

덕유산 향적봉 및 중봉 아고산대의 산림식생유형분류와 임분 특성

한상학¹ · 한심희² · 윤충원^{1*}

¹공주대학교 산림자원학과, ²국립산림과학원 유전자원부

Classification and Stand Characteristics of Subalpine Forest Vegetation at Hyangjeukbong and Jungbong in Mt. Deogyusan

Sang Hak Han¹, Sim Hee Han² and Chung Weon Yun^{1*}

¹Department of Forest Resources, Kongju National University, Yesan 32439, Korea

²Department of Forest Genetic Resources, National Institute of Forest Science, Suwon 16631, Korea

요약: 본 연구는 덕유산국립공원 향적봉 및 중봉 아고산대를 대상으로 총 48개소의 고정방형구를 설치하여 Z-M 식물사회학적 방법으로 군락유형분류와 임분 구조를 분석하였던 바, 신갈나무군락에서 군락단위로 가문비나무군락, 까치박달군락, 피나무군락으로 분류되었으며 가문비나무군락은 물참대군, 백당나무군으로 세분되었다. 군단위로 물참대군은 복장나무소군과 까치밥나무소군으로 세분되었으며, 백당나무군은 각시원추리소군과 귀룽나무소군으로 세분되었다. 중요치를 분석한 결과, 교목층을 구성하는 주요 종으로는 신갈나무(23.9%), 구상나무(14.7%), 주목(10.2%), 가문나무(8.2%), 사스래나무(7.4%)로 나타났으며, 아교목층은 시닥나무(18.6%), 당단풍나무(18.4%), 신갈나무(8.9%)로 나타났으며, 관목층은 철쭉(20.7%), 당단풍나무(17.4%), 노린재나무(8.5%)로 나타났다. 식생단위 1의 지표종은 산수국, 들메나무, 물참대와 같은 아고산의 적응한 계곡부 또는 전석지 환경을 선호하는 종들이 나타났다. 종다양도는 식생단위 1, 4, 5는 생육환경이 이질적이고 복잡하거나 국소적인 교란이 있었을 것으로 사료된다. 가문비나무군락의 하위단위인 복장나무아군, 까치밥나무아군, 각시원추리아군, 귀룽나무아군의 식생단위 1, 2, 3, 4는 유사도 지수가 0.5 이상으로 식생단위 간 유사도가 높은 경향으로 나타나, 식생단위 간 구성종의 차이가 크지 않은 것으로 판단된다.

Abstract: This study was conducted to classify forest vegetation structure and stand feature of Mt. Deogyusan National Park from Hyangjeukbong to Jungbong, 48 plots were surveyed. The type classification of the vegetation structure was performed with Z-M phytosociological method. As a result, *Quercus mongolica* community group was classified into the *Picea jezoensis* community, *Carpinus cordata* community and *Tilia amurensis* community in community unit. *P. jezoensis* community was subdivided into *Deutzia glabrata* group and *Viburnum opulus* var. *calvescens* group in group unit. *D. glabrata* group was subdivided into *Acer mandshuricum* subgroup and *Ribes mandshuricum* subgroup and *V. opulus* var. *calvescens* group was subdivided into *Hemerocallis dumortieri* subgroup and *Prunus padus* subgroup in subgroup unit. In the result of estimating the importance value, it constituted *Q. mongolica* (23.9%), *Abies koreana* (14.7%), *Taxus cuspidata* (10.2%), *P. jezoensis* (8.2%) and *Betula ermanii* (7.4%) in tree layer. It constituted *Acer komarovii* (18.6%), *Acer pseudosieboldianum* (18.4%) and *Q. mongolica* (8.9%) in subtree layer. It constituted *Rhododendron schlippenbachii* (20.7%), *A. pseudosieboldianum* (17.4%) and *Symplocos chinensis* (8.5%) in shrub layer. Indicator species analysis of vegetation unit 1 was consisted of *Hydrangea serrata*, *Fraxinus mandshurica* and *D. glabrata* that species prefer moist valley in subalpine or rocks. In the results of analyzing the species diversity, vegetation unit 1, 4 and 5 represented that there were different and complex local distributions. As in the similarity between the vegetation units, the vegetation units 1, 2, 3 and 4 represented high with 0.5 or above. It represented that there wasn't no differences on composition species in vegetation units.

Key words: *Abies koreana*, forest vegetation classification, importance value, indicator species analysis, *Picea jezoensis*, stand structure, subalpine

*Corresponding author
E-mail: cwyun@kongju.ac.kr

서론

아고산대(subalpine belt)는 산림한계선부터 교목한계선에 이르는 범위로 산지대에서 높은 해발고도에 위치하여 아한대의 기후와 유사한 조건을 가지고 있다. 식생지리학적으로 아고산식생은 고산식생과 냉온대 북부·고산식생 사이에서 기후적 극상을 형성하는 대상분포식생이다. 이 식생에서는 일반적으로 수목한계선 아래에서 상록침엽수종이 우점하는 아고산 상록수림의 식생상관을 보인다(Kolbek et al., 2003; Kim, 2012). 하지만, 한국에서는 아고산식생형이 분포할 수 있는 잠재적 해발고도를 가지는 산지의 제한으로 점분포로 널리 분포하고 있다. 한반도에서 아고산 침엽수림은 그 분포가 제한적으로 지리생태학적 유존군락이자 일종의 생물다양성 핵심공간이다. 한국의 아고산식생은 아고산 상록침엽수림, 아고산 광엽수림 및 초원, 아고산 암극식물 등의 크게 3개의 상관식생형으로 구분되었다. 이 중 상록침엽수림은 가장 안정된 서식처 환경조건에서 발달한다(Lee et al., 2014).

기후변화는 육상 및 해양 생태계에 직·간접적으로 영향을 미치고 있으며 이러한 영향은 현재의 기후에 순응하고 있는 생태계의 구조와 기능을 변화시킬 수 있다. 최근 기후변화는 과거에 비해 빠르게 진행되고 있으며, 급격한 기후변화는 아·고산대의 산림생태계는 동식물이 이동할 통로나 피난처를 찾아 새로운 환경에 적응하기 위해 식생대의 이동이 예상된다.

우리나라의 지형특성은 산지가 많기 때문에 식생대의 이동은 수평적인 것뿐만이 아니라 수직적인 이동도 중요하게 작용한다. 우리나라 아한대림 지역은 지형적인 섬으로 격리되어 기후변화에 따라 그 분포역이 훨씬 좁아질 것으로 예상된다(Shin and Lim, 2003). 아고산 식생대는 분포범위와 면적이 좁고, 접근성이 좋지 않으며, 한반도의 지리생태학적 생물다양성 핵심공간으로 지구온난화에 의한 피해를 심각하게 받을 수 있다. 아고산식생의 쇠퇴는 그 숲에 의존해 살아온 고유 생물종의 멸종을 야기해 생물다양성의 안정성에 있어 양적, 질적 문제를 초래할 수 있다.

산림생태계를 체계적으로 보전 및 복원을 위해서는 대상 생태계의 구성적 기반이 되는 식생에 대한 정확한 정보수집이 필요하다(Cho, 2004). 우리나라에서 고산 및 아고산대 산림에 대한 연구는 Park(1942), Jung(1989), Kim et al.(1997) 등 식물상적 연구, Kong and Watts(1993), Kong(1998; 1999; 2000)의 한반도 고산식생의 구성과 분포를 정리한 자연지리학적 연구, Yun et al.(2011a)은 우리나라 산림식생에 대한 군락형 분류에서 아고산대생태형을 분류하였고, Lee et al.(2014)은 우리나라 아고산대의 대부분의 상관식생을 이루고 있는 아고산 침엽수림의 생

태적 특성을 보고하였다. 덕유산 향적봉 구간의 식생구조 등의 연구(Kim and Choo, 2004; Kim et al., 2010; 2011)가 이루어지고 있으나, 덕유산 향적봉 아고산 식생대를 대상으로 산림식생유형분류와 정량적 분석에 대한 연구는 매우 부족한 실정이다.

본 연구의 목적은 덕유산 향적봉 및 중봉 아고산대 식생을 대상으로 종조성과 구조에 기초하여 식생유형을 분류하여, 기후변화에 의한 아고산식생의 생태특성을 유지하고 회복하기 위한 계획 수립에 필요한 자료로 활용될 수 있을 것이다.

재료 및 방법

1. 연구대상지

덕유산국립공원은 식물구계학적 위치로는 한반도 남부 아구(Lee and Yim, 1978), 생태권역의 구분으로는 산악권역(Shin and Kim, 1996), 식물지리구는 북남아고산지역(Kong, 1989)에 속하는 덕유산 지역은 주봉인 향적봉(1,614 m)을 중심으로 남덕유(1,507 m), 무룡산(1,491 m),

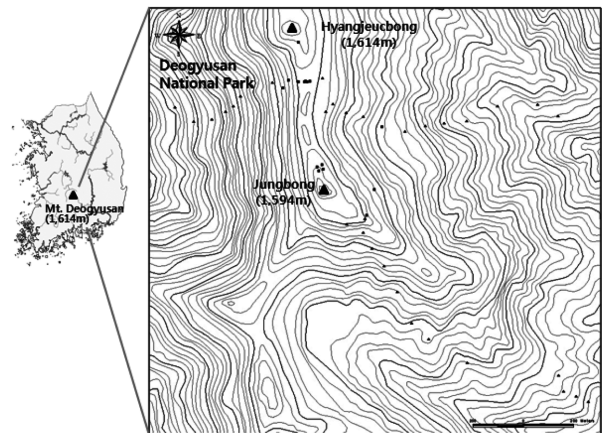


Figure 1. Map showing the study site Hyangjeukbong to Jungbong in subalpine zone of Deogyusan.

