

월악산국립공원 금수산 산림식생의 군집구조^{1a}

김호진² · 신재권³ · 이철호³ · 윤충원^{2*}

Community Structure of Forest Vegetation in Mt. Geumsusan belong to Woraksan National Park^{1a}

Ho-Jin Kim², Jae-Kwon Shin³, Cheol-Ho Lee³, Chung-Weon Yun^{2*}

요 약

본 연구는 금수산 일대의 군집구조를 파악하여 생태적 보전과 관리의 기초자료제공 목적으로 수행되었다. 2016년 6월부터 2016년 11월까지 식물사회학적으로 식생조사를 하였으며, 41개소의 방형구를 설정하여 식생유형분류, 중요치, 일치법을 적용하여 분석하였다. 산림식생 분석결과, 신갈나무군락군에서 군락단위로 층층나무군락, 밤나무군락(식생단위 3), 굴참나무군락(식생단위 4), 신갈나무전형군락(식생단위 5)으로 분류되었으며, 층층나무군락은 느릅나무군(식생단위 1)과 담쟁이덩굴군(식생단위 2)으로 세분되었다. 평균상대중요치는 식생단위 1에서 물푸레나무 14.9%, 산뽕나무 8.7%, 고로쇠나무 8.3% 순으로 나타났고, 식생단위 2는 일본잎갈나무 23.2%, 층층나무 20.1%, 담쟁이덩굴 6.5% 순으로 나타났다. 식생단위 3은 신갈나무 15.8%, 밤나무 13.4%, 물푸레나무 9.8% 순으로 나타났고, 식생단위 4는 신갈나무 26.6%, 굴참나무 20.8%, 소나무 16.6% 순으로 나타났으며, 식생단위 5는 신갈나무 48.3%, 쪽동백나무 7.5%, 물푸레나무 5.3% 순으로 나타났다. 일치법 분석의 결과로서 식생단위는 해발 700m, 경사 20°, 지형은 사면중, 암석노출도 20%, 출현종수 30종, 교목층 식피율 80%, 교목층 수고 20m를 기준으로 분류되었다. 따라서 금수산 일대의 생태학적이고 지속가능한 산림식생관리를 위해서는 분류되어진 식생단위에 따라 차별화된 관리방법의 도출이 필요할 것으로 판단되었다.

주요어: 식물사회학, 식생유형, 상대중요치, 일치법

ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze the community structure of forest vegetation in Mt. Geumsusan belong to Woraksan National Park for providing basic information of ecological management. Data were collected by 41 plots from June to November in 2016 using Z-M phytosociology method, which was analyzed with vegetation types, mean importance value and coincidence method. As the results, the forest vegetation was classified into *Quercus mongolica* community group including *Cornus controversa* community, *Castanea crenata* community(Vegetation unit 3), *Quercus variabilis* community(Vegetation unit 4) and *Q. mongolica* community(Vegetation unit 5). *C. controversa* community was divided into two groups such as *Ulmus davidiana* var. *japonica* group(Vegetation unit 1) and *Parthenocissus tricuspidata* group(Vegetation unit 2).

1 접수 2017년 3월 1일, 수정 (1차: 2017년 4월 4일), 게재확정 2017년 4월 5일

Received 1 March 2017; Revised (1st: 4 April 2017); Accepted 5 April 2017

2 공주대학교 산림자원학과 Dept. of Forest Resource, Kongju National Univ., Yesan 32439, Korea

3 국립수목원 산림보존자원과 Plant Conservation Division, Korea National Arboretum, Pocheon 11186, Korea

a 본 논문은 국립수목원의 “산림생물다양성 특정지역 산림유전자원조사” 지원에 의해 수행되었습니다.

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

Mean importance percentage of vegetation unit 1 was showing *Fraxinus rhynchophylla* 14.9%, *Morus bombycis* 8.7% and *Acer pictum* subsp. *mono* 8.3%, that of unit 2 was *Larix kaempferi* 23.2%, *C. controversa* 20.1% and *P. tricuspidata* 6.5%, that of unit 3 was *Q. mongolica* 15.8%, *C. crenata* 13.4% and *F. rhynchophylla* 9.8%, that of unit 4 was *Q. mongolica* 26.6%, *Q. variabilis* 20.8% and *Pinus densiflora* 16.7%, that of unit 5 was *Q. mongolica* 48.3%, *Styrax obassia* 7.5%, *F. rhynchophylla* 5.3% in the order, respectively. Each vegetation unit was classified with dependance on environmental factors as 700m of altitude, 20° of slope degree, middle slope of topography, 20% of bare rock, 30 taxa of present species, 80% of tree layer coverage rate and 20m of tree layer height. In conclusion, it was preferentially considered that development of peculiar and specific management methods with vegetation unit classified above should be needed for ecological and sustainable forest vegetation management.

KEY WORDS: PHYTOSOCIOLOGY, VEGETATION TYPE, MEAN IMPORTANCE PERCENTAGE, COINCIDENCE METHOD

서론

우리나라의 산림에 대한 분류는 수평적으로 보았을 때 산림대는 아한대림, 온대 북부림, 온대 중부림, 온대 남부림, 난대림으로 분류되고(Lim, 1962), 생태권역도에서는 산악 권역, 중부산야권역, 남동산야권역, 남서산야권역, 해안·도서권역으로 분류되며(Shin and Kim, 1996), 식물구계도에서는 갑산아구, 관북아구, 관서아구, 중부아구, 남부아구, 남해안아구, 제주도아구, 울릉도아구로 분류되며(Lee and Lim, 2002). 수직적으로는 아고산·고산 식생지역, 냉온대 북부·고산지 식생지역, 냉온대 중부·산지 식생지역, 냉온대·남부 저산지 식생지역, 난온대 식생지역으로 분류된다(Kim, 1996; Son *et al.*, 2016).

산림식생에 대한 분류는 종조성에 의한 식물사회학적인 측면을 중요시하는 Z-M방식이 가장 널리 사용되고 있으며(Son *et al.*, 2016), 우리나라에서도 Z-M방식에 따른 식생 연구가 활발히 진행되고 있다(Kim and Lee, 2006). 식생은 지표에서 생육하는 전체 식물의 집단으로 대부분 생육지의 환경과 반응하여 결정된 종들이 모인 집단이 군락의 형태로 존재하고 있어 예로부터 식생들의 유형화를 통하여 대상지역에 대한 산림생태계 보전 및 관리의 기본 단위로 활용되고 있고(Lee *et al.*, 2006), 또한 식생에 의한 산림분류는 객관적인 시업단위의 기초가 되기도 한다(Lee and Yun, 2002; Bae *et al.*, 2003; Yun *et al.*, 2007; Kim and Yun, 2009; Byeon and Yun, 2016). 식생은 그 외형적 모습은 같아도 군락의 구성 상태나 생태적 특징이 다르므로(Braun-Blanquet, 1932) 산림군락의 발달 과정과 보호, 관리 등에 필요한 중요한 기초정보를 제공하기 위해서는 종의 구성, 군락구조 등과 같은 군집생태학 측면의 연구가 필요하다(Lee *et al.*, 2015).

월악산국립공원은 1984년 12월 31일 우리나라에서 17번째로 지정되었으며, 주봉인 영봉(1,097m)을 중심으로 대미산(1,115m), 하설산(1,028m), 매두막봉(1,100m), 황장산(1,078m), 금수산(1,016m) 등 1,000m가 넘는 고지대로 이루어져 있다. 이러한 월악산국립공원은 행정구역상으로는 국립공원의 북쪽으로는 제천시, 충주시와 단양군의 경계에 위치하고 남쪽으로는 문경시의 경계에 위치하고 있다. 이들 중 금수산(1,016m)은 월악산국립공원의 최북단에 위치하고 있으며, 깎아 내린듯한 암반과 용담폭포 등 절경을 자랑하고 탐방로가 잘 생성되어 있다. 그러나 최근 금수산을 찾는 탐방객들이 증가함으로 자연생태계도 훼손되어가고 있는 실정이며 다양한 잠재적인 교란가능성에 노출되어 있다.

한편, 월악산국립공원의 산림식생 관련 연구로는 월악산국립공원 덕주사·동창교 지역의 산림군집구조(Kim and Choo, 2005), 월악산국립공원 만수골 계곡부의 해발고도와 사면부위에 따른 산림구조(Park *et al.*, 2005), 월악산국립공원의 현존식생 및 관리(Oh *et al.*, 2005), 월악산국립공원 탐방로의 주연부식생(Choi *et al.*, 2005), 월악산 국립공원 내 금수산 일대의 식물상(Yang *et al.*, 2006), 월악산국립공원 영봉지역의 식생과 토양특성(Shin *et al.*, 2011), 월악산국립공원 용하구곡의 식생구조 및 관리방안(Back *et al.*, 2013), 월악산국립공원 영봉 일대 삼림식생의 군락분포에 관한 연구(Lee *et al.*, 2015a), 월악산국립공원 금수산 및 도락산 일대 삼림식생의 군락분포에 관한 연구(Lee *et al.*, 2015b), 월악산국립공원 황장산 일대 삼림식생의 군락분포에 관한 연구(Lee *et al.*, 2015c), 월악산국립공원의 관속식물상(Jang *et al.*, 2015) 등이 보고되었으나 월악산국립공원의 산림식생에 대한 식물사회학적 군집구조에 대한 연구는 미흡한 실정이다(Lee *et al.*, 2015abc). 특히 금수산에 대해서는 일부지역에 대한 식생연구가 포함되어 있고, 또한 식

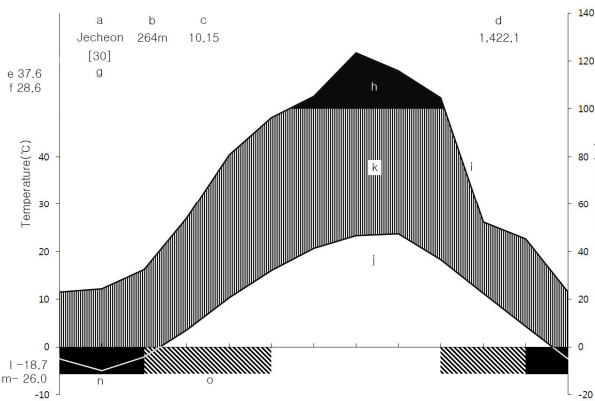


Figure 1. Climate diagram of Jecheon for recent 30years
 a : station, b : Height above sea level(m), c : Mean annual temperature(°C), d : Mean annual precipitation(mm), e : Absolute maximum temperature(°C), f : Mean daily maximum temperature of the hottest(°C), g : Number of years observation, h : Mean monthly rain \geq 100mm(black scale), i : Monthly means of precipitation(mm), j : Monthly means of temperature(°C), k : Relative humid season, l : Mean daily minimum temperature of the coldest month(°C), m : Absolute minimum temperature(°C) n : Months with mean daily minimum temperature below 0°C, o : Months with an absolute minimum below

물상 연구만 보고 되어있을 뿐, 금수산 전체를 대상으로 한 식물사회학적 군집구조에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구는 금수산 일대 산림식생을 대상으로 식물사회학적 방법으로 산림식생의 실태와 군집구조를 밝힘으로서 생태학적 산림식생관리에 필요한 기초정보를 제공하고자 수행되었다.

