

봉화군 장군봉 일대 자연림의 식생유형과 임분특성^{1a}

변성엽² · 윤충원^{2*}

Vegetation Type and Stand Characteristics of Natural Forest

in Mt. Janggunbong, Bonghwa-Gun^{1a}

Seong-Yeob Byeon² · Chung-Weon Yun^{2*}

요 약

본 연구는 봉화 장군봉의 자연림을 대상으로 산림식생의 유형을 분류하고, 그에 따른 임분특성을 구명하고자 수행되었다. 2014년 6월부터 2016년 8월까지 식생조사를 실시하였으며, 총 71개소의 식생조사자료를 토대로, 종-면적곡선, 식물사회학적 식생유형분류, 중요치, 종다양도, 일치법, CCA 분석을 실시하였다. 종-면적곡선과 누적종수 추정치를 분석해본 결과, 조사구의 설치는 적절하게 이루어졌으며, 총 227개 분류군(67과 152속 197종 3아종 27변종)이 출현하였다. 식생유형분류를 실시한 결과, 총 7개의 식생단위로 분류되었으며, 최상위 수준에서 신갈나무군락군, 신갈나무군락군은 고로쇠나무군락(동자꽃군과 물참대군), 잣나무군락(시닥나무군과 잣나무전형군), 굴참나무군락(담쟁이덩굴군과 굴참나무전형군)으로 분류되었으며, 담쟁이덩굴군은 담쟁이덩굴전형소군과 호랑버들소군으로 분류되었다. 중요치 분석결과, 식생단위 1~5의 교목층에서는 신갈나무(38.0~70.4%), 식생단위 6은 박달나무(35.3%), 식생단위 7은 소나무(45.4%)가 각각 가장 높게 나타났다. 박달나무와 소나무가 우점하는 식생단위 6과 7은 교목층을 제외한 층위에서 신갈나무와 굴참나무가 높은 중요치를 나타내어, 향후 이들 식생단위는 신갈나무와 굴참나무에 의한 군락이 형성될 것으로 사료되었다. 종다양도는 식생단위 1, 2, 3의 종다양도(2.130~2.353)가 높게 나타났으며, 이는 계곡의 지형적 특성에 의한 영향 때문인 것으로 사료되었다. 일치법과 CCA를 실시한 결과, 식생유형은 해발고도와 가장 높은 상관관계를 가지고 있는 것으로 나타났다.

주요어: 군집생태학, 중요치, 종다양도, CCA, 식물사회학

ABSTRACT

The research has been conducted in order to classify the vegetation types of natural forest in Mt. Janggunbong, Bonghwa-Gun and establish its following characteristics of stands. Vegetation data were collected by June in 2014 to August in 2016. Based on the 71 quadrates, we carried out an analysis of species-area curve, vegetation types, importance value, species diversity, coincidence method and CCA. As a result of the species-area curve, it was showed the proper investigation, vascular plants consisted a total of 227 taxa; 67 families, 152 genera, 197 species, 3 subspecies, 27 varieties. The forest vegetation was classified into 7 vegetation units, when it comes to a community group, they are classified into the *Quercus mongolica* community group. As for community, *Q. mongolica* community group is classified into the *Acer pictum* subsp. *mono* community, *Pinus*

1 접수 2017년 1월 25일, 수정 (1차: 2017년 4월 11일, 2차: 2017년 6월 13일), 게재확정 2017년 6월 20일
Received 25 January 2017; Revised (1st: 11 April 2017, 2nd: 13 June 2017); Accepted 20 June 2017

2 공주대학교 산림자원학과 Dept. of Forest Resources, Kongju National University, Yesan 340-802, Korea

a 본 연구는 산림청 “차세대 산림시업기술개발 연구사업단(과제번호: S211316L020130)”의 지원으로 수행되었습니다.

* 교신저자 Corresponding author: Tel: +82-41-330-1305, E-mail: cwyun@kongju.ac.kr

koraiensis community and *Q. variabilis* community. As for group, *A. pictum* subsp. *mono* community is classified into *Lychnis cognata* group and *Deutzia glabrata* group. The *P. koraiensis* community is classified into *A. komarovii* group and *P. koraiensis* typical group. The *Q. variabilis* community is classified into *Parthenocissus tricuspidata* group and *Q. variabilis* typical group. As for subgroup, *P. tricuspidata* group is classified into *P. tricuspidata* typical subgroup and *Salix caprea* subgroup. As a result of the importance value, *Q. mongolica* showed highest importance value in tree layer of vegetation units 1, 2, 3, 4 and 5. *Betula schmidtii* showed highest importance value in tree layer of vegetation unit 6. *P. densiflora* showed highest importance value in tree layer of vegetation unit 7. In subtree layer, shrub layer and herb layer of vegetation units 6 and 7, *Q. mongolica* and *Q. variabilis* showed high importance value. This implying that a vegetation units 6 and 7 is predicted to be composed by *Q. mongolica* and *Q. variabilis*. As for species diversity, vegetation units 1, 2 and 3 showed high species diversity(2.130~2.353). It was considered to be due to the topographical characteristics of valley. As a result of coincidence method and CCA, altitude showed high correlation than other environmental factor.

KEY WORDS: COMMUNITY ECOLOGY, IMPORTANCE VALUE, SPECIES DIVERSITY, CCA, PHYTOSOCIOLOGY

서론

우리나라의 산림은 일제강점기와 한국전쟁 등을 거쳐 황폐화되었으며, 이를 빠르게 녹화하기 위한 조림정책이 수행되어왔다(Kim and Lee, 2012). 1962년 산림법이 제정된 이후 제 1·2차 치산녹화사업(1973~1987년), 산지자원화 10개년 계획(1988~1997년), 제 4차 산림기본계획(1998~2007년), 제 5차 산림기본계획(2008~2017년)을 수행하여 왔으며, 이러한 계획 속에 우리나라의 산림자원 조성은 성공적으로 이루어졌다는 평가를 받고 있다. 하지만 녹화 후 임분의 관리가 원활하게 이루어지지 않아, 산림의 주기능인 목재생산의 목적마저 미흡한 실정이다(Lee, 2014). 또한 산림 경영과 관리는 단순 동령림 위주의 임분에 집중되어왔으며, 이러한 산림정책은 병해충 발생 및 생태적인 불안정 등의 문제점이 야기되고 있다(Park et al., 2013). 이러한 실정에 따라 최근 우리나라의 정부는 생태적으로 건전한 산림으로서의 유지 및 증진, 공익적 기능의 유지 및 증진, 경제적 편익의 증진 3가지 원칙에 바탕을 두어 친환경 임분 관리의 기준을 제시하였으며(Korea Forest Service, 2015), 이는 우리나라의 산림을 관리하는 데 있어 군집생태학적 접근이 중요함을 시사하고 있다.

산림생태계란 수목이 우점하고 있는 생태계를 의미한다(Kimmins, 1992). 인간과 자연이 공생하기 위해 생물의 주요 서식공간인 산림생태계는 우선적으로 관리되어야 할 생태자원이며, 야생동식물의 서식지로서 핵심적 생태축을 담

당한다(Jang et al., 2008; Shin and Yun, 2014). 군집 또는 군락(Community)이란 동일한 장소와 시간에 살고 있는 많은 개체군의 연합체를 의미하며(Peter, 2012), 산림생태계를 구성하고 있는 식생은 외형적인 모습(상관)은 같지만 군락의 구성 상태 또는 생태적 특징이 다르므로(Braun-Blanquet, 1932), 종 구성, 군락구조 등을 연구하는 군집생태학적인 연구는 산림군락의 보호, 관리 등에 필요한 기초정보를 제공하기 위해 반드시 필요하다(Lee et al., 2015a). 식생학(vegetation science) 또는 식물사회학(phytosociology)은 생태학의 한 분야로서, 종간의 상관관계를 밝혀 군락으로 구분되는 종집단의 특징 및 군락과 환경 간의 상관관계 등을 연구한다(Son et al., 2016). 또한 식생에 의한 산림의 분류는 산림경영계획을 수립하는데 있어 객관적인 생태적 관리단위를 제공한다(Bae et al., 2003; Lee and Yun, 2002; Yun et al., 2007; Kim and Yun, 2009; Byeon and Yun, 2016). 따라서, 산림의 생태적 관리를 위해 개체군 및 군락수준의 종조성을 바탕으로 한 유형분류를 통하여 종 간 상호관계, 군락으로 구분되어지는 종집단 특징, 군락과 환경 간의 상호관계를 파악한 생태적 관리방향이 제시되어야 할 것이다.

산림식생에 관한 연구는 많은 연구자에 의하여 진행되어 왔다(Cho et al., 2004; Song and Yun, 2006; Lee and Kim, 2007; Kwon et al., 2010; Yun et al., 2011; Cho and Lee, 2011; Gwon et al., 2013; Shin et al., 2014; Han et al., 2016; Park and Kang, 2016). 봉화 장군봉에 관한 연구로는 산림식생구조에 관한 연구(Jung et al., 2009; Byeon and Yun, 2016), 관속식물상에 관한 연구(Yang et al., 2007;

Nam *et al.*, 2016)가 이루어져 왔으며, 본 연구는 봉화 장군봉 자연림의 식생 유형을 분류하고, 분류되어진 식생유형에 따른 임분특성을 구명하고자 수행되었다.

연구방법

1. 조사지 개황

낙동정맥이 지나가는 산악지형을 형성하고 있는 봉화군의 장군봉(1,139m)은 북위 36° 45'04.1" ~ 37° 00' 01.5", 동경 128° 59' 49.7" ~ 129° 15'00.3"에 위치하고 있으며, 북서쪽으로는 제비산과 죽미산이 남쪽에는 일월산이 위치하고 있다. 본 조사지의 생태권역은 남동산야권역에 속하며, 식물구계구분에서는 중부아구, 산림대 구분에서는 온대중부에 속하고 있다(Son *et al.*, 2016).

본 조사지의 지질은 대부분 선캄브리아기의 이질원 변질 퇴적암(안구상 편마암, 호상 편마암, 운모편암, 운모 규선석 편암), 사질원 변질퇴적암(회색 조립질의 편마암, 백색 또는 담황색의 석영 견운모편암) 등으로 구성되어 있다(Korean Institute of Geoscience and Mineral Resources, 1963).

Korea Meteorological Administration(2010)에 따르면 도서지방을 제외한 우리나라의 연 평균기온은 10~15°C로

서 가장 무더운 달인 8월은 23~26°C, 가장 추운 달인 1월은 -6~3°C이다. 연중 지역별 강수량은 중부지방 1,200~1,500mm, 남부지방 1,000~1,800mm, 경북지역은 1,000~1,300mm이며, 경남해안 일부지역은 1,800mm 정도, 제주도지방은 1,500~1,900mm이다. 계절적으로는 연 강수량의 50~60%가 여름에 내린다. 봉화기상관측소의 최근 28년간의 기상자료(1988~2015)를 이용하여 기후를 살펴보면, 연 평균기온과 연평균강수량은 각각 9.9°C, 1,195.4mm로서, 강수량의 대부분이 6, 7, 8월에 집중되었으며, 또한 절대최고기온 37.4°C, 절대최저기온 -27.7°C, 가장 더운 달의 일평균 최고기온은 27.9°C, 가장 추운 달의 일평균 최저기온은 -16.6°C로 한서의 차가 심하였다(Korea Meteorological Administration, 2016). 내륙 산악지대에 위치하고 있는 본 지역은 대륙성 기후 특징을 나타낸다. 또한 동일한 위도에 위치한 타 지역에 비하여, 낮은 기온과 큰 일교차를 나타낸다.