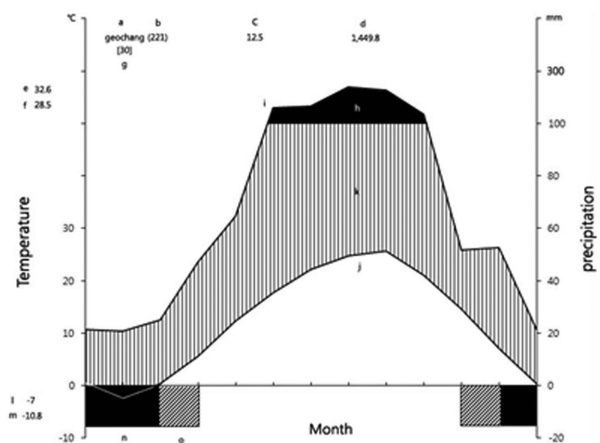


Figure 2. Climate diagram of Mt. Deogyusan.

적상산(1,029 m), 두문산(1,051 m), 지봉(1,247 m), 거칠봉(1,177 m), 대덕산(1,290 m) 등 산봉이 1,000 m 이상인 고산준봉으로 이루어져 해발 1,000 m 이상이 덕유산 국립공원의 30.1%를 차지한다(Korea National Park, 2004). 이 지역의 기후는 거창 기상관측소의 최근 30년간 기상자료를 이용하여 기후대를 나타낸(Walter et al., 1975) 기상자료에 의하면 연평균기온 12.5°C, 연평균강수량 1,449.8 mm이었고 강수량의 대부분이 7, 8, 9월에 집중되었다. 또한 가장 더운 달의 일평균 최고기온은 28.5°C, 가장 추운 달의 일평균 최저기온은 -10.8°C로 나타났다(Figure 2).

상관에 의한 현존식생 분포는 신갈나무림이 39.08%로 가장 넓게 분포하였고, 환경구배에 따른 군분은 낙엽수림(참나무림, 계곡림), 침엽수림(소나무림), 아고산림(주목림, 구상나무림, 철쭉관목림, 초원)의 유형으로 나누어졌다(Kim et al. 2011). 특히 산정상 향적봉부근에는 수령 100~300년 사이의 주목군락 및 구상나무군락이 자생하는 등 독특한 아고산지대 식생을 이루고 있다(Lee, et al., 1994).

2. 조사 및 분석

2011년부터 2014년까지 총 4년에 걸쳐 덕유산 향적봉 및 중봉 아고산 식생이 잘 나타날 수 있는 정상, 능선, 사면 상부, 계곡부(미요형지)에 10 m × 10 m(40개소), 10 m × 20 m(1개소), 20 m × 20 m(7개소)로 총 48개소의 방형구를 설치하였다. 식생조사는 식식물의 계절성을 고려하여 식물사회학적 방법(Ellenberg, 1956; Braun-Blanquet, 1964)에 따라 조사구내에 출현하는 모든 종의 양과 생육상태를 실시하였고, 양으로는 출현하는 각 종의 피도(coverage)와 개체수를 조합시킨 우점도(dominance) 계급을 판정 기록하였고, 생육상태는 종 개체의 집합 혹은 이산의 정도에 따른 군도(sociability) 계급 등을 측정하였고, 군락 또는 개체군의 동태분석을 위해 조사지내 DBH 2 cm 이상의 임목을 대상으로 교목층, 아교목층, 관목층의 층위별로 종명, 수고, 흉고직경 등을 측정하였다.

총 48개의 야외식생조사 자료를 엑셀프로그램에 입력 후 Ellenberg(1956)의 표조작법(tabulation method)과 PC-ORD 6.0(McCune and Mefford, 2011)를 사용하여 Hill (1979)의 TWINSpan을 이용하여 소표(raw table)로부터 여러 단계의 표조작과정을 거쳐 최종적으로 상재도로 나타낸 식별표(differential table)로 군락조성표를 작성하여 식생단위를 결정하였다(Müller-Dombois and Ellenberg, 1974; Toyohara, 1977). 식물의 동정과 분류는 Lee(1980; 2003), Lee(1996a; 1996b)의 식물도감에 의거하여 실시하였다. 식물종에 대한 배열순서는 Engler system을 기본적으로 채택한 Lee(2003)의 분류체계로 정리하였고, 학명과 국명은 Korean National Arboretum and the Plant Taxonomy

Society of Korea(2007)와 Lee(2003)를 병용하여 작성하였다.

각 조사지역 층위별 점유율을 파악하고, 식생천이경향을 분석하기 위해 흉고직경 2 cm 이상 임목의 매목조사(수고측정, 흉고직경측정)에서 얻은 자료를 이용하여 Curtis와 McIntosh(1951)가 고안한 전체 종에 대한 조사지에 출현한 각 종의 상대밀도(relative density), 상대빈도(relative frequency), 상대피도(relative coverage)를 합산한 중요치(importance value)를 산출하였다.

$$\begin{aligned} \cdot \text{한 수종의 상대밀도(R.D.)} &= \frac{\text{한 종의 개체수}}{\text{모든 종의 총 개체수}} \times 100 \\ \cdot \text{한 수종의 상대피도(R.C.)} &= \frac{\text{한 종의 흉고단면적}}{\text{모든 종의 총 흉고단면적}} \times 100 \\ \cdot \text{한 수종의 상대빈도(R.F.)} &= \frac{\text{한 종의 출현빈도}}{\text{모든 종의 총 출현빈도}} \times 100 \\ \cdot \text{한 수종의 중요치(I.V.)} &= \frac{\text{상대밀도(R.D.)} + \text{상대빈도(R.F.)} + \text{상대피도(R.C.)}}{3} \times 100 \end{aligned}$$

또한, 각 층위에 생육하고 있는 수종들의 개체크기를 고려하여 층위별로 가중치를 부여하여 평균상대우점치(mean importance percentage) 산출하였다(Yim et al., 1980; Cho and Lee, 2010; Lee et al., 2010).

$$\cdot \text{M.P.I} = \{(\text{RD}_i \times 3) + (\text{RC}_i 2) + (\text{RF}_i 1)\} / 6$$

지표중분석은 종의 풍부도와 빈도를 통해 특정 수종이 특정 그룹을 얼마만큼 대표 할 수 있는지에 대한 정도를 평가할 때 이용되며(Peck, 2010), 통계프로그램 PC ORD 6.0(McCune and Mefford, 2011)을 이용하여 분석하였다.

종다양도는 종풍부도와 각 종에 속하는 개체수가 얼마나 고르게 분포하는가를 나타내는 균등도를 동시에 나타내는 척도로서 각 군락유형에 대한 다양성, 경쟁 등을 분석하기 위하여 종다양도지수(Shannon, 1946), 최대종다양도, 균제도, 우점도, 중간경쟁지수와 종내경쟁지수를 분석하였다(Herlbert, 1971; Brower and Zar, 1977).

$$\cdot \text{종다양도: } H' = -\sum p_i \log p_i = N \log N - \sum n_i \log n_i / N$$

p_i : 한 조사구내의 특정 종의 개체수와 총개체수의 비

n_i : 한 조사구내의 특정 종의 개체수

N : 총 개체수

$$\cdot \text{최대종다양도 : } H'_{\max} = \log s$$

s : 구성종수

$$\cdot \text{균제도 : } J'(\text{evenness}) = H' / H'_{\max} = H' / \log s$$

$$\cdot \text{우점도 : } D = 1 - J' = 1 - H' / H'_{\max} = 1 - H' / \log s$$

각 군락별 종조성표를 작성한 다음 각 종(種) 등 사이의 유사도를 분석하기 위하여 S-fresen의 유사계수(CCs)를 이용하여 군락유형별 구성종의 유사성을 분석하였다.

$$\cdot \text{유사계수 : } \text{CCs} = 2C / (S_1 + S_2)$$

C : 두 군락에 공통으로 나타나는 종수
 S 1, S 2 : 군락 1, 군락2에 나타나는 종수

결과 및 고찰

1. 산림식생유형분류

덕유산 아고산대 향적봉-중봉 아고산대 산림식생유형분류체계는 신갈나무군락군으로 크게 분류되었다. 신갈나무군락군은 가문비나무군락, 까치박달군락, 피나무군락, 신갈나무전형군락의 4개 군락으로 각각 분류되었다. 가문비나무군락은 물참대군, 백당나무군의 2개 군으로 각각 세분되었고, 물참대군은 복장나무소군, 까치밥나무소군의 2개 소군으로 각각 세분되었으며, 백당나무군은 각시원추리소군, 귀룽나무소군의 2개소군으로 각각 세분되었다. 따라서 덕유산 향적봉-중봉 아고산대의 산림식생체계는 1개의 군락군, 4개의 군락, 2개의 군, 4개의 소군으로 총 7개의 식생단위로 나타났다.

Yun et al.(2011^a)은 우리나라 산림식생의 가장 큰 범위로는 신갈나무군락유형으로 분류하였고, 신갈나무군락은 냉-온대 낙엽활엽수림에서 기후적 극상림으로 발달하는 (Kim, 1992; Song and Kim, 1993) 우리나라의 대표적 낙엽활엽수림으로(Yim and Kira, 1975) 잔존림의 형태로 가장 광범위하게 분포하고 있다. Yun et al.(2011b)은 우리나라 신갈나무군락의 평균 해발고는 622 m로 3 m ~ 1,732 m 까지 분포하며, 지리산(Gwon et al., 2013)은 해발 900 m ~ 1,400 m, 덕유산(Kim et al., 2011)은 해발 700 m ~ 1,500 m에서 분포하는 것으로 나타났다.