연구방법

1. 조사지 개황

백두대간 체계에서 금수산의 위치를 보면, 두로봉(1,422m)에서 분기되어 계방산(1,577m)을 지나 노적봉(203m)까지 이어지는 한강기맥의 삼계봉(1,105m)에서 재 분기되어 치악산 비로봉(1,282m)을 지나 태화산(1,027m)까지 이어지는 영월지맥의 가창산(820m)에서 다시 분기되어 국사봉(632m)을 지나 대미산(601m)까지 이어지는 갑산지맥의 호명산(479m)에서 마지막으로 분기되어 천주봉(579m)에 이르는 금수지맥 상에 금수산(1,016m)이 자리잡고 있어 산줄기 구조가 매우 복잡하다(Park, 2010). 행정구역으로는 충청북도 제천시 수산면과 단양군 적성면의 경계 사이에 위치하고 있으며, 경위도는 동경 128° 14' 11" ~ 128° 15' 53", 북위 36° 58' 38" ~ 36° 59' 16"이며 월악산국

립공원의 최북단에 위치한다. 생태권역구분에 의하면 남동부산야권역의 가장자리에 위치하고(Shin and Kim, 1996), 식물구계도에 의하면 중부아구에 속하며(Lee and Yim 1978), 생물기후구계도에 의하면 중남부내륙형에 포함되어 있었다(Kim, 2004).

금수산의 기상 현황을 파악하기 위해, 조사지역의 인근에 위치한 제천 기상관측소의 최근 30년(1986~2015)간 기상 자료를 이용하여 기후도를 작성하였다(Walter, 1979; Korea Meteorological Administration, 2016). 연평균기온은 약 28.6°C이었으며, 연평균강수량은 약 1,422.1mm 정도로 강수량의 대부분이 7~9월에 집중되었다. 또한 가장 더운 달의 일평균 최고기온은 28.6°C, 가장 추운 달의 일평균 최저기온은 -18.7°C, 절대 최고기온은 37.6°C, 절대 최저기온은 -26.0°C로 한서의 차이가 심하였다.

본 조사지의 지질은 우리나라 고생대 오르도비스기에서 캄브리아기의 충식석회암층군의 가장자리에 위치하고 있으며, 금수산 정상부근은 주로 백색규암 및 석영편암이 우세하나 상부에 편암과 천매암류가 협재하고 있고, 금수산의 일원인 망덕봉과 용담폭포는 중생대 백악기의 흑운모화강암으로 이루어져 있었다(Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, 1967).

2. 야외조사방법

본 연구는 2016년 6월부터 2016년 11월까지 금수산 일대 산림식생을 대상으로 출현종과 면적곡선을 고려하여 총 41개소의 조사구(20m × 20m)를 설치하였다. 설치된 조사구의 조사는 Z-M학파의 식물사회학적 방법(Ellenberg, 1956; Braun-Blanquet, 1964)에 따라 입지환경과 임분구조 특성, 즉 군락구성종 목록, 우점도, 군도계급을 측정하였다. 임분을 하나의 단위로 두고 수직적으로 공간 분배를 하여 교목층, 아교목층, 관목층, 초본층으로 층위를 구분하였으며, 각 층위의 우점종, 평균식피율, 평균수고, 평균흉고직경을 측정하여 기록하였다. 각 층위에 출현하는 모든 구성종의 종명을 기록한 후 모든 종의 양과 생육상태를 조사한 내용은 다음과 같다. 양으로 출현하는 각 종의 피도(Coverage)와 개체수를 조합시킨 우점도(Dominance) 계급을 판정 기록하였으며, 생육상태는 종 개체의 집합 혹은 이산의 정도에 따른 군도(Sociability) 계급 등을 측정하였다. 구성종의 식물분류와 동정은 원색한국수목도감(Hong *et al.*, 1987), 원색식물도감(Lee, 2003), 나무생태도감(Yun, 2016)을 기준으로 실시하였으며, 종명의 학명과 국명은 국가생물종지식정보시스템(Korea Forest Service(2014a)과 국가표준식물목록(Korea Forest Service, 2014b)을 기준으로 작성하였다.

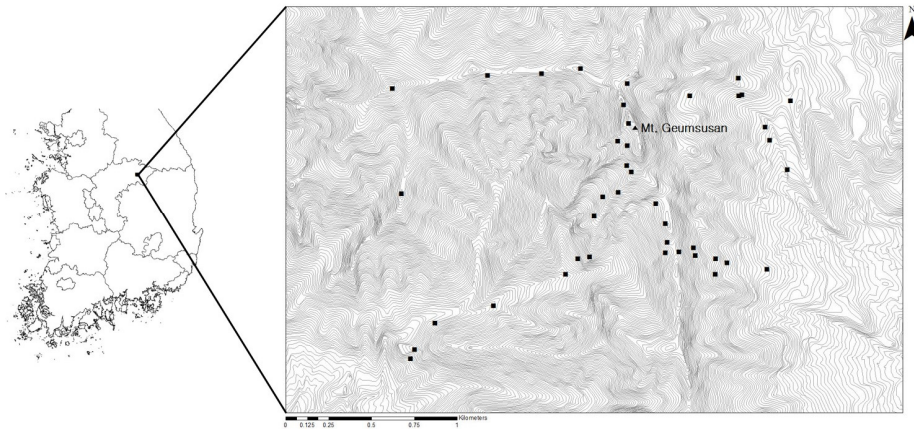


Figure 2. Location of the study area and sample plots(41 black dots)

3. 분석방법

식생유형분류는 대별종군과 식별종군의 용이한 파악을 위하여 PC-ORD v5.17 프로그램을 통해 Hill(1979)의 TWINSPLAN(Two-Way Indicator Species Analysis)분석을 실시하였으며, 이를 이용하여 Ellenberg(1956)의 표조작법(Tabulation method)의 각 단계를 걸친 후 군락조성표를 작성한 다음 식생단위를 결정하였다(Müller-Dombois and Ellenberg, 1974).

군락유형을 분류한 후 정량적 결과산출이 불가능한 정보인 지형은 계곡 10, 사면하부 30, 사면중부 50, 사면상부 70, 능선부와 산정부 90, 방위는 사면방향이 남-남동 10, 남-남서와 남동-동 30, 남서-서와 동-북동 50, 서-북서와 북동-북 70 그리고 북-북서는 90으로 정량적인 값을 준 후 분석하여 결과를 해석하고자 하였다.

식생유형과 층위별 주요 구성종 각각의 상대적 중요도를 파악하기 위하여 식물사회학적 방법으로 조사된 우점도 계급을 우점도 범위의 중앙치로 환산한 상대우점도와 상대빈도의 평균값으로 중요치를 구하였다(Dierssen, 1990; Shin *et al.*, 2014). 중요치는 층위별로 종의 점유도를 정량적으로 나타낼 수 있고, 또한 군락단위의 종 조성 비교에도 유효하므로 식생단위와 층위를 각각 구분하여 종 조성 목적을 둔 표조작 방법에 의해 작성된 상재도표의 식생단위마다 각각 층위별 중요치를 산출하였다. 또한, 각 층위에 생육하고 있는 수종들의 개체크기를 고려하여 교목층 3, 아교목층 2, 관목층 1의 가중치를 부여하여 산출하는 평균상대중요치(Mean Importance Percentage)를 참고로 하였고(Lim *et al.*, 1980), 추가적으로 초본층은 0.5의 가중치를 부여하여 평균상대중요치를 산출하였다.

산림식생은 환경요인에 따라 그 구조가 달라지고(Goodall,

1963; Lee and Yun, 2002; Lee *et al.*, 2012) 같은 임지 내에서도 해발과 지형 등에 따라 군락이 다르게 나타나며 환경적인 요인의 영향이 크게 작용하므로(Müller-Dombois and Ellenberg, 1974), 분류된 식생단위와 환경인자의 상관관계를 파악하기 위해 일치법(Coincidence method)을 적용하여 분석하였다. 즉, 해발, 경사, 지형, 암석노출도, 교목층 평균수고, 교목층 평균DBH, 교목층 평균식피율, 출현종수 등 8개의 생물적·무생물적 환경요인과 식생단위 및 상관우점군락에 대하여 상호 관계를 분석하였다.

결 과

1. 종조성에 따른 식물사회학적 식생유형분류

금수산 일대에서 조사된 41개소의 산림식생조사 자료를 토대로 Z-M식물사회학에 따른 군락유형 분류를 하였다. 그 결과 최상위 수준에서 종군 1의 신갈나무, 물푸레나무, 생강나무, 다래의 식별종 출현에 의해 신갈나무군락군으로 분류되었다. 신갈나무군락군은 종군 1~6에 의해 층층나무군락, 밤나무군락, 굴참나무군락, 신갈나무전형군락으로 총 4개의 군락으로 분류되었다. 층층나무군락은 느릅나무군과 담쟁이덩굴군 2개의 군으로 세분되었다. 따라서 금수산은 1개의 군락군과, 4개의 군락, 2개의 군으로 구분되었으며, 총 5개의 식생단위로 분류되었다(Table 1). 또한 종군유형으로는 종군 1~9의 9개 유형과 종군 10의 수반종군 유형으로 구분되어 총 10개의 유형으로 구분되었다. 금수산 산림식생 유형의 대별종군을 살펴보면, 종군 2(층층나무)와 종군 9(철쭉), 종군 3(느릅나무)와 종군 8(소나무), 종군 6(굴참나무)와 종군 7(산뽕나무)의 3쌍의 대별종군이 나타났다.