2. 조사 및 분석방법

본 연구의 조사는 장군봉일대의 산림식생을 대상으로 2014년 6월부터 2016년 8월까지 식생조사법(Kim *et al.*, 1987)에 따라 총 71개소의 조사구(10m × 10m 57개소, 20m × 20m 14개소)를 설치하였다. 설치된 조사구의 조사

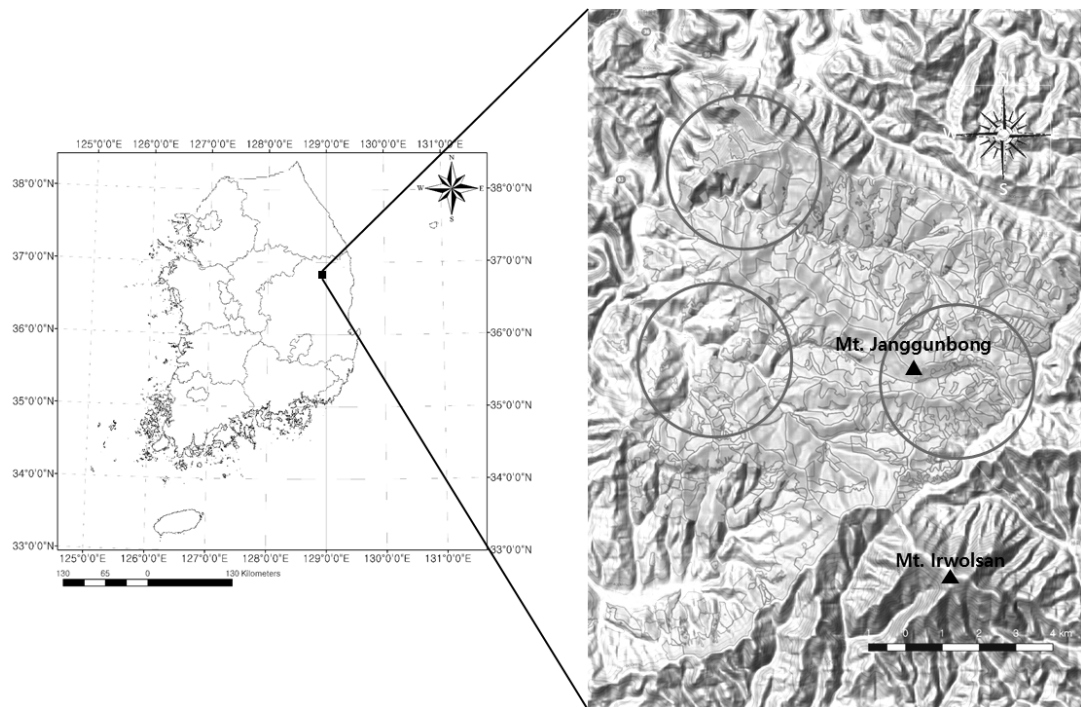


Figure 1. Map showing the study area in Mt. Janggunbong, Bonghwa-Gun. 3 circles includes the investigated 71 plots

는 식물사회학적 방법(Ellenberg, 1956; Braun-Blanquet, 1964)에 따라 상관 임분(Physiognomic stand)을 하나의 조사단위로 설정한 후 수직적인 공간분배를 고려하여 교목층, 아교목층, 관목층, 초본층 4개의 층위로 구분하고 각 층위의 우점종·평균식피율·평균수고·평균흉고직경을 측정하여 기록하였다. 또한 각 층위에 출현하는 모든 구성종의 종명을 기록한 후 모든 종의 양과 생육상태를 조사하였으며, 각 조사구의 해발고도, 경사도, 암석노출도, 방위 등의 입지조건을 측정하여 기록하였다. 원색한국수목도감(Hong *et al.*, 1987), 원색식물도감(Lee, 2003), 나무생태도감(Yun, 2016)을 기준으로 식물분류와 동정을 실시하였으며, 국가표준식물목록(Korea Forest Service, 2010a)과 국가생물종지식정보시스템(Korea Forest Service, 2010b)을 기준으로 학명과 국명을 작성하였다. 희귀식물에 대한 정리는 한국희귀식물목록집(Korea Forest Service and Korea National Arboretum, 2008)을 기준으로 정리하였다.

Jackknife 방법(Palmer, 1991)에 따라 종-면적곡선의 누적종수 추정치를 분석하여, 조사구의 설치 및 조사가 적절하게 이루어졌는지 추정하였다. Jackknife 분석은 비모수적 표본수가 많지 않을 때 사용하는 방법으로, 통상적 추정량에 비하여 모수에 빠르게 수렴하는 특징을 가지고 있으며(Kang, 2002; Cheon *et al.*, 2014), 종-면적곡선은 야외조사의 결과를 평가할 수 있는 주요 분석방법이다(Park and Seo, 2002; Cheon *et al.*, 2014).

식생유형분류는 대별종군과 식별종군의 용이한 파악을 위하여 PC-ORD 5.17 프로그램을 통해 Hill(1979)의 TWINSpan(Two-Way Indicator Species Analysis)분석을 실시하였으며, 이를 이용하여 Ellenberg(1956)의 표조작법(Tabulation method)의 각 단계를 거쳐 군락조성표를 작성한 후 식생단위를 결정하였다(Müller-Dombois and Ellenberg, 1974; Toyohara, 1977).

분류된 각 식생유형의 생태적 정보를 획득하고 구성종 각각의 상대적인 중요도를 파악하기 위하여 Curtis와 McIntosh(1951)이 고안한 중요치(Importance value, IV)를 산출하여 수종의 구성을 파악하였다. 또한, 각 층위에 생육하는 수종들의 개체크기를 고려해 교목층 3, 아교목층 2, 관목층 1의 가중치를 부여한 평균상대우점치(Mean importance value, MIP)를 참고하였으며(Yim *et al.*, 1980; Lee *et al.*, 2010; Han *et al.*, 2016), 추가적으로 초본층에 0.5의 가중치를 부여한 평균상대우점치를 산출하였다. 중요치는 상대밀도(Relative Density, RD), 상대피도(Relative Coverage, RC), 상대빈도(Relative Frequency, RF)를 합산한 값이며, 산림 군집내 각 식물종의 영향력과 우세력을 평가하기 위한 방법으로 산림의 종구성을 객관적으로 파악하기에 용이하다(Brower and Zar, 1977). 또한, 각 식생유형

에 대하여 다양성 및 경쟁 등을 분석하기 위해 자연로그를 이용하여, 각 조사구에 대한 종다양도지수(Shannon and Weaver, 1949), 최대종다양도, 군재도, 우점도를 분석하였으며(Brower and Zar, 1977), 이를 이용하여 식생단위에 따라 평균을 내어 나타내었다. 종다양도지수는 제한된 변수(종수와 이질성)만으로 구해지는 한계가 있지만(Krebs, 1985), 산림식생의 안전성을 유추할 수 있으며, 이를 이용하여 서로 다른 지역의 종 다양성을 비교할 수 있다는 장점을 가지고 있다(Park *et al.*, 2001).

또한 각 식생단위와 입지환경의 상관관계를 파악하고자 일지법을 실시하였으며, Ordination 분석 기법을 적용하여 조사지역의 식생과 입지환경의 상관관계를 정량적이고 객관적으로 판단하기 위해 CCA(Canonical correspondence analysis) 분석을 실시하였다. Ordination은 군락 구조를 밝혀, 군락내의 식생과 환경과의 상호작용을 판단하기 위한 방법으로(Greig-Smith, 1983; Ter Braak, 1988; Yun and Hong, 2000), CCA는 종과 환경과의 상관관계를 밝힘으로써, 환경변화에 따른 종 반응에 대한 문제들을 알아보기 위하여 사용되어왔다(Song *et al.*, 1995; Yun and Hong, 2000). CCA 분석은 PC-ORD 5.17 프로그램을 이용하였으며, 식물사회학적 식생유형분류를 통해 분류된 7개 식생단위를 대상으로 Main matrix를 각 7개 식생단위의 종조성을 입력하고, Second matrix는 각 조사지에서 조사한 해발고도, 경사도, 암석노출도, 방위 등의 입지환경을 Data로 입력하여 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 출현식물 및 종-면적곡선

전체 조사지에서 출현한 관속식물은 67과 152속 197종 3아종 27변종 총 227분류군으로 확인되었다(Table 1). 이는 한반도 전체 식물 4,881분류군(Korea National Arboretum and The Plant Taxonomic Society of Korea, 2007)의 4.7%에 해당된다. 이중 피자식물의 쌍자엽식물은 54과 119속 153종 3아종 20변종 총 176분류군(77.5%), 피자식물의 단자엽식물은 7과 20속 26종 4변종 총 30분류군(13.2%), 나자식물은 2과 4속 5종 총 5분류군(2.2%), 양치식물은 4과 9속 13종 3변종 총 16분류군(7.1%)이 조사되었다. 희귀식물은 위기종(Endangered species, EN) 개명풍, 기생꽃 2분류군, 취약종(Vulnerable, VU) 꼬리진달래 1분류군, 약관심종(Least Concerned, LC) 말나리, 태백제비꽃 2분류군으로 총 5분류군이 나타났다. Nam *et al.*(2016)은 봉화 장군봉일대의 식물상은 총 82과 279속 397종 2아종 55변종 8품종 462분류군으로 분류된다고 하였으며, 희귀식물은 멸종위기

Table 1. A summary of flora for the plants distributed in study plots

Pylum	Class	Fam.	Gen.	Sp.	Subsp.	Var.	For.	Taxa
Angiospermae	Dicotyledoneae, Magnoliopsidae	54	119	153	3	20	-	176
	Monocotyledoneae	7	20	26	-	4	-	30
Gymnospermae, Pinophyta	Coniferopsida, Coniferophytae	2	4	5	-	-	-	5
Pteridophyta	Pteropsida, Filicineae	4	9	13	-	3	-	16
Total		67	152	197	3	27	-	227

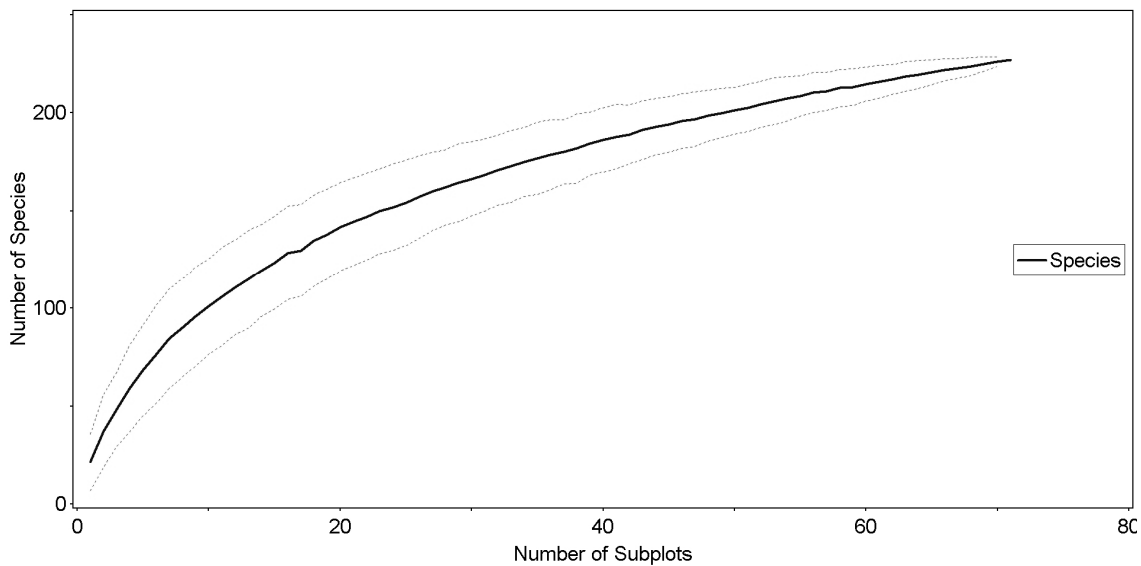


Figure 2. Species-area curve between the present species and the number of plots investigated

중(Critically Endangered, CR)인 복주머니란 1분류군, 취약종인 시호, 꼬리진달래, 산토끼꽃, 자주꽃방망이, 쑥방망이 5분류군, 약관심종인 검쟁나무, 홀아비바람꽃, 너도바람꽃, 과남풀, 지치, 금강애기나리, 꽃창포 7분류군으로 총 13분류군이 분포한다고 보고하였다. 또한 Oh *et al.*(2015)은 봉화 장군봉에 인접해있는 일월산의 식물상을 조사한 결과 약관심종은 세잎종덩굴, 너도바람꽃, 쥐방울덩굴, 낙지다리, 도깨비부채, 태백제비꽃, 금강제비꽃, 정향나무, 병풍삼, 말나리, 나도개감채, 금강애기나리 12분류군, 위기종은 두메다나무 1분류군, 취약종은 노랑무늬붓꽃 1분류군, 자료부족종(Data Deficient, DD)은 토현삼 1분류군으로 총 15분류군이 분포한다고 보고하였다. 희귀식물은 환경변화에 민감한 종 또는 인간의 활동에 의해 자생지의 파괴 등에 의해 사라질 위기에 처한 종들로 생태적 측면에서 매우 중요한 종이다. 따라서, 이들 희귀식물에 대한 지속적인 모니터링 등의 적극적인 관리방안이 필요할 것으로 사료되었다.

종-면적곡선의 누적종수 추정치를 분석하여, 조사구의 설치 및 조사가 적절하게 이루어졌는지 추정해본 결과(Figure 2), 조사구가 늘어날수록 기울기는 0에 가까워지는 것을 나타내었으며, 이는 장군봉을 대표할 수 있는 종들을 파악하는데 있어 적절한 조사구가 설치되었다고 판단되었다.

2. 식생유형분류

71개의 조사구를 대상으로 식생유형분류를 실시한 결과, 장군봉의 자연림은 신갈나무군락군으로 크게 분류되었으며, 신갈나무군락군은 고로쇠나무군락, 잣나무군락, 굴참나무군락의 3개의 군락으로 각각 분류되었다. 고로쇠나무군락은 동자꽃군, 물참대군의 2개 군, 잣나무군락은 시닥나무군, 잣나무전형군의 2개 군, 굴참나무군락은 담쟁이덩굴군과 굴참나무전형군의 2개 군으로 각각 세분되었다. 또한 담쟁이덩굴군은 담쟁이덩굴전형소군과 호랑버들소군의 2개

소군으로 세분되어, 장군봉의 자연림은 총 7개의 식생단위로 나누어졌다(Table 2). Joung(2007)은 장군봉 산림식생의 경우 크게 소나무군락, 신갈나무군락, 굴참나무군락, 잣나무군락 등으로 구분되며, 신갈나무는 모든 군락단위에서 높은 상재도와 우점도를 가지고 나타났다고 보고하였다. 또한 Byeon and Yun(2016)은 장군봉 식생의 자연림에서 신갈나무가 가장 높은 상재도와 우점도를 보인 점과 인공조림지의 관목층과 초본층에서 점차적으로 신갈나무가 이입되는 구조를 나타내 장군봉 일대는 신갈나무 군락형으로 대표된다고 보고하였다. 본 연구 결과 또한 이러한 연구들과 일치하였으며, 이는 Yun *et al.*(2011)의 우리나라 산림식생은 신갈나무 군락형으로 대표된다는 연구결과와 일치하였다.