신갈나무군락군의 표징종 및 식별종으로는 신갈나무, 당단풍나무, 구상나무, 조릿대, 미역줄나무, 철죽, 노린재나무, 고로쇠나무, 노루오줌, 털진달래, 사스래나무 등이 나타났다.

가문비나무군락의 표징종 및 식별종으로는 가문비나무, 실새풀, 족도리풀, 박새, 도라지모시대, 시닥나무, 서덜취, 샷갓나물, 붉은병꽃나무, 홍피불나무, 참나물, 참꽃마리, 들메나무, 나래회나무, 산수국 등이었으며, 물참대, 십자고사리, 덩굴꽃마리, 물봉선, 벌개덩굴 등의 식별종에 의해 물참대군, 백당나무, 말나리, 금강애기나리, 정향나무, 동자꽃, 풀솜대, 기름나물, 속단, 꼬리고사리, 산팽의다리, 물푸레나무, 대사초, 천남성, 노랑제비꽃, 꽃쥐손이, 큰괘이밥 등의 식별종에 의해 백당나무군의 2개 군으로 각각 세분되었다.

물참대군은 복장나무, 큰천남성, 둥근털제비꽃, 부계꽃나무, 산꼬리풀, 짚신나물의 식별종에 의해 복장나무소군, 까치밥나무, 덩굴개별꽃, 큰산꼬리풀, 둥근잎천남성, 나래박쥐나물, 털괘이눈, 참당귀, 갈퀴꼭두서니의 식별종에 의해 까치밥나무소군의 2개의 소군으로 각각 세분되었다.

백당나무군은 각시원추리, 일월비비추, 노랑원추리, 갈색사초, 호랑버들, 왕쌀새, 처녀치마, 나도옥잠화 등의 식별종에 의해 각시원추리소군, 귀룽나무, 눈개승마, 애기괘이밥의 식별종에 의해 귀룽나무소군의 2개 소군으로 각각 세분되었다.

까치박달군락의 표징종 및 식별종으로는 까치박달, 대팻집나무, 회나무이었으며, 피나무군락의 표징종 및 식별종으로는 피나무, 음나무, 매화말발도리, 꽃며느리밥풀, 국수나무, 개암나무으로 나타났다.

복장나무소군은 신갈나무군락군-가문비나무군락-물참대군에서 복장나무, 큰천남성, 둥근털제비꽃, 부계꽃나무, 산꼬리풀, 짚신나물의 식별종에 의하여 하위단위로 세분되었으며, 총 5개의 조사구이며 평균해발고 1,444 m, 평균사면경사도 18°, 평균노암율 82%로 나타났고, 층위별 평균식피율은 교목층 92%, 아교목층 14%, 관목층 39%, 초본층 37%, 층위별 평균수고는 교목층 11 m, 아교목층 8 m, 관목층 3 m, 층위별 평균흉고직경은 교목층 37 cm, 아교목층 16 cm, 관목층 3 cm로 각각 나타났으며, 평균출현종수는 24종이었다. 식생단위 중 가장 높은 노암율과 가문비나무군락 4개 식생단위 중에서 해발고가 가장 낮았으며, 사면상부의 요형지로 전석지와 유사한 입지환경 특성을 나타냈다. Yim et al.(1993)은 소백산 비로봉지역에서 북사면이거나 계곡의 상부에 복장나무와 시닥나무 우점군집으로 분포한다고 하였고, Kim et al.(1996a)은 오대산 국립공원의 상원사, 비로봉, 호령봉 지역에서 북사면과 고산지대의 능선부에 복장나무-분비나무군락으로 분포한다고 보고하고, Ko et al.(2014)은 계방산 가문비나무림과 전나무림에서 복장나무군은 층층나무, 황벽나무, 회잎나무, 속은노루오줌 등의 식별종에 의해 분류되었으며, 평균해발고 1,055 m의 계곡부에 출현한다고 보고한 바 유사한 경향을 보였다.

까치밥나무소군은 신갈나무군락군-가문비나무군락-물참대군에서 까치밥나무, 덩굴개별꽃, 큰산꼬리풀, 둥근잎천남성, 나래박쥐나물, 털괘이눈, 참당귀, 갈퀴꼭두서니의 식별종에 의하여 하위단위로 세분되었으며, 총 3개의 조사구이며 평균해발고 1,514 m, 평균사면경사도 35°, 평균노암율 43%로 나타났고, 층위별 평균식피율은 교목층 87%, 아교목층 15%, 관목층 55%, 초본층 63%, 층위별 평균수고는 교목층 9 m, 아교목층 6 m, 관목층 3 m, 층위별 평균흉고직경은 교목층 26 cm, 아교목층 12 cm, 관목층 5 cm로 각각 나타났으며, 평균출현종수는 48종이었다. 식생단위 중 경사가 가장 급한 입지 환경 특성을 나타내고 있었다. Lee et al.(2001)은 면산일대의 산림식생을 군락분류한바 까치밥나무군은 난티나무군락(식별종: 난티나무, 복장나무)의 하위 단위로 분류하였다.

각시원추리소군은 신갈나무군락군 가문비나무군락 백

Table 1. Differentiated table of forest vegetation in Deogyusan National Park.

Vegetation unit	1	2	3	4	5	6	7
Altitude (m)	1,444	1,514	1,572	1,554	1,339	1,306	1,478
Slope degree (°)	18	35	21.4	18.2	22.3	11	13.6
Mean area (m ²)	100	100	338	133	100	100	100
Topography	US	US	US	US	US	US	US
Bare rock (%)	82	43.3	33.8	13.8	29.7	29	22.5
Bare soil (%)	7.5	15	14.4	3.75	4	-	3.67
Litter layer (cm)	1.6	3.5	4.63	5.11	5.9	3.4	4.86
Coverage of tree layer (%)	92	86.7	43.1	64.4	84.1	88	87.5
Coverage of subtree layer (%)	14	15	68.6	24	48.2	51	52.5
Coverage of shrub layer (%)	39	55	70.6	44.4	39.5	43	39.3
Coverage of herb layer (%)	37	63.3	82.5	92.8	74.5	71	55.7
Height of tree layer (m)	11.4	9	6	7.54	11.8	8.74	6.55
Height of subtree layer (m)	7.9	5.7	4.1	5.68	6.77	5.22	4.75
Height of shrub layer (m)	2.66	3	2.48	2.38	2.81	1.96	1.76
Height of herb layer (m)	0.56	0.57	0.65	0.87	0.85	0.92	0.66
DBH of tree layer (cm)	37.4	26	18.1	22.8	33.4	24	14.2
DBH of subtree layer (cm)	16.2	12	6.24	9.44	12.7	6.8	5.5
DBH of shrub layer (cm)	3.4	5.33	3.8	4.29	3.71	2.16	1.89
Relevés (48)	5	3	8	9	11	5	7
Number of present species	23.6	47.7	48	24.9	12.8	13.2	7.5

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

<i>Quercus mongolica</i>	III+5	312	V+5	IV15	IV15	V55	V15
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	I22	313	IV+3	III+2	V+3	III22	III22
<i>Abies koreana</i>	III35	144	IV+3	II+2	IV+4	I++	I22
<i>Sasa borealis</i>	I++	2++	II34	V45	V25	V35	V25
<i>Tripterygium regelii</i>	IV+1	2++	V14	V+3	III11	-	III22
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	-	222	IV35	III13	III13	III13	III11
<i>Symplocos chinensis</i>	-	1++	IV13	IV+2	I+1	III11	IV12
<i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i>	I11	312	II++	III11	I11	I11	I11
<i>Astilbe rubra</i>	III++	3+1	V+1	I++	I++	I++	II++
<i>Athyrium niponicum</i>	III+1	311	V+2	IV+1	I++	I11	III+
<i>Dryopteris crassirhizoma</i>	V+2	3+3	IV+1	IV+1	II++	-	I11
<i>Taxus cuspidata</i>	III15	222	IV+1	III14	II+1	-	I44
<i>Pinus koraiensis</i>	II++	1++	IVr2	III14	II+1	III12	-
<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>ciliatum</i>	-	111	V13	III13	II+3	I11	I22
<i>Betula ermanii</i>	-	133	V24	III12	III15	I22	I22
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	I++	2+1	I11	-	IV+2	III12	I11

2. Character species and differential species of *Picea jezoensis* community ;

<i>Picea jezoensis</i>	I11	224	V13	III13	-	-	-
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	III++	2++	IV+1	I33	-	II++	I11
<i>Asarum sieboldii</i>	II++	1++	V+1	IV++	II++	-	I++
<i>Veratrum oxysepalum</i>	I++	1++	V+2	IV+2	I++	-	-
<i>Adenophora grandiflora</i>	II++	3++	IV++	II++	I++	-	I++
<i>Acer komarovii</i>	II+1	3+1	III+2	III+1	I++	-	I22
<i>Saussurea grandifolia</i>	I++	3++	IV+1	II++	II++	-	I++
<i>Paris verticillata</i>	II++	1++	III++	III+1	-	-	-
<i>Weigela florida</i>	I++	211	IV+1	III+2	-	I++	-
<i>Lonicera sachalinensis</i>	III++	-	III+1	II+1	-	-	I++
<i>Pimpinella brachycarpa</i>	II++	1++	II++	II++	-	-	-
<i>Trigonotis radicans</i> var. <i>sericea</i>	II++	-	III+1	I++	-	I++	-
<i>Fraxinus mandshurica</i>	III12	-	II+1	I11	-	-	I11
<i>Euonymus macropterus</i>	II++	1++	II++	II+1	-	-	-
<i>Solidago virgaurea</i> subsp. <i>asiatica</i>	I++	2++	IV+1	II++	I++	I++	-

Table 1. Continued.