Table 1. The forest vegetation composition of Mt. Geumsusan, in Korea

Vegetation Unit System					
Community	A		B	C	D
Group	a	b			
Vegetation Unit	1	2	3	4	5
Altitude (m)	688.4	642.3	606.2	663.3	824.8
Topography	32.9	33.3	42.0	65.6	68.6
Aspect	32.9	56.7	42.0	40.0	52.9
Slope degree (°)	16.4	14.2	10.4	21.7	22.5
Bare rock (%)	27.1	10.0	9.0	37.2	14.3
Bare soil (%)	1.4	0.0	0.0	0.0	1.8
Litter layer (cm)	2.7	3.3	3.6	3.5	3.7
Coverage of tree layer (%)	72.9	66.7	67.0	74.4	75.0
" subtree layer (%)	27.9	32.5	19.0	28.1	22.9
" shrub layer (%)	25.7	29.2	20.0	36.7	48.2
" herb layer (%)	47.1	34.2	38.0	13.3	36.4
Height of tree layer (m)	15.0	19.8	14.6	12.1	11.7
" subtree layer (m)	8.4	10.3	8.2	6.7	6.5
" shrub layer (m)	3.0	3.4	3.0	2.9	2.6
" herb layer (m)	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
DBH of tree layer (cm)	25.9	28.8	27.6	27.6	25.8
" subtree layer (cm)	14.4	13.5	13.2	9.5	10.9
" shrub layer (cm)	3.8	5.7	3.8	3.2	3.3
No. of present species	31.1	27.7	41.2	12.1	17.8
Relevé	7	6	5	9	14

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

<i>Quercus mongolica</i>	I 44	II 12	V +4	IV 24	V 25	신갈나무
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	V 14	III +1	V +3	II r1	III +2	물푸레나무
<i>Lindera obtusiloba</i>	III +1	V +2	V +1	III +2	III +2	생강나무
<i>Actinidia arguta</i>	III +2	V +2	IV ++	II ++	II ++	다래

2. Character species and differential species of *Cornus controversa* community;

<i>Cornus controversa</i>	II 22	V 13			I +2	층층나무
<i>Hydrangea serrata f. acuminata</i>	III 13	III +1		I ++	I 22	산수국
<i>Euonymus oxyphyllus</i>	II 12	I 22				참회나무

3. Differential species of *Ulmus davidiana* var. *japonica* group;

<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	III 24					느릅나무
<i>Juglans mandshurica</i>	III 14					가래나무
<i>Impatiens textori</i>	IV +2	I ++				물봉선
<i>Persicaria dissitiflora</i>	IV +1		I ++			가시여뀌
<i>Philadelphus schrenkii</i>	III 13	I ++			I ++	고광나무
<i>Staphylea bumalda</i>	III +2	I ++				고추나무
<i>Sanicula chinensis</i>	III +3	I ++				참반디
<i>Aconitum jaluense</i>	III +3					투구꽃
<i>Polystichum tripterum</i>	III 11					십자고사리
<i>Pseudostellaria davidii</i>	III ++					덩굴개별꽃
<i>Vigna angularis</i> var. <i>nipponensis</i>	III ++					새팥

Vegetation Unit System					
Community	A		B	C	D
Group	a	b			
Vegetation Unit	1	2	3	4	5
<i>Commelina communis</i>	III++		I ++		닭의장풀
<i>Deutzia glabrata</i>	II23				I ++ 물참대
<i>Dryopteris crassirhizoma</i>	II+3				I ++ 관중
4. Differential species of <i>Parthenocissus tricuspidata</i> group;					
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	I 11	IV13			I ++ 담쟁이덩굴
<i>Desmodium podocarpum</i> var. <i>oxyphyllum</i>	I ++	IV+1			I ++ 도둑놈의갈고리
<i>Deparia conilii</i>		IV+1		I ++	I ++ 좀진고사리
<i>Astilbe rubra</i>		IV++			I ++ 노루오줌
<i>Alangium platanifolium</i> var. <i>trilobum</i>	I 11	III++			박취나무
<i>Dioscorea septemloba</i>		IIIr+			국화마
<i>Lysimachia barystachys</i>		II+1			까치수염
<i>Smilax china</i>		II++			청미래덩굴
<i>Liparis krameri</i>		IIr+			나나벌이난초
5. Characterspecies and differential species of <i>Castanea crenata</i> community;					
<i>Castanea crenata</i>			IV14		밤나무
<i>Prunus sargentii</i>	I 11		V 13		I 11 산벚나무
<i>Rubus coreanus</i>	I 22		IV++		북분자딸기
<i>Ligustrum obtusifolium</i>		I ++	III+1		취퐁나무
<i>Viola collina</i>			III++		등근털제비꽃
<i>Asperula maximowiczii</i>			II ++		개갈퀴
<i>Malus baccata</i>			II ++		야광나무
<i>Cornus kousa</i>			II+1		산딸나무
<i>Potentilla cryptotaeniae</i>			II++		물양지꽃
6. Characterspecies and differential species of <i>Quercus variabilis</i> community;					
<i>Quercus variabilis</i>				IV15	굴참나무
<i>Rhododendron micranthum</i>				IV13	꼬리진달래
<i>Davallia mariesii</i>				II+2	넉줄고사리
7. <i>Morus bombycis</i> differential species group;					
<i>Morus bombycis</i>	IV13	IV13	V+1		산뽕나무
<i>Larix kaempferi</i>	I 55	V 25	III14		일본잎갈나무
<i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i>	IV+3	III+1	V ++		I 11 고로쇠나무
<i>Rubus oldhamii</i>	IV+4	V+4	V 14		줄딸기
<i>Oplismenus undulatifolius</i>	III12	V+1	V+3		주름조개풀
<i>Clematis apiifolia</i>	III+2	II ++	IV+1		사위질빵
<i>Smilax sieboldii</i>	II+1	II ++	V+1		청가시덩굴
<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i>	II++	II+1	IV++		I ++ 둥굴레
8. <i>Pinus densiflora</i> differential species group;					
<i>Pinus densiflora</i>		II12	II14	III14	I 44 소나무

Vegetation Unit System						
Community	A		B	C	D	
Group	a	b				
Vegetation Unit	1	2	3	4	5	
9. <i>Rhododendron schlippenbachii</i> differential species group;						
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>		I 11	II ++	III+3	III14	철쭉
<i>Fraxinus sieboldiana</i>		I ++	II ++	IV+2	III+2	쇠물푸레나무
<i>Lespedeza maximowiczii</i>			II11	II+1	III+4	조록싸리
10. Companion species group (173 species);						
<i>Styrax obassia</i>	I 22	IV+2	I ++	II13	IV+3	쪽동백나무
<i>Carex humilis</i> var. <i>nana</i>	III+1	I 11	III++	IV+2	II+3	가는잎그늘사초
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	III+1	I ++	II ++	II12	I 11	실새풀
<i>Euonymus hamiltonianus</i>	I 11	I 33	I ++	I ++	I 11	참빗살나무
<i>Viola rossii</i>	I ++	I ++	I ++	I ++	III+1	고갈제비꽃
<i>Kalopanax septemlobus</i>	I ++	I 11	II ++		II+2	음나무
<i>Euonymus sachalinensis</i>	I ++	I ++	I 22		I ++	회나무
<i>Isodon inflexus</i>	II+1	I 11	I ++		II+1	산박하
<i>Persicaria filiformis</i>	III+1	I ++	II+2		I ++	이삭여뀌
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	I 11	I ++		I 11	III+3	당단풍나무
<i>Rubus crataegifolius</i>	II ++		V+2	I ++	III+1	산딸기
<i>Atractylodes ovata</i>	I ++		I rr	I rr	I r+	삼주
<i>Corylus heterophylla</i>		III+1	II ++	I 22	I ++	개암나무
<i>Quercus serrata</i>		II+1	II ++	II11	I 11	졸참나무
<i>Vitis amurensis</i>		I ++	I ++	I ++	II ++	왕머루
<i>Rhus trichocarpa</i>		III+1	IV+3	I 11	I ++	개웃나무
<i>Smilax nipponica</i>		I ++	III++	I ++	III++	선밀나무
<i>Lilium tsingtauense</i>	I ++	I rr	I ++			하늘말나리
<i>Phryma leptostachya</i> var. <i>asiatica</i>	III11	I ++	IV++			파리풀
<i>Adenocaulon himalaicum</i>	V+1	I 11	II ++			멀가치
<i>Akebia quinata</i>	III12	I ++	II ++			으름덩굴
<i>Rubia akane</i>	III++	I ++	II ++			꼭두서니
<i>Arisaema amurense</i> f. <i>serratum</i>	I ++	V ++	II+1			천남성
<i>Artemisia stolonifera</i>	I 11		I ++		II+1	넓은잎외잎쭈
<i>Potentilla freyniana</i>	I ++		I ++		I ++	세잎양지꽃
<i>Veratrum maackii</i> var. <i>japonicum</i>	I ++		I ++		I ++	여로
<i>Tripterygium regelii</i>	I ++			I ++	III+2	미역줄나무
<i>Dryopteris chinensis</i>		I ++	I ++	I ++		가는잎족제비고사리
<i>Aster scaber</i>		IIr1	V+1		I+1	참취
<i>Lonicera praeflorens</i>		III++	II ++		I ++	올괴불나무
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>		I ++	II ++		I ++	산초나무
<i>Carex siderosticta</i>		III+1		II ++	V+2	대사초
<i>Rhododendron mucronulatum</i>			I ++	III+3	I 11	진달래
<i>Lysimachia clethroides</i>			III++	I ++	II+1	큰까치수염
<i>Spodiopogon sibiricus</i>			I ++	II+1	II13	큰기름새

*Other 138 companion species omitted.

1) 식생단위 1 (신갈나무군락군-층층나무군락-느릅나무군)

본 식생단위는 7개의 방형구로 신갈나무군락군에서 종군 2의 층층나무, 산수국, 참회나무의 표징종 출현에 의해서 층층나무군락으로 분류되었으며, 층층나무군락의 하위 식생단위로 종군 3의 느릅나무, 가래나무, 물봉선, 가시여뀌, 고광나무, 고추나무, 참반디, 투구꽃, 십자고사리, 덩굴개별꽃, 새팔, 닭의장풀, 물참대, 관중의 식별종에 출현에 의해서 느릅나무군으로 구분되었다. 한편 종군 7의 산뽕나무 식별종군을 하나의 단위로 할 경우 산뽕나무 식별종군의 하위단위로도 볼 수 있다. 본 단위는 종군 1, 종군 2, 종군 3, 종군 7의 구성종은 출현하지만 종군 4, 종군 5, 종군 6, 종군 8, 종군 9의 구성종은 출현하지 않았다. 평균출현 종수는 31종으로 나타났다. 본 식생단위에 출현하는 식물의 우점도가 3이상인 종은 신갈나무, 물푸레나무, 산수국, 느릅나무, 가래나무, 고광나무, 참반디, 투구꽃, 물참대, 관중, 산뽕나무, 일본잎갈나무, 고로쇠나무, 줄딸기, 아까시나무, 평의다리, 아재비의 총 16종이 나타났고, 상재도가 IV 이상의 광역분포특징을 보이는 종은 물푸레나무, 물봉선, 가시여뀌, 산뽕나무, 고로쇠나무, 줄딸기, 멸가치의 총 7종이 각각 나타났다. 본 단위의 입지환경은 평균 암석노출도가 27.1%로 37.2%인 식생단위 4와 함께 높은 것이 특징이었다.