종군 유형으로는 1~9의 식별종군 외에 종군 10~12의 3개 유형과 종군 13의 수반종군 유형으로 구분되어 총 13개의 종군유형으로 구분되었다. 노린재나무가 식별종으로 출현한 종군 10을 하나의 군락단위로 생각하면, 장군봉의 자연림을 신갈나무군락군-노린재나무군락, 신갈나무군락군-노린재나무군락-고로쇠나무군, 신갈나무군락군-노린재나무군락-고로쇠나무군-동자꽃소군, 신갈나무군락군-노린재나무군락-고로쇠나무군-물참대소군, 신갈나무군락군-노린재나무군락-잣나무군, 신갈나무군락군-노린재나무군락-잣나무군-시닥나무소군, 신갈나무군락군-노린재나무군락-잣나무군-잣나무전형소군, 신갈나무군락군-노린재나무군락-노린재나무전형군, 신갈나무군락군-신갈나무전형군락의 총 9개 식별종군으로도 구분할 수 있으며, 생강나무가 식별종으로 출현한 종군 11을 하나의 군락단위로 생각하면, 장군봉의 자연림을 신갈나무군락군-생강나무군락, 신갈나무군락군-생강나무군락-산수국군, 신갈나무군락군-생강나무군락-굴참나무군, 신갈나무군락군-생강나무군락-굴참나무군-담쟁이덩굴소군, 신갈나무군락군-생강나무군락-굴참나무군-굴참나무전형소군, 신갈나무군락군-동자꽃군락의 총 6개 식별종군으로도 구분할 수 있다.

신갈나무군락군의 표징종 및 식별종으로는 신갈나무, 개고사리, 당단풍나무가 나타났다. 고로쇠나무군락의 표징종 및 식별종으로는 고로쇠나무, 고광나무, 투구꽃, 큰개별꽃이 나타났으며, 잣나무군락의 표징종 및 식별종으로는 잣나무, 기름새, 지리대사초, 굴참나무군락의 표징종 및 식별종은 굴참나무, 소나무, 개웃나무, 삼주, 맑은대쑥, 박달나무가 나타났다.

1) 식생단위 1(신갈나무군락군-고로쇠나무군락-동자꽃군; 조사구수 6)

본 식생단위는 신갈나무군락군-고로쇠나무군락에서 동자꽃, 이질풀, 물봉선, 광릉갈퀴, 고려영경귀, 벌개떡굴, 눈피불주머니, 느릅나무, 여로, 덩굴개별꽃, 습싸리, 현삼, 새

콩, 수리취, 줄딸기에 의하여 하나의 군단위로 세분되었다. 상재도가 III 이상으로 나타난 종은 신갈나무, 개고사리, 고로쇠나무, 큰개별꽃, 동자꽃, 이질풀, 물봉선, 광릉갈퀴, 고려영경귀, 벌개떡굴, 눈피불주머니, 느릅나무, 여로, 노린재나무, 대사초, 가는잎그늘사초 등이 나타났으며, 우점도가 3 이상으로 나타난 종은 신갈나무, 개고사리, 이질풀, 느릅나무, 덩굴개별꽃, 조록싸리, 대사초, 가는잎그늘사초, 산딸기 등이 나타났다. 동자꽃군은 다른 식생단위에 비해 가장 높은 출현종수를 보였지만 암석노출도는 가장 낮게 나타났다.

2) 식생단위 2(신갈나무군락군-고로쇠나무군락-물참대군; 조사구수 10)

본 식생단위는 신갈나무군락군-고로쇠나무군락에서 물참대, 딱총나무, 참당귀, 잔대, 꽃향유, 노루삼, 참나무에 의하여 하나의 군단위로 세분되었다. 상재도가 III 이상으로 나타난 종은 신갈나무, 개고사리, 당단풍나무, 투구꽃, 큰개별꽃, 노린재나무, 노루오줌, 생강나무, 철쭉, 산수국, 가는잎그늘사초, 조록싸리, 대사초, 산딸기, 물푸레나무, 실새풀 등이 나타났으며, 우점도가 3 이상으로 나타난 종은 신갈나무, 개고사리, 당단풍나무, 물참대, 노린재나무, 생강나무, 철쭉, 산수국, 함박꽃나무, 가는잎그늘사초, 물푸레나무, 실새풀 등이 나타났다. 물참대군은 다른 식생단위에 비해 가장 높은 암석노출도와 낙엽층깊이를 보였다.

3) 식생단위 3(신갈나무군락군-잣나무군락-시닥나무군; 조사구수 5)

본 식생단위는 신갈나무군락군-잣나무군락에서 시닥나무, 거제수나무, 송이풀에 의하여 하나의 군단위로 세분되었다. 상재도가 III 이상으로 나타난 종은 신갈나무, 개고사리, 당단풍나무, 잣나무, 기름새, 지리대사초, 시닥나무, 거제수나무, 생강나무, 쇠물푸레나무 등이 나타났으며, 우점도가 3 이상으로 나타난 종은 신갈나무, 기름새, 지리대사초, 철쭉, 단풍취, 피나무, 마가목 등이 나타났다. 시닥나무군은 다른 식생단위에 비해 교목층에서 가장 낮은 식피율을 보인 반면, 교목층의 수고와 흉고직경은 가장 높은 값을 보였다.

4) 식생단위 4(신갈나무군락군-잣나무군락-잣나무전형군; 조사구수 11)

본 식생단위는 신갈나무군락군-잣나무군락 이하의 종군에서 식별종이 출현하지 않음으로써 잣나무전형군으로 분류되었다. 상재도가 III 이상으로 나타난 종은 신갈나무, 개고사리, 당단풍나무, 기름새, 지리대사초, 노린재나무, 노루오줌, 생강나무, 쇠물푸레나무, 철쭉 등이 나타났으며, 우점도가 3 이상으로 나타난 종은 신갈나무, 당단풍나무, 기름

Table 2. Differentiated constancy table of forest vegetation

Community	A		B		C			
	a	b	a	b	a		b	
					i	ii		
Group								
Subgroup								
Vegetation Unit	1	2	3	4	5	6	7	
Altitude(m)	1,029	1,037	1,067	1,062	648	634	613	
Topography	MS,V	V	MS	US	MS, US	US	R	
Slope degree(°)	8.7	14.2	17.0	17.0	26.6	34.2	14.9	
Bare rock(%)	0.0	31.0	19.6	26.1	21.0	18.5	12.1	
Bare soil(%)	1.0	7.5	3.0	8.4	9.4	14.9	7.8	
Litter layer(cm)	5.3	7.8	6.4	4.8	7.2	3.5	3.9	
Coverage(%)	tree layer	72.5	65.5	50.0	56.4	75.0	59.6	73.5
	subtree layer	17.5	45.6	13.8	27.5	31.8	39.0	42.1
	shrub layer	49.2	42.5	33.0	55.5	42.5	31.5	46.0
	herb layer	76.7	57.5	41.0	40.0	31.6	29.2	34.5
Height(m)	tree layer	12.2	12.7	14.0	12.0	13.9	11.5	13.3
	subtree layer	7.3	7.6	7.9	7.5	7.8	6.7	8.4
	shrub layer	2.9	3.4	3.8	4.1	2.5	2.8	3.2
	herb layer	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4
DBH(cm)	tree layer	23.5	24.7	27.6	27.1	22.2	16.5	26.5
	subtree layer	11.5	12.6	11.5	12.3	12.8	9.3	13.9
	shrub layer	3.1	3.8	3.4	4.8	2.5	3.4	3.5
The number of present species	32	28	22	18	21	18	17	
Relevé	6	10	5	11	16	13	10	

1. Character species and differential species of *Quercus mongolica* community group ;

<i>Quercus mongolica</i> (신갈나무)	V 25	V 24	V 24	V 35	V 14	V 13	IV 14
<i>Athyrium niponicum</i> (개고사리)	V +3	V +3	IV +2	V +1	II +1	I 33	II ++
<i>Acer pseudosieboldianum</i> (당단풍나무)	II ++	IV 13	V +2	V +3	I +1	I ++	I 22

2. Character species and differential species of *Acer pictum* subsp. *mono* community ;

<i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i> (고로쇠나무)	III +2	II +1			I 11		I 11
<i>Philadelphus schrenkii</i> (고광나무)	II 11	II +2		I ++			
<i>Aconitum jaluense</i> (투구꽃)	II ++	III ++			I ++		
<i>Pseudostellaria palibiniana</i> (큰개별꽃)	III +1	V +1					

3. Differential species of *Lychnis cognata* group ;

<i>Lychnis cognata</i> (동자꽃)	V +1	
<i>Geranium thunbergii</i> (이질풀)	V 14	
<i>Impatiens textori</i> (물봉선)	III ++	
<i>Vicia venosa</i> var. <i>cuspidata</i> (광릉갈퀴)	III 12	
<i>Cirsium setidens</i> (고려엉겅퀴)	III ++	
<i>Meehania urticifolia</i> (별깨덩굴)	III ++	
<i>Corydalis ochotensis</i> (눈괴불주머니)	III ++	I ++
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i> (느릅나무)	III 13	I ++
<i>Veratrum maackii</i> var. <i>japonicum</i> (여로)	III +1	I ++

Community	A		B		C		
	a	b	a	b	a	b	
Group					i	ii	
Subgroup							
Vegetation Unit	1	2	3	4	5	6	7
<i>Pseudostellaria davidii</i> (덩굴개별꽃)	II 33						
<i>Lycopus lucidus</i> (쉽싸리)	II 22						
<i>Scrophularia buergeriana</i> (현삼)	II r+						
<i>Amphicarpaea bracteata</i> subsp. <i>edgeworthii</i> (새콩)	II ++						
<i>Symurus deltooides</i> (수리취)	II ++						
<i>Rubus oldhamii</i> (줄말기)	II +2						

4. Differential species of *Deutzia glabrata* group ;

<i>Deutzia glabrata</i> (물참대)	I 11	II +3				
<i>Sambucus williamsii</i> var. <i>coreana</i> (딱총나무)		II ++				
<i>Angelica gigas</i> (참당귀)		II +1	I ++			
<i>Adenophora triphylla</i> var. <i>japonica</i> (잔대)		II +1			I rr	
<i>Elsholtzia splendens</i> (꽃향유)	I ++	II +1				
<i>Actaea asiatica</i> (노루삼)	I ++	II +1				
<i>Pimpinella brachycarpa</i> (참나물)	I ++	II ++				

5. Character species and differential species of *Pinus koraiensis* community ;

<i>Pinus koraiensis</i> (잣나무)	III+2	II r2			
<i>Spodiopogon cotulifer</i> (기름새)	III 13	III+3			
<i>Carex okamotoi</i> (지리대사초)	III+3	III 13			I ++

6. Differential species of *Acer komarovii* group ;

<i>Acer komarovii</i> (시닥나무)	I ++	IV+2		
<i>Betula costata</i> (거제수나무)		III 12		I ++
<i>Pedicularis resupinata</i> (송이풀)		II ++		

7. Character species and differential species of *Quercus variabilis* community ;

<i>Quercus variabilis</i> (굴참나무)			IV+5	IV+4	IV+2
<i>Pinus densiflora</i> (소나무)		I 33	III+4	III+5	III 25
<i>Rhus trichocarpa</i> (개웃나무)		I ++	II +2	III+1	III+2
<i>Atractylodes ovata</i> (삼주)			II +1	II +1	IV+1
<i>Artemisia keiskeana</i> (맑은대쭉)	I ++		III+1	III+1	III+1
<i>Betula schmidtii</i> (박달나무)			I 22	IV 25	I 44

8. Differential species of *Parthenocissus tricuspidata* group ;

<i>Parthenocissus tricuspidata</i> (담쟁이덩굴)	I ++	II ++	II +1	
<i>Pyrola japonica</i> (노루발)		II ++	II ++	I ++

9. Differential species of *Salix caprea* subgroup ;

<i>Salix caprea</i> (호랑버들)		II +1	
<i>Rhus javanica</i> (붉나무)		II +1	

Community Group	A		B		C		
	a	b	a	b	a	b	
Subgroup					i	ii	
Vegetation Unit	1	2	3	4	5	6	7

10. Differential species of *Symplocos chinensis* f. *pilosa* group ;

<i>Symplocos chinensis</i> f. <i>pilosa</i> (노린재나무)	IV12	IV+3	II++	III+3	II+3		
<i>Astilbe rubra</i> (노루오줌)	II++	V+1	II++	IIIr+	II++	I++	

11. Differential species of *Lindera obtusiloba* group ;

<i>Lindera obtusiloba</i> (생강나무)	V+3	IV+1	III+2	IV+3	IV+2	V+2
<i>Fraxinus sieboldiana</i> (쇠물푸레나무)	I++	IV11	IV+2	III+3	III+2	IV+3
<i>Rhododendron schlippenbachii</i> (철쭉)	III+3	V24	IV24	I11	II++	I+3
<i>Ainsliaea acerifolia</i> (단풍취)	II+2	II33	II+3	I+2	II+1	I11