Vegetation unit	1	2	3	4	5	6	7
<i>Hydrangea serrata</i>	IV+2	2+1	III	II+1	I++	-	-
<i>Angelica decursiva</i>	-	2++	IV++	II++	-	-	I++
3. Character species and differential species of <i>Deutzia glabrata</i> group ;							
<i>Deutzia glabrata</i>	IV+3	312	-	-	I++	-	-
<i>Polystichum tripterum</i>	V++	2+1	II++	-	I++	-	-
<i>Trigonotis icumae</i>	II++	2++	II++	-	I++	-	-
<i>Impatiens textori</i>	II++	3+1	-	I++	II++	-	-
<i>Meehanian urticifolia</i>	II++	212	I++	-	III	-	-
4. Character species and differential species of <i>Acer mandshuricum</i> subgroup ;							
<i>Acer mandshuricum</i>	III+2	-	-	-	I++	-	-
<i>Arisaema ringens</i>	IV++	-	-	-	-	-	-
<i>Viola collina</i>	III++	-	I++	-	-	-	-
<i>Acer ukurunduense</i>	II++	-	-	-	I+1	-	-
<i>Veronica rotunda</i> var. <i>subintegra</i>	II++	-	-	-	I++	-	-
<i>Agrimonia pilosa</i>	II++	-	-	I++	-	-	-
5. Character species and differential species of <i>Ribes mandshuricum</i> subgroup ;							
<i>Ribes mandshuricum</i>	I++	3+1	II+1	-	-	-	-
<i>Pseudostellaria davidii</i>	-	323	I++	I++	-	-	-
<i>Veronica kiusiana</i> var. <i>glabrifolia</i>	I++	3++	-	-	-	-	-
<i>Arisaema amurense</i>	-	3r+	-	-	-	-	-
<i>Parasenecio auriculatus</i> var. <i>kamtschaticus</i>	III	2++	-	I++	-	-	-
<i>Chrysosplenium pilosum</i>	-	2++	-	-	-	-	-
<i>Angelica gigas</i>	-	2r3	I++	-	-	-	-
<i>Rubia cordifolia</i> var. <i>pratensis</i>	-	2++	I++	-	-	-	-
6. Character species and differential species of <i>Viburnum opulus</i> var. <i>calvescens</i> group ;							
<i>Viburnum opulus</i> var. <i>calvescens</i>	-	III	III+1	III+2	-	-	-
<i>Lilium distichum</i>	-	Irr	IV++	IV++	Irr	-	-
<i>Streptopus ovalis</i>	-	-	III++	II++	-	-	-
<i>Syringa patula</i> var. <i>kamibayshii</i>	I++	-	III+1	II+1	I+1	-	-
<i>Lychnis cognata</i>	-	1++	IV++	II+2	-	-	-
<i>Smilacina japonica</i>	I++	1++	III+1	III+1	-	-	-
<i>Peucedanum terebinthaceum</i>	I++	-	III++	II++	-	-	-
<i>Phlomis umbrosa</i>	-	1++	II++	II++	-	-	-
<i>Asplenium incisum</i>	I++	-	II++	II++	I++	-	-
<i>Thalictrum filamentosum</i> var. <i>tenerum</i>	-	-	IIr+	I++	-	-	-
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	-	III	II+1	III	-	-	-
<i>Carex siderosticta</i>	I++	-	IV++	I++	-	-	-
<i>Arisaema amurense</i>	-	-	IV+1	I++	I++	-	-
<i>Viola orientalis</i>	-	-	IV+1	I++	-	-	-
<i>Geranium eriostemon</i>	I++	-	I++	II++	-	-	-
<i>Oxalis obtriangulata</i>	-	1++	I++	II++	-	-	-
<i>Corydalis ambigua</i>	-	-	II++	I++	-	-	-
<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i>	-	-	II++	I++	-	-	-
<i>Sorbus commixta</i>	-	-	III	III	-	-	-
<i>Carex gifuensis</i>	-	1++	II+2	III	-	-	-
<i>Cymopterus melanotilingia</i>	-	1++	I++	I++	-	-	-
<i>Corydalis incisa</i>	-	-	I++	I++	-	-	-
<i>Lycopodium serratum</i>	-	-	I++	I++	-	-	-
<i>Corvallisaria keiskei</i>	-	-	I++	I++	-	-	-
7. Characterspecies and differential species of <i>Hemerocallis dumortieri</i> subgroup ;							
<i>Hemerocallis dumortieri</i>	-	-	V+4	-	-	-	-
<i>Hosta capitata</i>	-	-	IV+2	-	-	II++	III
<i>Hemerocallis fulva</i>	-	-	IV+3	-	-	-	-

Table 1. Continued.

Vegetation unit	1	2	3	4	5	6	7
<i>Carex caryophyllea</i> var. <i>microtricha</i>	-	-	IV+2	-	-	-	-
<i>Salix caprea</i>	-	-	IV+1	-	-	-	-
<i>Saussurea gracilis</i>	-	-	III++	-	-	-	-
<i>Melica nutans</i>	-	-	III+1	-	-	-	-
<i>Pilea peplodes</i>	-	-	III++	-	-	-	-
<i>Sanicula chinensis</i>	-	-	II++	-	-	-	-
<i>Heloniopsis koreana</i>	-	-	II++	-	-	-	-
<i>Spiraea fritschiana</i>	-	-	II++	-	-	-	-
<i>Potentilla fragarioides</i> var. <i>major</i>	-	-	II++	-	-	-	-
<i>Rubus crataegifolius</i>	-	-	II++	-	-	-	-
<i>Clintonia udensis</i>	-	-	II++	-	-	-	-
<i>Rubia akane</i>	I++	-	II++	-	-	-	-
<i>Thalictrum aquilegifolium</i> var. <i>sibiricum</i>	-	-	II++	-	-	-	-
8. Characterspecies and differential species of <i>Prunu spadus</i> subgroup ;							
<i>Prunus padus</i>	-	-	-	II+1	-	-	-
<i>Aruncus dioicus</i> var. <i>kamtschaticus</i>	-	-	-	II++	-	-	-
<i>Oxalis acetosella</i>	I++	I++	-	II++	-	-	-
9. Characterspecies and differential species of <i>Carpinus cordata</i> community ;							
<i>Carpinus cordata</i>	-	-	-	-	V13	-	-
<i>Ilex macropoda</i>	-	-	-	-	II+2	-	-
<i>Euonymus sachalinensis</i>	-	-	-	I++	II+1	-	-
10. Character species and differential species of <i>Tilia amurensis</i> community ;							
<i>Tilia amurensis</i>	-	-	-	-	-	IV13	-
<i>Kalopanax septemlobus</i>	-	-	-	-	-	II11	II1
<i>Deutzia uniflora</i>	-	-	-	-	-	II++	-
<i>Melampyrum roseum</i>	-	-	-	-	-	II++	-
<i>Stephanandra incisa</i>	-	-	I++	-	-	III+2	I++
<i>Corylus heterophylla</i>	-	-	-	-	-	II+1	-
11. <i>Sambucus williamsii</i> var. <i>coreana</i> differential species group ;							
<i>Sambucus williamsii</i> var. <i>coreana</i>	I++	3+1	IV+1	IIIr+	I++	-	-
<i>Ligularia fischeri</i>	-	2++	IV++	-	-	-	III++
<i>Aconitum jaluense</i>	I++	3++	IV++	I++	-	-	-
<i>Pedicularis resupinata</i>	-	2++	IV++	II+1	-	-	-
<i>Schisandra chinensis</i>	I++	2++	II+1	II+2	-	-	-
<i>Aconitum pseudolaeye</i>	I++	2++	II++	I++	-	-	-
<i>Lonicera maackii</i>	-	211	II++	III1	-	-	-
<i>Saussurea macrolepis</i>	-	2+2	III++	-	-	-	-
<i>Pseudostellaria palibiniana</i>	-	1++	IV++	-	-	-	-
<i>Aster scaber</i>	-	1++	III++	I++	-	-	-
<i>Impatiens noli-tangere</i>	-	2++	I++	II++	-	-	-
<i>Angelica tenuissima</i>	-	1++	IIr+	-	-	-	I++

Other companion species as many as spp. 71.

당나무군에서 각시원추리, 일월비비추, 원추리, 갈색사초, 호랑버들, 은분취, 왕쌀새, 물통이, 참반디, 나도옥잠화 등의 식별종에 의하여 하위단위로 세분되었으며, 총 8개의 조사구이며 평균해발고 1,572 m, 평균사면경사도 21°, 평균노암율 34%로 나타났고, 층위별 평균식피율은 교목층 43%, 아교목층 69%, 관목층 71%, 초본층 82%, 층위별 평균수고는 교목층 6 m, 아교목층 4 m, 관목층 2 m, 층위별 평균흉고직경은 교목층 18 cm, 아교목층 6 cm, 관목층

4 cm로 각각 나타났으며, 평균출현종수는 48종이었다. 가문비나무군락의 4개 식생단위 중에서 해발고가 가장 높고, 출현종수가 가장 많은 입지 환경 특성을 나타내고 있었다. 이는 본 식생단위가 향적봉 중심의 능선부에 주로 분포하였기 때문으로 사료된다. Yim et al.(1994)은 덕유산 향적봉 일대의 각시원추리, 은분취, 박새 등이 분포한다고 보고한 바 본 각시원추리소군의 종조성과 유사한 경향을 나타냈다.