2) 식생단위 2 (신갈나무군락군-층층나무군락-담쟁이덩굴군)

본 식생단위는 6개의 방형구로 신갈나무군락군에서 종군 2의 층층나무, 산수국, 참회나무의 표징종 출현에 의해서 층층나무군락으로 분류되었으며, 층층나무군락의 하위 식생단위로 종군 4의 담쟁이덩굴, 도둑놈의 갈고리, 좁고고사리, 노루오줌 등의 식별종에 출현에 의해서 담쟁이덩굴군으로 구분되었다. 한편 종군 7의 산뽕나무 식별종군을 하나의 단위로 할 경우 산뽕나무 식별종군의 하위단위로도 볼 수 있다. 본 단위는 종군 1, 종군 2, 종군 7, 종군 8에서는 출현하지만 종군 3, 종군 5, 종군 6, 종군 9에서 구성종은 출현하지 않았다. 평균출현 종수는 27종으로 나타났다. 본 식생단위에 출현하는 식물의 우점도가 3이상인 종은 층층나무, 담쟁이덩굴, 산뽕나무, 일본잎갈나무, 줄딸기 등 6종이 나타났고, 상재도가 IV 이상의 광역분포특징을 보이는 종은 생강나무, 다래, 층층나무, 담쟁이덩굴, 도둑놈의갈고리 등 총 13종이 각각 나타났다. 본 단위의 입지환경은 평균 식피율이 66.7%로 5개의 식생단위에서 가장 낮았으나 평균 수고와 평균 흉고직경은 각각 19.8m, 28.8cm로 5개의 식생단위 중 가장 높은 것이 특징이었다.

3) 식생단위 3 (신갈나무군락군-밤나무군락)

본 식생단위는 5개의 방형구로 신갈나무군락군에서 종

군 5의 밤나무, 산뽕나무, 복분자딸기, 쥐똥나무, 둥근털제비꽃의 표징종 출현에 의해서 밤나무군락으로 분류되었다. 한편 종군 7의 산뽕나무 식별종군을 하나의 단위로 할 경우 산뽕나무 식별종군의 하위단위로도 볼 수 있다. 본 단위는 종군 1, 종군 7, 종군 8, 종군 9에서는 출현하지만 종군 2, 종군 3, 종군 4, 종군 6에서 구성종은 출현하지 않았다. 평균출현 종수는 41종으로 나타났다. 본 식생단위에 출현하는 식물의 우점도가 3이상인 종은 신갈나무, 물푸레나무, 밤나무, 산뽕나무, 일본잎갈나무 등 8종이 나타났고, 상재도가 IV 이상의 광역분포특징을 보이는 종은 신갈나무, 물푸레나무, 생강나무, 다래 등 19종이 각각 나타났다. 본 식생단위의 입지환경은 평균 해발고도 606.2m, 평균 암석노출도 10.4%로 가장 낮았으나 출현종수는 41종으로 5개의 식생단위에서 가장 높은 것이 특징이었다.

4) 식생단위 4 (신갈나무군락군-굴참나무군락)

본 식생단위는 5개의 방형구로 신갈나무군락군에서 종군 6의 굴참나무, 꼬리진달래, 넝쿨고사리의 표징종 출현에 의해서 굴참나무군락으로 분류되었다. 한편 종군 8의 소나무 식별종군을 하나의 단위로 할 경우 소나무 식별종군의 하위단위로도 볼 수 있다. 본 단위는 종군 8, 종군 9에서는 출현하지만 종군 2, 종군 3, 종군 4, 종군 5, 종군 7에서 구성종은 출현하지 않았다. 평균출현 종수는 12종으로 나타났다. 본 식생단위에 출현하는 식물의 우점도가 3이상인 종은 신갈나무, 굴참나무, 꼬리진달래, 소나무, 철쭉 등 7종이 나타났고, 상재도가 IV 이상의 광역분포특징을 보이는 종은 신갈나무, 굴참나무, 꼬리진달래, 쇠물푸레나무, 가는잎그늘사초 총 5종이 각각 나타났다. 본 식생단위의 입지환경은 5개의 식생단위 중에서 아교목층, 관목층 흉고직경이 각각 9.5cm, 3.2cm로 가장 작았고 평균 암석노출도는 37.2%로 가장 높은 것이 특징이었다.

5) 식생단위 5 (신갈나무전형군락)

본 식생단위는 14개의 방형구로 신갈나무군락군에서 종군 2~6의 표징종 및 식별종이 출현하지 않아 신갈나무전형군락으로 분류되었다. 한편 종군 9의 철쭉 식별종군을 하나의 단위로 할 경우 철쭉 식별종군의 하위단위로 볼 수 있다. 평균출현 종수는 17종으로 나타났다. 본 식생단위에 출현하는 식물의 우점도가 3이상인 종은 신갈나무, 철쭉, 조록사리, 쪽동백나무, 가는잎그늘사초 등 9종이 나타났고, 상재도가 IV 이상의 광역분포특징을 보이는 종은 신갈나무, 쪽동백나무, 대사초, 노린재나무 총 4종이 나타났다. 본 식생단위의 입지환경은 평균 교목층 수고가 11.7m로 가장 낮았으나 평균 경사도는 22.5°로 5개의 식생단위에서 가장 높은 것이 특징이었다.

2. 식생단위에 따른 층위별 평균상대중요치

식생단위로 분류된 구성종의 상대 중요도를 파악하기 위해 층위별로 중요치와 평균상대중요치를 산출하였다(Table 2).

식생단위 1의 교목층 중요치는 물푸레나무가 15.3%로 가장 높게 나타났으며, 가래나무 14.3%, 느릅나무 12.1% 등의 순으로 나타났다. 아교목층 중요치는 물푸레나무가 22.8%로 가장 높은 중요치를 나타냈으며, 산뽕나무 12.2%, 고로쇠나무, 다래 10.4% 등의 순으로 나타났다. 관목층 중요치는 곶감나무가 14.2%로 가장 높게 나타났으며, 고추나무 14.0%, 물참대 11.8% 등의 순으로 나타났다. 초본층 중요치는 줄말기가 9.4%로 가장 높게 나타났으며, 산수국 4.6%, 투구꽃 4.5% 등의 순으로 나타났다.

식생단위 2의 교목층 중요치는 일본잎갈나무가 50.2%로 가장 높게 나타났으며, 층층나무 15.3%, 신갈나무, 소나무가 9.3% 등의 순으로 나타났다. 아교목층 중요치는 층층나무가 41.1%로 가장 높은 중요치를 나타냈으며, 담쟁이덩굴 16.2%, 산뽕나무가 11.4% 등의 순으로 나타났다. 관목층 중요치는 생강나무가 13.6%로 가장 높게 나타났으며, 산뽕나무, 쪽동백나무 9.8%, 참빗살나무 9.4% 등의 순으로 나타났다. 초본층 중요치는 줄말기가 15.0%로 가장 높게 나타났으며, 담쟁이덩굴 13.1%, 다래 5.6% 등의 순으로 나타났다.

식생단위 3의 교목층 중요치는 밤나무가 19.1%로 가장 높게 나타났으며, 신갈나무 17.4%, 일본잎갈나무가 16.0% 등의 순으로 나타났다. 아교목층 중요치는 물푸레나무가 24.1%로 가장 높은 중요치를 나타냈으며, 신갈나무 23.2%, 밤나무가 14.0% 등의 순으로 나타났다. 관목층 중요치는 개울나무가 20.0%로 가장 높게 나타났으며, 생강나무 7.8%, 회나무, 잣나무 7.5% 등의 순으로 나타났다. 초본층 중요치는 줄말기가 17.6%로 가장 높게 나타났으며, 주름조개풀 15.1%, 그늘사초 7.6% 등의 순으로 나타났다.

식생단위 4의 교목층 중요치는 신갈나무가 36.9%로 가장 높게 나타났으며, 굴참나무 34.4%, 소나무가 28.6% 등의 순으로 나타났다. 아교목층 중요치는 신갈나무가 25.2%로 가장 높은 중요치를 나타냈으며, 쇠물푸레나무 20.1%, 쪽동백나무가 14.3% 등의 순으로 나타났다. 관목층 중요치는 꼬리진달래가 25.9%로 가장 높게 나타났으며, 철쭉 14.6%, 진달래 13.3% 등의 순으로 나타났다. 초본층 중요치는 가는잎그늘사초가 19.1%로 가장 높게 나타났으며, 실새풀 10.8%, 넝쿨고사리 8.6% 등의 순으로 나타났다.

식생단위 5의 교목층 중요치는 신갈나무가 80.1%로 가장 높게 나타났으며, 물푸레나무 5.5%, 소나무가 5.2% 등의 순으로 나타났다. 아교목층 중요치는 신갈나무가 33.8%로 가장 높은 중요치를 나타냈으며, 쪽동백나무 19.5%, 당단풍나무가 12.9% 등의 순으로 나타났다. 관목층 중요치는

철쭉이 17.2%로 가장 높게 나타났으며, 노린재나무 17.1%, 조록싸리 15.6% 등의 순으로 나타났다. 초본층 중요치는 단풍취가 9.2%로 가장 높게 나타났으며, 큰기름새 6.9%, 대사초 6.7% 등의 순으로 나타났다.

3. 환경요인과 식생단위의 상관관계

식생단위와 환경요인과의 상관관계를 일치법으로 분석하기 위하여 일치법을 실시한 결과는 다음과 같다.

1) 생물적 환경요소

(1) 수 고

식생단위 1은 느릅나무 12m, 물푸레나무 15m, 산뽕나무 16m, 아까시나무 16m, 가래나무 17m, 일본잎갈나무 17m로 나타났다. 식생단위 2는 일본잎갈나무 16m~24m, 층층나무 16m~18m로 나타났다. 식생단위 3은 아까시나무 11m, 밤나무 14m, 소나무 15m, 신갈나무 15m, 일본잎갈나무 18m로 나타났다. 식생단위 4는 소나무는 7m~10m, 신갈나무는 11.5m~20m, 굴참나무 13m~15m로 나타났다. 식생단위 5는 신갈나무 8m~18m, 소나무 15m로 나타났다. 식생단위를 군락단위로 분류하였을 때, 신갈나무전형군락과 층층나무군락, 밤나무군락, 굴참나무군락이 20m를 기준으로 나누어지는 경향을 보였다.

(2) 흉고직경

식생단위 1은 물푸레나무 20cm, 아까시나무 20cm, 산뽕나무 22cm, 느릅나무 28cm, 가래나무 30cm, 일본잎갈나무 30cm, 신갈나무 31cm로 나타났다. 식생단위 2는 층층나무 23cm~29cm, 일본잎갈나무 28cm~33cm로 나타났다. 식생단위 3은 아까시나무 22cm, 밤나무 28cm, 신갈나무 28cm, 소나무 30cm, 일본잎갈나무 30cm로 나타났다. 식생단위 4는 신갈나무 9cm~60cm, 굴참나무 21cm~26cm, 소나무 24cm~32cm로 나타났다. 식생단위 5는 14cm~43cm, 소나무 46cm로 나타났고, 식생단위를 군락단위로 분류하였을 때 나누어지는 경향을 보이지 않았다.