12. Differential species of *Hydrangea serrata* f. *acuminata* group ;

<i>Hydrangea serrata</i> f. <i>acuminata</i> (산수국)	V13	III+2	I33			I+3
<i>Magnolia sieboldii</i> (함박꽃나무)	II+3	IV+2	III+1			I11
<i>Sorbus alnifolia</i> (팔배나무)	II+2	II11	II+2	I11		

13. Companion species group ;

<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i> (둥굴레)	II+1	II++	II++	II++	III+1	I++	III++
<i>Lespedeza maximowiczii</i> (조록싸리)	IV14	III+2	I++	IV+3	IV+3	I12	I++
<i>Carex siderosticta</i> (대사초)	IV23	IV+1	IV++	V+2	I+1	III+3	
<i>Actinidia arguta</i> (다래)	I11	II+1	II+1	II++	I++	II+2	
<i>Carex humilis</i> var. <i>nana</i> (가는잎그늘사초)	V+3	IV14		V+2	V+1	V+1	III+2
<i>Rubus crataegifolius</i> (산딸기)	V+3	III+1		II++	II++	II+2	I+2
<i>Lysimachia clethroides</i> (큰까치수염)	II+1	I++		II++	II++	II+1	I++
<i>Fraxinus rhynchophylla</i> (물푸레나무)	IV+2	IV+3		I++	IV+2	II+1	III+1
<i>Calamagrostis arundinacea</i> (실새풀)	I22	III+3		II13	I++	I11	IV+2
<i>Aster scaber</i> (참취)	IV+1	I++	I++	I++	III++	I++	I++
<i>Styrax obassia</i> (쪽동백나무)				I++	I12	IV+2	III+3
<i>Rhododendron mucronulatum</i> (진달래)				III+1	I+1	II+1	IV14
<i>Solidago virgaurea</i> subsp. <i>asiatica</i> (미역취)		I+1	I++	I++	I++	I++	I11
<i>Betula davurica</i> (물박달나무)					I11	I11	II12
<i>Prunus sargentii</i> (산벚나무)					I11	II12	I22
<i>Osmunda japonica</i> (고비)					I+1	II+1	I++
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i> (고사리)					II++	I++	II++
<i>Tripterygium regelii</i> (미역줄나무)	II22	II+2	II+2	II+2		I33	
<i>Tilia amurensis</i> (피나무)	III12	III14	II23	I11	I11		

*The other 153 companion species among total of 228 species omitted.

새, 지리대사초, 소나무, 노린재나무, 철쭉, 단풍취, 산수국, 조록싸리 등이 나타났다.

5) 식생단위 5(신갈나무군락군-굴참나무군락-담쟁이덩굴군-담쟁이덩굴전형소군; 조사구수 16)

본 식생단위는 신갈나무군락군-굴참나무군락에서 담쟁

이덩굴, 노루발에 의해 세분된 담쟁이덩굴군 이하의 종군에서 식별종이 출현하지 않음으로써 담쟁이덩굴전형소군으로 분류되었다. 상재도가 III 이상으로 나타난 종은 신갈나무, 굴참나무, 소나무, 맑은대쭉, 생강나무, 쇠물푸레나무, 둥굴레, 조록싸리, 가는잎그늘사초, 물푸레나무 등이 나타

났으며, 우점도가 3 이상으로 나타난 종은 신갈나무, 굴참나무, 소나무, 노린재나무, 생강나무, 쇠물푸레나무, 조록싸리, 우산나물 등이 나타났다.

6) 식생단위 6(신갈나무군락군-굴참나무군락-담쟁이덩굴군-호랑버들소군; 조사구수 13)

본 식생단위는 신갈나무군락군-굴참나무군락에서 담쟁이덩굴, 노루발에 의해 세분된 담쟁이덩굴군 이하의 종군에서 호랑버들, 붉나무에 의해 하나의 소군으로 세분되었다. 상재도가 III 이상으로 나타난 종은 신갈나무, 굴참나무, 소나무, 개웃나무, 맑은대쭉, 박달나무, 생강나무, 쇠물푸레나무, 대사초, 가는잎그늘사초 등이 나타났으며, 우점도가 3 이상으로 나타난 종은 신갈나무, 개고사리, 굴참나무, 소나무, 박달나무, 산수국, 대사초, 미역줄나무 등이 나타났다. 호랑버들소군은 다른 식생단위에 비해 가장 높은 사면경사도와 토양노출도를 보였다.

7) 식생단위 7(신갈나무군락군-굴참나무군락-굴참나무전형군; 조사구수 10)

본 식생단위는 신갈나무군락군-굴참나무군락 이하의 종군에서 식별종이 출현하지 않음으로써 굴참나무전형군으로 분류되었다. 상재도가 III 이상으로 나타난 종은 신갈나무, 굴참나무, 소나무, 개웃나무, 삼주, 맑은대쭉, 생강나무, 쇠물푸레나무, 둥굴레, 가는잎그늘사초, 물푸레나무 등이 나타났으며, 우점도가 3 이상으로 나타난 종은 신갈나무, 소나무, 박달나무, 쇠물푸레나무, 철쭉, 쪽동백나무, 진달래 등이 나타났다.

3. 식생단위와 층위별 종구성

총 7개의 식생단위로 분류된 각 군락에 있어 구성종들의 상대적 중요도를 알아보기 위해 산출한 중요치는 Table 3과 같다. 신갈나무는 모든 식생단위의 교목층에서 높은 중요치를 나타내었다. 이는 장군봉의 자연림은 신갈나무군락군으로 대표되어 각 식생단위에서 높은 상재도와 우점도를 보였기 때문인 것으로 판단되었다. 계곡부 또는 토양이 습한 지역에 자생하는 느릅나무, 피나무, 물푸레나무 등은 고로쇠나무군락(식생단위 1과 2)의 상층에서 높은 중요도를 나타내어 이들 수종에 의한 천이가 진행될 것으로 예상되었다. 또한 당단풍나무는 식생단위 2(고로쇠나무군락-물참대군), 식생단위 3(갯나무군락-시닥나무군), 식생단위 4(갯나무군락-갯나무전형군)의 아교목층에서 높은 중요치를 나타내어, 향후 신갈나무와의 생육 경쟁이 이루어질 것으로 판단되었으며, 이는 Han *et al.*(2016)의 당단풍나무는 신갈나무와 지위쟁탈을 위한 경쟁이 이루어질 것이라고 보고한 연구

결과와 일치하였다. 또한 Lee *et al.*(2015a)은 당단풍나무의 경우 고로쇠나무, 피나무, 층층나무 등과의 수종간 경쟁이 지속될 것이라고 보고하였으며, 본 연구에서도 교목층과 아교목층에서 당단풍나무와 함께 물푸레나무, 피나무의 중요치가 높게 나타나 이들 수종간의 경쟁이 예상되었다. 또한 굴참나무군락(식생단위 5, 6, 7)의 경우, 교목층에서 신갈나무, 소나무, 굴참나무가 높은 중요치를 보였으며, 아교목층에서 신갈나무와 굴참나무가 소나무에 비해 높은 중요치를 보여 향후 신갈나무와 굴참나무에 의한 군락이 형성될 것으로 판단되었다. 이는 Lee *et al.*(2015b)이 소나무-신갈나무군락, 소나무-굴참나무군락과 같은 혼효림은 향후 참나무속에 의한 천이가 진행되어 참나무속 수종으로 군락이 대체될 것이라고 한 연구결과와 일치하였다.

1) 식생단위 1(신갈나무군락군-고로쇠나무군락-동자꽃군; 조사구수 6)

평균상대우점치를 살펴보면, 신갈나무가 41.1%로 가장 높은 평균상대우점치를 나타냈으며, 그 외에 느릅나무 12.2%, 물푸레나무 11.2%, 피나무 10.9%, 조록싸리와 들메나무가 각각 3.9% 등의 순으로 나타났다. 교목층의 경우 신갈나무가 70.4%로 가장 높은 중요치를 보였으며, 그 외에 느릅나무 15.9%, 피나무와 물푸레나무가 6.9%로 각각 나타났다. 아교목층의 경우 물푸레나무와 피나무가 각각 25.2%로 가장 높은 중요치를 보였으며, 그 외에 신갈나무 24.5%, 느릅나무와 들메나무가 각각 12.6%로 나타났다. 관목층의 경우 조록싸리가 25.0%로 가장 높은 중요치를 나타냈으며, 그 외에 노린재나무 11.4%, 신갈나무 6.6%, 느릅나무 6.4%, 고로쇠나무 5.8% 등의 순으로 나타났다. 초본층의 경우 대사초가 8.0%로 가장 높은 중요치를 나타냈으며, 그 외에 이질풀 6.5%, 산딸기 5.9%, 가는잎그늘사초 5.6%, 개고사리 4.3%, 그늘사초와 산박하가 각각 2.8% 등의 순으로 나타났다.

백두대간에서 주로 나타나는 들메나무는 아교목층 12.6%, 초본층 0.3% 등으로 교목층과 아교목층에서 다소 높은 중요치를 나타냈다. Hwang *et al.*(2016)은 들메나무는 덕유산 식생의 특징 수종이며, 사면 중부이상의 계곡부에서 지형적인 천이(toposequence succession) 과정을 거쳐 극상림(climax forest)의 역할을 할 것이라고 보고하였다. 장군봉 일대의 계곡부 또한 들메나무에 의한 천이가 진행될 수 있으므로, 들메나무에 대한 지속적인 연구가 필요할 것으로 사료되었다.

2) 식생단위 2(신갈나무군락군-고로쇠나무군락-물참대군; 조사구수 10)

평균상대우점치를 살펴보면, 신갈나무가 27.8%로 가장

Table 3. Importance value of major species in each vegetation unit

Unit	Species Scientific name (Korean name)	Layer				MIP
		T	ST	S	H	
1	<i>Quercus mongolica</i> (신갈나무)	70.4	24.5	6.6	0.9	41.1
	<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i> (느릅나무)	15.9	12.6	6.4	-	12.2
	<i>Fraxinus rhynchophylla</i> (물푸레나무)	6.9	25.2	1.6	0.6	11.2
	<i>Tilia amurensis</i> (피나무)	6.9	25.2	-	-	10.9
	<i>Lespedeza maximowiczii</i> (조록싸리)	-	-	25.0	0.9	3.9
	<i>Fraxinus mandshurica</i> (들메나무)	-	12.6	-	0.3	3.9
	<i>Symplocos chinensis</i> f. <i>pilosa</i> (노린재나무)	-	-	11.4	0.3	1.8
	<i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i> (고로쇠나무)	-	-	5.8	0.3	0.9
	<i>Philadelphus schrenkii</i> (고광나무)	-	-	4.8	-	0.7
	<i>Eleutherococcus sessiliflorus</i> (오갈피나무)	-	-	4.2	1.2	0.7
	<i>Carex siderosticta</i> (대사초)	-	-	-	8.0	0.6
	<i>Tripterygium regelii</i> (미역줄나무)	-	-	2.4	2.4	0.6
	<i>Geranium thunbergii</i> (이질풀)	-	-	-	6.5	0.5
	<i>Rubus crataegifolius</i> (산딸기)	-	-	-	5.9	0.5
	<i>Lespedeza bicolor</i> (싸리)	-	-	3.2	0.3	0.5
	<i>Acer pseudosieboldianum</i> (당단풍나무)	-	-	3.2	0.6	0.5
	<i>Carex humilis</i> var. <i>nana</i> (가는잎그늘사초)	-	-	-	5.6	0.4
	<i>Pseudostellaria davidii</i> (덩굴개별꽃)	-	-	-	4.5	0.3
	<i>Athyrium niponicum</i> (개고사리)	-	-	-	4.3	0.3
	<i>Artemisia stolonifera</i> (넓은잎외잎쭈)	-	-	-	3.3	0.3
Others(70 species)	-	-	25.4	53.9	8.1	
	Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2	<i>Quercus mongolica</i> (신갈나무)	51.7	11.5	1.3	1.7	27.8
	<i>Acer pseudosieboldianum</i> (당단풍나무)	-	40.1	12.1	0.9	14.3
	<i>Tilia amurensis</i> (피나무)	22.5	9.0	0.8	0.4	13.3
	<i>Fraxinus rhynchophylla</i> (물푸레나무)	9.5	16.9	2.7	1.3	10.1
	<i>Sorbus alnifolia</i> (팔배나무)	3.4	2.5	0.8	0.2	2.5
	<i>Symplocos chinensis</i> f. <i>pilosa</i> (노린재나무)	-	-	14.9	0.9	2.4
	<i>Morus bombycis</i> (산뽕나무)	-	8.0	-	-	2.4
	<i>Lindera obtusiloba</i> (생강나무)	-	-	14.1	1.5	2.3
	<i>Rhododendron schlippenbachii</i> (철쭉)	-	-	12.5	1.0	2.0
	<i>Fraxinus mandshurica</i> (들메나무)	3.4	-	-	-	1.6
	<i>Cornus controversa</i> (층층나무)	3.4	-	-	-	1.6
	<i>Deutzia glabrata</i> (물참대)	-	-	8.3	-	1.3
	<i>Magnolia sieboldii</i> (함박꽃나무)	-	-	5.9	1.0	1.0
	<i>Hydrangea serrata</i> f. <i>acuminata</i> (산수국)	-	-	-	13.5	1.0
	<i>Tripterygium regelii</i> (미역줄나무)	-	-	4.8	2.0	0.9
	<i>Lespedeza maximowiczii</i> (조록싸리)	-	-	4.6	1.7	0.8
	<i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i> (고로쇠나무)	-	1.9	1.3	0.4	0.8
	<i>Carex humilis</i> var. <i>nana</i> (가는잎그늘사초)	-	-	-	8.3	0.6
	<i>Athyrium niponicum</i> (개고사리)	-	-	-	6.7	0.5