귀룽나무소군은 신갈나무군락군 가문비나무군락 백당나무군에서 귀룽나무, 눈개승마, 애기팽이밥의 식별종에 의하여 하위단위로 세분되었으며, 총 9개의 조사구이며 평균해발고 1,554 m, 평균사면경사도 18°, 평균노암율 14%로 나타났고, 층위별 평균식피율은 교목층 64%, 아교목층 24%, 관목층 44%, 초본층 93%, 층위별 평균수고는 교목층 7 m, 아교목층 6 m, 관목층 2 m, 층위별 평균흉고 직경은 교목층 23 cm, 아교목층 9 cm, 관목층 4 cm로 각각 나타났으며, 평균출현종수는 25종이었다. Kim et al.(1996b)은 오대산 국립공원 동대산, 두노봉, 상왕봉 지역에서 귀룽나무군락은 해발고가 높은 산정부에 분포한다고 보고하였다.

까치박달군락은 신갈나무군락군에서 까치박달, 대팻집나무, 회나무의 식별종에 의하여 하위단위로 세분되었으며, 총 11개의 조사구이며 평균해발고 1,339 m, 평균사면경사도 22°, 평균노암율 30%로 나타났고, 층위별 평균식피율은 교목층 84%, 아교목층 48%, 관목층 39%, 초본층 74%, 층위별 평균수고는 교목층 12 m, 아교목층 7 m, 관목층 3 m, 층위별 평균흉고직경은 교목층 33 cm, 아교목층 13 cm, 관목층 4 cm로 각각 나타났으며, 평균출현종수는 13종이었다. 까치박달의 입지특성은 토양수분이 습한 지역에 군락을 이루며 자란다고 보고하였다(Yee and Song, 2000). 까치박달군락은 가문비나무군락의 식별종인 가문비나무, 샓갓나무, 붉은병꽃나무, 홍피불나무, 참꽃마리, 들메나무, 나래회나무 등이 출현하지 않는 것은 까치박달군락이 가문비나무군락 보다 다소 낮은 곳에 분포하기 때문으로 사료된다.

피나무군락은 신갈나무군락군에서 피나무, 음나무, 매화말발도리, 꽃머느리밥풀, 국수나무, 개암나무의 식별종에 의하여 하위단위로 세분되었으며, 총 5개의 조사구이며 평균해발고 1,306 m, 평균사면경사도 11°, 평균노암율 29%로 나타났고, 층위별 평균식피율은 교목층 88%, 아교목층 51%, 관목층 43%, 초본층 71%, 층위별 평균수고는 교목층 9 m, 아교목층 5 m, 관목층 2 m, 층위별 평균흉고 직경은 교목층 24 cm, 아교목층 7 cm, 관목층 2 cm로 각각 나타났으며, 평균출현종수는 13종이었다. 식생단위 중 해발고가 가장 낮은 입지 환경 특성을 나타내고 있었다.

신갈나무전형군락은 신갈나무군락군 식별종의 비출현에 의해 분류된 단위로서 조사구수는 총 4개소로 나타났고, 평균해발고 1,478 m, 평균사면경사도 14°, 평균노암율 22%로 나타났고, 층위별 평균식피율은 교목층 88%, 아교목층 52%, 관목층 39%, 초본층 56%, 층위별 평균수고는 교목층 7 m, 아교목층 5 m, 관목층 2 m, 층위별 평균흉고 직경은 교목층 14 cm, 아교목층 5 cm, 관목층 2 cm로 각각 나타났으며, 평균출현종수는 7종이었다. 식생단위 중 출현종수가 가장 낮은 입지 환경 특성을 나타내고 있었다.

신갈나무전형군락은 특별한 식별종을 수반하지 않으며, 산의 능선부와 사면중상부의 척박한 곳에 발달(Kim and Kil, 2000; Shin et al., 2011)한다고 하였는데, 이는 본 연구와 유사한 결과를 나타냈다.

2. 중요치

덕유산 향적봉-중봉 아고산대의 산림식생을 식물사회학적 방법으로 분석하여 구분된 7개 식생단위를 기준으로 층위별 종조성 측면에서 어떤 차이가 있는지를 파악하기 위하여 각 층위별 중요치를 응용한 평균상대우점치를 산출하여 종의 점유정도에 대한 정량적 분석을 실시한 결과는 Table 2에 나타나는 바와 같다.

식생단위 1은 교목층에 구상나무(30.9%)가 우점하였으며, 주목(20.9%), 들메나무(18.0%), 신갈나무(15.4%) 등의 순으로 높게 나타났다. 아교목층은 들메나무(28.3%)와 구상나무(25.1%)가 우점한 가운데 단풍나무과의 시닥나무(16.8%), 고로쇠나무(15.5%), 당단풍나무(14.3%) 순으로 나타났다. 관목층은 함박꽃나무(23.0%)가 가장 높게 나타났고, 시닥나무(8.5%), 쇠물푸레나무(8.5%), 주목(5.9%), 당단풍나무(5.9%)의 순으로 나타났다. 교목층과 아교목층에서 구상나무가 우세한 가운데 구상나무는 주목, 들메나무, 신갈나무와 지위경쟁이 예상되며, 관목층에서는 함박꽃나무가 타 수종들에 비해 세력이 우세하여 당분간 함박꽃나무가 우점할 것으로 예상된다.

식생단위 2는 교목층은 신갈나무(21.3%)가 우점하였으며, 가문비나무(15.6%), 주목(13.3%), 고로쇠나무(11.1%), 당단풍나무(11.0%) 등의 순으로 높게 나타났다. 아교목층은 시닥나무가 100%로 이는 아교목층에 시닥나무만 나타났기 때문으로 사료된다. 관목층은 당단풍나무(29.5%), 주목(24.1%), 쇠물푸레나무(20.4%) 등의 순으로 나타났다. 교목층에서 신갈나무가 우세한 가운데 신갈나무는 가문비나무, 주목, 당단풍나무, 고로쇠나무와 지위경쟁을 위해 경쟁하는 숲으로 판단된다. Kim and Choo(2004)는 덕유산 향적봉 지역에 신갈나무군집은 특별한 교란이 없는 한 신갈나무의 중요치가 낮아지고 시닥나무, 당단풍나무, 주목, 구상나무 등의 상대우점치가 높아지는 아고산대의 전형적인 숲으로 변화될 것이라 판단하였는데 본 연구에서도 신갈나무는 아교목층과 관목층에 출현빈도가 없었고, 주목과 당단풍나무는 교목층과 관목층에서 높은 우점치를 보이고 있었다.

식생단위 3은 교목층에서 가문비나무(21.6%)가 우점하였으며, 사스래나무(18.7%), 구상나무(16.8%), 신갈나무(14.2%) 등의 순으로 높게 나타났다. 아교목층은 사스래나무(28.0%)로 우점하였으며, 철쭉(17.9%), 신갈나무(11.5%)등의 순으로 나타났다. 관목층은 철쭉(30.6%)이 아교목층에서 같이 높은 우점치를 나타났으며, 털진달래

Table 2. Importance value of major species.

Species	VU1			VU2			VU3			VU4			VU5			VU6			VU7			%				
	T ¹	T ²	S ³	M ⁴	T1	T2	S	M	T1	T2	S	M	T1	T2	S	M	T1	T2	S	M	T1		T2	S	M	
<i>Quercus mongolica</i>	15.4		7.7	21.3	10.7	14.2	11.5	3.9	11.6	37.3	28.0	1.7	28.3	41.0	4.5	22.0	85.0	8.3	45.3	72.5	10.3	14.3	42.0	23.9		
<i>Acer pseudosieboldianum</i>		14.3	5.9	5.8	11.0	29.5	10.4	2.0	7.5	6.8	4.6	2.4	16.9	9.9	8.5	20.3	12.4	8.8	41.7	13.9		28.0	57.0	18.8	10.1	
<i>Abies koreana</i>	30.9	25.1		23.8	8.8	4.4	16.8	2.7	1.3	9.5	3.8	1.9	34.4	15.4	11.2	24.2			8.3					4.1	9.7	
<i>Taxus cuspidata</i>	20.9	5.9	11.4	13.3	24.1	10.7	5.3	3.4	5.6	4.7	21.7	9.1	6.7	15.0	10.0	1.7			10.5	14.6				10.1	7.7	
<i>Acer komarovii</i>	16.8	8.5	7.0	100.0	33.3	4.1	6.7	3.1	4.8	4.1	6.6	5.2	5.1						5.1					2.6	7.5	
<i>Betula ermanii</i>				9.8	4.9	18.7	28.0	10.7	20.5	4.9	12.3	6.5	7.6	10.5	3.7	6.5	7.8		3.9						6.2	
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>				7.2	1.2	17.9	30.6	11.1	17.3	2.9	5.4	24.0	5.8						65.7	10.9					4.6	
<i>Picea jezoensis</i>	7.4		3.7	15.6	7.8	21.6	2.8	3.2	12.3	12.8	3.9	7.7													4.5	
<i>Fraxinus mandshurica</i>	18.0	28.3		18.4			2.4		1.2	2.0		1.0									14.3				3.6	
<i>Fraxinus sieboldiana</i>			8.5	1.4	20.4	3.4		0.7	0.7	0.3	2.1	0.4	14.6	9.8	6.5	17.7			5.9		20.8				3.6	
<i>Acer pictum subsp. mono</i>	7.4	15.5		8.8	11.1	5.5		1.3	0.6	0.6	1.5	8.9	2.3	4.1	4.7	0.8	3.4		1.1		5.5				3.3	
<i>Pinus koraiensis</i>								6.4	2.8	0.7	4.2	7.9	2.8	4.9	3.1	1.6	7.2		3.6						2.0	
<i>Carpinus cordata</i>																									1.7	
<i>Symplocos chinensis f. pilosa</i>								0.7	4.8	1.0	13.3	2.2		2.3	0.4				10.1	1.7	3.6				1.7	
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>				9.1	4.6		1.5	0.5	6.6	2.2															1.0	
<i>Magnolia sieboldii</i>			23.0	4.0			1.3	2.4	0.8										13.8	2.3					1.0	
<i>Tilia amurensis</i>																			20.7						1.0	
Others			48.2	8.2	18.8	3.1	8.5	11.2	25.6	12.3	1.6	4.9	35.0	8.2	5.7	12.8	16.1	9.7	8.2	10.4	4.5	6.5			2.2	6.9
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

¹T1 : Tree, ²T2 : Subtree, ³S : Shrub, ⁴M : Mean Importance Percentage.