(3) 식피율

식생단위 1은 산뽕나무 40%, 신갈나무 65%, 아까시나무 75%, 느릅나무 80%, 일본잎갈나무 80%, 가래나무 85%, 물푸레나무 85%로 출현하였다. 식생단위 2는 층층나무 50%~60%, 일본잎갈나무 70%~80%에 출현하였다. 식생단위3은 신갈나무 60%, 아까시나무 60%, 밤나무 70%, 일본잎갈나무 70%, 소나무 75%에 출현하였다. 식생단위 4는 신갈나무 60%~65%, 소나무 75~85%, 굴참나무 85%~90%에 출현하였다. 식생단위 5는 소나무 60%, 신갈나무

Table 2. Importance percentage of major species in vegetation unit

Unit	Species Scientific name(Korean name)	Crown stratum				MIP
		T1	T2	S	H	
1	<i>Fraxinus rhynchophylla</i> (물푸레나무)	15.3	22.8	4.4	1.3	14.9
	<i>Morus bombycis</i> (산뽕나무)	10.0	12.2	2.2	-	8.7
	<i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i> (고로쇠나무)	9.1	10.4	5.7	0.3	8.3
	<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i> (느릅나무)	12.1	4.7	-	0.7	7.1
	<i>Juglans mandshurica</i> (가래나무)	14.3	-	-	0.7	6.7
	<i>Robinia pseudoacacia</i> (아까시나무)	9.9	4.7	-	-	6.0
	<i>Larix kaempferi</i> (일본잎갈나무)	9.9	-	-	-	4.6
	<i>Cornus controversa</i> (층층나무)	8.4	-	2.2	0.7	4.3
	<i>Actinidia arguta</i> (다래)	-	10.4	5.5	0.3	4.1
	<i>Quercus mongolica</i> (신갈나무)	7.9	-	-	-	3.6
	<i>Akebia quinata</i> (으름덩굴)	-	4.7	4.4	4.0	2.4
	<i>Philadelphus schrenkii</i> (고광나무)	-	-	14.2	0.7	2.2
	<i>Staphylea bumalda</i> (고추나무)	-	-	14.0	0.3	2.2
	<i>Deutzia glabrata</i> (물참대)	-	-	11.8	-	1.8
	<i>Euonymus oxyphyllus</i> (참회나무)	-	4.7	2.2	-	1.8
	<i>Rubus oldhamii</i> (줄딸기)	-	-	-	9.4	0.7
	<i>Hydrangea serrata</i> f. <i>acuminata</i> (산수국)	-	-	-	4.6	0.4
	<i>Aconitum jaluense</i> (투구꽃)	-	-	-	4.5	0.3
	<i>Sanicula chinensis</i> (참반디)	-	-	-	4.1	0.3
Others(99 Species)	3.2	25.4	33.2	68.3	19.7	
Total(118 Species)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
2	<i>Larix kaempferi</i> (일본잎갈나무)	50.2	-	-	-	23.2
	<i>Cornus controversa</i> (층층나무)	15.3	41.1	2.4	-	20.1
	<i>Parthenocissus tricuspidata</i> (담쟁이덩굴)	-	16.2	3.6	13.1	6.5
	<i>Morus bombycis</i> (산뽕나무)	-	11.4	9.8	-	5.0
	<i>Quercus mongolica</i> (신갈나무)	9.3	-	-	-	4.3
	<i>Pinus densiflora</i> (소나무)	9.3	-	-	-	4.3
	<i>Styrax obassia</i> (쪽동백나무)	-	7.0	9.8	1.3	3.8
	<i>Actinidia arguta</i> (다래)	-	4.3	6.2	5.6	2.7
	<i>Lindera obtusiloba</i> (생강나무)	-	-	13.6	2.8	2.3
	<i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i> (고로쇠나무)	4.0	-	2.4	0.9	2.3
	<i>Fraxinus mandshurica</i> (들메나무)	-	7.0	-	1.5	2.3
	<i>Fraxinus rhynchophylla</i> (물푸레나무)	-	4.3	4.7	1.3	2.2
	<i>Quercus serrata</i> (줄참나무)	4.0	-	1.2	0.4	2.0
	<i>Tilia amurensis</i> (피나무)	4.0	-	-	0.4	1.9
	<i>Ulmus parvifolia</i> (참느릅나무)	4.0	-	-	-	1.8
	<i>Euonymus hamiltonianus</i> (참빛살나무)	-	-	9.4	0.4	1.5
	<i>Ulmus macrocarpa</i> (왕느릅나무)	-	4.3	-	0.4	1.4
	<i>Rubus oldhamii</i> (줄딸기)	-	-	-	15.0	1.2
	<i>Oplismenus undulatifolius</i> (주름조개풀)	-	-	-	5.2	0.4
	Others(68 Species)	-	4.3	37.0	51.7	11.0
Total(87 Species)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	

Unit	Species Scientific name(Korean name)	Crown stratum				MIP
		T1	T2	S	H	
3	<i>Quercus mongolica</i> (신갈나무)	17.4	23.2	3.0	2.4	15.8
	<i>Castanea crenata</i> (밤나무)	19.1	14.0	0.9	1.0	13.4
	<i>Fraxinus rhynchophylla</i> (물푸레나무)	3.1	24.1	4.8	2.1	9.8
	<i>Prunus sargentii</i> (산벚나무)	13.1	4.7	3.9	0.3	8.1
	<i>Larix kaempferi</i> (일본잎갈나무)	16.0	-	-	-	7.4
	<i>Pinus densiflora</i> (소나무)	12.8	-	0.9	0.3	6.1
	<i>Robinia pseudoacacia</i> (아까시나무)	9.7	-	-	-	4.5
	<i>Morus bombycis</i> (산뽕나무)	-	9.3	2.8	0.3	3.3
	<i>Rhus trichocarpa</i> (개웃나무)	-	-	20.0	0.7	3.1
	<i>Euonymus sachalinensis</i> (회나무)	-	4.7	7.5	-	2.6
	<i>Pinus koraiensis</i> (갯나무)	-	4.7	7.5	-	2.6
	<i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i> (고로쇠나무)	-	3.0	4.7	0.3	1.7
	<i>Cornus kousa</i> (산딸나무)	-	4.7	0.9	-	1.6
	<i>Acer palmatum</i> (단풍나무)	-	4.7	-	0.3	1.5
	<i>Rubus oldhamii</i> (줄딸기)	-	-	-	17.6	1.4
	<i>Lindera obtusiloba</i> (생강나무)	-	-	7.8	1.0	1.3
	<i>Oplismenus undulatifolius</i> (주름조개풀)	-	-	-	15.1	1.2
	<i>Carex lanceolata</i> (그늘사초)	-	-	-	7.6	0.6
	<i>Rubus crataegifolius</i> (산딸기)	-	-	-	4.8	0.4
	Others(82 Species)	8.8	3.0	35.2	45.9	13.9
Total(101 Species)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
4	<i>Quercus mongolica</i> (신갈나무)	36.9	25.2	8.5	6.7	26.6
	<i>Quercus variabilis</i> (굴참나무)	34.4	13.9	3.0	2.4	20.8
	<i>Pinus densiflora</i> (소나무)	28.6	10.1	1.8	0.8	16.7
	<i>Fraxinus sieboldiana</i> (쇠물푸레나무)	-	20.1	6.7	5.3	7.6
	<i>Styrax obassia</i> (쪽동백나무)	-	14.3	-	-	4.4
	<i>Rhododendron micranthum</i> (꼬리진달래)	-	-	25.9	1.6	4.1
	<i>Rhododendron schlippenbachii</i> (철쭉)	-	-	14.6	4.5	2.6
	<i>Rhododendron mucronulatum</i> (진달래)	-	-	13.3	3.0	2.3
	<i>Betula chinensis</i> (개박달나무)	-	6.3	-	-	1.9
	<i>Quercus serrata</i> (졸참나무)	-	3.8	1.8	0.8	1.5
	<i>Fraxinus rhynchophylla</i> (물푸레나무)	-	3.8	1.8	0.8	1.5
	<i>Carex humilis</i> var. <i>nana</i> (가는잎그늘사초)	-	-	-	19.1	1.5
	<i>Lindera obtusiloba</i> (생강나무)	-	-	6.1	2.4	1.1
	<i>Actinidia arguta</i> (다래)	-	2.7	-	2.4	1.0
	<i>Calamagrostis arundinacea</i> (실새풀)	-	-	-	10.8	0.8
	<i>Davallia mariesii</i> (넉줄고사리)	-	-	-	8.6	0.7
	<i>Lespedeza maximowiczii</i> (조록싸리)	-	-	3.0	0.8	0.5
	<i>Corylus heterophylla</i> (개암나무)	-	-	3.1	-	0.5
	<i>Vaccinium hirtum</i> var. <i>koreanum</i> (산앵도나무)	-	-	1.8	0.8	0.3
	Others(29 Species)	-	-	8.4	29.3	3.5
	Total(48 Species)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Unit	Species Scientific name(Korean name)	Crown stratum				MIP
		T1	T2	S	H	
5	<i>Quercus mongolica</i> (신갈나무)	80.1	33.8	4.7	2.7	48.3
	<i>Styrax obassia</i> (쪽동백나무)	-	19.5	9.1	0.8	7.5
	<i>Fraxinus rhynchophylla</i> (물푸레나무)	5.5	6.1	4.2	3.1	5.3
	<i>Acer pseudosieboldianum</i> (당단풍나무)	-	12.9	4.2	0.6	4.6
	<i>Fraxinus sieboldiana</i> (쇠물푸레나무)	-	10.5	2.0	0.8	3.6
	<i>Lespedeza maximowiczii</i> (조록싸리)	-	-	15.6	6.7	2.9
	<i>Symplocos chinensis</i> f. <i>pilosa</i> (노린재나무)	-	-	17.1	1.7	2.8
	<i>Rhododendron schlippenbachii</i> (철쭉)	-	-	17.2	1.2	2.7
	<i>Pinus densiflora</i> (소나무)	5.2	-	-	-	2.4
	<i>Kalopanax septemlobus</i> (음나무)	3.2	-	0.7	0.6	1.7
	<i>Betula chinensis</i> (개박달나무)	3.2	-	-	-	1.5
	<i>Prunus sargentii</i> (산벚나무)	-	4.4	0.7	-	1.5
	<i>Tilia amurensis</i> (피나무)	2.7	-	-	-	1.3
	<i>Cornus controversa</i> (층층나무)	-	3.9	-	0.3	1.2
	<i>Lindera obtusiloba</i> (생강나무)	-	-	6.4	0.8	1.0
	<i>Ainsliaea acerifolia</i> (단풍취)	-	-	-	9.2	0.7
	<i>Spodiopogon sibiricus</i> (큰기름새)	-	-	-	6.9	0.5
	<i>Carex siderosticta</i> (대사초)	-	-	-	6.7	0.5
	<i>Carex lanceolata</i> (그늘사초)	-	-	-	4.9	0.4
	Others(68 Species)	0.0	8.8	18.1	53.1	9.6
	Total(87 Species)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

*T1 : Tree layer; T2 : Sub tree layer; S : Shrub layer; H : Herb layer; M : Mean importance percentage

60%~85%에 출현하였다. 식생단위를 군락단위로 분류하였을 때, 신갈나무전형군락과 층층나무군락, 밤나무군락, 굴참나무군락이 80%을 기준으로 나누어지는 경향을 보였다.