Unit	Species	Layer				MIP
	Scientific name (Korean name)	T	ST	S	H	
	<i>Calamagrostis arundinacea</i> (실새풀)	-	-	-	5.7	0.4
	Others(78 species)	6.0	10.1	15.8	52.7	12.4
	Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
3	<i>Quercus mongolica</i> (신갈나무)	38.9	-	-	1.8	18.1
	<i>Acer pseudosieboldianum</i> (당단풍나무)	13.3	21.2	13.9	1.8	14.9
	<i>Tilia amurensis</i> (피나무)	12.6	13.5	-	-	10.0
	<i>Fraxinus sieboldiana</i> (쇠물푸레나무)	3.4	23.0	3.8	1.2	9.3
	<i>Rhododendron schlippenbachii</i> (철쭉)	-	-	45.3	1.8	7.1
	<i>Acer komarovii</i> (시닥나무)	3.4	13.5	3.8	3.1	6.5
	<i>Betula costata</i> (거제수나무)	11.7	-	-	-	5.4
	<i>Magnolia sieboldii</i> (함박꽃나무)	5.0	-	16.6	-	4.8
	<i>Sorbus alnifolia</i> (팔배나무)	-	15.3	-	-	4.7
	<i>Tripterygium regelii</i> (미역줄나무)	-	13.5	-	0.6	4.2
	<i>Pinus koraiensis</i> (잣나무)	8.3	-	-	0.6	3.9
	<i>Lindera obtusiloba</i> (생강나무)	-	-	7.6	2.4	1.3
	<i>Ainsliaea acerifolia</i> (단풍취)	-	-	-	12.1	0.9
	<i>Carex okamotoi</i> (지리대사초)	-	-	-	9.8	0.8
	<i>Spodiopogon cotulifer</i> (기름새)	-	-	-	8.8	0.7
	<i>Actinidia arguta</i> (다래)	-	-	3.8	0.6	0.6
	<i>Athyrium niponicum</i> (개고사리)	-	-	-	6.5	0.5
	<i>Dryopteris crassirhizoma</i> (관중)	-	-	-	6.5	0.5
	<i>Sorbus commixta</i> (마가목)	-	-	-	6.0	0.5
	<i>Hydrangea serrata</i> f. <i>acuminata</i> (산수국)	-	-	-	6.8	0.5
	Others(29 species)	3.4	-	5.3	29.8	4.7
	Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
4	<i>Quercus mongolica</i> (신갈나무)	77.6	25.8	2.6	1.6	44.3
	<i>Acer pseudosieboldianum</i> (당단풍나무)	3.8	25.9	14.1	2.5	12.1
	<i>Fraxinus sieboldiana</i> (쇠물푸레나무)	3.8	25.9	7.4	2.2	11.0
	<i>Rhododendron schlippenbachii</i> (철쭉)	-	-	34.7	3.0	5.6
	<i>Sorbus alnifolia</i> (팔배나무)	-	16.1	1.1	0.6	5.2
	<i>Pinus densiflora</i> (소나무)	6.4	-	-	-	2.9
	<i>Pinus koraiensis</i> (잣나무)	4.7	-	-	0.9	2.3
	<i>Magnolia sieboldii</i> (함박꽃나무)	3.8	-	2.2	1.2	2.2
	<i>Symplocos chinensis</i> f. <i>pilosa</i> (노린재나무)	-	-	13.1	1.2	2.1
	<i>Tilia amurensis</i> (피나무)	-	6.2	-	-	1.9
	<i>Lespedeza maximowiczii</i> (조록싸리)	-	-	6.2	5.1	1.3
	<i>Rhododendron mucronulatum</i> (진달래)	-	-	5.1	0.6	0.8
	<i>Carex okamotoi</i> (지리대사초)	-	-	-	8.9	0.7
	<i>Spodiopogon cotulifer</i> (기름새)	-	-	-	9.0	0.7
	<i>Lindera obtusiloba</i> (생강나무)	-	-	3.7	1.6	0.7
	<i>Carex siderosticta</i> (대사초)	-	-	-	7.9	0.6
	<i>Ainsliaea acerifolia</i> (단풍취)	-	-	-	7.8	0.6

Unit	Species	Layer				MIP
	Scientific name (Korean name)	T	ST	S	H	
	<i>Carex humilis</i> var. <i>nana</i> (가는잎그늘사초)	-	-	-	6.4	0.5
	<i>Calamagrostis arundinacea</i> (실새풀)	-	-	-	5.4	0.4
	<i>Athyrium niponicum</i> (개고사리)	-	-	-	4.8	0.4
	Others(36 species)	-	-	9.9	29.2	3.8
	Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
5	<i>Quercus mongolica</i> (신갈나무)	38.0	40.1	17.8	3.8	32.9
	<i>Quercus variabilis</i> (굴참나무)	34.9	8.3	3.8	1.4	19.4
	<i>Pinus densiflora</i> (소나무)	16.2	-	-	0.6	7.5
	<i>Fraxinus sieboldiana</i> (쇠물푸레나무)	-	14.5	8.7	3.9	6.1
	<i>Fraxinus rhynchophylla</i> (물푸레나무)	-	14.5	4.4	3.4	5.4
	<i>Styrax obassia</i> (쪽동백나무)	-	10.3	2.8	0.9	3.7
	<i>Lindera obtusiloba</i> (생강나무)	-	-	19.3	3.8	3.3
	<i>Lespedeza maximowiczii</i> (조록싸리)	-	-	10.9	6.4	2.2
	<i>Prunus sargentii</i> (산벚나무)	1.6	3.1	-	-	1.7
	<i>Corylus heterophylla</i> (개암나무)	-	-	6.0	1.9	1.1
	<i>Symplocos chinensis</i> f. <i>pilosa</i> (노린재나무)	-	-	7.1	0.4	1.1
	<i>Prunus</i> sp. (벚나무류)	-	3.1	1.0	-	1.1
	<i>Betula davurica</i> (물박달나무)	-	3.1	-	-	1.0
	<i>Betula schmidtii</i> (박달나무)	2.0	-	-	-	0.9
	<i>Syneilesis palmata</i> (우산나물)	-	-	-	10.1	0.8
	<i>Rhus trichocarpa</i> (개웃나무)	-	-	4.4	0.6	0.7
	<i>Carex ciliatomarginata</i> (털대사초)	-	-	-	7.4	0.6
	<i>Spodiopogon sibiricus</i> (큰기름새)	-	-	-	6.6	0.5
	<i>Carex humilis</i> var. <i>nana</i> (가는잎그늘사초)	-	-	-	5.3	0.4
	<i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i> (고로쇠나무)	-	-	2.0	0.4	0.3
	Others(73 species)	7.2	3.1	11.7	43.1	9.4
	Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
6	<i>Betula schmidtii</i> (박달나무)	35.3	36.7	3.7	2.4	28.3
	<i>Quercus mongolica</i> (신갈나무)	18.7	29.9	10.5	2.4	19.7
	<i>Pinus densiflora</i> (소나무)	15.2	6.0	7.9	1.2	10.2
	<i>Quercus variabilis</i> (굴참나무)	10.8	9.3	4.6	2.1	8.7
	<i>Prunus sargentii</i> (산벚나무)	6.0	6.0	-	-	4.6
	<i>Fraxinus sieboldiana</i> (쇠물푸레나무)	-	6.0	7.7	2.4	3.2
	<i>Actinidia arguta</i> (다래)	1.8	6.0	3.1	1.2	3.2
	<i>Fraxinus rhynchophylla</i> (물푸레나무)	3.5	-	1.3	0.6	1.9
	<i>Lindera obtusiloba</i> (생강나무)	-	-	9.7	3.9	1.8
	<i>Styrax obassia</i> (쪽동백나무)	-	-	10.1	2.1	1.7
	<i>Lespedeza bicolor</i> (싸리)	-	-	6.4	0.6	1.0
	<i>Rhus trichocarpa</i> (개웃나무)	-	-	5.8	1.8	1.0
	<i>Rhododendron mucronulatum</i> (진달래)	-	-	5.3	0.3	0.8
	<i>Athyrium niponicum</i> (개고사리)	-	-	-	9.5	0.7
	<i>Tripterygium regelii</i> (미역줄나무)	-	-	4.3	0.9	0.7

Unit	Species Scientific name (Korean name)	Layer				MIP
		T	ST	S	H	
	<i>Carex siderosticta</i> (대사초)	-	-	-	8.1	0.6
	<i>Lespedeza maximowiczii</i> (조록싸리)	-	-	3.7	0.3	0.6
	<i>Hydrangea serrata</i> f. <i>acuminata</i> (산수국)	-	-	-	5.0	0.4
	<i>Carex humilis</i> var. <i>nana</i> (가는잎그늘사초)	-	-	-	4.5	0.3
	Others(67 species)	8.7	-	16.0	50.7	10.6
	Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
7	<i>Pinus densiflora</i> (소나무)	45.4	8.9	1.5	1.6	24.1
	<i>Quercus mongolica</i> (신갈나무)	25.8	28.7	4.5	4.6	21.8
	<i>Quercus variabilis</i> (굴참나무)	11.6	19.2	1.5	1.4	11.6
	<i>Fraxinus sieboldiana</i> (쇠물푸레나무)	-	14.4	12.6	5.1	6.7
	<i>Styrax obassia</i> (쪽동백나무)	-	8.9	10.3	2.7	4.5
	<i>Rhododendron mucronulatum</i> (진달래)	-	-	24.3	7.2	4.3
	<i>Betula davurica</i> (물박달나무)	3.3	8.9	-	-	4.3
	<i>Betula schmidtii</i> (박달나무)	7.2	-	2.7	3.2	4.0
	<i>Lindera obtusiloba</i> (생강나무)	-	-	15.4	5.8	2.8
	<i>Fraxinus rhynchophylla</i> (물푸레나무)	3.3	-	3.4	2.7	2.3
	<i>Acer pseudosieboldianum</i> (당단풍나무)	-	5.5	1.5	0.4	1.9
	<i>Prunus sargentii</i> (산벚나무)	-	5.5	-	-	1.7
	<i>Rhododendron schlippenbachii</i> (철쭉)	-	-	4.6	1.6	0.8
	<i>Lespedeza bicolor</i> (싸리)	-	-	4.0	2.2	0.8
	<i>Rhus trichocarpa</i> (개웃나무)	-	-	4.6	1.8	0.8
	<i>Carex ciliatomarginata</i> (털대사초)	-	-	-	7.9	0.6
	<i>Carex humilis</i> var. <i>nana</i> (가는잎그늘사초)	-	-	-	7.6	0.6
	<i>Calamagrostis arundinacea</i> (실새풀)	-	-	-	7.9	0.6
	<i>Rubus crataegifolius</i> (산딸기)	-	-	-	3.5	0.3
	<i>Atractylodes ovata</i> (삼주)	-	-	-	3.4	0.3
	Others(44 species)	3.3	-	9.0	29.4	5.2
	Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

* T : Tree layer, ST : Subtree layer, S : Shrub layer, H : Herb layer, Unit 1 : *Acer pictum* subsp. *mono* community - *Lychnis cognata* group, Unit 2 : *Acer pictum* subsp. *mono* community - *Deutzia glabrata* group, Unit 3 : *Pinus koraiensis* community - *Acer komarovii* group, Unit 4 : *Pinus koraiensis* community - *Pinus koraiensis* typical group, Unit 5 : *Quercus variabilis* community - *Parthenocissus tricuspidata* group - *Parthenocissus tricuspidata* typical subgroup, Unit 6 : *Quercus variabilis* community - *Quercus variabilis* typical group.

높은 평균상대우점치를 나타냈으며, 그 외에 당단풍나무 14.3%, 피나무 13.3%, 물푸레나무 10.1%, 팔배나무 2.5% 등의 순으로 나타났다. 교목층의 경우 신갈나무가 51.7%로 가장 높은 중요치를 보였으며, 그 외에 피나무 22.5%, 물푸레나무 9.5%, 들메나무·층층나무·팔배나무가 각각 3.4% 등의 순으로 나타났다. 아교목층의 경우 당단풍나무가 40.1%로 가장 높은 중요치를 보였으며, 그 외에 물푸레나무 16.9%, 신갈나무 11.5%, 피나무 9.0%, 산뽕나무 8.0%, 고로쇠나무가 1.9% 등의 순으로 나타났다. 관목층의 경우 노린재나무가 14.9%로 가장 높은 중요치를 나타냈으며, 그

외에 생강나무 14.1%, 철쭉 12.5%, 당단풍나무 12.1%, 물참대 8.3%, 함박꽃나무 5.9% 등의 순으로 나타났다. 초본층의 경우 산수국이 13.5%로 가장 높은 중요치를 나타냈으며, 그 외에 가는잎그늘사초 8.3%, 개고사리 6.7%, 실새풀 5.7%, 대사초 4.2%, 단풍취 2.7% 등의 순으로 나타났다.

