11			
II +1			I ++
II ++			
II +2			
II 23			
I +1			
I ++			
I +1			

**9. Differential species of *Arundinella hirta* group;**

- Arundinella hirta* (새)
- Bistorta manshuriensis* (범꼬리)
- Prunella vulgaris* var. *lilacina* (골풀)
- Rhododendron mucronulatum* var. *ciliatum* (털진달래)
- Plantago asiatica* (질경이)
- Dendranthema zawadskii* var. *latilobum* (구절초)
- Sedum aizoon* (가는기린초)
- Angelica anomala* (개구릿대)
- Megaleranthus saniculifolia* (모데미풀)
- Lilium cernuum* (솔나리)
- Geranium koreanum* (몽근이질풀)
- Patrinia scabiosaefolia* (마타리)
- Poa sphondylodes* (포아풀)
- Gentiana triflora* var. *japonica* (과남풀)
- Festuca ovina* (김의털)
- Potentilla dickinsii* (돌양지꽃)
- Cirsium chanroenicum* (쟁영덩굴귀)
- Lonicera vesicaria* (구슬맹이)
- Sedum polytrichoides* (바위채송화)
- Betula chinensis* (개박달나무)

III 24			
IV +2	I ++		I ++
IV +1			
III 13			
II +3			
III +1			
III ++			
III +1			
II ++			
II ++			
II +5			
II +1			
II +3			
II +1			
II +2			
II 11			
II ++			
I 11			
I +1			
I +1			

R11



*Berberis koreana* (매자나무)  
*Orostachys japonica* (바위솔)  
*Dendranthema sichotense* (바위구절초)  
*Leontopodium japonicum* (왜솔다리)  
*Pleurospermum camischaticum* (왜우산풀)

I 11  
 I ++  
 I ++  
 I ++  
 I ++

#### 10. Character species and differential species of *Fraxinus sieboldiana* community;

<i>Fraxinus sieboldiana</i> (쇠물푸레나무)	I +2	I +1	I 11	IV+3	II+2	III+2	I +1
<i>Atracylodes ovata</i> (삼주)	I ++	I ++	R++	III+1	III+1	III++	I ++
<i>Quercus variabilis</i> (굴참나무)	I ++	R22	R++	II+5	II 15	I 15	
<i>Syneilesis palmata</i> (우산나물)		I +1	I +1	II+2	II+3	I +2	I +2
<i>Rhododendron mucronulatum</i> (진달래)		R++	I +1	II+3	I 11	II+2	I +2

#### 11. Differential species of *Pinus densiflora* group;

<i>Pinus densiflora</i> (소나무)	I 11	II+2	II+4	V+5	R55	II 12
-------------------------------	------	------	------	-----	-----	-------

#### 12. Differential species of *Larix kaempferi* group;

<i>Larix kaempferi</i> (일본잎갈나무)	II 45	I 44	I 11	I 15	R 11	V 15
---------------------------------	-------	------	------	------	------	------

#### 13. Character species and differential species of *Prunus maackii* community;

<i>Prunus maackii</i> (개뫄지나무)	I 11	I 11	I 11	IV 14	IV+4
<i>Betula costata</i> (거제수나무)					

#### 14. Companion group;

<i>Astilbe rubra</i> (노루오줌)	II+1	I 11	II ++	I ++	III+1	III+1	III+1	II+1	II+1	II+3	III+1
<i>Cornus controversa</i> (홍충나무)	III 14	IV 44	II 12	IV 14	III 14	III 14	I ++	I ++	I 13	III 13	I +1
<i>Magnolia sieboldii</i> (함박꽃나무)	I 11	IV+2	III 12	I ++	III+3	III+3	I ++	I ++	I +1	II+2	III+1
<i>Rubia akane</i> (꼭두서니)	III+1	II ++	II+2	I ++	II ++	II ++	I ++	I ++	I ++	R ++	I ++
<i>Angelica gigas</i> (참당귀)	II ++	I ++	II+3	I ++	II ++	II ++	I ++	I ++	R ++	I ++	I ++
<i>Carex siderosticta</i> (대사초)	II+3	I ++	II ++	II+1	IV+3	IV+3	I ++	V+4	IV+4	IV+3	V+3
<i>Athyrium niponicum</i> (개고사리)	V+2	II 13	III+1	II 11	V+2	IV+3	II 11	V+2	III+2	III+2	II+1
<i>Lespedeza maximowiczii</i> (조록싸리)	II 13	I 11	I 11	I 11	I 44	I 11	I 11	I 11	IV+4	V+4	IV+3
<i>Calamagrostis arundinacea</i> (실새풀)	II+1	II+1	II+1	II 11	III 14	III 14	II 11	IV+3	IV+4	III+4	III+2
<i>Artemisia stolonifera</i> (넓은잎외잎쭉)	II+4	II ++	II ++	I ++	IV+4	IV+4	I ++	III+1	III+1	III+2	III+2
<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i> (동굴레)	II ++	I ++	I ++	I ++	III+1	I 11	I ++	III+1	IV+2	V r1	IV+1
<i>Tripterogium regelii</i> (미역줄나무)	I 12	I 11	II ++	I ++	IV+4	IV+4	I ++	III+4	III+4	III+2	IV+2
<i>Aster scaber</i> (참취)	I ++	I ++	II ++	I ++	IV+1	IV+1	I ++	III+1	III+1	III+2	III+1
<i>Isodon inflexus</i> (산박하)	II+3	II ++	IV+2	II ++	III+2	III+2	II ++	III+2	IV+2	II+3	III+1
<i>Carex humilis</i> var. <i>nana</i> (가는잎그늘사초)	II ++	I ++	II 11	I ++	II+1	II 15	I ++	IV+3	II+5	III+4	II+3



<i>Pseudostellaria palibiniana</i> (큰개별꽃)	I +1	I ++	I ++	II +1	IV13	II +1	III+3	R ++	I +1	I +1	III+1	II +1
<i>Lindera obtusiloba</i> (생강나무)	II +2	I ++	III12	II22	I 11	III+2	I +2	III+3	III+3	II +2	I ++	I +1
<i>Asarum sieboldii</i> (족도리풀)	I ++	I ++		II ++	III ++	II ++	II +1	I ++	II ++	I ++	III ++	I ++
<i>Tilia amurensis</i> (피나무)	II12	II12	I 11	IV14	II12	II +2	II +2	I +3	I 11	I +1	IV+2	I 12
<i>Athyrium yokoscense</i> (백고사리)	I ++	III+1	I ++	I ++		II ++	I +1	II ++	II ++	I +2	II ++	I ++
<i>Actinidia arguta</i> (다래)	II +1	II12	II22	III+5	I ++	II +3	I +2	I +2	II +3	R ++	I +1	I ++
<i>Symplocos chinensis</i> f. <i>pilosa</i> (노린재나무)	I +3			I 11	I 23	V +3	I +2	IV+3	V +4	IV+3	IV+2	V +4
<i>Rhododendron schlippenbachii</i> (철쭉)		I 22		II22	II15	II15	V +5	IV+5	II +3	III15	III12	III15
<i>Disporum smilacinum</i> (애기나리)	I ++		I ++	II ++	II +1	III+1	IV+1	III+1	III+1	III+1	II ++	III+1
<i>Veratrum maackii</i> var. <i>japonicum</i> (여로)		I ++	I ++	I ++	II +3	II ++	IV+1	II ++	IV ++	II +1	II ++	III+1
<i>Asperula maximowiczii</i> (개갈퀴)	I ++		III+1	II ++	I ++	IV+1	I ++	I ++	III ++	II ++	II ++	III+1
<i>Viola orientalis</i> (노랑제비꽃)		I ++	I ++	I ++	I ++	II +1	I ++	I ++	III+1	II +1	II ++	II +1
<i>Pimpinella brachycarpa</i> (참나물)		I ++	II ++	IV+1	IV+2	II ++	I ++	I +1	I ++	II +1	II ++	II ++
<i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i> (고로쇠나무)	II12	III12	V24	V+1	III+2	II +1	III+2	II +2	I +2	II +1	I 11	I +1
<i>Vitis amurensis</i> (양머루)	II+2	I 22	II+3	I ++	I ++	II +1	I ++	I ++	II +1	I ++	II ++	I ++
<i>Kalopanax septemlobus</i> (음나무)	I ++	I ++	II +3	I 55	I ++	I ++	I ++	R ++	I ++	I ++	I ++	I +2
<i>Dioscorea quinqueloba</i> (단풍마)	I ++	I ++			I ++	I ++	I ++	R ++	I ++	I ++	I ++	I +1
<i>Agrimonia pilosa</i> (쑥신나물)	I ++	I ++	III ++		II +1	I +2	III+1	R ++	R ++	R ++	I ++	R ++
<i>Solidago virgaurea</i> subsp. <i>asiatica</i> (미역취)			I ++	I ++	I ++	R ++	I ++	I ++	R ++	I +1	I ++	R ++
<i>Anslitaea acerifolia</i> (단풍취)	II ++		IV ++	II23	II+4	III+4	I 11	III+4	IV+4	IV+3	IV+3	III+4
<i>Viola albida</i> (태백제비꽃)	II ++	I ++	IV ++		II +1	II +1		II +1	II ++	II ++	II ++	II +1
<i>Rubus oldhamii</i> (졸말기)	I ++		III+3		II +2	III+2		I +3	I ++	I ++	I ++	I +1
<i>Aconitum jaluense</i> (투구꽃)	I ++		II ++		II +1	I ++	II ++	II +1	II ++	R ++	I ++	I ++
<i>Rhus trichocarpa</i> (개웃나무)	I ++		I ++	II 11	I +1	I +1		R ++	R ++	I +1	I +1	I ++
<i>Viola collina</i> (동근털제비꽃)	I ++	I ++	I ++			II ++		I ++	II +1	II +1	I ++	I ++
<i>Meehania urticifolia</i> (별개덩굴)	I ++		I ++	I ++	V+2	I ++	I ++	R ++	R ++	R ++		R ++
<i>Arisaema amurense</i> f. <i>serratum</i> (천남성)	II ++	II ++	IV+1	I ++		I ++		I ++	I ++	I ++		I ++
<i>Phlomis umbrosa</i> (속단)	I ++		I ++	I ++	I +1	I ++		II +2	I +1	I +2	I ++	I +1
<i>Codonopsis lanceolata</i> (터덕)	I ++		I ++		I 11	R ++	I 11	I +1	I ++	I ++	I +1	I +1
<i>Philadelphus schrenkii</i> (고광나무)	IV+3	II12	III12	IV+3	II11	I 12	II11	R ++	R ++	R+2	I ++	I ++
<i>Osmunda cinnamomea</i> var. <i>forkiensis</i> (평고비)	III+1		I ++	I ++	I +1	I ++	I +1	R ++	I +1	I +5	I 33	I +2
<i>Paris verticillata</i> (삿갓나물)	I ++		I ++	II ++	II +1	II +1		I ++	I ++	R ++	I ++	R ++
<i>Lilium distichum</i> (말나리)			I ++		I ++	II ++	I ++	II ++	II ++	I ++	II ++	II ++
<i>Spodiopogon sibiricus</i> (큰기름세)	II+2			I ++	I +3	I +1	I ++	I +1	II +2	II +2	II +2	I +2
<i>Angelica decursiva</i> (바디나물)	II ++			II +1	III+1	II +1	II +1	R ++	I ++	I ++	I ++	I +1