(11.8%), 사스래나무(10.7%) 등의 순으로 나타났다. 가문비나무와 사스래나무는 교목층에서 가문비나무가 21.6%로 우세했지만, 아교목층과 관목층에서 낮은 우점치를 보였고, 사스래나무는 층위별로 높은 우점치를 보이며 교목층에서 가문비나무가 당분간 우점할 것으로 예상되나 사스래나무와 치열한 지위경쟁이 진행될 것이며, 특별한 교란이 없는 한 가문비나무의 상대우점치는 감소하고 사스래나무의 상대우점치가 높아질 것으로 판단된다. Kim and Choo(2004)는 덕유산 향적봉 지역의 사스래나무-가문비나무-주목군집은 주목의 상대우점치는 점차 감소하고 사스래나무의 상대우점치가 높아질 것으로 판단하였고, 본 식생단위에서도 주목은 각 층위에서 타 수종들과 치열한 지위경쟁이 있을 것으로 사료된다.

식생단위 4는 교목층에서 신갈나무(37.3%)가 우점하였으며, 주목(21.7%), 가문비나무(12.8%) 등의 순으로 높게 나타났다. 아교목층은 신갈나무(20.8%), 당단풍나무(16.9%), 사스래나무(12.3%) 등의 순으로 나타났다. 관목층은 철쭉(17.3%), 노린재나무(13.3%), 붉은병꽃나무(10.7%) 등의 순으로 나타났다. 신갈나무는 교목층과 아교목층에서 세력이 우세하게 나타나 앞으로 당분간은 지속될 것으로 판단된다.

식생단위 5는 교목층에서 신갈나무(41.0%)가 우점하였으며, 구상나무(34.4%), 사스래나무(10.5%) 등의 순으로 높게 나타났다. 아교목층은 까치박달(23.3%)과 당단풍나무(20.3%)가 우점하였으며, 구상나무(15.4%), 쇠물푸레나무(14.6%), 철쭉(5.4%) 등의 순으로 나타났다. 관목층은 철쭉(24.0%), 당단풍나무(12.4%), 구상나무(11.2%) 등의 순으로 나타났다. 교목층에서 신갈나무가 높은 상대우점치를 나타냈지만, 아교목층과 관목층에서는 세력이 미약하여 구상나무와 지위경쟁이 이루어지는 과정에서 아교목층과 관목층에서 교목성 수종인 구상나무의 상대우점치가 높기 때문에 구상나무림으로 유지될 것으로 판단된다.

식생단위 6은 교목층에서 신갈나무가 85.0%로 높은 상대우점치로 우점하였으며, 아교목층에서는 당단풍나무(41.7%), 피나무(20.7%), 쇠물푸레나무(17.7%) 등의 순으로 나타났다. 관목층은 철쭉(65.7%), 함박꽃나무(13.8%), 개암나무(10.4%) 등의 순으로 나타났다.

식생단위 7은 교목층에서 신갈나무(72.5%)가 우점하였고, 주목(10.5%), 구상나무(8.3%) 등의 순으로 나타났다. 아교목층은 당단풍나무(28.0%), 쇠물푸레나무(20.8%), 주목(14.6%) 등의 순으로 나타났다. 관목층은 당단풍나무(57.0%), 노린재나무(28.8%), 신갈나무(14.3%)의 순으로 나타났다.

향적봉 및 중봉 아고산대의 교목층을 구성하는 주요 종으로는 신갈나무(23.9%), 구상나무(14.7%), 주목(10.2%), 가문비나무(8.2%), 사스래나무(7.4%) 등으로 나타났으며,

아교목층은 시달나무(18.6%), 당단풍나무(18.4%), 신갈나무(8.9%), 쇠물푸레나무(7.7%), 구상나무(6.2%) 등으로 나타났으며, 관목층은 철쭉(20.7%), 당단풍나무(17.4%), 노린재나무(8.5%), 주목(7.5%), 쇠물푸레나무(5.9%), 함박꽃나무(5.6%), 신갈나무(2.8%) 등으로 나타났다. 기후변화 취약수종 중 아고산 침엽수종인 가문비나무와 구상나무는 덕유산 향적봉-중봉 일대에 상관우점종으로 군락을 이루고 있었다. 가문비나무는 덕유산, 지리산, 계방산에만 군락 또는 대상으로 분포하며, Lee et al.(2014)은 가문비나무군락은 개체군의 흉고직경급 분포형은 지역에 관계없이 대부분 역J형으로 더 이상의 외부교란이 없는 한 현재 상태가 장기간 유지될 것으로 판단하여였으며, 하지만 본 연구에서 가문비나무는 교목층 57.4%, 아교목층 6.6%, 관목층 3.2%로 주로 교목층에 분포하는 개체군 구조로 치묘와 치수의 공급이 계속되고 있지 않음을 반영하고 있어, 향후 가문비나무의 천연갱신이 원활하게 이루어지지 못할 것으로 판단된다. Ko et al.(2014)은 계방산 가문비나무군은 교목층의 상대우점치가 비교적 높아 당분간 가문비나무의 우세가 유지될 것이라 보고하였다.

3. 지표종지수

식생단위 별 지표종을 분석하였다(Table 3). 식생단위 1의 지표종은 큰천남성, 산수국, 둥근털제비꽃, 들메나무, 물참대, 복장나무, 산꼬리풀 및 짚신나물의 8종으로 나타났고, 산수국, 들메나무, 물참대와 같은 아고산의 적응한 계곡부 또는 전석지 환경을 선호하는 종들이 포함되어 있었다. 식생단위 2의 지표종은 덩굴개별꽃, 둥근잎천남성, 큰산꼬리풀, 까치밥나무, 물봉선, 딱총나무, 고로쇠나무, 벌개데굴, 털팽이눈, 갈퀴꼭두서니 등의 21종으로 나타났다. 식생단위 3의 지표종은 족도리풀, 각시원추리, 원추리, 갈색사초, 박새, 은분취, 서덜취 등의 22종으로 나타났다. 식생단위 4는 유의한 지표종이 나타나지 않았다. 식생단위 5의 지표종은 까치박달이며, 식생단위 6의 지표종은 피나무, 신갈나무, 국수나무, 개암나무, 매화말발도리 및 꽃머드느리밥풀의 6종이 나타났다. 식생단위 7의 지표종은 원추리류로 유의한 지표종이 나타났다.

4. 종다양도

식물사회학적 분류에 의해 구분된 식생단위에 있어서 군락의 성숙도와 안정도 등의 간접적인 군락의 속성을 파악하기 위하여, 각각의 군락에서 Shannon-Wiener's diversity (H'), 최대종다양도(Hmax'), 균제도(J'), 우점도(1-J')를 분석한 결과이다. 종다양성과 성숙도는 정비례하는 경향으로 생각되어 왔고(Odum, 1969; Loucks, 1970; Bazzaz, 1979), 생육환경이 이질적이고 복잡하거나 국소적 교란이 발생하게 되면 종다양도는 높아지게 된다(Krebs, 1985;

Table 3. Species exhibiting significant associations (p<0.05), based on indicator species analysis (ISPAN).