3) 식생단위 3(신갈나무군락군-잣나무군락-시달나무군; 조사구수 5)

평균상대우점치를 살펴보면, 신갈나무가 18.1%로 가장 높은 평균상대우점치를 나타냈으며, 그 외에 당단풍나무

14.9%, 피나무 10.0%, 쇠물푸레나무 9.3%, 철쭉 7.1% 등의 순으로 나타났다. 교목층의 경우 신갈나무가 38.9%로 가장 높은 중요치를 보였으며, 그 외에 당단풍나무 13.3%, 피나무 12.6%, 거제수나무 11.7%, 잣나무 8.3%, 함박꽃나무 5.0% 등의 순으로 나타났다. 아교목층의 경우 쇠물푸레나무가 23.0%로 가장 높은 중요치를 보였으며, 그 외에 당단풍나무 21.2%, 팔배나무 15.3%, 피나무미역줄나무시달나무가 각각 13.5%로 나타났다. 관목층의 경우 철쭉이 45.3%로 가장 높은 중요치를 나타냈으며, 그 외에 함박꽃나무 16.6%, 당단풍나무 13.9%, 생강나무 7.6%, 쇠물푸레나무다래시달나무가 각각 3.8%, 조록싸리와 노린재나무가 각각 2.7%로 나타났다. 초본층의 경우 단풍취가 12.1%로 가장 높은 중요치를 나타냈으며, 그 외에 지리대사초 9.8%, 기름새 8.8%, 산수국 6.8%, 개고사리와 관중이 각각 6.5%, 마가목 6.0% 등의 순으로 나타났다.

4) 식생단위 4(신갈나무군락군-잣나무군락-잣나무전형군; 조사구수 11)

평균상대우점치를 살펴보면, 신갈나무가 44.3%로 가장 높은 평균상대우점치를 나타냈으며, 그 외에 당단풍나무 12.1%, 쇠물푸레나무 11.0%, 철쭉 5.6%, 팔배나무 5.2% 등의 순으로 나타났다. 교목층의 경우 신갈나무가 77.6%로 가장 높은 중요치를 보였으며, 그 외에 소나무 6.4%, 잣나무 4.7%, 당단풍나무함박꽃나무쇠물푸레나무가 각각 3.8%로 나타났다. 아교목층의 경우 당단풍나무와 쇠물푸레나무가 25.9%로 가장 높은 중요치를 보였으며, 그 외에 신갈나무 25.8%, 팔배나무 16.1%, 피나무 6.2%로 나타났다. 관목층의 경우 철쭉이 34.7%로 가장 높은 중요치를 나타냈으며, 그 외에 당단풍나무 14.1%, 노린재나무 13.1%, 쇠물푸레나무 7.4%, 조록싸리 6.2%, 진달래 5.1% 등의 순으로 나타났다. 초본층의 경우 기름새가 9.0%로 가장 높은 중요치를 나타냈으며, 그 외에 지리대사초 8.9%, 대사초 7.9%, 단풍취 7.8%, 가는잎그늘사초 6.4%, 실새풀 5.4% 등의 순으로 나타났다.

5) 식생단위 5(신갈나무군락군-굴참나무군락-담쟁이덩굴군-담쟁이덩굴전형소군; 조사구수 16)

평균상대우점치를 살펴보면, 신갈나무가 32.9%로 가장 높은 평균상대우점치를 나타냈으며, 그 외에 굴참나무 19.4%, 소나무 7.5%, 쇠물푸레나무 6.1%, 물푸레나무 5.4% 등의 순으로 나타났다. 교목층의 경우 신갈나무가 38.0%로 가장 높은 중요치를 보였으며, 그 외에 굴참나무 34.9%, 소나무 16.2%, 박달나무 2.0%, 산벚나무가 1.6% 등의 순으로 나타났다. 아교목층의 경우 신갈나무가 40.1%로 가장 높은 중요치를 보였으며, 그 외에 쇠물푸레나무와 물푸레나무가 각각

14.5%, 쪽동백나무 10.3%, 굴참나무 8.3%, 산벚나무물박달나무벚나무류가 각각 3.1%로 나타났다. 관목층의 경우 생강나무가 19.3%로 가장 높은 중요치를 나타냈으며, 그 외에 신갈나무 17.8%, 조록싸리 10.9%, 쇠물푸레나무 8.7%, 노린재나무 7.1%, 개암나무 6.0% 등으로 나타났다. 초본층의 경우 우산나물이 10.1%로 가장 높은 중요치를 나타냈으며, 그 외에 털대사초 7.4%, 큰기름새 6.6%, 조록싸리 6.4%, 가는잎그늘사초 5.3%, 쇠물푸레나무 3.9% 등의 순으로 나타났다.

6) 식생단위 6(신갈나무군락군-굴참나무군락-담쟁이덩굴군-호랑버들소군; 조사구수 13)

평균상대우점치를 살펴보면, 박달나무가 28.3%로 가장 높은 평균상대우점치를 나타냈으며, 그 외에 신갈나무 19.7%, 소나무 10.2%, 굴참나무 8.7%, 산벚나무 4.6% 등의 순으로 나타났다. 교목층의 경우 박달나무가 35.3%로 가장 높은 중요치를 보였으며, 그 외에 신갈나무 18.7%, 소나무 15.2%, 굴참나무 10.8%, 산벚나무 6.0%, 물푸레나무 3.5% 등의 순으로 나타났다. 아교목층의 경우 박달나무가 36.7%로 가장 높은 중요치를 보였으며, 그 외에 신갈나무 29.9%, 굴참나무 9.3%, 쇠물푸레나무소나무산벚나무다래가 각각 6.0%로 나타났다. 관목층의 경우 신갈나무가 10.5%로 가장 높은 중요치를 나타냈으며, 그 외에 쪽동백나무 10.1%, 생강나무 9.7%, 소나무 7.9%, 쇠물푸레나무 7.7%, 싸리 6.4% 등으로 나타났다. 초본층의 경우 개고사리가 9.5%로 가장 높은 중요치를 나타냈으며, 그 외에 대사초 8.1%, 산수국 5.0%, 가는잎그늘사초 4.5%, 생강나무 3.9% 등의 순으로 나타났다.

본 식생단위는 박달나무가 교목층 35.3%, 아교목층 36.7%, 관목층 3.7%, 초본층 2.4%로 나타났다. 박달나무는 토양이 노출되어 있는 곳에 천연하중발아가 잘되어 군집을 이루는 양수이며(Korea Forest Service, 2010a), 식생단위 6(굴참나무군락-담쟁이덩굴군-호랑버들소군)은 박달나무가 우점하고 있지만 관목층과 초본층에서는 신갈나무, 굴참나무에 비해 중요치가 낮게 나타나 향후 신갈나무, 굴참나무에 의한 천이가 이루어질 것으로 사료되었다.

7) 식생단위 7(신갈나무군락군-굴참나무군락-굴참나무전형군; 조사구수 10)

평균상대우점치를 살펴보면, 소나무가 24.1%로 가장 높은 평균상대우점치를 나타냈으며, 그 외에 신갈나무 21.8%, 굴참나무 11.6%, 쇠물푸레나무 6.7%, 쪽동백나무 4.5% 등의 순으로 나타났다. 교목층의 경우 소나무가 45.4%로 가장 높은 중요치를 보였으며, 그 외에 신갈나무 25.8%, 굴참나무 11.6%, 박달나무 7.2%, 물푸레나무물박달나무고로쇠

Table 4. Species diversity indices of each vegetation unit

Vegetation Unit	H'	Hmax'	J'	1-J'
1	2.353	3.445	0.682	0.318
2	2.248	3.305	0.678	0.322
3	2.130	3.079	0.690	0.310
4	1.775	2.867	0.620	0.380
5	1.736	2.997	0.576	0.424
6	1.634	2.843	0.565	0.435
7	1.645	2.803	0.581	0.419

* Unit 1 : *Acer pictum* subsp. *mono* community - *Lychnis cognata* group, Unit 2 : *Acer pictum* subsp. *mono* community - *Deutzia glabrata* group, Unit 3 : *Pinus koraiensis* community - *Acer komarovii* group, Unit 4 : *Pinus koraiensis* community - *Pinus koraiensis* typical group, Unit 5 : *Quercus variabilis* community - *Parthenocissus tricuspidata* group - *Parthenocissus tricuspidata* typical subgroup, Unit 6 : *Quercus variabilis* community - *Quercus variabilis* typical group.

나무가 각각 3.3%로 나타났다. 아교목층의 경우 신갈나무가 28.7%로 가장 높은 중요치를 보였으며, 그 외에 굴참나무 19.2%, 쇠물푸레나무 14.4%, 쪽동백나무-소나무-물박달나무가 각각 8.9%, 당단풍나무와 산벚나무가 각각 5.5%로 나타났다. 관목층의 경우 진달래가 24.3%로 가장 높은 중요치를 나타냈으며, 그 외에 생강나무 15.4%, 쇠물푸레나무 12.6%, 쪽동백나무 10.3%, 철쭉과 개웃나무가 각각 4.6%, 신갈나무가 4.5% 등으로 나타났다. 초본층의 경우 실새풀과 털대사초가 7.9%로 가장 높은 중요치를 나타냈으며, 그 외에 가는잎그늘사초 7.6%, 진달래 7.2%, 생강나무 5.8%, 쇠물푸레나무 5.1%, 신갈나무 4.6% 등의 순으로 나타났다.

4. 종다양도

식물사회학적 방법에 따라 구분된 자연림 각 식생단위의 성숙도와 안정도 등의 간접적인 군락의 속성을 파악하기 위하여 종다양도(H'), 최대종다양도(Hmax'), 균재도(J'), 우점도(1-J')를 분석한 결과는 다음과 같다(Table 4).

종다양도 지수는 식생단위 1(고로쇠나무군락-동자꽃군), 식생단위 2(고로쇠나무군락-물참대군), 식생단위 3(갯나무군락-시달나무군)의 경우, 계곡부의 특성상 사면부에 비해 출현종수와 종다양도가 높게 나타난 것으로 판단되었다. 이는 Shin and Yun(2014)의 계곡부의 경우 환경특성상 사면부에 비해 출현종수가 높다는 결과와, Lee et al.(1996)의 사면부나 능선부에 비하여 계곡부의 종다양도가 높게 나타난다는 보고와 일치하였다. 몇 개의 종에 의해 우점되어 있는 천이 초기단계의 임분은 물리적인 환경(토양의 비옥도 등)이 양호해지면 다양한 수종의 유입으로 인한 경쟁이 이루어져 수종간의 생태적 영역이 균일한 상태로 변화한다(Park et al., 2001; Cho et al., 2012). 또한 균재도 값이

큰 군집일수록 안정 상태에 도달된 것으로 평가되어진다(Cho et al., 2012). 본 연구에서 균재도 지수는 전체적으로 0.565 이상으로 나타나 개체군분포가 균일하고 안정 상태에 있는 것으로 추정되었다. 또한 Whittaker(1965)는 우점도가 0.3 이하일 때는 다수의 종이, 0.3~0.7일 때 2~3종, 우점도가 0.9 이상일 때 1종이 우점종을 이룬다고 하였으며, 본 연구에서 우점도 지수는 0.310~0.435로 2~3종이 우점하고 있는 것으로 판단되었다.

5. 식생단위와 주요 환경요인의 상관관계

각 식생단위와 환경요인과의 상관관계를 분석하기 위하여 해발고도, 지형, 방위를 일치법에 의해 분석한 결과는 다음과 같다.