\*Omitted species(261) : *Viola rossii*, *Ligularia fischeri*, *Vicia unijuga*, *Cephalanthera longibracteata*, *Dryopteris crassirhizoma*, *Viola diamantiaca*, *Saussurea grandifolia*, *Pseudostellaria coreana*, *Lactuca raddaana*, *Hosta capitata*, *Synurus deltooides*, *Potentilla fragarioides* var. *major*, *Vicia venosa* var. *cuspidata*, *Artemisia keiskeana*, *Lychnis cognata*, *Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*, *Pinus koraiensis*, *Weigela florida*, *Cynanchum ascyrofolium*, *Chloranthus japonicus*, *Isodon exisus*, *Phryma leptostachya* var. *asiatica*, *Convallaria keiskei*, *Stephanandra incisa*, *Lespedeza bicolor*, *Sambucus williamsii* var. *coreana*, *Primula jesoana*, *Actinidia polygama*, *Weigela subsessilis*, *Hemerocallis fulva*, *Smilax nipponica*, *Lysimachia barystachys*, *Melampyrum setaceum* var. *nakaianum*, *Sorbus alnifolia*, *Betula davurica*, *Sasa borealis*, *Carex okamotoi*, *Corylus sieboldiana* var. *mandshurica*, *Impatiens textori*, *Saussurea gracilis*, *Disporum viridescens*, *Eupatorium japonicum*, *Scutellaria pekinensis* var. *transira*, *Polystichum braunii*, *Carex lanceolata*, *Heracleum moellendorffii*, *Syrax obassia*, *Geranium thunbergii*, *Corylus heterophylla*, *Thalictrum filamentosum* var. *tenerum*, *Dioscorea septemloba*, *Hosta longipes*, *Ampelopsis heterophylla*, *Aralia elata*, *Duchesnea indica*, *Hypericum ascyron*, *Smilax sieboldii*, *Deparia japonica*, *Pyrola japonica*, *Carpinus cordata*, *Pseudostellaria davidii*, *Viola acuminata*, *Deparia coniliti*, *Deutzia grandiflora* var. *baroniana*, *Betula schmidtii*, *Maackia amurensis*, *Lactuca triangulata*, *Dryopteris chinensis*, *Aonitium pseudolaeve*, *Adenophora remotiflora*, *Pedicularis resupinata*, *Lilium tsingtauense*, *Carex ciliatodentata*, *Heloniopsis coreana*, *Rubia cordifolia* var. *pratensis*, *Adenophora triphylla* var. *japonica*, *Rubia chinensis*, *Ajuga spectabilis*, *Tilia mandshurica*, *Cardamine leucantha*, *Polygonatum falcatum*, *Melampyrum roseum*, *Lycopus lucidus*, *Eleutherococcus sessiliflorus*, *Clematis terniflora* var. *mandshurica*, *Caulophyllum robustum*, *Viola verecunda*, *Circaea quadrisulcata*, *Pimpinella gustavohegiana*, *Dioscorea nipponica*, *Valeriana fauriei*, *Fraxinus mandshurica*, *Hepatica asiatica*, *Vaccinium hirtum* var. *koreanum*, *Lysimachia clethroides*, *Cirsium setidens*, *Euonymus sachalinensis*, *Vicia chosonenis*, *Potentilla freyniana*, *Sedum kamtschaticum*, *Adenocaulon himalaicum*, *Aster ageratoides*, *Oplismenus undulatifolius*, *Saussurea tanakae*, *Celastrus orbiculatus*, *Galium pogananthum*, *Lonicera praeflorens*, *Parthenocissus tricuspidata*, *Hemerocallis thunbergii*, *Salix koreensis*, *Galium trachyspermum*, *Saussurea seoulensis*, *Pseudostellaria heterophylla*, *Viburnum opulus* var. *calvescens*, *Syringa wolfii*, *Saussurea calcicola*, *Prunus sargentii*, *Parasenecio auriculatus* var. *kamtschatica*, *Salix caprea*, *Dryopteris expansa*, *Cimicifuga simplex*, *Dioscorea tenuipes*, *Euonymus oxyphyllus*, *Fallopia dentatoalata*, *Clematis trichotoma*, *Polygonatum involucreatum*, *Dicentra spectabilis*, *Caltha palustris* var. *palustris*, *Commelina communis*, *Viola variegata* var. *variegata*, *Dioscorea tokoro*, *Smilax china*, *Liparis krameri*, *Acer triflorum*, *Ribes mandshuricum*, *Euonymus alatus*, *Peucedanum insolens*, *Smilax riparia* var. *ussuriensis*, *Abies holophylla*, *Viola albida* var. *chaerophylloides*, *Deutzia uniflora*, *Salix koriyanagi*, *Saussurea macrolepis*, *Carex japonica*, *Prunus* sp., *Clematis fusca*, *Veronicastrum sibiricum*, *Oxoclea orientalis*, *Trigonotis icumae*, *Maltus baccata*, *Woodsia manchuriensis*, *Valeriana dageletiana*, *Saxifraga fortunei* var. *incislobata*, *Thalictrum aquilegifolium* var. *sibiricum*, *Astilboides tabularis*, *Alnus sibirica*, *Dryopteris varia*, *Boehmeria tricuspis*, *Oxalis corniculata*, *Menispermum dauricum*, *Urtica thunbergiana*, *Peucedanum terebinthaceum*, *Aralia cordata* var. *continentalis*, *Parasenecio adenostyloides*, *Prunus mandshurica*, *Geum japonicum*, *Viola selkirkii*, *Clematis koreana*, *Carex dimorpholepis*, *Oreorchis patens*, *Polygonatum inflatum*, *Synurus excelsus*, *Dioscorea bulbifera*, *Lonicera sachalinensis*, *Climtonia udensis*, *Caryopteris divaricata*, *Agastache rugosa*, *Carpesium macrocephalum*, *Gentiana scabra*, *Lysimachia vulgaris* var. *davurica*, *Matteuccia struthiopteris*, *Galium dahuricum*, *Miscanthus sinensis* var. *purpureus*, *Euonymus pauciflorus*, *Carex neurocarpa*, *Aster yomena*, *Hieracium umbellatum*, *Erigeron annuus*, *Hypericum erectum*, *Carex dickinsii*, *Rhododendron yedoense* f. *poukhanense*, *Achillea alpina*, *Symplocarpus renifolius*, *Campanula punctata*, *Euonymus hamiltonianus*, *Saxifraga manchuriensis*, *Adenophora grandiflora*, *Lilium amabile*, *Athyrium brevifrons*, *Clerodendrum trichotomum*, *Thelypteris beddomei*, *Prunus verecunda*, *Viola mandshurica*, *Cardamine amaraeformis*, *Thelypteris phegopteris*, *Dryopteris maximowiczii*, *Spiraea pubescens*, *Dioscorea batatas*, *Euonymus alatus* f. *ciliatodentatus*, *Persicaria dissitiflora*, *Euphorbia sieboldiana*, *Pilea mongolica*, *Parasenecio auriculatus* var. *matsumurana*, *Rubus coreanus*, *Tricyrtis macropoda*, *Lonicera chrysantha* var. *crassipes*, *Syrax japonicus*, *Chrysoosplenium pseudofauriei*, *Liparis kumokiri*, *Ulmus macrocarpa*, *Cephalanthera erecta*, *Spiraea prunifolia* f. *simpliciflora*, *Cuscuta japonica*, *Hylotelephium verticillatum*, *Ixeridium dentatum*, *Erythronium japonicum*, *Deparia pterorachis*, *Quercus serrata*, *Angelica amurensis*, *Thelypteris palustris*, *Lonicera subsessilis*, *Cardamine scutata*, *Galium kamtschaticum*, *Circaea mollis*, *Corydalis remota*, *Rubus phoenicolasius*, *Scutellaria fauriei*, *Spiraea chinensis*, *Ailanthus altissima*, *Rhododendron tschonoskii*, *Adenophora divaricata*, *Dryopteris uniformis*, *Stewartia pseudocamellia*, *Cornus kousa*, *Carpinus laxiflora*, *Chrysoosplenium flagelliferum*, *Carex maximowiczii*, *Akebia quinata*, *Lepisorus thunbergianus*, *Rosa multiflora*, *Spodiopogon cotulifer*, *Parasenecio auriculatus*, *Viburnum erosum*, *Acer ukurunduense*, *Viburnum furcatum*, *Acer tegmentosum*, *Mimulus tenellus*, *Ostericum praeteritum*, *Actaea asiatica*, *Sanicula chinensis*

### 3) 식생단위 3 (신갈나무군락군-산뽕나무군락-물참대군-말밭도리소군)

본 식생단위는 신갈나무군락군에서 종군 2의 산뽕나무, 산수국, 느릅나무, 병조희풀, 고추나무의 식별종 출현에 의해 산뽕나무군락으로 구분되어졌으며, 산뽕나무군락의 하위종군으로 물참대, 십자고사리, 승마, 박쥐나무 식별종에 의해 물참대군으로 구분되어졌고, 물참대군의 하위종군으로 말밭도리, 큰괭이밥, 비짜루, 눈괴불주머니, 황고사리의 식별종에 의해 말밭도리소군으로 세분되었다. 본 식생단위에 출현하는 식물의 우점도가 3이상인 종은 물푸레나무, 당단풍나무, 산딸기, 오미자, 산뽕나무, 산수국, 느릅나무, 병조희풀, 고추나무, 십자고사리, 승마, 말밭도리 등 총 24종이 출현하였다. 본 식생단위는 말밭도리의 식별종에 의해 구분되었지만 기존 식생유형분류에서는 말밭도리 종군으로 유형이 분류된 연구가 거의 없어 심도있는 종조성적 고찰이 필요할 것으로 사료되었다.