Species	VU	IV*(max)	Mean	S.Dev	p
<i>Arisaema ringens</i>		80	13.6	7.74	0.0006
<i>Hydrangea serrata</i> for. <i>acuminata</i>		51.4	18.1	9.48	0.0064
<i>Viola collina</i>		49.7	13.6	7.87	0.0086
<i>Fraxinus mandshurica</i>	1	47.7	15.8	8.9	0.0088
<i>Deutzia glabrata</i>		46.2	17.2	8.98	0.0106
<i>Acer mandshuricum</i>		59.7	21.7	10.92	0.0116
<i>Veronica rotunda</i> var. <i>subintegra</i>		32.6	13.5	7.85	0.0316
<i>Agrimonia pilosa</i>		31.3	13.6	7.91	0.0444
<i>Pseudostellaria davidii</i>		99.9	16.1	9.13	0.0002
<i>Arisaema amurense</i>		100	14.5	8.47	0.0002
<i>Veronica kiusiana</i> var. <i>glabrifolia</i>		83.3	13.7	7.98	0.0004
<i>Ribes mandshuricum</i>		83.5	17.4	9.54	0.0006
<i>Impatiens textori</i>		96	26	12.67	0.0008
<i>Sambucus williamsii</i> var. <i>coreana</i>		82.2	23.9	10.92	0.0012
<i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i>		63.9	17.9	8.43	0.0014
<i>Meehania urticifolia</i>		65.4	19.6	10.58	0.0026
<i>Chrysosplenium pilosum</i>		66.7	13.8	7.93	0.0032
<i>Rubia cordifolia</i> var. <i>pratensis</i>		56.1	13.8	8.05	0.0050
<i>Aconitum jaluense</i>	2	51.6	15.2	7.56	0.0056
<i>Saussurea macrolepis</i>		66.1	23.2	11.42	0.0060
<i>Angelica gigas</i>		66.6	18.4	9.1	0.0064
<i>Lonicera maackii</i>		49.6	16.3	8.83	0.0094
<i>Impatiens nolitangere</i>		43.8	13.8	7.85	0.0104
<i>Dryopteris crassirhizoma</i>		57	26.4	9.95	0.0130
<i>Astilbe rubra</i>		68.1	29.8	12.63	0.0148
<i>Adenophora grandiflora</i>		35.6	17	6.07	0.0200
<i>Polystichum tripterum</i>		61.8	28.7	13.63	0.0360
<i>Athyrium niponicum</i>		43.7	25.1	9.36	0.0446
<i>Acer pseudosieboldianum</i>		32.8	21.5	5.75	0.0484
<i>Asarum sieboldii</i>		93.9	26.3	10.72	0.0002
<i>Hemerocallis dumortieri</i>		87.5	15.5	8.52	0.0002
<i>Hemerocallis fulva</i>		75	19.4	10.47	0.0004
<i>Carex caryophyllea</i> var. <i>microtricha</i>		75	17.6	9.97	0.0010
<i>Veratrum oxysepalum</i>		64.9	20.4	8.81	0.0018
<i>Carex siderosticta</i>		41.7	14.4	7.75	0.0050
<i>Saussurea gracilis</i>		50	13.6	7.71	0.0056
<i>Saussurea grandifolia</i>		69	25.3	11.47	0.0058
<i>Pseudostellaria palibiniana</i>		40.8	13.9	7.79	0.0062
<i>Pilea peplodes</i>		50	13.8	8.07	0.0068
<i>Hosta capitata</i>		53.8	18	9.65	0.0078
<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>ciliatum</i>	3	43.8	18.1	7.33	0.0100
<i>Salix caprea</i>		62.5	20.8	10.86	0.0104
<i>Betula ermanii</i>		43.3	18.5	7.56	0.0114
<i>Viola orientalis</i>		61.6	22.1	11.09	0.0124
<i>Melica nutans</i>		50	19.3	9.89	0.0132
<i>Sanicula chinensis</i>		37.5	13.5	7.93	0.0140
<i>Lilium distichum</i>		38.6	16.7	7.18	0.0168
<i>Arisaema amurense</i> for. <i>serratum</i>		60.8	23.5	12.17	0.0190
<i>Tripterygium regelii</i>		46.6	25.2	8.9	0.0306
<i>Ligularia fischeri</i>		30.5	15.4	7.37	0.0316
<i>Sorbus commixta</i>		28.9	13.6	7.83	0.0340
<i>Paris verticillata</i>		46.8	29.4	13.61	0.1118
<i>Weigela florida</i>	4	29.2	19.7	8.98	0.1334

*IV means maximum indicator values.

Table 3. Continued.

Species	VU	IV*(max)	Mean	S.Dev	p
<i>Prunus padus</i>		22.2	16.2	7.72	0.1568
<i>Sasa borealis</i>	4	23.4	19.5	3.47	0.1736
<i>Aruncus dioicus</i> var. <i>kamtschaticus</i>		22.2	13.7	7.89	0.1912
<i>Carpinus cordata</i>		90.9	17.4	8.82	0.0002
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	5	29.8	18.8	8.18	0.0860
<i>Ilex macropoda</i>		27.3	15.6	8.9	0.1390
<i>Tilia amurensis</i>		80	15	8.7	0.0002
<i>Quercus mongolica</i>		33.8	21.7	3.83	0.0010
<i>Stephanandra incisa</i>		59.7	18.4	10.18	0.0088
<i>Corylus heterophylla</i>	6	40	16.2	7.79	0.0218
<i>Deutzia uniflora</i>		40	13.6	7.82	0.0220
<i>Melampyrum roseum</i>		40	13.7	7.74	0.0224
<i>Kalopanax septemlobus</i>		29.5	13.7	8.12	0.0608
<i>Festuca ovina</i>		24.5	13.8	8.31	0.1002
<i>Hemerocallis</i> sp.	7	42.9	18	8.87	0.0080
<i>Lespedeza maximowiczii</i>		28.6	16.2	7.93	0.0964

*IV means maximum indicator values.

Table 4. Species diversity indices in each vegetation units.

VU	H*	H max'	J'	1-J'
1	1.0712	1.1461	0.9346	0.0654
2	0.9874	1.1139	0.8864	0.1136
3	0.8969	1.4150	0.6338	0.3662
4	1.0716	1.4150	0.7573	0.2427
5	1.0234	1.3010	0.7866	0.2134
6	0.7519	1.1139	0.6750	0.3250
7	0.5417	1.0000	0.5417	0.4583

*Shannon's diversity index(H') uses logarithms to base 10.

Barbour et al., 1987). 종다양도지수는 우점도와 반비례의 관계를 가지며 우점도가 높은 소수의 종들보다 우점도가 낮은 다수의 종들에 의하여 결정되며(Ellenberg, 1956), Whittaker(1975)는 우점도가 0.9이상 일 때에 1종, 0.3-0.7 일 때 2-3종, 0.3이하일 때 다수의 종이 우점종을 이룬다고 하였다.

Table 4은 식생단위별 종다양도지수를 보면 식생단위 1, 4, 5가 1.0 이상으로 높게 나타났고, 식생단위 7이 0.5로 가장 낮게 나타났는데, 이는 식생단위 1, 4, 5는 생육환경

이 이질적이고 복잡하거나 국소적인 교란이 있었을 것으로 사료된다.

5. 군집유사도

생태적인 동질성을 파악하기 위하여 각 군락별 종조성표를 작성한 다음 각 종들 사이의 유사도 분석을 Sørensen의 유사계수(CCs)를 이용하여 군집유사도 지수를 산출하였다(Table 5). Buell et al.(1966)은 식생의 천이과정 중 극상에 도달하게 되면 종구성 상태가 단순화되므로 군락간의 유사도 지수가 0.2 이하일 때는 이질적인 군락, 0.8 이상이면 동질적인 군락이라고 하였으며, 1이면 두 군락이 완전히 같음을 의미하고, 0이면 완전히 다르고, 0.5 이상이면 구성종의 차이가 없는 동일한 군락으로 보고 있다. 식생단위 2와 4, 3과 4는 유사도 지수가 0.6 이상으로 나타나 군락이 동질적이진 않지만 가장 비슷한 군락인 것으로 나타났다. 식생단위 6과 1, 2, 3, 4은 유사도 지수가 0.2로 나타나 이질적인 종조성이 분포하는 것으로 판단된다. 가문비나무군락의 하위단위인 복장나무아군, 까치밥나무아군, 각시원추리아군, 귀룽나무아군의 식생단위 1, 2, 3,

Table 5. Similarity coefficient between vegetation units in the study area.

Vegetation unit	1	2	3	4	5	6	7
1							
2	0.5541						
3	0.5217	0.5941					
4	0.5513	0.6322	0.6667				
5	0.5763	0.5000	0.3953	0.4722			
6	0.2772	0.2857	0.2839	0.2992	0.3371		
7	0.3462	0.4098	0.3671	0.3846	0.4348	0.4800	

4는 유사도 지수가 0.5 이상으로 식생단위 간 유사도가 높은 경향으로 나타났다. 본 연구의 군락간 유사도 지수는 0.2~0.6까지 다양한 범위를 나타내고 있었다.

결론

본 연구는 덕유산 향적봉 및 중봉 아고산대 식생을 중심으로 교란과 기후변화에 취약한 산림식생의 생태적 특성을 구명하기 위해서 산림식생유형분류 및 정량적 분석을 실시하였다. 덕유산 정상부의 산림식생유형은 신갈나무군락군에서 군락단위로 가문비나무군락, 까치박달군락, 피나무군락으로 분류되었으며 가문비나무군락은 물참대군, 백당나무군으로 세분되었다. 군단위로 물참대군은 북장나무소군과 까치밥나무소군으로 세분되었으며, 백당나무군은 각시원추리소군과 귀룽나무소군으로 세분되어 총 7개의 식생단위로 나타났다. 기후변화 취약수종 중 아고산 침엽수종인 가문비나무와 구상나무는 상관우점군락을 이루는 있으며, 교목층과 아교목층에서 사스래나무, 신갈나무와 지위쟁탈이 있을 것으로 사료된다. 또한 가문비나무군락은 주로 교목층에 분포하는 개체군 구조로 치묘와 치수의 공급이 계속되고 있지 않음을 반영하고 있어, 향후 가문비나무의 천연갱신이 원활하게 이루어지지 못할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국립산림과학원 피난처 조성을 위한 가문비나무의 임분 동태 및 구조 해석 연구의 일환으로 수행되었습니다.