Figure 3은 해발고도와 식생단위간의 상관관계를 나타낸 것으로 고로쇠나무군락(식생단위 1~2)과 갯나무군락(식생단위 3~4)은 해발고도 1,000m 이상에서 분포하고 있었다. 굴참나무군락(식생단위 5~7)은 400m~800m로 낮은 해발고도와 비교적 넓은 분포경향을 나타냈으며, 특히 굴참나무전형군(식생단위 7)은 가장 낮은 해발고도를 나타냈다. Figure 4는 지형과 식생단위간의 상관관계를 나타낸 것으로서 굴참나무군락(식생단위 5~7)은 사면 중부 이상에 분포하는 경향을 나타냈고, 특히 굴참나무군락에서 구분된 담쟁이덩굴군-호랑버들소군(식생단위 6)과 굴참나무전형군(식생단위 7)은 사면 상부 이상에서 분포하는 경향이 있었다. 물참대군(식생단위 2)은 대부분 계곡부에 분포하는 경향을 나타내었다. 또한 동자꽃군(식생단위 1)의 조사구 중 상층에 신갈나무와 함께 느릅나무가 우점하고 있는 군락은 계곡부에 분포를 하고 있었다. Figure 5는 방위와 식생단위의 상관관계를 나타낸 것으로 고로쇠나무군락(식생단위 1~2)

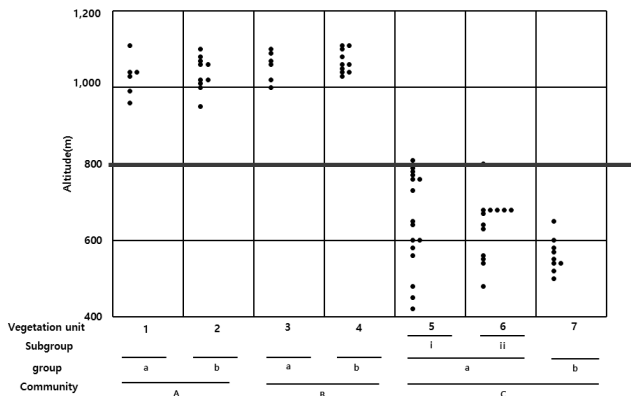


Figure 3. Correlation between altitude and vegetation unit

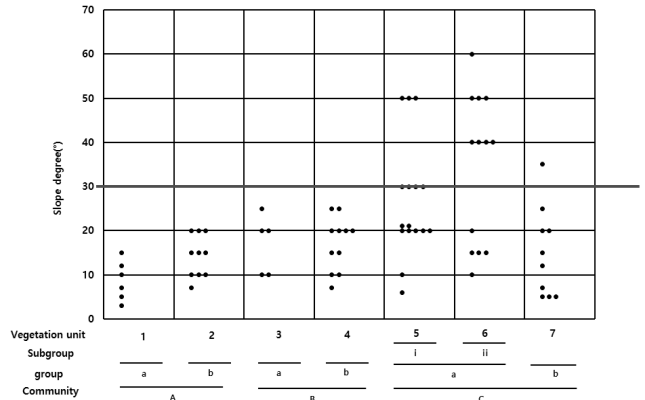


Figure 6. Correlation between slope degree and vegetation unit

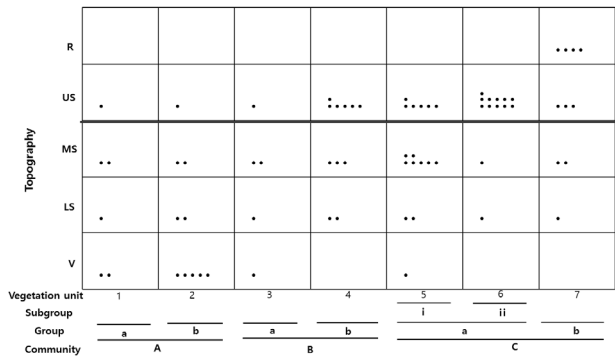


Figure 4. Correlation between topography and vegetation unit

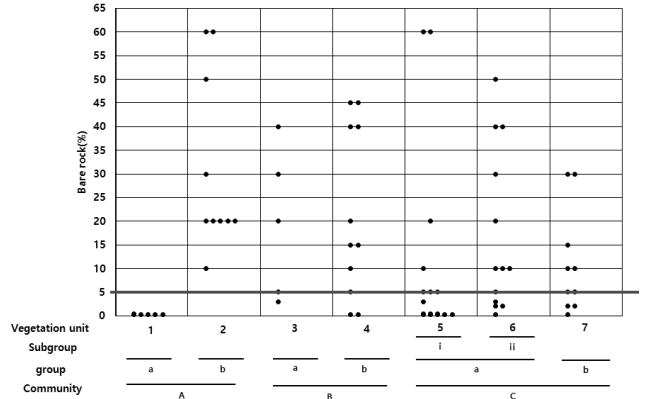


Figure 7. Correlation between bare rock and vegetation unit

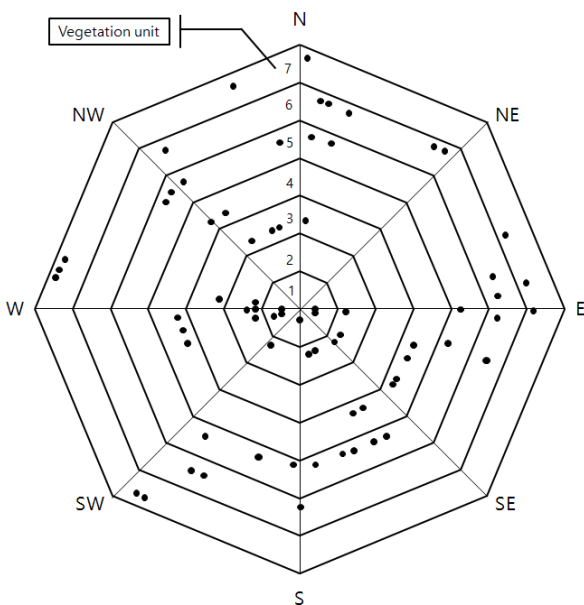


Figure 5. Correlation between aspect and vegetation unit

은 남쪽 사면방향에 치우쳐있는 경향을 보였으며, 잣나무군락(식생단위 3~4)은 주로 북향 또는 서향으로, 굴참나무군락(식생단위 5~7)은 전 방위에서 분포하는 경향을 보였다. 또한 굴참나무가 상층으로 우점하고 있는 조사지는 주로 남향에 분포하고 있는 경향을 나타냈으며, 이는 Kim and Yun(2009), Park and Yun(2009), Kim *et al.*(2010), Kim *et al.*(2016) 등의 결과와 일치하였다. Figure 6은 사면경사와 식생단위의 상관관계를 나타낸 것으로 모든 식생단위는 경사 30° 이하에서 많은 분포를 보였으며, 굴참나무군락(식생단위 5~7)은 상당수의 조사지가 경사 30° 이상에 분포하였다. Figure 7은 암석노출도와 식생단위의 상관관계를 나타낸 것으로 동자꽃군(식생단위 1)은 대부분 5% 미만에 분포한 반면에, 물참대군(식생단위 2)은 5% 이상에서 많은 분포를 보였으며, 그 외의 식생단위는 0~60%의 넓은 분포 경향을 나타냈다. Figure 8은 토양노출도와 식생단위의 상관관계를 나타낸 것으로 모든 식생단위는 5% 미만에서 많

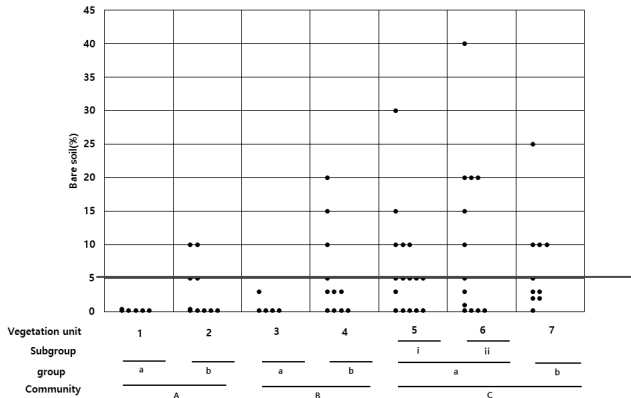


Figure 8. Correlation between bare soil and vegetation unit

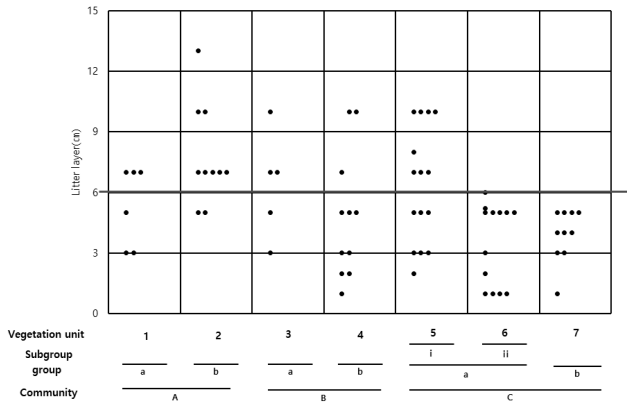


Figure 9. Correlation between litter layer and vegetation unit

은 분포를 보였으며, 굴참나무군락(식생단위 5~7)은 상당수의 조사지가 5% 이상에 분포하였다. Figure 9는 낙엽층 깊이와 식생단위의 상관관계를 나타낸 것으로 동자꽃군(식생단위 1)은 3~9cm에서, 물참대군(식생단위 2)은 3~15cm에서, 잣나무군락(식생단위 3~4)과 담쟁이덩굴전형소군(식생단위 5)은 0~12cm에서, 호랑버들소군(식생단위 6)과 굴참나무전형군(식생단위 7)은 6cm 미만에서 많은 분포를 보였다. 해발고도는 명확한 경향성을 보인 반면에, 나머지 환경인자는 해발고도에 비해 명확한 경향을 나타내지는 못하는 것으로 판단되었다.

Figure 10은 각 식생단위와 입지환경의 상관관계를 살펴 보기 위해, CCA ordination 분석을 이용하여 7개의 식생단위와 8개의 환경인자(해발고도, 지형, 경사, 방위, 암석노출도 등)과의 상관관계 등을 분석한 결과를 최초 1, 2축에 의해 나타낸 것이다. 1축과 2축 모두 해발고도와 많은 상관관계를 보였으며, 굴참나무군락(식생단위 5~7), 고로쇠나무군락(식생단위 1과 2)과 잣나무군락(식생단위 3과 4)으로

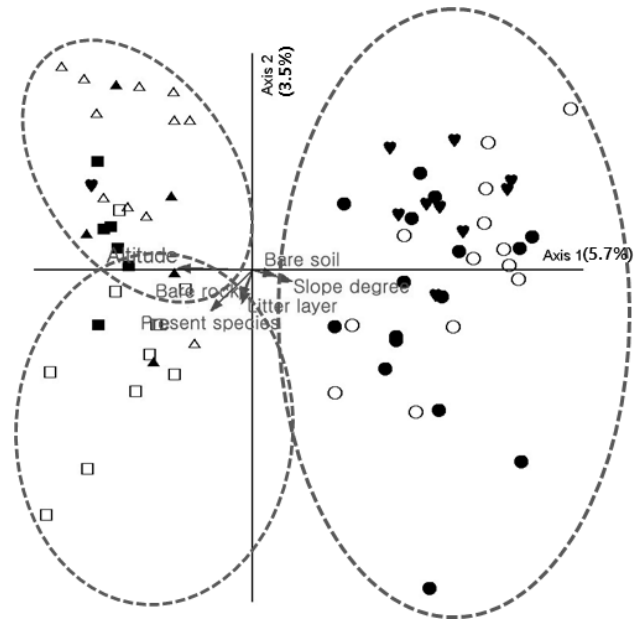


Figure 10. Canonical correspondence analysis(CCA) ordination diagram showing vegetation units and major environmental variables(axes) against the axis 1 and axis 2(Cutoff $R^2 = 0.200$, ■ : *Acer pictum* subsp. *mono* community - *Lychnis cognata* group, □ : *Acer pictum* subsp. *mono* community - *Deutzia glabrata* group, ▲ : *Pinus koraiensis* community - *Acer komarovii* group, △ : *Pinus koraiensis* community - *Pinus koraiensis* typical group, ● : *Quercus variabilis* community - *Parthenocissus tricuspidata* group - *Parthenocissus tricuspidata* typical subgroup, ○ : *Quercus variabilis* community - *Parthenocissus tricuspidata* group - *Sarlix caprea* subgroup, ♥ : *Quercus variabilis* community - *Quercus variabilis* typical group)

배열되는 경향을 보였다. 이는 고로쇠나무군락과 잣나무군락은 1,000m 이상에서 분포하는 경향을 나타내고, 굴참나무군락은 400m~800m로 낮은 해발고도에서 나타났기 때문인 것으로 사료되었다. 굴참나무는 해발고도가 높아짐에 따라 출현빈도 및 우점도가 낮아진다고 보고되고 있으며 (Kim and Kil, 1997; Korea National Park Service, 2012; Hwang *et al.* 2016), 본 연구 또한 굴참나무는 고도가 낮은 지역에서 우점하고 있는 것으로 사료되었다. 다른 환경인자들은 모든 식생단위의 분포에 있어 뚜렷한 상관관계를 보이지 않았다. 해발고도(온도)는 식생분포에 영향을 미치는 여러 환경인자 중 가장 주요한 인자로 알려져 있으며(Kim *et al.*, 2009; Kim *et al.*, 2016), 본 연구 결과 또한 식생의 분포는 해발고도에 큰 영향을 받는 것으로 나타났다.

본 연구 결과, 각 식생유형의 특성은 지형 또는 해발고도에 영향을 받고 있는 것으로 판단되었다. 따라서, 장군봉의

생태적 관리를 위해서는 각 식생단위의 종구성적 특성과 지형, 해발고도에 따른 개체군 및 군락수준의 특성을 고려한 관리방안이 필요할 것으로 사료되었다.

감사의 글

본 연구는 산림청 “차세대 산림사업기술개발 연구사업단 (과제번호: S211316L020130)”의 지원에 의해 이루어진 것입니다.