### 4) 식생단위 4 (신갈나무군락군-산뽕나무군락-물참대전형군)

본 식생단위는 신갈나무군락군에서 종군 2의 산뽕나무, 산수국, 느릅나무, 병조희풀, 고추나무의 식별종 출현에 의해 산뽕나무군락으로 구분되어졌으며, 산뽕나무군락의 하위종군으로 물참대, 십자고사리, 승마, 박쥐나무 식별종에 의해 물참대군으로 구분되어졌고, 종군 4 이하의 종군에서 식별종들이 출현하지 않음으로 인하여 물참대전형군으로 세분되었다. 본 식생단위에 출현하는 식물의 우점도가 3이상인 종은 신갈나무, 물푸레나무, 당단풍나무, 오미자, 산수국, 느릅나무, 물참대, 십자고사리, 승마, 말밭도리 등 총 16종이 출현하였다. 물참대는 산지의 계류에 매우 가까운 곳에 생육하는 특성이 있으며(Kim, 2003) 본 연구에서도 지형 환산값이 2.3으로 나타나 계곡부에 주로 물참대전형군의 식물들이 자생하는 것을 알 수 있었다. 구룡산의 산림군집구조를 살펴본 기존 연구에서 신갈나무군락군-고로쇠나무군락-물참대군의 종군을 살펴보았을 때, 물참대, 십자고사리, 승마 등이 출현하여(Lee et al., 2012), 본 연구의 물참대군(종군 3)의 식별종과 유사하였다.

### 5) 식생단위 5 (신갈나무군락군-산뽕나무전형군락)

본 식생단위는 신갈나무군락군에서 종군 3 이하의 종군에서 식별종들이 출현하지 않음으로 인하여 종군 2의 산뽕나무, 산수국, 느릅나무, 병조희풀, 고추나무의 식별종 출현에 의한 산뽕나무전형군락으로 구분되어졌다. 본 식생단위에 출현하는 식물의 우점도가 3이상인 종은 신갈나무, 물푸레나무, 산딸기, 산뽕나무 등 총 21종이 출

현하였다. 산뽕나무전형군락의 표징종인 산뽕나무의 우점도가 높았던 조사구는 계곡에 주로 위치하였고, 기존의 태백산(1,566 m)을 비롯하여 연화봉(1,052 m), 청옥산(1,276 m) 등의 높은 산지에 감싸여 있는 경북 봉화군에 위치한 백천계곡의 삼림군집분류에서도 산뽕나무전형군은 계곡과 사면하부에 주로 위치하였고 동일한 식생단위 내에 산수국, 고추나무, 병조희풀 등이 출현하여 유사한 종조성을 이루고 있었다(Jang et al., 2008).

### 6) 식생단위 6 (신갈나무군락군-터리풀군락-박새군)

본 식생단위는 신갈나무군락군에서 종군 7의 터리풀, 눈개승마, 참조팝나무, 산꼬리풀, 개시호, 큰산꼬리풀, 쥐손이풀, 사스래나무, 시닥나무, 마가목, 분비나무, 두루미꽃, 주목의 식별종 출현에 의해 터리풀군락으로 구분되어졌으며, 터리풀군락의 하위종군으로 박새, 금강애기나리, 풀솜대, 귀룽나무, 팥대수염, 용수염, 피나물, 도깨비부채, 명자순, 나래회나무, 복장나무, 병풍삼, 연영초, 청시닥나무의 식별종에 의해 박새군으로 세분되었다. 본 식생단위에 출현하는 식물의 우점도가 3이상인 종은 신갈나무, 물푸레나무, 당단풍나무, 터리풀, 눈개승마, 박새, 금강애기나리, 풀솜대 등 총 29종이 출현하였다. 박새군의 경우, 식생단위 가운데 평균해발고도가 1,275.6 m로 높은 곳에 주로 나타났으며 여로속(*Veratrum*) 식물이 우리가 사는 주변에서 쉽거나 자주 관찰할 수 있는 식물은 아니며 특정한 지역에서 서식하는 것으로 알려져 있으며, 산지에서의 분포는 일반적으로 낮은 야산 지역보다는 500 m 이상의 참나무림 지역 등지에서 서식하는 것으로 보고되고 있다는 기존의 결과와 일치하였다(Lee, 2016).

### 7) 식생단위 7 (신갈나무군락군-터리풀군락-새군)

본 식생단위는 신갈나무군락군에서 종군 7의 터리풀, 눈개승마, 참조팝나무, 산꼬리풀, 개시호, 큰산꼬리풀, 쥐손이풀, 사스래나무, 시닥나무, 마가목, 분비나무, 두루미꽃, 주목의 식별종 출현에 의해 터리풀군락으로 구분되어졌으며, 터리풀군락의 하위종군으로 새, 범꼬리, 꿀풀, 털진달래, 질경이, 구절초, 가는기린초, 개구릿대, 모데미풀, 솔나리, 둥근이질풀, 마타리, 포아풀, 과남풀, 김의털, 돌양지꽃, 정영영경귀, 구슬덩이, 바위채송화, 개박달나무, 매자나무, 바위솔, 바위구절초, 왜솔대, 왜우산풀의 식별종에 의해 새군으로 세분되었다. 본 식생단위에 출현하는 식물의 우점도가 3이상인 종은 신갈나무, 물푸레나무, 산딸기, 터리풀, 눈개승마, 참조팝나무, 개시호, 새, 범꼬리, 꿀풀, 털진달래, 구절초, 가는기린초, 개구릿대 등 총 27종이 출현하였다. 평균해발고도가 1,363.6 m

으로 식생단위 가운데 가장 높았으며, 본 식생단위에서 나타난 새는 소백산 비로봉 초원 지역에 주로 분포하였는데 이 지역에 대한 기존의 문헌을 살펴본 결과, 쥐손이풀(42.1%)이 새(29.8%)보다 더 우세한 것으로 나타난 반면(Lee, 1991), 약 30년이 지난 후 현존식생에서는 새의 상재도와 우점도는 III24, 쥐손이풀의 상재도와 우점도는 II13으로 새의 분포가 쥐손이풀보다 더 우세해진 것으로 나타나 과거에 비해 특징종의 세력변화가 이루어진 것으로 사료되었으며, 본 식생단위의 식생이 주로 자생하는 비로봉 초원 지역의 경관생태학적인 장기적인 모니터링이 필요할 것으로 판단되었다.

#### 8) 식생단위 8 (신갈나무군락군-터리풀전형군락)

본 식생단위는 신갈나무군락군에서 종군 8 이하의 종군에서 식별종들이 출현하지 않음으로 인하여 종군 7의 तरी풀, 눈개승마, 참조팝나무, 산꼬리풀, 개시호, 큰산꼬리풀, 쥐손이풀, 사스래나무, 시닥나무, 마가목, 분비나무, 두루미꽃의 식별종 출현에 의해 तरी풀전형군락으로 구분되어졌다. 본 식생단위에 출현하는 식물의 우점도가 3 이상인 종은 신갈나무, 물푸레나무, 산딸기, तरी풀 등 총 20종이 출현하였다. 한국산 तरी풀속 식물의 계통학적 연구에서 तरी풀속은 고산에서 자생하는 다년생 초본으로 주변이 습하고 그늘진 곳에서 자생한다고 하였는데(Cho, 2017) 본 연구에서 तरी풀군락(식생단위 6~8)의 평균해발고도가 1,180.2 m으로 다른 군락에 비하여 높게 나타나 기존의 결과와 유사한 것으로 사료되었다. 식별종으로 나타난 사스래나무, 시닥나무, 마가목, 분비나무, 두루미꽃 등은 아고산지대에 자생하는 수종으로 알려져 해발고도가 식생분포에 영향을 미치는 여러 환경인자 중 가장 주요한 인자로 알려져 있다는 연구 결과를 뒷받침하였다(Kim et al., 2009; Kim et al., 2016).

#### 9) 식생단위 9 (신갈나무군락군-쇠물푸레나무군락-소나무군)

본 식생단위는 신갈나무군락군에서 종군 10의 쇠물푸레나무, 삼주, 굴참나무, 우산나물, 진달래의 식별종 출현에 의해 쇠물푸레나무군락으로 구분되어졌으며, 쇠물푸레나무군락의 하위종군으로 소나무 식별종에 의해 소나무군으로 세분되었다. 본 식생단위에 출현하는 식물의 우점도가 3이상인 종은 신갈나무, 물푸레나무, 당단풍나무, 산딸기, 쇠물푸레나무, 삼주, 소나무 등 총 21종이 출현하였다. 대부분의 식물은 자신의 생존전략으로써 타감효과를 보이며(Rizvi and Rizvi, 1992), 구과목(Coniferales)에 해당하는 식물은 타 식물들에 비하여 두드러진 타감(allelopathy) 효과를 발휘하는 것으로 알려져 있다(Lee and Monsi, 1963;

Brown, 1967; Kil and Yim, 1983; Kim et al., 1998). 소나무의 타감작용이 본 식생단위의 초본층 평균식피율이 37.7%, 평균출현종수가 23.7로 다른 식생단위에 비하여 낮게 나타난 이유 중 하나일 것으로 사료되었다.