References

- Barbour, M.G., Buck, J.H., and Pitts, W.D. 1987. Terrestrial plant ecology, 2nd ed. The Benjamin Cummings Publishing Company. Menlo Park, pp. 155-229.
- Bazzaz, F.A. 1979. The physiological ecology of plant succession. *Annual Review of Ecology Systematics* 10: 351-371.
- Braun-Blanquet, J. 1964. *Pflanzensoziologie grundzuge der vegetation der vegetation* 3rd. Springer-Verlag, Berlin, pp. 631.
- Brower, J.E. and Zar, J.H. 1977. Field and laboratory methods for general ecology. W.M. C. Brown Company Publishers. Iowa, pp. 194.
- Buell, M.F., Langford, A.N., Davidson, D.W., and Ohmann, L.F. 1966. The upland forest continuum in Northern New Jersey. *Ecology* 47(3): 416-432.
- Cho, H.J., Bea, K.H., Lee, C.S., and Lee, C.H. 2004. Species composition and structure of the evergreen coniferous forest vegetation of the subalpine area (South Korea). *Journal of Korean Forest Society* 93(5): 372-379.
- Cho, H.S. and Lee, S.D. 2010. Vegetation structure of Yongso valley in the Nakdong-jeongmaek, Samcheok-si. *Korean Journal of Environment and Ecology* 24(5): 582-590.
- Curtis, J.T. and McIntosh, R.P. 1957. An upland forest continuum in the prairie-forest boarder region of Wisconsin. *Ecology* 32: 476-498.
- Ellenberg, H. 1956. Grundlagen der vegetationsgliederung. 1. Aufgaben und Methoden der vegetationskunde. in: Walter, H.(Hrsg.) *Einführung in die Phytologie IV*. Stuttgart, pp. 136.
- Gwon, J.H., Sin, M.K., Kwon, H.J., and Song, H.K. 2013. A study on the forest vegetation of Jirisan National Park. *Journal of Korean Environmental Restoration Technology* 16(5): 93-118.
- Herlbert, S.H. 1971. The non-concept of species diversity: A critique and alternative parameters. *Ecology* 52: 577-586.
- Hill, M.O. 1979. TWINSPLAN-A FORTRAN program for arranging multivariate data in an order two-way table by classification of the individuals and attributes. Cornell University Press. Ithaca, New York. pp. 50.
- Jung, Y.H. 1989. Alpine plants in Korea. *Science* 12: 84-89.
- Kim H.S., Lee, S.M., and Song, H.K. 2011. Actual vegetation distribution status and ecological succession in the Deogyusan National park. *Korean Journal of Environment and Ecology* 25(1): 37-46.
- Kim, C.H. 1992. A study on the structure of forest vegetation and the secondary succession in Togyusan National Park, Korea. Dissertation. Wonkwang University. Iksan, pp. 156.
- Kim, G.T. and Choo, G.C. 2004. Forest structure of subalpine region from Hyangjeukbong to 2nd Deogyusan in Deogyusan National Park, Korea. *Korean Journal of Environment and Ecology* 18(2): 142-149.
- Kim, G.T., Choo, G.C., and Um, T.W. 1996a. Studies on the structure of forest community at Sangwonsa, Pirobong, Horyongbong area in Odaesan National Park. *Korean Journal of Environment and Ecology* 10(1): 151-159.
- Kim, G.T., Choo, G.C., and Um, T.W. 1996b. Studies on the structure of forest community at Dongdaesan, Turobong, SangWangbong area in Odaesan National Park. *Korean Journal of Environment and Ecology* 9(2): 147-155.
- Kim, H.S., Lee, S.M., and Song, H.K. 2010. Vegetation structure of the Hyangjeokbong in the Deogyusan National Park. *Korean Journal of Environment and Ecology* 24(6): 708-722.
- Kim, H.S., Lee, S.M., and Song, H.K. 2011. Actual vegetation distribution status and ecological succession in the Deogyusan National park. *Korean Journal of Environment and Ecology* 25(1): 37-46.
- Kim, J.U. and Kil, B.S. 2000. The Mongolian oak forest in

- Korea. Wonkwang University press. Iksan, pp. 511.
- Kim, S.H., Kim, H., Kang, W.C., and Jeon, S.H. 1997. Flora of alpine region in Mt. Seolag. *Journal of Koran Biota* 2: 1-17.
- Kim, S.Y. 2012. Syntaxonomy of subalpine vegetation in Korea. Dissertation. Keimyung University. Deagu, pp. 145.
- Ko, S.Y., Han, S.H., Lee, W.H., Han, S.H., Shin, H.S., and Yun, C.W. 2014. Forest vegetation classification and quantitative analysis of *Picea zejoensis* and *Abies hollophylla* stand in Mt. Gyebang. *Korean Journal of Environment and Ecology* 28(2): 182-196.
- Kolbek, J., Šrutek, M. and Elgene, O.B. 2003. Forest Vegetation of Northeast Asia. Kluwer Academic Publishers. Londen, pp. 469.
- Kong, W.S. 1989. The biogeographic divisions of Korea and their species composition. *Geographical Society* 40: 43-54.
- Kong, W.S. 1998. The distributional patterns of alpine plants of Mt. Halla, Cheju Island, Korea. *Journal of the Korean Geographical Society* 33(2): 191-208.
- Kong, W.S. 1999. The vertical distribution on air temperature and thermal amplitude of alpine plants on Mt. Halla, Cheju Island, Korea. *Journal of the Korean Geographical Society* 34(4): 385-393.
- Kong, W.S. 2000. Geoecology on the subalpine vegetation and landscape of Mt. Sorak. *Journal of the Korean Geographical Society* 35(2): 177-187.
- Kong, W.S. and Watts, D. 1993. The plant geography of Korea. Kluwer Academic Publishers. Netherlands, pp. 19.
- Korea National Park Service. 2004. Natural resource investigation of Deogyusan National Park. Korea National Park Research Institute. Seoul, pp. 838.
- Korean National Arboretum and the Plant Taxonomy Society of Korea. 2007. A synonymic list of vascular plant in Korea. Korean National Arboretum, Pocheon, pp. 534.
- Krebs, C.J. 1985. Ecology, 3ed. Haber and Row. Publishing Compony. pp. 3-14.
- Lee, B.C., Yun, C.W., Shin, J.H., and Oh, J.S. 2001. Community classification of forest vegetation in Mt. Myeonsan. *Journal of Korean Forest Society* 40(4): 548-557.
- Lee, J.H., Shin, H.S., Cho, H.J. and Yun, C.W. 2014. Subalpine conifer forest community. National Institute of Ecology. Seocheon, pp. 134.
- Lee, K.J., Cho, W., and Han, B.H. 1994. Plant community structure of Muju Resort golf course in Tokyusan National Park. *Korean Journal of Environment and Ecology* 7(2): 118-134.
- Lee, T.B. 1980. Illustrated flora of Korea. Hyangmunsa, Seoul, pp. 791.
- Lee, T.B. 2003. Coloured flora of Korea. Hyangmunsa, Seoul, 910pp.
- Lee, T.S., Lee, K.J., Choi, B.U., and Park, S.C. 2010. Planting managements for improvement of species diversity in Recreational Forest. *Korean Journal of Environment and Ecology* 24(4): 351-362.
- Lee, W.T. 1996a. Standard illustrations of Korean Plants. Academy Press. Seoul, pp. 624.
- Lee, W.T. 1996b. Lineamenta flora Korea. Academy Press. Seoul, pp. 1688.
- Lee, W.T. and Yim, Y.J. 1978. Studies on the distribution of vascular plants in the Korean peninsula. *Korean Journal of Plant Taxonomy* 8: 1-33.
- Loucks, O.L. 1970. Evolution of diversity, efficiency, and community stability. *American Zoologist* 10: 17-25.
- McMun, B. and Mefford, M.J. 2011. PC-ORD, Multivariate analysis of ecological data Version 6.0. MjM Software Desing. Gleneden Beach. Oregon, pp. 237
- Müller-Dombois, D. and Ellenberg, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. Wiley New York, pp. 525.
- Odum, E.P. 1969. The strategy of ecosystem development. *Science* 164: 262-270.
- Park, M.G. 1942. List of Korea alpine plant. *Korea Museum Society Magazine* 9(33): 181-188.
- Peck, J.E. 2010. Multivariate analysis for community ecologist: Step-by-step using PC-ORD. MjM Software Dsign, Gleneden Beach. Oregon. USA, pp. 162.
- Shannon, C.E. and Weaver, W. 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana.
- Shin, J.H. and Kim, C.M. 1996. Ecosystem classification in Korea(I): Ecoprovince classification. *FRI Journal of Forest. Science* 54: 188-199.
- Shin, J.H. and Lim, J.H. 2003. Forum and conference on climate change. National Institute of Meteorological Sciences. pp. 82-100.
- Shin, K.H., Kwon, H.J., and Song, H.K. 2011. Vegetation and soil properties of the Young-bong area in Woraksan National Park. *Journal of Korean Society of Environmental Restoration Technology* 14(1): 43-55.
- Song, J.S. and Kim, H.K. 1993. Synecological study on the forest vegetation of Imha-dam area, Andong. *Korean Journal of Ecological Sciences* 64(4): 439-457.
- Toyohara, G. 1977. The vegetation and it's mapping of the Hiba Mounatins, Southwestern Honshu, Japan. *Journal of Ecology* 6: 149-152.
- Whittaker, R.H. 1975. Communities and Ecosystem 2nd. ed. The Macmillan Company. pp. 99-120.
- Yee, S. and Song, H.K. 2000. Phytosociological sutudy on vegetation of valley in Kyeryongsan National Park. *Korean Journal of Environment and Ecology* 14(1): 88-98.
- Yim, K.B., Kim, G.T. Lee, K.J., and Kim, J.S. 1993. Studies on the structure of forest community at Birobong Area in Sobaeksan. *Korean Journal of Environment and Ecology* 6(2): 154-161.
- Yim, K.B., Kim, Y.S., Chun, S.H., and Jeon, J.I. 1994. Floristic study on Tokyusan National Park. *Korean Journal of Environment and Ecology* 7(2): 91-103.
- Yim, K.B., Park, I.H., and Lee, K.J. 1980. Phytosociological

- changes of *Pinus densiflora* forest induced by insect damage in Kyonggi-do Area. Journal of Korean Forest Society 50: 56-71.
- Yim, Y.J. and Kira, T. 1975. Distribution of forest vegetation and climate in the Korean peninsula. (I) Distribution of some indices of thermal climate, Japan. Journal of Ecology 26: 157-164.
- Yun, C.W., Kim, H.J., Lee, B.C., Shin, J.H., Yang, H.M., and Lim, J.H. 2011^a. Characteristic community type classification of forest vegetation in South Korea. Journal of Korean Forest Society 100(3): 504-521.
- Yun, C.W., Shin, J.H., Yang, H.M., Lim, J.H., and Lee, B.C. 2011^b. Phytosociological classification of forest vegetation in Korea. Korea Forest Research Institute. Seoul, pp. 135.

(Received: January 18, 2016; Accepted: February 19, 2016)