(4) 출현종수

식생단위 1은 느릅나무 24종, 아까시나무 27종, 신갈나무 28종, 산뽕나무, 34종, 일본잎갈나무 34종, 물푸레나무 35종, 가래나무 36종이 출현하였다. 식생단위 2는 일본잎갈나무 26~35종, 층층나무는 26~27종이 출현하였다. 식생단위 3은 소나무 31종, 아까시나무 39종, 신갈나무 41종, 일본잎갈나무 47종, 밤나무 49종이 출현하였다. 식생단위 4는 소나무 7~11종, 굴참나무 11~13종, 신갈나무 13~16종이 출현하였다. 식생단위 5는 신갈나무 9~29종, 소나무 18종이 출현하였다. 식생단위를 군락단위로 분류하였을 때, 신갈나무전형군락과 층층나무군락, 밤나무군락, 굴참나무군락이 30종을 기준으로 나누어지는 경향을 보였다.

2) 비생물적 환경요소

(1) 해 발

식생단위 1은 물푸레나무 400m, 가래나무 510m, 아까시나무 640m, 일본잎갈나무 730m, 산뽕나무 810m, 느릅나무 850m, 신갈나무 900m에 출현하였다. 식생단위 2는 일본잎갈나무 550~670m 층층나무 670m~770m에 출현하였다. 식생단위 3은 530m, 일본잎갈나무 580m, 소나무 600m, 신갈나무 640m 아까시나무 680m에 출현하였다. 식생단위 4는 굴참나무 320m~550m, 소나무 360m~740m, 신갈나무 730m~1,010m에 출현하였다. 식생단위 5는 신갈나무 370m~990m, 소나무 790m에 출현하였다. 식생단위를 군락단위로 분류하였을 때, 신갈나무전형군락과 층층나무군락, 밤나무군락, 굴참나무군락이 900m를 기준으로 나누어지는 경향을 보였다.

(2) 경 사

식생단위 1은 가래나무 5°, 물푸레나무 10°, 일본잎갈나무 10°, 산뽕나무 20°, 느릅나무 25°, 신갈나무 30°에 출현

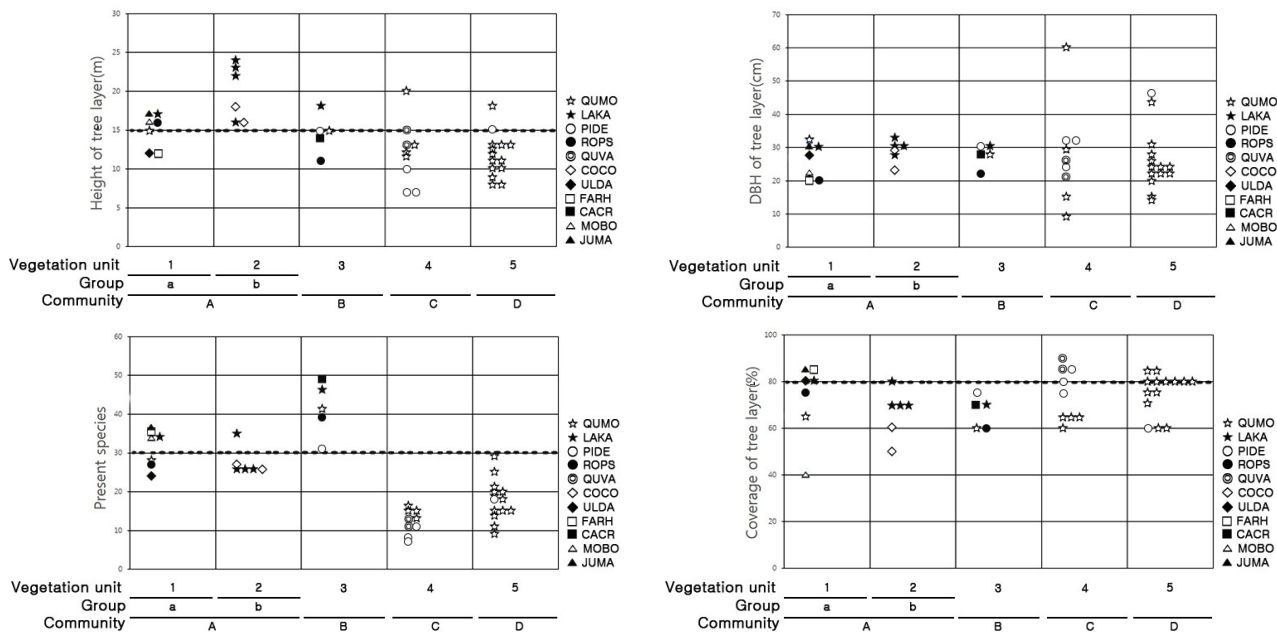


Figure 3. Correlation between biotic factors(height, DBH of tree layer, coverage of tree layer and present species) in vegetation units

*QUMO: *Quercus mongolica*, LAKA: *Larix kaempferi*, PIDE: *Pinus densiflora*, ROPS: *Robinia pseudoacacia*, QUVA: *Quercus variabilis*, COCO: *Cornus controversa*, ULDA: *Ulmus davidiana* var. *japonica*, FARH: *Fraxinus rhynchophylla*, CACR: *Castanea crenata*, MOBO: *Morus bombycis*, JUMA: *Juglans mandshurica*

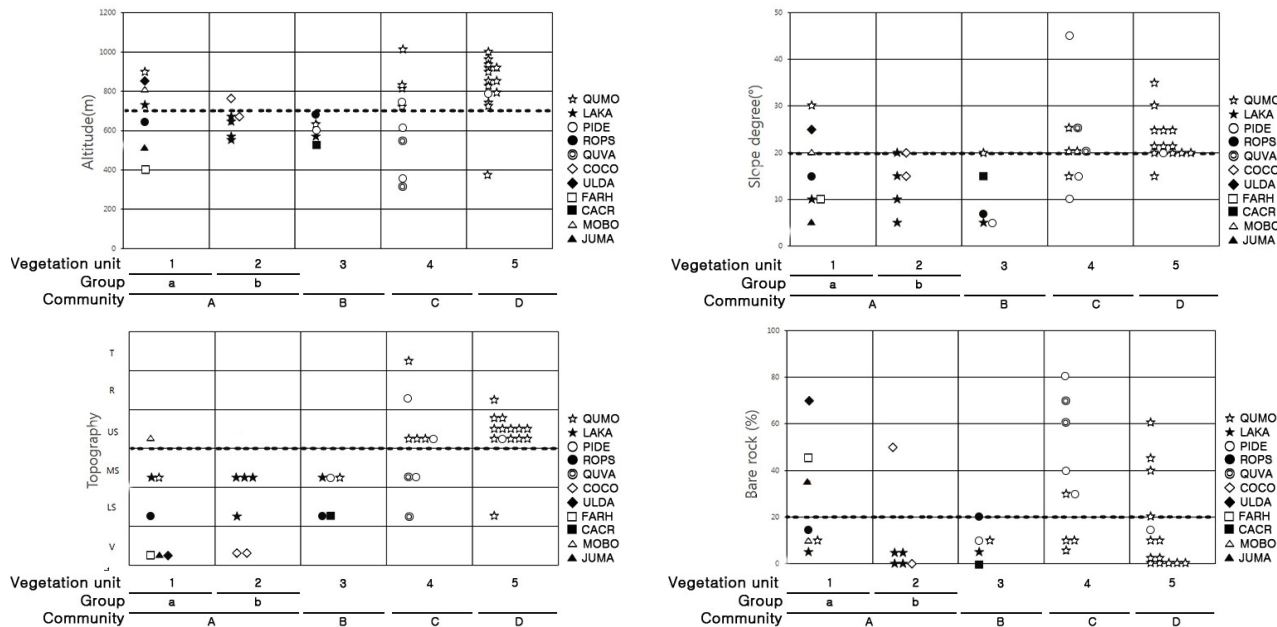


Figure 4. Correlation between abiotic factors(altitude, slope degree, topography and bare rock) in vegetation units

*QUMO: *Quercus mongolica*, LAKA: *Larix kaempferi*, PIDE: *Pinus densiflora*, ROPS: *Robinia pseudoacacia*, QUVA: *Quercus variabilis*, COCO: *Cornus controversa*, ULDA: *Ulmus davidiana* var. *japonica*, FARH: *Fraxinus rhynchophylla*, CACR: *Castanea crenata*, MOBO: *Morus bombycis*, JUMA: *Juglans mandshurica*

하였다. 식생단위 2는 일본잎갈나무 5°~20°, 층층나무 15°~20°에 출현하였다. 식생단위 3은 소나무 5°, 일본잎갈나무 5°, 아까시나무 7°, 밤나무 15°, 신갈나무 20°에 출현하였다. 식생단위 4는 소나무 10°~45°, 신갈나무 15°~25°, 굴참나무 20°~25°에 출현하였다. 식생단위 5는 신갈나무 15°~35°, 소나무 20°에 출현하였다. 식생단위를 군락단위로 분류하였을 때, 신갈나무전형군락과 층층나무군락, 밤나무군락, 굴참나무군락이 20°를 기준으로 나누어지는 경향을 보였다.

(3) 지형

식생단위 1은 가래나무는 계곡, 느릅나무는 계곡, 물푸레나무는 계곡, 산뽕나무는 사면상, 일본잎갈나무는 사면중, 아까시나무는 사면하에서 출현하였다. 식생단위 2는 층층나무 계곡과 사면상, 일본잎갈나무는 사면하와 사면중에서 출현하였다. 식생단위 3은 소나무 사면중, 신갈나무 사면중, 일본잎갈나무 사면중, 밤나무 사면하, 아까시나무 사면하에서 출현하였다. 식생단위 4는 소나무 사면중, 사면상, 능선, 신갈나무는 사면상과 산정, 굴참나무는 사면하와 사면 중에 분포하였다. 식생단위 5는 소나무 사면상, 신갈나무 사면하, 사면상, 능선에 분포하였고, 식생단위를 군락단위로 분류하였을 때 나누어지는 경향을 보이지 않았다.

4) 암석노출도

식생단위 1은 일본잎갈나무 5%, 산뽕나무 10%, 신갈나무 10%, 아까시나무 15%, 물푸레나무 45%, 느릅나무 70%에서 출현하였다. 식생단위 2는 일본잎갈나무 0~5%, 층층나무 0~50%에서 출현하였다. 식생단위 3은 밤나무 0%, 일본잎갈나무 5%, 소나무 10%, 신갈나무 10%, 아까시나무 20%에서 출현하였다. 식생단위 4는 신갈나무 5~30%, 소나무 30~80%, 굴참나무 60~70%에서 출현하였다. 식생단위 5는 신갈나무 0~60%, 소나무 15%에서 출현하였다. 식생단위를 군락단위로 분류하였을 때, 신갈나무전형군락과 층층나무군락, 밤나무군락, 굴참나무군락이 20%를 기준으로 나누어지는 경향을 보였다.