#### 10) 식생단위 10 (신갈나무군락군-쇠물푸레나무군락-일본잎갈나무군)

본 식생단위는 신갈나무군락군에서 종군 10의 쇠물푸레나무, 삼주, 굴참나무, 우산나물, 진달래의 식별종 출현에 의해 쇠물푸레나무군락으로 구분되어졌으며, 쇠물푸레나무군락의 하위종군으로 일본잎갈나무 식별종에 의해 일본잎갈나무군으로 세분되었다. 본 식생단위에 출현하는 식물의 우점도가 3이상인 종은 신갈나무, 물푸레나무, 당단풍나무, 산딸기, 삼주, 일본잎갈나무 등 총 25종이 출현하였다. 일본잎갈나무는 속성수 조림수종으로 전국 각지에 식재되어 있으며(Yim, 2005; Korea Forest Service, 2018), 숲가꾸기 사업 등에 의해 향후 인위적인 교란이 지속될 것으로 사료되어 생물다양성 확보를 위해서는 관리를 통한 천이우도의 필요성이 있다는 연구와(Cho et al., 2012), 자연림과 인공림의 종다양도 비교는 간벌작업, 하예작업 등의 숲가꾸기 사업에 의한 인위적 교란의 영향이 뚜렷하게 나타나지 않는다는 연구(Cho et al., 2011) 등 기존의 결과들이 상반되어 숲가꾸기가 산림 생태계에 미치는 영향에 관하여 심도 있는 고찰이 필요한 것으로 보인다.

#### 11) 식생단위 11 (신갈나무군락군-쇠물푸레나무전형군락)

본 식생단위는 신갈나무군락군에서 종군 11 이하의 종군에서 식별종들이 출현하지 않음으로 인하여 종군 10의 쇠물푸레나무, 삼주, 굴참나무, 우산나물, 진달래의 식별종 출현에 의해 쇠물푸레나무전형군락으로 세분되었다. 본 식생단위에 출현하는 식물의 우점도가 3이상인 종은 신갈나무, 물푸레나무, 당단풍나무, 산딸기, 쇠물푸레나무, 삼주 등 총 21종이 출현하였다. 옥선산 일대의 산림 식생유형 분류를 실시한 기존의 문헌을 살펴보면 쇠물푸레나무, 진달래, 삼주 등이 같은 군락에 식별되어 본 연구 결과와 종조성적 측면에서 유사한 식생유형분류 결과를 나타냈다(Kim and Yun, 2009b).

#### 12) 식생단위 12 (신갈나무군락군-개벚지나무군락)

본 식생단위는 신갈나무군락군에서 종군 13의 개벚지나무, 거제수나무의 식별종 출현에 의해 개벚지나무군락으로 구분되어졌다. 본 식생단위에 출현하는 식물의 우점도가 3이상인 종은 신갈나무, 물푸레나무, 당단풍나무, 산딸기, 개벚지나무, 거제수나무 등 총 22종이 출현하였

다. 산림의 생태적 천이 과정을 파악하기 위해서는 천이 초기 수종에 속하는 임목들이 어떻게 구성되어 어떤 산림 구조를 형성하고, 그 수종들에 의해 변화된 물리적 환경에 보다 잘 적응할 수 있는 천이 후기 수종에 속하는 임목들의 침입과 정착에 의하여 산림 구조가 변천되는 과정에 초점을 맞출 필요가 있다(Lee et al., 2004). 종군 13의 식별종은 개벚나무와 거제수나무로 양수 수종이며(Yun, 2016), 본 식생단위는 신갈나무, 물푸레나무, 소나무 등 중용수, 음수, 양수 등 다양한 천이과정 속의 식생이 자리하고 있어 앞으로 종간경쟁, 쇠퇴 등의 과정을 통한 천이 유형에 관한 연구 및 고찰이 필요할 것으로 사료되었다.

13) 식생단위 13 (신갈나무전형군락군)

본 식생단위는 신갈나무군락군에서 종군 2 이하의 종군에서 식별종들이 출현하지 않음으로 인하여 신갈나무, 물푸레나무, 당단풍나무, 산딸기, 오미자의 식별종 출현에 의한 신갈나무전형군락군으로 구분되었다. 본 식생단위에 출현하는 식물의 우점도가 3이상인 종은 신갈나무, 물푸레나무, 당단풍나무, 산딸기 등 21종이 출현하였다.

2. 일치법과 CCA를 통한 식생유형과 입지환경인자와의 상관관계

일치법(coincidence method)은 식생단위와 종조성 이외의 조건과 관계를 검사하는 것으로 군락구분시 식생자료의 위치선정과 식생단위의 상하관계 결정에 이용되고, 분류된 식생단위의 생태적 특성, 환경적 특성 등에 대하여 정성적으로 해석할 수 있다(Yun, 2009). 각 식생단위와 입지환경인자와의 상관관계를 분석하기 위하여 해발고도, 사면경사도, 암석노출도, 교목층 수고를 일치법에 의해 분석한 결과는 다음과 같다(Figure 2). 해발고도로 식생단위를 분류한 결과, 1,200 m를 기준으로 산뽕나무군락(식생단위 1~5)은 600~1,200 m 이하의 비교적 낮은 해발고도에 분포하는 경향을 나타냈으며 이는 한국 산림의 식물사회학적 분류를 실시한 기존 문헌에서 산뽕나무의 상대도가 가장 높게 나타난 식생단위의 평균해발고도가 864 m로 해발고도 1,000 m 이하에 주로 자생하는 것으로 나타나 본 결과와 일치하는 경향으로 나타났다(Yun et al., 2011). 박새군(식생단위 6)과 새군(식생단위 7)은 1,200 m 이상의 비교적 높은 해발고도에 분포하였으며, 기존의 남한 식생유형분류에서 박새와 새는 같

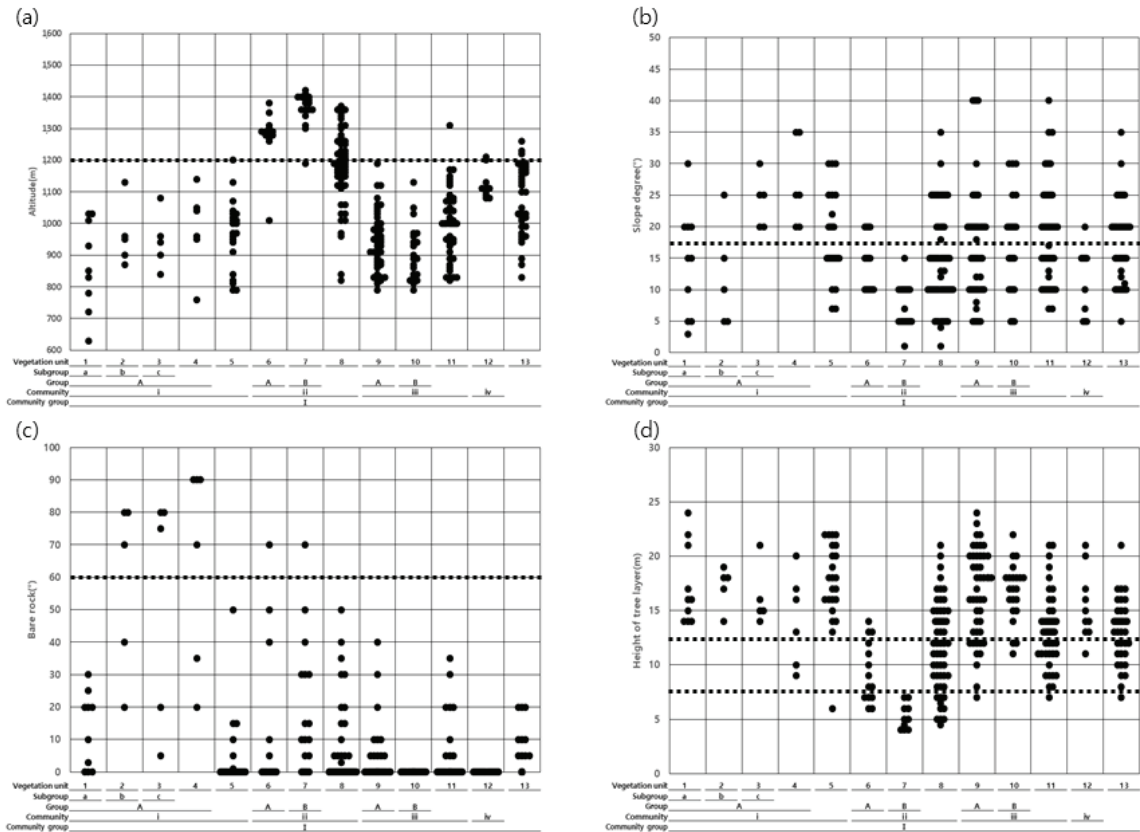


Figure 2. Relationship between vegetation units and environmental factors (a: Altitude, b: Slope degree, c: Bare rock, d: Height of tree layer).

은 단위에서 상재도가 가장 높게 나타났으며 평균해발고는 1,595 m로 모든 식생단위 가운데 가장 높게 나타나 본 결과와 유사하게 나타났다(Yun et al., 2011). 쇠물푸레나무군락(식생단위 9~11)은 800~1,200 m의 고도분포범위를 보였고 개벚나무군락(식생단위 12)과 신갈나무전형군락(식생단위 13) 역시 1,200 m 이하에 주로 분포하는 경향을 보였다. 사면경사도로 식생단위를 분류한 결과, 말밭도리소군(식생단위 3)과 물참대전형군(식생단위 4)은 17.5~35.0°사이의 급경사지에 주로 분포하였고 새군(식생단위 7)과 개벚나무군락(식생단위 12)은 주로 17.5°이하에 주로 분포하였는데 이는 식생단위 3과 식생단위 4의 경우 주로 계곡부 급경사지에 자생하는 말밭도리, 물참대의 생육특성경향이 반영된 것으로 판단되며 (Kim and Yun, 2009b; Han et al., 2016), 식생단위 7인 새군은 주로 소백산 비로봉 지역 넓은 초원지역 능선에 주로 분포하여 경사도가 낮게 나타난 것으로 사료된다.