REFERENCES

- Bae, K.H., H.J. Cho and S.C. Hong(2003) Vegetation composition and structure at the forest genetic resources reserve, Sokwang-Ri, Uljin-Gun in Korea. *Forest Science and Technology* 96(6): 536-544.(in Korean with English abstract)
- Braun-Blaunquet, J.(1932) *Plant Sociology: The Study of Plant Communities*(1st ed.). McGraw-Hill Book Company, New York and London, 492pp.
- Braun-Blaunquet, J.(1964) *Pflanzensoziologie Grundzüge der Vegetation der Vegetation*(3rd ed.). Springer-Verlag, Wien, New York, 865pp.(in German)
- Brower, J.E. and J.H. Zar(1977) *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. Wm. C. Brown Company Publishers, Iowa, USA, 596pp.
- Byeon, S.Y. and C.W. Yun(2016) Stand structure of actual vegetation in the natural forests and plantation area of Mt. Janggunbong, Bonghwa-Gun. *Korean Journal of Environment and Ecology* 30(6): 1032-1046.(in Korean with English abstract)
- Cheon, K.I., S.H. Joo, J.H. Sung, J.H. Chun and Y.G. Lee(2014) Understory vegetation structure by altitude and azimuth slope and indicator species analysis in Mt. Gyeongbuk. *Journal of Korean Forest Society* 103(2): 165-174.(in Korean with English abstract)
- Cho, H.J. and C.B. Lee(2011) Vegetation types and diversity patterns of *Pinus densiflora* forests in South Korea. *Journal of Korean Forest Society* 100(1): 118-123.(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(South Korea). *The Korean Forest Society* 93(5): 372-379.(in Korean with English abstract)
- Cho, M.G., J.M. Chung, H.R. Jung, M.Y. Kang and H.S. Moon(2012) Vegetation structure of *Taxus cuspidata* communities in subalpine zone. *Journal of Agriculture & Life Sciences* 46(5): 1-10.(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) *Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde*. Ulmer, Stuttgart, 136pp.(in German)
- Greigh-Smith, P.(1983) *Quantitative Plant Ecology*(3rd ed.). Blakwell Scientific Publications, Oxford, 359pp.
- Gwon, J.H., M.K. Sin, H.J. Kwon and H.K. Song(2013) A study on the forest vegetation of Jirisan National Park. *The Korea Society of Environmental Restoration Technology* 16(5): 93-118.(in Korean with English abstract)
- Han, S.H., S.H. Han and C.W. Yun(2016) Classification and stand characteristics of subalpine forest vegetation at Hyangjeukbong and Jungbong in Mt. Deogyusan. *Journal of Korean Forest Society* 105(1): 48-62.(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 Attributes*. Ithaca, N.Y. Cornell University, Press, 50pp.
- Hong, S.C., S.H. Byen and S.S. Kim(1987) *Colored Illustrations of Trees and Shrubs in Korea*. Gyemyengsa, Korea, 310pp.(in Korean)
- Hwang, K.M., S.H. Chung and J.H. Kim(2016) Forest type classification and successional trends in the natural forest of Mt. Deogyu. *Journal of Korean Forest Society* 105(2): 157-166.(in Korean with English abstract)
- Jang, G.S., S.W. Jeon and S.S. Kim(2008) Analyzing characteristics of forest damage within the Geum-buk Mountain range. *Journal of Korean Institute of Landscape Architecture* 36(5): 55-63.(in Korean with English abstract)
- Joung, N.K.(2007) *A Forest Management Method on Vegetational Structure Classification of Around Janggunbong*. Master thesis in Kyungpook University, 45pp.(in Korean with English abstract)
- Jung, N.K., S.C. Jung, S.H. Oh, J.G. Byun, T.C. Hur and S.H. Joo(2009) Vegetational structure classification of around the Janggunbong in Bonghwa-Gun. *Korean Institute of Forest Recreation* 13(1): 27-34.(in Korean with English abstract)
- Kang, C.(2002) A study of the jackknife estimate. *Journal of Industrial Science and Technology* 34: 325-331.(in Korean with English abstract)
- Kim, J.M., C.S. Kim and B.G. Park(1987) *Methods of Vegetation Survey*. Ilsinsa, Seoul, Korea, 170pp.(in Korean)
- Kim, C.H. and B.S. Kil(1997) Canonical correspondence analysis(CCA) on the forest vegetation of Mt. Togyu National Park, Korea. *Journal of Ecology and Environment* 20(2): 125-132.(in Korean with English abstract)
- Kim, H.J. and C.W. Yun(2009) A study on the forest vegetation classification and analysis of interspecific association in Mt. Munsu and Mt. Okseok. *Forest Science and Technology* 98(4):

- 379-391.(in Korean with English abstract)
- Kim, H.S., G.S. Park, S.M. Lee, S.J. Lee, H.G. Lee, H.W. Park, D.Y. Park, C.H. Lee, J.H. Kim and J.K. Lee(2016) A study on the vegetation structure of the Geumsan in Namhae-Gun of Korea. *Korea Journal of Environment and Ecology* 30(2): 214-227.(in Korean with English abstract)
- Kim, H.S., S.M. Lee and H.K. Song(2010) An analysis of the vegetation on the southern and northern slopes in the Deogyusan National Park. *Jorunal of Ecology and Environment* 24(5): 601-610.(in Korean with English abstract)
- Kim, H.S., S.M. Lee, H.K. Song(2009) A study of the vegetation in the Deogyusan National Park -focused on the deciduous forest at Namdeogyu area-. *Korean Journal of Environment and Ecology* 23(5): 471-484.(in Korean with English abstract)
- Kim, J.Y. and K.J. Lee(2012) Vegetation structure and the density of thinning for the inducement of the ecological succession in artificial forest, national parks -In case of Chiaksan, Songnisan, Deogyusan, and Naejangsan-. *Korean Society of Environment and Ecology* 26(4): 604-619.(in Korean with English abstract)
- Kimmins, J.P.(1992) *Balancing Act : Environmental Issues in Forestry*. University of British Columbia Press, 244pp.
- Korea Forest Service and Korean National Arboretum(2008) *Rare Plants Data Book in Korea*. Korea Forest Service and Korean National Arboretum, Seoul, 332pp.(in Korean)
- Korea Forest Service(2010a) *Korea biodiversity information system*. <http://www.nature.go.kr/>.
- Korea Forest Service(2010b) *Korea plant names index committee*. <http://www.nature.go.kr/kpni/>.
- Korea Forest Service(2015) *Sustainable Forest Resources Management Guidelines*. <http://www.nature.go.kr/>.
- Korea Meteorological Administration(2010) <http://www.kma.go.kr/>.
- Korea Meteorological Administration(2016) <http://www.kma.go.kr/>.
- Korea National Arboretum and The Plant Taxonomic Society of Korea(2007) *A Synonymic List of Vascular Plants in Korea*. Korea National Arboretum, Pocheon, 534pp.(in Korean)
- Korea National Park Service(2012) *The Final Report of Natural Resources Survey in Deogyusan National Park*. Korea National Park Service, Seoul, 604pp.(in Korean)
- Korean Institute of Geoscience and Mineral Resources(1963) *Explanatory Text of the Geological Map*. <http://www.kigam.re.kr>.
- Krebs, C.J.(1985) *Ecology*(3rd ed.). Haber & Row, Publishing company, pp. 3-14.
- Kwon, H.J., J.H. Gwon, K.S. Han and M.Y. Kim(2010) Subalpine forest vegetation of Daecheongbong area, Mt. Seoraksan. *Korean Society of Environment and Ecology* 24(2): 194-201.(in Korean with English abstract)
- Lee, B.C. and C.W. Yun(2002) A study on community classification of forest vegetation in Mt. Naeyeon. *Ecology and Environment* 25(3): 153-161.(in Korean with English abstract)
- Lee, D.K. and J.U. Kim(2007) Vulnerability assessment of sub-alpine vegetations by climate change in Korea. *The Korea Society of Environmental Restoration Technology* 10(6): 110-119.(in Korean with English abstract)
- Lee, H.Y., J.H. Lee and C.W. Yun(2015a) Characteristics of species composition and community structure for the forest vegetation of aspect area in Mt. Eungbok. *Korean Society of Environment and Ecology* 29(5): 791-802.(in Korean with English abstract)
- Lee, J.Y., J.G. Oh., I.S. Jang and H.S. Kim(2015b) Community distribution on mountain forest vegetation of the Youngbong area in the Worak national park, Korea. *Korean Journal of Ecology and Environment* 48(1): 51-60.(in Korean with English abstract)
- Lee, K.J., S.S. Han, J.H. Kim and E.S. Kim(1996) *Forest Ecology*. Hyangmunsa, Seoul, Korea, 335pp.
- Lee, T.B.(2003) *Coloured Flora of Korea*. Hyangmunsa, Seoul, Korea, 999pp.(in Korean)
- Lee, T.S., K.J. Lee, B.U. Choi and S.C. Park(2010) Planting managements for improvement of species diversity in Recreational Forest – a case study of Chukryongsan Recreational Forest, Gyeonggi-do -. *Korean Society of Environment and Ecology* 24(4): 351-362.(in Korean with English abstract)
- Lee, W.H.(2014) *Study of Community and Population Structure of Forest Vegetation in Yesan, Chungnam Province*. Doctor thesis in Kongju University, 109pp.(in Korean with English abstract)
- Müller-Dombois, D. and H. Ellenberg(1974) *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. Wiley, New York, 547pp.
- Nam, B.M., S. Jeong, J.Y. Kim, B.U. Oh and G.Y. Chung(2016) A flora of vascular plants of Mt. Janggunbong(Bonghwa-Gun). *The Plant Resources Society of Korea* 29(4): 467-478.(in Korean with English abstract)
- Oh, H.K., B.Y. Son and J.H. You(2015) Vascular plants and characteristics by type in Mt. Ilwolsan(Yeongyang, Gyeongbuk) for designating an ecological and landscape conservation area. *The Korea Society of Environmental Restoration Technology* 18(4): 43-62.(in Korean with English abstract)
- Palmer, M.W.(1991) Estimating species richness: the second order jackknife reconsidered. *Ecology* 72: 1512-1513.
- Park, H.G. and C.W. Yun(2009) A study on forest vegetation classification in urban forest of Daejeon Metropolitan City. *Korean Institute of Forest Recreation* 13(4): 33-41.(in Korean with English abstract)
- Park, I.H. and Y.K. Seo(2002) Plot size for investigating forest community structure(5) - adequate number of plots for tree and shrub strata in a mixed forest community of broad-leaved trees at Guryongsan area -. *Korean Journal of Environment and Ecology* 15(4): 394-400.(in Korean with English abstract)
- Park, J.H., S.K. Kim, S.T. Lee, K.S. Lee and H.H. Kim(2013)

- Thinning effect on vegetation structure and stand characteristics of oak stands. *Journal of Agriculture & Life Science* 47(6): 81-89.(in Korean with English abstract)
- Park, S.G. and H.M. Kang(2016) Characteristics of vegetation structure in the ridgeline area of the Nakdong-Jeongmaek. *Korean Society of Environment and Ecology* 30(3): 386-398.(in Korean with English abstract)
- Park, Y.S., H.K. Song, S. Yee and M.J. Lee(2001) An analysis of vegetation structure and vegetation-environment relationships with DCCA in the valley part of Kyeryongsan National Park. *Forest Science and Technology* 90(3): 249-256.(in Korean with English abstract)
- Peter, S.(2012) *Ecology: Global Insights and Investigations*(1st ed.). The McGraw-Hill Companies. 580pp.
- Shannon, C.E. and W. Weaver(1949) *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana.
- Shin, H.S. and C.W. Yun(2014) Species composition and community characteristics of forest vegetation of Mt. Gaya in Chungnam. *Journal of Agriculture & Life Sciences* 48(3): 25-35.(in Korean with English abstract)
- Shin, H.S., H.J. Kim, S.H. Han, T.G. Kim and C.W. Yun(2014) Phytosociological actual vegetation classification and flora in Mt. Jiryong for Baekdudaegan Geum-Buck Mountain range. *Journal of Apiculture* 29(2): 93-105.(in Korean with English abstract)
- Son, Y.H., C.D. Koo, C.S. Kim, P.S. Park, C.W. Yun and K.H. Lee(2016) *Forest Ecology*. Hyangmunsa, Seoul, Korea, 346pp.(in Korean)
- Song, H.K., K.K. Jang and S.D. Kim(1995) An analysis of vegetation-environment relationships of *Quercus mongolica* communities by TWINSpan and DCCA. *Journal of Korean Forest Society* 84(3): 299-305.
- Song, Y.H. and C.W. Yun(2006) Community type and stand structure of the Korean pine(*Pinus koraiensis*) natural forest in Seoraksan national park. *Korean Society of Environment and Ecology* 20(1): 29-40.(in Korean with English abstract)
- Ter Braak, C.J.F.(1988) CANOCO- a FORTRAN Program for Canonical Community Ordination by (Partial)(Detrended) (Canonical) Correspondence Analysis, Principal Components Analysis Redundancy Analysis. Statistics Department, Wageningen, The Netherlands, 95pp.
- Toyohara, G.(1977) The vegetation and its mapping of the Hiba mountains, Southwestern Honshu, Japan. *Hikobia* 8(1-2): 151-164.
- Whittaker, R.H.(1965) Dominance and diversity in land plant communities. *Science* 147: 250-260.
- Yang, S.G., J.W. Han, S.K. Choi, C.S. Jang, K.S. Kim and B.U. Oh(2007) The flora of Janggunbong(Bonghwa-Gun). *Bulletin of the Natural Sciences* 21: 107-120.(in Korean with English abstract)
- Yim, K.B., I.H. Park and K.J. Lee(1980) Phytosociological changes of *Pinus densiflora* forest induced by insect damage in Kyonggi-do area. *Journal of Korean Forest Society* 50: 56-71.
- Yun, C.W. and S.C. Hong(2000) Quantitative analysis of vegetation types in *Pinus densiflora* for. *erecta* forest. *Journal of Ecology and Environment* 23(3): 281-291.(in Korean with English abstract)
- Yun, C.W.(2016) *Field Guide to Trees and Shrubs*. Geobook, Korea, 703pp.(in Korean)
- Yun, C.W., C.H. Lee and H.J. Kim(2007) The community structure of forest vegetation in Mt. Gaya, Chungcheongnam-do province. *Korean Society of Environment and Ecology* 21(5): 379-389.(in Korean with English abstract)
- 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)