

綿山 一帶 山林植生の 群落分類에 關한 研究¹

李炳天^{2*} · 尹忠遠² · 辛俊煥² · 吳正洙²

Community Classification of Forest Vegetation in Mt. Myeonsan¹

Byung Chun Lee^{2*}, Chung Weon Yun², Joon Hwan Shin² and Jeong Soo Oh²

요 약

면산일대의 73개 방형구에서 조사된 총 291종들의 종조성을 중심으로 하여 Z-M 식물사회학적 분석 방법으로 식생분류를 수행하고, 서열법으로 정량적 분석을 수행하였던 바, 신갈나무군락군(*Quercus mongolica* community group)과 가래나무군락군(*Juglans mandshurica* community group)의 2개 군락군과 1개의 일본잎갈나무식재림(*Larix leptolepis* plantation)으로 분류되었다. 신갈나무군락군은 철쭉꽃군락, 노린재나무군락, 소나무군락, 박달나무군락, 물푸레나무군락, 사시나무군락, 피나무군락, 거제수나무군락, 물박달나무군락의 9개 군락단위로 세분되었으며, 가래나무군락군은 고로쇠나무군락(졸참나무군, 전형군), 들메나무군락, 난티나무군락(전형군, 까치밥나무군), 야광나무군락, 서어나무군락의 5개 군락단위와 4개 군단위로 세분되었다. 따라서 면산 일대의 산림은 총 17개의 식생단위로 구분되었다. CCA 방법에 의하여 식생단위와 5개 환경요인들과의 관계를 보면 신갈나무군락군은 전반적으로 계곡보다는 능선부쪽으로 갈수록, 해발이 높을수록, 사면경사가 급할수록 많이 분포하는 정의 관계를 나타내었고, 가래나무군락군은 지형, 해발, 사면경사와는 부의 관계를, 노암울과는 정의 관계를 각각 나타내었다. 일본잎갈나무식재림은 환경요인의 구배와 무관하게 나타났다. 축과의 관계에서는 지형과 해발이 높은 상관관계를 보여주었다.

ABSTRACT

This study was carried out to classify forest vegetation of Mt. Myeonsan with phytosociological analysis of ZM School and to explain community types with CCA ordination. The research sites were located in the northern part of Kyungsangpook-Do area and in the southern part of Kangwon-Do. The 73 plots were investigated in the study areas which were including 291 plant species.

The forest vegetation was classified into *Quercus mongolica* community group, *Juglans mandshurica* community group, and *Larix leptolepis* plantation. *Q. mongolica* community group was divided into 9 communities such as *Rhododendron schlippenbachii* community, *Symplocos paniculata* community, *Pinus densiflora* community, *Betula schmidtii* community, *Fraxinus rhynchophylla* community, *Populus davidiana* community, *Tilia amurensis* community, *Betula costata* community and *Betula davurica* community. *J. mandshurica* community group was divided into 5 communities and 4 groups such as *Acer mono* community (subdivided into *Quercus serrata* group and typical group), *Fraxinus mandshurica* community, *Ulmus laciniata* community (subdivided into typical group and *Ribes mandshuricum* group), *Malus baccata* community and *Carpinus laxiflora* community. And it was entirely classified into 17 vegetation units.

¹ 接受 2001年 6月 18日 Received on June 18, 2001.

審査完了 2001年 8月 17日 Accepted on August 17, 2001.

² 林業研究院 Korea Forest Research Institute, Seoul 130-012, Korea.

* 연락처자 E-mail : Lbbc@foa.go.kr

According to CCA, *Q. mongolica* community group showed high positive correlation to topography, altitude and slope degree, and *J. mandshurica* community group showed high positive correlation to bare rock. However, *L. leptolepis* community group was not significantly ordinated with the gradient of environmental factors. And in correlation of axes, important environmental variables were topography and altitude.

Key words : Mt. Myeonsan, Vegetation, Phytosociology, CCA, Ordination.