고 찰

금수산 일대의 산림군락유형 분류결과 최상위 수준에서 신갈나무군락군으로 분류되었고, 군락단위로는 층층나무군락, 밤나무군락, 굴참나무군락, 신갈나무전형군락으로 총 4개의 군락으로 분류되었으며 층층나무군락은 느릅나무군락과 담쟁이덩굴군락으로 세분되었다. Yun *et al.*(2011a)은 우리나라 산림식생의 가장 큰 분류단위는 신갈나무군락형으로 대표된다고 보고 하였던 바 본 연구와 일치하는 결과를

나타내었다. Lee *et al.*(2015b)에 의하면 금수산 일대의 산림식생은 상관군락으로 분류하였을 때 굴참나무, 신갈나무, 소나무, 층층나무 등의 수종이 최상부를 우점하고 있다고 하였으며, 이는 본 연구와 일치하는 경향을 나타내었다.

대별종군은 종군 2와 종군 9, 종군 3과 종군 8, 종군 6과 종군 7 총 3쌍이 분류되었으며, 첫 번째 대별종군의 환경특성을 살펴보면, 지형에서 종군 2는 계곡, 사면중에 분포하고 있었으며, 종군 9는 사면중과 사면상에 분포하고 있었다. 관목층식피율에서 종군 2는 27.5%, 종군 9는 35%로 상대적으로 높게 나타나고 있었다. 두 번째 대별종군의 환경특성을 살펴보면 지형에서 종군 3은 계곡에서 분포하고 있었으며 종군 8은 사면중과 사면상에 분포하고 있었다. 초본층식피율에서 종군 3은 47.1%, 종군 8은 28.5%로 나타났다. 세 번째 대별종군의 환경특성을 살펴보면 지형에서 종군 6은 사면상에 분포하고 종군 7은 계곡, 사면중에 분포하고 있었다. 암석노출도에서 종군 6은 37.2%, 종군 7은 15.4%로 종군 6에서 높게 나타났다. 따라서 금수산 일대 산림식생에 대한 관리방안을 수립할 때 지형과 암석노출도에 대한 고려가 필요할 것으로 사료되었다.

식생단위 1은 대부분 계곡부에 분포하고 있었으며 층층나무, 느릅나무, 가래나무, 고광나무, 고로쇠나무가 높은 상재도와 우점도를 보였다. Yun *et al.*(2010)은 소백산 국립공원 계곡부의 경우 층층나무, 고로쇠나무, 느릅나무가 높은 상재도와 우점도를 보인다고 보고하였으며 본 연구와 유사한 결과로 나타났다. 식생단위 2는 일본잎갈나무가 높은 상재도와 우점도를 나타내고 있었으며 또한 담쟁이덩굴, 줄딸기, 사위질빵, 청가시덩굴, 도둑놈의갈고리, 청미래덩굴 등의 덩굴성식물이 많이 이입이 되었고 높은 상재도와 우점도를 나타내고 있었으며, Byeon and Yun(2016)은 인공조림지가 동령림입으로 숲의 구조가 간단하고 수광량이 높아 덩굴성식물의 이입이 높아진다는 연구결과와 일치하였다. 식생단위 3은 모든 식생단위에서 가장 낮은 평균해발고로 나타났다, 식생유형분류결과 밤나무군락으로 상대적으로 낮은 해발고에 밤나무가 조림되어 있는 것으로 나타났고, 신갈나무가 높은 상재도로 나타난 것으로 미루어 보아 추후 인위적인 교란이 없으면 신갈나무군락으로 대체될 것으로 판단되었다. 식생단위 4는 37.2%의 높은 암석노출도에 주로 남사면에 분포하고 있었으며 식생유형분류결과 군락단위로 보았을 때 굴참나무군락으로 굴참나무는 높은 암석노출도와 주로 남사면에 분포하는 것으로 사료되었다. Kim *et al.*(2016)은 남해 금산의 굴참나무군락은 주로 남사면에 분포한다는 보고한 바 본 연구와 일치하는 것으로 사료되었다. 식생단위 5에서 해발은 824.8m로 모든 식생단위에서 가장 높은 평균해발고로 나타났으며 식생유형분류결과 군락단위로 보았을 때 신갈나무전형군락으로 신갈나무는 사

면상부와 능선의 높은 해발에서 나타나는 것으로 사료되었고, Lee *et al.*(2012)는 구룡산의 산림식생유형분류에서 신갈나무전형군락은 사면상부와 능선에 주로 분포하는 것으로 보고한 바 본 연구와 일치하는 것으로 사료되었다.

식생단위와 층위별 종구성을 보기 위해 상대중요치를 나타낸 결과 식생단위 1은 물푸레나무(14.9%), 산뽕나무(8.75%), 고로쇠나무(8.3%), 느릅나무(7.1%), 가래나무(6.7%) 순으로 상대중요치가 나타났고, 계곡성 수종이 교목층과 아교목층에서 높은 중요치를 보이고 있었으며 인위적인 교란이 없는 한 안정적인 계곡부 군락으로 유지될 것으로 사료되었다. 식생단위 2는 일본잎갈나무(50.2%)가 교목층에서 높은 중요치를 보이고 있었으며 아교목층에서는 층층나무(41.1%)로 나타났다. 인공조림지인 일본잎갈나무군락은 자연적 및 인위적 교란이 없을 경우 층층나무를 중심으로 한 천이가 진행될 것으로 사료되었다. 식생단위 3은 교목층에서 신갈나무(17.4%), 밤나무(19.1%), 일본잎갈나무(16.0%) 순으로 나타났으며, 아교목층에서는 물푸레나무(24.1%) 신갈나무(23.2%) 순으로 나타났다. 이러한 결과는 현재 교목층은 밤나무, 신갈나무, 일본잎갈나무가 혼재에 있으나 아교목층의 신갈나무가 높은 중요치를 나타낸 것으로 보아 밤나무와 일본잎갈나무는 도태되어가는 중으로 사료되며 추후 신갈나무군락으로 천이가 이루어질 것으로 사료되었다. 식생단위 4는 교목층에 신갈나무(36.9%), 굴참나무(34.4%), 소나무(28.6%) 순으로 나타났으며 아교목층은 신갈나무(25.2%), 굴참나무(13.9%), 소나무(10.1%) 순으로 나타났다. Lee *et al.*(2015a)은 월악산 영봉 일대의 산지침엽수림은 대부분 소나무가 우점종으로 분포하며 소나무와 신갈나무군락, 소나무와 굴참나무군락과 같이 소나무와 상층부 식피율이 비슷한 혼생림의 경우 천이의 진행과 함께 참나무속 수종으로 빠르게 군락이 대체될 것이라고 한 결과와 유사하였다. 관목층에는 산림청 지정 희귀식물인 꼬리진달래가 25.9%로 가장 높은 중요치를 나타내고 있어 향후 꼬리진달래의 분포와 보호를 위하여 장기적인 모니터링이 필요하다고 판단되었다. 식생단위 5는 교목층에서 신갈나무가 80.1%로 가장 높은 중요치를 보이고 있었으며 아교목층에서는 신갈나무가 33.8%로 가장 높은 중요치를 나타내어 안정적인 신갈나무군락을 형성하는 것으로 판단되었으며 인위적인 교란이 없고 현 상태를 유지하면 신갈나무전형적인 노령 임분으로 갈 것으로 판단되었다.

군락단위로 분류하였을 때 신갈나무전형군락과 층층나무군락, 밤나무군락, 굴참나무군락은 700m를 기준으로 나누어지며, 식생단위 5의 신갈나무전형군락은 모든 식생단위에서 가장 높은 해발에 분포하고 있었다(Song *et al.*, 1995; Lee and Yun, 2002; Lee *et al.*, 2012). 지형을 이용하여 군락단위로 분류하였을 때 굴참나무군락, 신갈나무전형

군락과 층층나무군락, 밤나무군락은 사면상부를 기준으로 나누어지는 경향을 보였다. 출현종수를 이용하여 군락단위로 분류하였을 때 층층나무군락, 밤나무군락과 굴참나무군락, 신갈나무전형군락은 20종을 기준으로 나누어지는 경향을 보였다. 이는 사면상부에 비해 계곡부의 식생이 수분스트레스를 적게 받으므로 많은 식생들이 출현하는 것으로 사료되었다(Lee *et al.*, 1996).

각 식생단위내 상관군락과 주요 환경인자의 상관관계를 분석한 결과 해발고도를 이용하였을 때 신갈나무군락의 해발은 800m~1,000m에 분포하고 있었으며 Yun *et al.*, (2011b)에 의하면 우리나라 전체 신갈나무 평균해발고는 622m로 3m~1,732m로 분포하는 것으로 나타났으며(Han *et al.*, 2016) 본 연구에서 신갈나무의 평균해발고는 825m, 분포범위는 370m~1,010m로 해발분포에는 포함이 되나 평균해발고는 차이가 있었다. 이는 앞선 연구와 본 연구의 신갈나무군락이 조사된 범위가 달라 평균해발고 차이가 있는 것으로 사료되었다. 또한 경사도는 20°이상에서 주로 분포하고 있었고, 지형을 보면 신갈나무군락이 대부분 사면상부, 일부는 능선, 정상부에 위치한 것으로 보아 금수산의 지형적 특성은 정상부에 다다를수록 경사가 급한 것으로 판단되었다. 흉고직경에서 식생단위 4의 신갈나무군락 한 개소가 60cm로 나타났는데 이 조사구는 신갈나무 유존목이 존재하고 있으므로 생태학적 보전 및 관리를 위해 장기적인 모니터링이 필요할 것으로 판단되었다. 상관군락으로 보았을 때 소나무군락의 해발은 360m~790m에 분포하고 있었으며 경사는 약 15°로 나타났고 사면중부이상에서 10%~80%까지의 비교적 암석노출도가 높은 임지에서 출현하는 것으로 미루어보아 금수산 정상부 아래의 암반지역에 소나무가 출현하는 것으로 사료되며 경관자원으로서의 가치가 있는 것으로 사료되었다. 상관군락으로 보았을 때 층층나무군락은 해발 670m~770m에 분포하고 있었으며 지형은 계곡에 분포하고 있었다. Yun *et al.*(2010)에 의하면 층층나무는 1,300m이하의 계곡부에서 주로 분포하고 있다고 하였으며, 본 연구와 일치하는 것으로 나타났다. 상관군락으로 보았을 때 굴참나무군락은 해발 320m ~ 550m에 낮은 해발에 분포하였으며 굴참나무는 해발고도가 높아짐에 따라 출현빈도 및 우점도가 낮아진다고 보고된 바(Kim and Kil, 1997; Hwang *et al.* 2016), 본 연구에서도 굴참나무는 해발이 낮은 지역에서 우점하고 있는 것으로 나타났다. 또한 굴참나무군락은 60%~70%의 높은 암석노출도에서 출현한 것으로 보아 금수산 일대의 굴참나무가 우점하는 군락은 암석노출이 높은 임지에서 생육하는 것으로 사료되었다.