암석노출도로 식생단위를 분류한 결과, 황벽나무소군(식생단위 2), 말밭도리소군(식생단위 3), 물참대전형군(식생단위 4)은 70~90%의 높은 암석노출도를 보였는데 이는 계곡부에 주로 위치하여 높은 암석노출도를 보이는 것으로 사료되었다. 일본잎갈나무군(식생단위 10)과 개벚나무군락(식생단위 12)은 암석노출도가 나타나지 않았으며 그 외 식생단위에서는 0~50% 이하의 넓은 암석노출도를 보였다. 교목층 수고로 식생단위를 분류한 결과, 산뽕나

무군락(식생단위 1~5)은 12.5~25 m까지 교목층 수고 범위가 나타나 수고가 높은 교목층을 이루고 있었고 박새군(식생단위 6)은 5~15 m, 새군(식생단위 7)은 7.5 m 이하의 낮은 교목층 수고 범위를 나타내었다. 그 외 식생단위에서는 5~25 m까지 넓은 수고 범위로 나타났다.

Figure 3과 Figure 4는 각각 무생물적 환경인자(해발, 지형, 암석노출도), 생물적 환경인자(교목층 식피율, 초본층 식피율, 교목층 평균수고, 아교목층 평균수고, 교목층 평균흉고직경, 아교목층 평균흉고직경, 평균출현종수)와 입지환경인자와의 상관관계를 살펴보기 위하여 Biplot cutoff R2은 0.200으로 하여 CCA 방법으로 분석한 결과를 무생물적 환경인자는 1축(42.6%)과 2축(32.2%)으로 생물적 환경인자 역시 1축(36.2%)과 2축(24.0%)으로 나타내었다. 무생물적 환경인자와 식생단위와의 상관관계를 살펴보면, 터리풀군락(식생단위 6~8)은 해발고도와 양의 상관관계를 가지는 것으로 나타났고, 쇠물푸레나무군락(식생단위 9~11)은 음의 상관관계를 가지는 것으로 나타났으며 이는 해발고도로 식생단위를 분류한 일치법과 같은 결과를 나타내었다. 황벽나무소군(식생단위 2), 말밭도리소군(식생단위 3), 물참대전형군(식생단위 4)은 암석노출도와 양의 상관관계를 가지는 경향을 보였으며 이는 암석노출도로 식생단위를 분류한 일치법과 그 결과가 같아 정석적인 분석과 정량적인 분석 결과가 크게 다르지 않음을 알 수 있었다. 생물적 환경인자와 식생단위

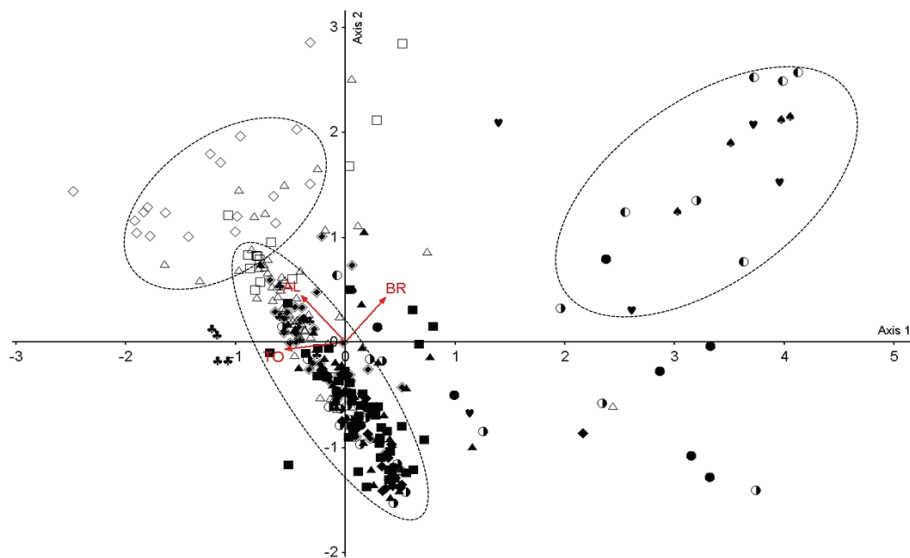


Figure 3. Canonical correspondence analysis(CCA) ordination diagram showing 13 vegetation units and abiotic environmental variables(Altitude; AL, Topography; TO, Bare rock; BR) against axis 1 and axis 2 (Cutoff R<sup>2</sup>: 0.200, ●: Vegetation unit 1, ◆: Vegetation unit 2, ♥: Vegetation unit 3, ○: Vegetation unit 4, ○: Vegetation unit 5, □: Vegetation unit 6, ◇: Vegetation unit 7, △: Vegetation unit 8, ■: Vegetation unit 9, ◆: Vegetation unit 10, ▲: Vegetation unit 11, ♣: Vegetation unit 12, ◇: Vegetation unit 13).

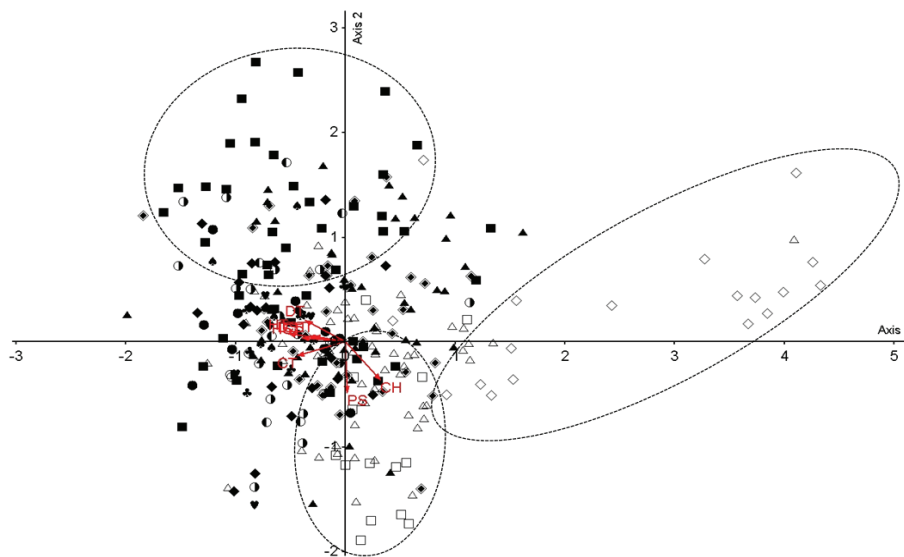


Figure 4. Canonical correspondence analysis(CCA) ordination diagram showing 13 vegetation units and biotic environmental variables(Coverage of tree layer: CT, Coverage of herb layer: CH, Height of tree layer: HT, Height of subtree layer: HST, DBH of tree layer: DT, DBH of subtree layer: DST, Number of present species: PS) against axis 1 and axis 2 (Cutoff  $R^2$ : 0.200, ●: Vegetation unit 1, ◆: Vegetation unit 2, ♥: Vegetation unit 3, ○: Vegetation unit 4, ⊙: Vegetation unit 5, □: Vegetation unit 6, ◇: Vegetation unit 7, △: Vegetation unit 8, ■: Vegetation unit 9, ◆: Vegetation unit 10, ▲: Vegetation unit 11, ♣: Vegetation unit 12, ◇: Vegetation unit 13).

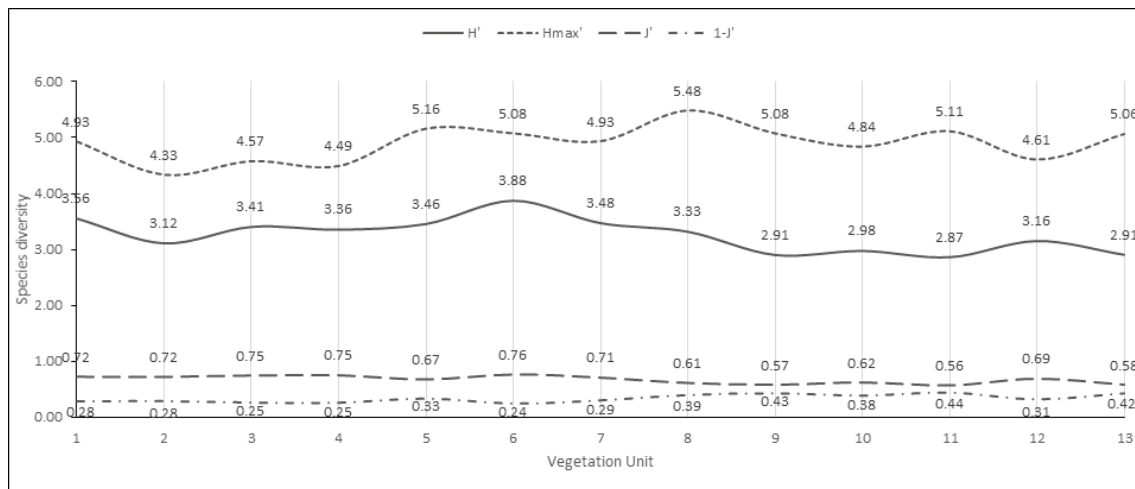


Figure 5. Values of species diversity indices in each vegetation units.

와의 상관관계를 살펴보면, 새군(식생단위 7)과 터리풀전형군락(식생단위 8)은 교목층 평균수고, 아교목층 평균수고, 교목층 평균흉고직경, 아교목층 평균흉고직경, 교목층 평균식피율과 음의 상관관계를 가지는 경향을 보였고 박새군(식생단위 6)은 평균출현종수와 양의 상관관계를 소나무군(식생단위 9)과 쇠물푸레나무전형군락(식생단위 11)은 음의 상관관계를 가지는 경향을 보였다.

### 3. 식생유형별 종다양도

백두대간(깃대배기봉-죽령 구간) 마루금의 산림식생을 식물사회학적 방법으로 분석하여 구분된 13개의 식생단위를 기준으로 군락의 성숙도와 안정도 등의 간접적인 군락의 속성을 파악하기 위하여 종다양도를 분석한 결과는 다음과 같다(Figure 5). 산뽕나무군락(식생단위 1~5)과 터리풀군락(식생단위 6~8)의 종다양도가 높은 경향이었는데 이는 산뽕나무군락이 주로 계곡부에 위치하였고 Hwang and Yun(2007)의 계곡림 유형의 종다양도는



산지립 유형 및 인공림 유형에 비하여 높은 경향을 보인다. 이는 결과와 종풍부도와 종다양도에 있어 지형에 따라 다소 차이가 있지만 사면·능선형에 비하여 계곡형지가 상대적으로 높게 나타났다는 기존의 결과와 일치하였다(Kim and Cho, 2017). 특히 박새군(식생단위 6)은 종풍부도와 종다양도가 가장 높게 나타났는데 일반적으로 종다양도지수는 출현 종수가 많을수록 중간 상호작용은 다양할 것으로 이해되고 있다는 결과와 맥락을 같이 하였다(Margalef, 1972). 테리풀군락(식생단위 6~8)의 종다양도 역시 높은 경향이였으며 해발고도가 식생단위들 가운데 가장 높게 나타났다. 해발고도와 종다양성과의 관계는 일반적으로 고도와 증가함에 따라 종다양성 역시 감소하는 단순 일차 선형 형태와 고도가 증가함에 따라 종다양성이 증가하여 중간 고도에서 가장 높아진 후 다시 감소하는 이차 포물선 형태의 두 가지 유형으로 구분되며(Wang et al., 2007), 본 결과는 후자의 이차 포물선 형태에 해당하는 것으로 사료되었다.

4. 식생유형간 군락유사도 및 DCA 분석

유사도지수는 산림군락의 출현하는 수종이 어느 정도 동일한 요인을 가지고 있는가를 평가할 수 있는 방법이다. Cox(1972)는 생태적으로 유사한 집단간에는 유사도지수가 높게 나타난다고 하였으며, 20%이하일 때는 이질군락이며, 80%이상이면 동일군락, 1(100%)이면 두 군락이 완전히

Table 2. Community coefficient of similarity in each vegetation units.

Vegetation unit	VU1	VU2	VU3	VU4	VU5	VU6	VU7	VU8	VU9	VU10	VU11	VU12	VU13
VU1													
VU2	0.449												
VU3	0.545	0.486											
VU4	0.476	0.521	0.581										
VU5	0.615	0.352	0.539	0.494									
VU6	0.477	0.373	0.467	0.450	0.509								
VU7	0.332	0.233	0.314	0.316	0.396	0.542							
VU8	0.549	0.347	0.456	0.448	0.680	0.608	0.495						
VU9	0.557	0.331	0.498	0.498	0.725	0.444	0.415	0.673					
VU10	0.508	0.356	0.484	0.484	0.673	0.448	0.400	0.605	0.727				
VU11	0.533	0.331	0.494	0.463	0.688	0.509	0.439	0.683	0.755	0.678			
VU12	0.479	0.409	0.497	0.550	0.547	0.477	0.402	0.516	0.585	0.584	0.564		
VU13	0.568	0.376	0.494	0.486	0.717	0.585	0.424	0.707	0.673	0.697	0.735	0.574	

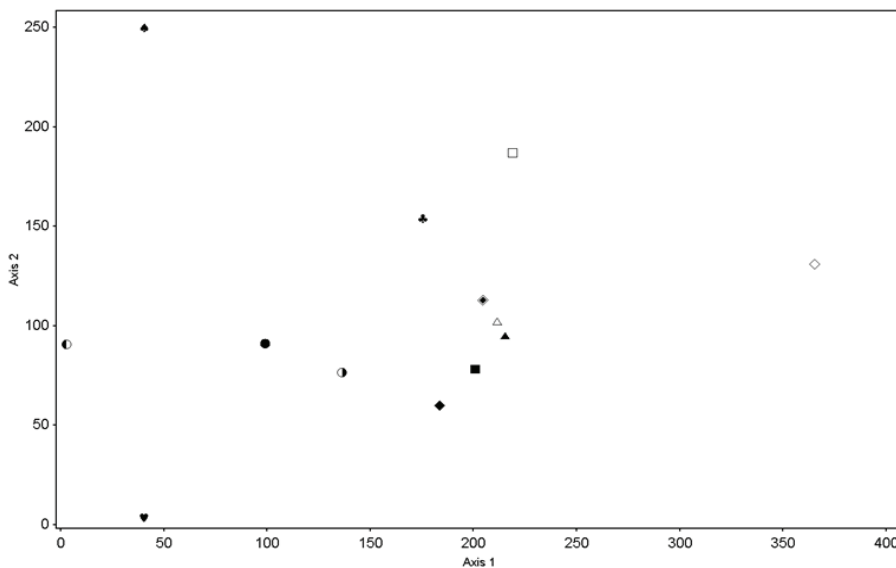


Figure 6. DCA(detrended correspondence analysis) ordination of vegetation units(●: Vegetation unit 1, ♠: Vegetation unit 2, ♥: Vegetation unit 3, ○: Vegetation unit 4, ⊙: Vegetation unit 5, □: Vegetation unit 6, ◇: Vegetation unit 7, △: Vegetation unit 8, ■: Vegetation unit 9, ◆: Vegetation unit 10, ▲: Vegetation unit 11, ♣: Vegetation unit 12, ⋄: Vegetation unit 13).

Table 3. Pearson's product-moment correlation between all pair wise combinations of major woody species.

	sp1	sp2	sp3	sp4	sp5	sp6	sp7	sp8	sp9	sp10	sp11	sp12	sp13	sp14	sp15	sp16	sp17	sp18	sp19	sp20	sp21	sp22	sp23	sp24	sp25	sp26	sp27	sp28							
sp1																																			
sp2	-.37**																																		
sp3	.01	.10																																	
sp4	-.06	-.07	.07																																
sp5	-.07	.10	.06	.24**																															
sp6	-.06	-.10	-.08	-.04	-.02																														
sp7	.03	.47**	-.04	-.02	-.02	-.02																													
sp8	.01	.09	.01	.05	-.06	-.01	.01																												
sp9	-.06	.02	-.01	-.05	.01	.10	-.01	.10																											
sp10	-.03	-.03	-.03	.15**	-.02	-.03	-.01	-.04	-.02																										
sp11	.23**	-.03	-.03	-.02	-.02	-.02	.12*	-.01	-.03	-.01																									
sp12	-.02	-.02	-.02	.09	-.02	-.02	.39**	-.01	-.03	-.01	-.03																								
sp13	-.04	-.02	-.01	-.02	-.01	-.02	.00	.02	-.02	-.02	.00	.02																							
sp14	-.02	-.02	-.04	-.03	-.04	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02																						
sp15	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02																					
sp16	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02																				
sp17	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02																			
sp18	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02																		
sp19	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02																	
sp20	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02																
sp21	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02															
sp22	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02														
sp23	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02													
sp24	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02												
sp25	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02											
sp26	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02										
sp27	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02	-.02									
sp28	-.01	-.01	-.01	-.01	-.01	-.01	-.01	-.01	-.01	-.01	-.01	-.01	-.01	-.01	-.01	-.01	-.01	-.01	-.01	-.01	-.01	-.01	-.01	-.01	-.01	-.01	-.01	-.01	-.01	-.01	-.01	-.01	-.01	-.01	-.01

\*:  $\rho \leq 0.05$ , \*\*:  $\rho \leq 0.01$

sp1: *Quercus mongolica* (신갈나무), sp2: *Larix kaempferi* (일본잎갈나무), sp3: *Fraxinus rhynchophylla* (물푸레나무), sp4: *Cornus controversa* (홍충나무), sp5: *Pinus densiflora* (소나무), sp6: *Ulmus davidiana* var. *japonica* (느릅나무), sp7: *Tilia amurensis* (괴나무), sp8: *Acer pictum* subsp. *mono* (고로쇠나무), sp9: *Quercus variabilis* (갈참나무), sp10: *Betula costata* (가재수나무), sp11: *Prunus maackii* (개벚나무), sp12: *Pinus koraiensis* (잣나무), sp13: *Betula davurica* (물박달나무), sp14: *Kalopanax septemlobus* (읍나무), sp15: *Betula ermanii* (사스레나무), sp16: *Betula schmidtii* (박달나무), sp17: *Actinidia arguta* (다래), sp18: *Morus bombycis* (산뽕나무), sp19: *Phellodendron amurense* (황벽나무), sp20: *Acer mandshuricum* (복장나무), sp21: *Abies nephrolepis* (분비나무), sp22: *Taxus cuspidata* (주목), sp23: *Fraxinus mandshurica* (들메나무), sp24: *Stewartia pseudocamellia* (노각나무), sp25: *Sorbus commixta* (마가목), sp26: *Acer komarovii* (시닥나무), sp27: *Juglans mandshurica* (가래나무), sp28: *Ulmus laciniata* (난타나무)

같음을, 0이면 완전히 다름을 의미하고 보통 0.5(50%) 이상이면 통계적으로 차이가 없는 군락이라고 하였다. 식물사회학적 유형분류를 통해 구분된 13개의 식생단위군 구성종의 유사도를 분석하기 위하여 Sorensen의 유사계수(CCs)를 이용하여 분석한 결과는 다음과 같다. 쇠물푸레나무군락(식생단위 9~11)은 식생단위간 유사도가 높게 나타나 상대적으로 동질한 군락인 것으로 나타났는데 쇠물푸레나무군락의 환경인자를 살펴보면 거의 대부분의 환경인자가 큰 차이를 보이지 않았고 주로 남사면에 위치하여 강한 양수의 생태적 특성을 가지는 소나무 및 일본잎갈나무 등이(Yun, 2016) 군락을 이루는 조사가 지를 이루고 있는 것으로 나타났다. 가장 이질적으로 나타난 군락은 주로 계곡부에 위치한 산뽕나무군락(식생단위 1~5)과 소백산 비로봉 능선부 초원지대에 위치한 새군(식생단위 7)으로 나타나 종조성의 차이가 지형의 영향을 많이 받는 것으로 사료되었다.