금수산 일대의 생태학적 산림식생관리를 위한 기초자료 제공을 위해서 각 분류된 식생단위에 따라 각기 다른 관리가 필요할 것으로 사료되었으며 특히 층층나무군락은 교목

층 상관우점종들이 다양하더라도 생태계 차원에서 하나의 관리단위로 취급하는 것이 바람직하다는 연구결과와 일치하는 것으로(Lee and Yun, 2002; Yun *et al.*, 2007) 추후 환경생태학적 접근이 필요할 것으로 판단되었다. 중요치에서는 소나무, 신갈나무, 굴참나무가 혼생하는 군락의 경우 추후 참나무속으로 천이가 진행될 것으로 판단되며 또한 관목층에서는 산림청지정 희귀식물(VU)인 꼬리진달래가 높은 중요치를 보이고 있어 추후 꼬리진달래 개체군 및 군집 관리를 위한 모니터링이 시급한 것으로 사료되었다.

감사의 글

본 논문은 국립수목원의 “산림생물다양성 특정지역 산림유전자원조사” 사업의 일환으로 수행되었습니다.

REFERENCES

- Back, S.J., H.K. Kang and S.H. Kim(2013) Vegetation structure and management planning of Yongha Gugok in Woraksan National Park. *Korean Journal of Environment and ecology* 27(4): 487-497. (in Korean with English abstract)
- Braun-Blanquet, J.(1932) *Plant Sociology, The Study of Plant Communities*. McGraw-Hill book company, New York and London, 492pp.
- Braun-Blanquet, J.(1964) *Pflanzensoziologie Gröndzuge der vegetationskunde*(3rd ed.). Springer-Verlag, New York, 865pp. (in German)
- Brower, J.E. and J.H. Zar(1977) *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. Wm. C. Brown Company, Iowa, 288pp.
- 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)
- Cho, H.S. and S.D. Lee(2013) Plant community structure of Haneoryoung~Daetjae ridge, the Backdudaegan mountains. *Korean Journal of Environment and ecology* 27(6): 733-744. (in Korean with English abstract)
- Choi, S.H., K.K. Oh, H.S. Cho and H.M. Kang(2005) Edge vegetation structure of trails in Woraksan National Park. *Korean Journal of Environment and ecology* 19(2): 106-111. (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(3): 476-496.
- Dierrsen, K.,(1990) *Einführung in die Pflanzensoziologie*. Akademie Verlag, Berlin., 241pp. (in German)
- Ellenberg, H.(1956) *Aufgaben and Methoden der Vegetationskunde*. Ulmer, Stuttgart, 136pp. (in German)
- 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 Order Two-way Table by Classification of the Individuals and Attributes*. Cornell University Press, New York. 50pp.
- Hong, S.C., S.H. Byen and S.S. Kim(1987) *Colored Illustrations of Tree and Shrub in Korea*. Gyemyangsa, Seoul, 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, C.S., S.G. Yang, H.D. Jang, R.Y. Lee, M.S. Park, K.H. Kim and B.U. Oh(2015) Floristic study of Woraksan National Park in Korea. *Korean Journal of Plant Resources* 28(1): 35-63. (in Korean with English abstract)
- 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, G.T. and G.C. Choo(2005) Forest structure of the region from Dongchanggyo too Deogjusa in Woraksan National Park. *Korean Journal of Environment and Ecology* 19(2): 75-82. (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 Okseok. *Journal of Korean Forest Society* 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. *Korean Journal of Environment and Ecology* 30(2): 214-227 (in Korean with English abstract)
- Kim, J.W.(1996) Floristic characterization of the temperate oak forest in the Korean Peninsula using high-rank taxa. *Journal of Plant Biology* 39(2): 149-153. (in Korean with English abstract)
- Kim, J.W.(2004) *The Forest Vegetation*. World Science, Seoul, 308pp. (in Korean)
- Kim, J.W. and Y. K. Lee(2006) *Classification and Assessment of Plant Communities*. World Science, Seoul, 240pp. (in Korean)
- Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources(1967) *Explanatory text of the geological map*. <https://mgeo.kigam.re.kr>. (in Korean)

- Korea Meteorological Administration(2016) <http://www.kma.go.kr>. (in Korean)
- Korea Forest Service(2014a) Korea Biodiversity Information System. <http://www.nature.go.kr>. (in Korean)
- Korea Forest Service(2014b) Korea Plant Names Index Committee. <http://www.nature.go.kr>. (in Korean)
- Korea National Park(2015) <http://knps.or.kr/> (in Korean)
- Lee, B.C. and C.W. Yun(2002) A Study on Classification of Forest Vegetation in Mt. Naeyeon. *Journal of Ecology and Environment* 25(3): 153-161. (in Korean with English abstract)
- Lee, C.B.(2003) Coloured Flora of Korea. Hyangmunsa, Seoul, 999pp. (in Korean)
- Lee, H.Y., J.H. Lee, C.W. Yun(2015) Characteristics of species composition community structure for the forest vegetation of aspect area in Mt. Eungbok. *Korean Journal of Environment and ecology* 29(5): 791-802. (in Korean with English abstract)
- Lee, J.H., H.J. Cho, and T.C. Hur(2006) Spatial distribution and vegetation-environment relationship of forest vegetation in Ulleung Island, Korea. *Journal of Ecology and Environment* 29(6): 521-529. (in Korean with English abstract)
- Lee, J.Y., J.G. Oh, S.H. Jung and H.S. Kim(2015a) Community distribution on mountain forest vegetation of the Youngbong area in the Worak National Park. *Korean Society of Limnology* 48(1): 51-60. (in Korean with English abstract)
- Lee, J.Y., J.G. Oh, S.H. Jung and H.S. Kim(2015b) Community distribution on mountain forest vegetation of the Geumsusan and Doraksan area in the Worak National Park. *Korean Society of Limnology* 48(2): 129-138. (in Korean with English abstract)
- Lee, J.Y., J.G. Oh, S.H. Jung and H.S. Kim(2015c) Community distribution on mountain forest vegetation of the Hwangjongsan area in the Worak National Park. *Korean Society of Limnology* 48(4): 203-211. (in Korean with English abstract)
- Lee, K.J., Han, S.S., Kim, J.H. and Kim, E.S. 1996. *Forest Ecology*. Hyangmunsa, Seoul, 395pp. (in Korean)
- Lee, S.H., H.J. Kim and C.W. Yun(2012) Correlation analysis between forest community structure and environment factor in Mt. Guryong, Gyeongsangbuk-do province. *Journal of Korean Forest Society* 101(3): 526-537. (in Korean with English abstract)
- Lee, W.C. and Y.J. Yim(1978) Studies on the distribution of vascular plants in the Korean peninsula. *Korean Journal of Plant Taxonomy* 8: 1-32. (in Korean with English abstract)
- Müller-Dombois, D. and H. Ellenberg(1974) *Aims and Method of Vegetation Ecology*. John Wiley & Sons, New Jersey, 547pp.
- Oh, K.K., S.H. Choi, S.H. Kim and W.K. Choi(2005) Analysis of the forest community structure in the Woraksan National Park – Case study of Yeongbong and Doraksan region-. *Korean Journal of Environmental Ecology* 19(2): 90-98. (in Korean with English abstract)
- Oh, K.K., S.K. Park, H.Y. Shim and T.H. Kim(2005) Actual vegetation and management in the Woraksan National Park. *Korean Journal of Environment and ecology* 19(2): 119-129. (in Korean with English abstract)
- Park, I.H., J.J. Jang and K.Y. Kim(2005) Forest structure in relation to altitude and part of slope in the Mansugol valley at Woraksan National Park. *Korean Journal of Environment and ecology* 19(2): 99-105. (in Korean with English abstract)
- Park, S.T.(2010) *New Sangyeongpyo*. Chosun Magazine, Seoul, 626pp. (in Korean)
- Shin, H.S. and C.W. Yun(2014) Characteristics of species composition community structure for the forest vegetation of Mt. Ohseo in Chungnam province. *Journal of Korean Environmental Restoration Technology* 17(3): 35-51. (in Korean with English abstract)
- Shin, H.S., J.H. Lim and C.W. Yun(2016) Actual vegetation and phytosociological forest vegetation in Haenamgun Mt. Duryunsan. *Journal of Agriculture & Life Science* 50(3): 55-67. (in Korean with English abstract)
- Shin, H.S., J.K. Shin, H.J. Kim, S.H. Han, W.H. Lee and C.W. Yun(2014) Characteristics of community structure for forest vegetation on Manisan, Ganghwado. *Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology* 16(1): 11-21. (in Korean with English abstract)
- Shin, J.H. and C.M. Kim(1996) Ecosystem classification in Korea (I). *FRI Journal of Forest. Science* 54: 188-199. (in Korean with English abstract)
- Shin, K.H., H.J. Kwon and H.K. Song(2011) Vegetation and soil properties of the Young-bong area in Woraksan National Park. *Journal of Korean Environmental Restoration Technology* 14(1): 43-55. (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, 346pp. (in Korean)
- Song, H.K., K.K. Jang and S.D. Kim(1995) An analysis of vegetation environment relationships of *Quercus mongolica* community by TWINSpan and DCCA. *Journal of Korean Forest Society* 84(3): 299-305. (in Korean with English abstract)
- Walter, H.(1979) *Vegetation of the Earth and Ecological Systems of the Geo-biosphere*(2nd ed.). Springer-verlag, NewYork, 274pp.
- Whittaker, R.H.(1965) Dominance and diversity in land plant communities. *Science*. 147: 250-260.
- Yim, K.B.(2005) *Principle of Forestry*. Hyangmunsa, Seoul, 347pp. (in Korean)
- Yun, C.W.(2016) *Field Guide to Trees and Shrubs*. Geobook, Seoul, 703pp. (in Korean)

- Yun, C.W., H.J. Kim, B.C. Lee, J.H. Shin, H.M. Yang and J.H. Lim(2011a) Characteristic community type classification of forest vegetation in South Korea. *Journal of Korean Forest Society* 100(3): 504-521. (in Korean with English abstract)
- Yun, C.W., J.H. Shin, H.M. Yang, J.H. Lim, and B.C. Lee(2011b) Phytosociological Classification of Forest Vegetation in Korea. Korea Forest Research Institute, Seoul, 135pp. (in Korean)
- Yun, J.W., S.C. Jung, G.S. Koo, J.H. Lee, C.W. Yun and S.H. Joo(2010) Forest vegetation classification in Sobaeksan National Park in the Baekdudaegan. *Korean Journal of Environment and ecology* 24(6): 630-637. (in Korean with English abstract)