Sorensen의 유사계수와 더불어 식생단위간 거리를 정량적으로 확인해 보고자 탈경향대응분석(DCA)을 실시하였다(Figure 6). 군락 단위로 축의 평균거리를 살펴보면, 쇠물푸레나무군락(식생단위 9~11)이 제1축 평균이 196, 제2축 평균이 74로 나타났고, 신갈나무전형군락(식생단위 13)이 제1축이 201, 제2축이 109로 나타나 가장 거리가 가까운 군락이었으며, 산뽕나무군락(식생단위 1~5)이 제1축 평균이 61, 제2축 평균이 99로 나타났고, 터리풀군락(식생단위 6~8)이 제1축 평균이 262, 제2축 평균이 136으로 나타나 가장 거리가 먼 군락으로 나타났다. 이는 유사도분석과 유사한 결과를 가지는 경향이였다. DCA 제1축과 제2축의 eigenvalue가 각각 0.5065, 0.2759으로서 3개 축 전체 합 0.9306의 약 84.1%에 해당하여 total variance에 대한 집중률이 높았다.

## 5. 종간 상관관계

수종은 서로 유사한 생육지를 선호하거나 특정한 생육지를 회피하는 바에 따라 서로 친화력이 작용할 수도 있고, 반발력이 생길 수도 있으며 아무런 상호작용이 없을 수도 있다. 이와 같은 현상을 수종간 상관관계라 한다(Pielou, 1977; Greig-Smith, 1983; Schluter, 1984; Ludwig and Reynolds, 1988; Kim and Kuen, 1991; Chung and Kim, 2012). 따라서 양의 상관관계를 보이는 것은 생육공간을 공동으로 소유하는 수종군을 의미하며, 음의 상관관계는 서로 다른 서식처를 가진 수종군을 의미한다(Agnew, 1961). Table 3은 298개소의 조사구별 개체수 자료와 빈도분포를 고려한 주요 수종들의 종간 상관관계 분석을 나타낸 것이다. 들메나무(sp23)와 난티나무(sp28); 복장나무(sp20)와 난티나무(sp28); 들메나무(sp23)와 복장나무(sp20); 복장나무(sp20)와 층층나무(sp4); 느릅나무

(sp6)와 고로쇠나무(sp8); 시닥나무(sp26)와 마가목(sp25) 등의 수종간에는 양의 상관관계가 인정되었으며, 신갈나무(sp1)와 일본잎갈나무(sp2); 신갈나무(sp1)와 층층나무(sp4); 신갈나무(sp1)와 물푸레나무(sp3); 신갈나무(sp1)와 산뽕나무(sp18); 신갈나무(sp1)와 소나무(sp5); 신갈나무(sp1)와 다래(sp17); 신갈나무(sp1)와 잣나무(sp12) 등의 수종간에는 음의 상관관계가 인정되었다. 양의 상관인 인정된 수종은 층층나무, 복장나무, 고로쇠나무, 들메나무, 난티나무 등 계곡부 수종들이 대부분이었으며 음의 상관인 인정된 수종은 대부분 신갈나무와 음의 상관을 이룬 일본잎갈나무, 소나무, 잣나무, 물푸레나무, 층층나무, 다래, 산뽕나무 등이였다. 신갈나무(sp1)와 소나무(sp5), 잣나무(sp12)와의 상관관계가 음의 상관으로 나타난 기존의 문헌 결과와 일치하는 경향을 나타냈으며(Choo and Kim, 2005; Chung and Kim, 2012), 천이과정 속의 참나무류와 소나무류가 대표적 경쟁수종이라는 방증이라 사료되었다. 이러한 결과는 각 수종들이 선호하는 생육환경이 비슷한 종들끼리는 양의 상관인 인정되고 선호하는 환경이 서로 다른 종들끼리는 음의 상관인 인정되는 것이라 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 산림청 “백두대간 자원실태조사 및 관리방안 연구(3년차) (과제번호: 00188014100)”의 지원으로 수행되었기에 감사드립니다.

## References

- Agnew, A.D.Q. 1961. The ecology of *Juncus effusus* L. in north Wales. *Journal of Ecology* 49: 83-102.
- An, H.C., Choo, G.C., Park, S.B., Cho, H.S., An, J.B., Park, J.G., Ha, H.W., Kim, J.J. and Kim, B.G. 2014. Phytosociological community classification of mountain ridge from Guryingryeong to Mt. Yaksu in the Baekdudaegan, Korea. *Journal of Korean Society of Environment and Ecology* 26(5): 770-779.
- An, M.W. 2018. A study on the flora of Mt. Seondal (Gyeongbuk). Master's Dissertation, Univ. of Andong, Korea, pp. 85.
- Braun-Blanquet, J. 1932. *Plant Sociology: The Study of Plant Communities*(1st ed.). McGraw-Hill Book Company, New York and London pp. 492.
- Braun-Blanquet, J. 1964. *Pflanzensoziologie Grundzüge der Vegetation der Vegetation*(3rd ed.). Springer-Verlag. Wien, New York. pp. 865.

- Brower, J.E. and Zar, J.H. 1977. Field and Laboratory Methods for General Ecology. Wm. C. Brown Company Publishers. Iowa, U.S.A. pp. 596.
- Brown, R.T. 1967. Influence of naturally occurring compounds on germination and growth of jack pine. *Ecology* 48: 542-546.
- Cheon, K.I., Byun, J.G., Jung, S.C. and Sung, J.H. 2013. Community structure of *Quercus mongolica* stand in Hyangrobong area, Baekdudaegan. *Journal of Agriculture and Life Science* 48(1): 1-13.
- Cho, H.J. 1990. Vegetation ecologicla studies of the forests in Mt. Palgong. Ph. D. Dissertation, Univ. of Kyungpook, Korea, pp. 142.
- 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 Forest Society* 93(5): 331-338.
- Cho, H.S., Lee, S.D. and Kim, M.J. 2012. Vegetation structure of Jeolgu valley in the Nakdong-Jeongmaek. *Journal of Korean Society of Environment and Ecology* 26(5): 770-779.
- Cho, H.S., Lee, S.D. 2013. Plant community structure of Haneoryoung~Daetjae ridge, the Baekdudaegan mountains. *Journal of Korean Society of Environment and Ecology* 27(6): 733-744.
- Cho, S.J. 2017. Molecular phylogenetic study of Korean *Filipendula* Adans. Master's Dissertation, Univ. of Yeungnam, Korea, pp. 71.
- Cho, W., Han, B.H., Choi, J.W. and Noh, T.H. 2011. Composition of the vegetation structure between base mountain and residual mountain in the urban area, Wonju. *Journal of Korean Society of Environment and Ecology* 25(5): 767-786.
- Choo, G.C. and Kim, G.T. 2005. Vegetation structure of mountain ridge from Bubong to Poamsan in Baekdudaegan, Korea. *Journal of Korean Society of Environmental Biology* 19(2): 83-89.
- Choi, S.H., Oh, K.K. 2003. Vegetation structure of mountain ridge from Jeongryeongchi to Bokseongijae in the Baekdudaegan. *Journal of Korean Society of Environment and Ecology* 16(4): 421-432.
- Choi, S.H., Oh, K.K. and Kang, H.M. 2004. Vegetation structure of mountain ridge from Namdeogyusan to Sosajae in the Baekdudaegan. *Journal of Korean Society of Environmental Biology* 18(2): 131-141.
- Chung, S.H. and Kim, J.H. 2012. The classification of forest types by factor analysis in natural forest of Dutasan. *Journal of Agriculture and Life Science* 46(4): 21-30.
- Chung, S.H., Hwang, K.M. and Kim, J.H. 2014. Ecological interpretation and estimation of successional trend by characteristics of species diversity and topography for forest cover types in the natural forest of western Jirisan. *Journal of Korean Forest Society* 103(4): 537-546.
- Chung, S.H., Hwang, K.M., Song, J.H. and Kim, J.H. 2015. Forest type classification and ecological characteristics for areas of Cheonwangbong, Songnisan. *Journal of Korean Forest Society* 104(3): 375-382.
- Cox, G. W. 1972. Laboratory manual of general ecology. WM. C. Brown Co. Publ. Iowa. pp. 232.
- Ellenberg, H. 1956. Aufgaben and Methoden der Vegetationskunde. Ulmer, Stuttgart. pp. 136.
- Greig-Smith, P. 1983. Quantitative Plant Ecology. 3rd Ed. Blackwell Scientific Pub. Oxford, U.K. pp. 359.
- Han, B.H., Choi, J.W., Noh, T.H. and Kim, D.W. 2015. The structure of plant community in Jungdaesa-Birobong area, Odaesan National Park. *Journal of Korean Society Environment and Ecology* 29(5): 764-776.
- Han, S.H., Han, S.H. and Yun, C.W. 2016. Classification and stand characteristics of subalpine forest vegetation at Hyangjeukbong and Jungbong in Mt. Deogyusan. *Journal of Korean Society of Forest Science* 105(1): 48-62.
- Herlbert, S.H. 1971. The non-concept of species diversity; a critique and alternative parameters. *Ecology* 52: 577-586.
- Hill, M.O. 1979a. TWINSpan - A FORTRAN Program for Arranging Multivariate Data in an Ordered Two-way Table by Classification of the Individuals and Attributes. Cornell Univ. Ithaca, New York. pp. 50.
- Hill, M.O. 1979b. DECORANA - a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. *Ecology and Systematics*. Cornell Univ. Ithaca, New York, U.S.A. pp. 52.
- Hong, S.C., Byen, S.H. and Kim, S.S. 1987. Colored illustrations of trees and shrubs in Korea. Gyemyengsa. Korea. pp. 310.
- Hwang, K.M., Lee, J.M. and Kim, J.H. 2012. Community classification and successional trends in the natural forest of Baekdudaegan in Gangwon Province. *Journal of Agriculture and Life Science* 46(4): 41-55.
- Hwang, K.M., Chung, S.H. and Kim, J.H. 2015. The classification and species diversity of forest coner types in the natural forest of the middle part of Baekdudaegan. *Journal of Korean Forest Society* 104(1): 14-25.
- Hwang, K.M. 2016. Ecological Characteristics and Successional Trends of Forest Cover Types in the Baekdudaegan, South Korea. Ph. D. Dissertation, National Univ. of Kangwon, Korea. pp. 185.
- Hwnag, K.M., Chung, S.H. and Kim, J.H. 2016. Forest type classification and successional trends in the natural forest

- of Mt. Deogyu. *Journal of Korean Forest Society* 105(2): 157-166.
- Hwang, S.M. and Yun, C.W. 2007. Vegetation structure of Secheon valley area and forest vegetation types in Mt. Sikjang. *Journal of Korean Society of Environmental Biology* 25(3): 249-259.
- Jang, I.G., Kim, J.S. and Bae, K.H. 2008. A study on forest vegetation in Baekcheon valley. *Journal of Korean Institute of Forest Research* 12(2): 27-37.
- Kil, B.S. and Yim, Y.J. 1983. Allelopathic effect of *Pinus densiflora* on undergrowth of red pine forest. *Journal of Chemical Ecology* 9: 1135-1151.
- Kim, G.B., Lee, K.J. and Hyun J.O. 1998. Regeneration of seedlings under different vegetation types and effects of allelopathy on seedling establishment of *Abies koreana* in the Banyabong peak, Mt. Chiri. *Journal of Korean Society of Forest Science* 87(2): 230-238.
- Kim, H. 2003. The reconsideration of genus *Deutzia* in Korea based on morphological characters and genetic diversity. Ph. D. Dissertation, University of Seoul, Korea. pp. 189.
- Kim, H.J. and Yun, C.W. 2009a. Vascular plants of Mt. Munsu and Mt. Okseok. *Journal of Korean Society of Environmental Biology* 27(2): 164-175.
- Kim, H.J. and Yun, C.W. 2009b. A study on the forest vegetation classification and analysis of interspecific association in Mt. Munsu and Mt. Okseok. *Journal of Korean Society of Forest Science* 98(4): 379-397.
- Kim, H.S., Lee, S.M. and Song, H.K. 2009. A study of the vegetation in the Deogyusan national park – focused on the deciduous forest at Namdeogyu area-. *Journal of Korean Society of Environment and Ecology* 23(5): 471-484.
- Kim, H.S., Park, G.S., Lee, S.M., Lee, S.J., Lee, H.G., Park, H.W., Park, D.Y., Lee, C.H., Kim, J.H. and Lee, J.K. 2016. A study on the vegetation structure of the Geumsan in Namhae-gun of Korea. *Journal of Korean Society of Environment and Ecology* 30(2): 214-227.
- Kim, H.Y. and Cho, H.J. 2017. Vegetation composition and structure of Sogwang-ri forest genetic resources reserve in Uljin-gun, Korea. *Journal of Korean Society of Environment and Ecology* 31(2): 188-201.
- Kim, J.H. and Kuen, K.H. 1991. Analysis of inter-species association and covariation in a natural deciduous forest. *Journal of Korean Society of Forest Science* 80(4): 360-368.
- Kim, J.H., Hwang, K.M. and Kim, S.M. 2013. The evaluation of correlation between disturbance intensity and stand development by natural forest community type classification. *Journal of Forest Science* 29(3): 219-225.
- Korea Forest Service. 1987. Illustrated woody plants of Korea. Korea Forest Service. pp. 496.
- Korea Forest Service. 2008. A Survey on Resources of Baekdudaegan 3rd Year Final Report. Korea Forest Service. pp. 456.
- Korea Forest Service. 2015. Synthesis Report on the Second Round Natural Resources Change Survey and Management Practice Study of the Baekdudaegan Mountains. Korea Forest Service. pp. 505.
- Korea Forest Service. 2016. Natural Resources Change Survey and Management Practice Study of the Baedudaegan Mountain. Korea Forest Service. pp. 393.
- Korea Forest Service. 2018. Statistical Yearbook of Forestry. Korea Forest Service. pp. 445.
- Korea National Arboretum. 2014a. Korea plant names index committee. <http://www.nature.go.kr/>
- Korea National Arboretum 2014b. Korea biodiversity information system. <http://www.nature.go.kr/>
- Korea National Arboretum 2018. Korea biodiversity information system. <http://www.nature.go.kr/>
- Korea Research Institute for Human Settlement. 2004. Restructuring Mountain Systems in Korean Peninsula : Focusing on Mountain Range Analysis. Korea Research Institute for Human Settlement. pp. 244.
- Korean Society of Environment and Ecology. 2010. Resources survey of Baekdudaegan. Korean Society of Environment and Ecology. pp. 261.
- Lee, B.C. 1993. Structure and distribution of forest plant communities in Mt Chumbong. Ph. D. Dissertation, Univ. of Kyungpook, Korea, pp. 83.
- Lee, D.K., Um, T.W. and Chun, J.W. 2004. Site and growth characteristics of *Betula costata* growing at Joongwangsan (Mt.) in Pyungchang-gun, Kangwon-do. *Journal of Korean Society of Forest Science* 93(1): 86-94.
- Lee, H.S. 1991. Studies on the montane grassland at Birobong on Mt. Soback. *Journal of the Bulletin of Institute of Basic Science* 5: 81-90.
- 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. 2014a. Community structure of *Pinus densiflora* and *Quercus mongolica* forest in Jochimryeong to Shinbaeryeong of the Baekdudaegan. *Journal of Korean Forest Society* 103(3): 339-352.
- Lee, I.K. and Monsi, M. 1963. Ecological studies on *Pinus densiflora* forest. 1. effects of plant substances on the floristic composition of the undergrowth. *Botanical Magazine* 76: 400-413.
- Lee, J.M., Hwang, K.M. and Kim, J.H. 2014b. The classification of forest by cluster analysis in the natural forest of the Southern region of Baekdudaegan Mountains. *Journal of Korean Forest Society* 103(1): 12-22.

- Lee, K.J., Cho, W. and Jo, J.C. 1993. Analysis on the plant community structure of Chudong valley in Sobaeksan national park. *Journal of Korean Society of Environment and Ecology* 6(2): 134-146.
- Lee, S.D., Hong, S.H. and Kim, J.S. 2012. Plant community structure of Daejae(hill)~Baekbongryung(ridge), the Baekdudaegan mountains. *Journal of Korean Society of Environmental Biology* 26(5): 719-729.
- Lee, S.H., Kim, H.J. and Yun, C.W. 2012. Correlation analysis between forest community structure and environment factor in Mt. Guryong, Gyeongsangbuk-do province. *Journal of Korean Society of Forest Science* 101(3): 526-537.
- Lee, S.Y. 2016. Ecophysiological study of Korean *Veratrum* plants. Ph. D. Dissertation, Univ. of Daegu Haany, Korea, pp. 72.
- Lee, T.B. 2003. Coloured flora of Korea. Hyangmunsa. Korea. pp. 999.
- Lee, W.C. and Yim, Y.J. 2002. The Phytogeography. Kangwon National University, Korea, pp. 412.
- Ludwig, J.A. and Reynolds, J.F. 1988. *Statistical Ecology*. Jhon Wiley & Sons Inc. New York, U.S.A. pp. 144.
- Margalef, R. 1972. Homage to Evelyn Hutchinson, or why is there an upper limit to diversity. *Trans. Connect. Acad. Arts Science* 44: 211-235.
- Oh, K.K. and Park, S.G. 2002. Vegetation structure of mountain ridge from Pijae to Doraegijae in the Baekdudaegan, Korea. *Journal of Korean Society of Environment and Ecology* 15(4): 330-343.
- Oh, S.H., Yun, C.W., Bae, K.H. and Hong, S.C. 1998. A study on forest vegetation in Mt. Cheongok, Kyungsangbuk-do. *Journal of Korean Society of Forest Science* 87(1): 27-39.
- Pielou, E.C. 1977. *Mathematical Ecology*. Jhon Wiley & Sons Inc. New York, U.S.A. pp. 385.
- Rizvi, S.J.H. and Rizvi, V. 1992. *Allelopathy*. Chapman & Hall. London, U.K. pp. 480.
- Schluter, D. 1984. A variance test for detecting species association with some example application. *Journal of Ecology* 65: 998-1005.
- Shannon, C.E. and W. Weaver. 1949. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana.
- Shin, J.H. and Kim, C.M. 1996. Ecosystem classification in Korea(I): ecoprovince classification. *FRI Journal of Forest Science* 54: 188-199.
- Sørensen, T.A. 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content. *K. Danske Vidensk. Selsk. Biol. skr.* 5: 1-34.
- Wang, Z., Tang, Z. and Fang, J. 2007. Altitudinal patterns of seed plant richness in the Gaoligong mountains, south-east Tibet, China. *Diversity and Distribution* 13: 845-854.
- Whittaker, R.H. 1965. Dominance and diversity in land plant communities. *Science* 147: 250-260.
- Yang, H.M. and Kim, J.H. 2002. Analysis and composition of community structural attributes by topographic positions and aspects in the natural deciduous forest. *Journal of Forest Science* 18: 73-86.
- Yim, K.B. 2005. *Principle of Forestry*. Hyangmunsa. Seoul, Korea. pp. 347.
- Yun, C.W. 1994. The analysis of forest vegetation in Mt. Kumjeong. Master's Dissertation, Univ. of Kyungpook, Korea. pp. 46.
- Yun, C.W., Kim, H.J., Lee, B.C., Shin, J.H., Yang, H.M. and Yim, J.H. 2011. Characteristic community type classification of forest vegetation in South Korea. *Journal of Korean Society of Forest Science* 100(3): 504-521.
- Yun, C.W. 2016. *Field guide to trees and shrubs*. Geobook, Korea. pp. 703.
- Yun, J.W. 2009. Analysis of vegetation structure in all over Sobaeksan national park. Master's Dissertation, Univ. of Kyungpook, Korea. pp. 37.

---

Manuscript Received : January 18, 2019

First Revision : May 21, 2019

Accepted : May 22, 2019