서 론

21세기에 진입하면서 19세기에 Haeckel에 의해 처음 제안되었던 생태학(ecology)이라는 용어가 많은 학자들에 의해 연구되고 해석되면서 하나의 학문으로 계속 발전해 나가고 있으며 또한 개생태학(autoecology), 군집생태학(vegetation ecology), 생태계생태학(ecosystem ecology), 경관생태학(landscape ecology), 등 더 많은 세부적인 영역으로 분화되어 나왔다. 군집생태학의 경우 식생의 분포와 환경과의 관계를 구명하려고 많은 노력을 하여왔다. 식물이 자체적으로 군집을 이루고 식물군집이 자기 조절능력에 따라 미세 환경을 변화시킬 수 있고 그에 따라 또 다른 식생으로 변화해 간다는 식물사회학과, 환경에 따라 식생이 조성되고, 환경의 변화에 따라 식생이 변화해 간다는 환경서열법(Ordination Methods)으로 평행선을 이루면서 발전해왔다. 그러나 점차 이러한 논의보다는 식생학을 어떻게 이용할 것인가에 초점이 맞춰지고 있다. 특히 최근 들어 산림관리에 식생학을 어떻게 이용할 것인가에 관심이 많아져 생물다양성(biodiversity)의 유지와 생태계(ecosystem)의 구조와 속성을 고려한 생태적 관리를 중심으로 하자는 주장이 부각되고 있다(손요환과 김진수, 1996). 임업의 제반 시업에 있어 이러한 시스템을 고려한다는 것은 이론적으로 가능하긴 하지만 현재까지의 과학수준으로는 구체적인 해답을 얻을 수가 없다. 따라서 신준환과 김철민(1996)은 생태권역을 구분하여 이 단위를 기반으로하여 관리에 대한 방안을 제시하기도 하였다. 이러한 조직적이고 체계적인 관리방안에 앞서 산림식생관리체계의 구축이 선행될 때 생물다양성의 유지와 건전한 생태계의 제반 속성을 유지시키는 범위내에서 행해지는 산림식생관리에 대한 목표를 달성할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 임업 제반시업에 가장 기본적인 산림식생관리체계 구축의 일환으로 대표적인 산악형 생태권역에 속하며 강원도와 경상북

도의 경계지점에 위치하고 있는 면산(1,245.2m) 일대의 산림식생을 대상으로 분류법과 서열법을 병용하여 그 유형을 구분하고 생태적 특성을 기술하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 조사지 개황

綿山(1,245.2m)은 가늘고 길게 이어진 산이란 뜻이다. 즉, 우리 나라의 등뼈에 해당되는 태백산맥 줄기의 연장선상에 솟아있는 **峰**이므로 주위에 삼방산(1,175.4m), 응봉산(998.5m) 등 이름이 유무한 수많은 山峰들로 구성되어 있다. 위경도는 북위 37° 5' 와 동경 129° 5' 의 북서향에 치우쳐 있으며 면산 정상을 중심으로 북서향으로는 강원도 태백시 철암동, 북동향으로는 강원도 삼척시 가곡면, 남향으로는 경상북도 봉화군 석포면이 각각 분포한다(Figure 1).

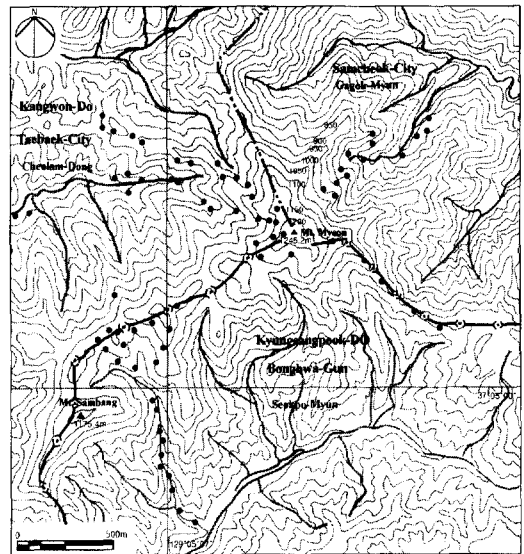


Figure 1. Map showing the sampled 73 plots in Mt. Myeonsan.

본 조사지 일대에서는 낙엽관목으로 환라산, 지리산, 태백산 등지의 숲속에서 높이 30~40cm 정도 자라는 팔꽃나무과의 두메다나무(*Daphne kamschatica* MAX.)와 다년초로 높이 2m, 근생엽 직경 1m까지 각각 자라는 국화과의 병풍삼(*Cacalia firma* KOM.) 그리고 상록초본으로 주로 남부지방에 자라는 고사리과의 가지고비고사리(*Coniogramme japonica*(THUNB.) DIELS), 쥐방울덩굴과의 등칫(*Aristolochiamanshuriensis* KOM.) 등의 귀한 식물들이 발견되었다. 두메다나무 분포지는 정상에 인접한 해발 1,000~1,120m의 사면상부와 능선부, 방위는 북향과 북서향, 교목층 우점종은 신갈나무와 피나무로 각각 나타났고, 병풍삼과 가지고비고사리의 분포지는 난티나무와 층층나무가 우점하고 있는 곳으로 정상에서 북향으로 해발 800m 내외의 계곡부에서 발견되었다. 등칫은 입도 주위에 주로 분포하였으며, 정상에서 북향의 사면하부와 계곡부 일대에서 발견되었다. 이들 식물종들에 대해서는 앞으로 특별한 보호대책이 뒤따라야 하고, 또한 조사지 일대의 현존식생은 전반적으로 잘 보호관리되어 왔으나 다만 삼척시 가곡면에 해당되는 북동사면 일대에는 십여개의 폐광지 폐석들이 계곡을 메우고 있었으므로 이곳의 식생회복과 깨끗한 수자원 공급 등을 위한 특별한 대책수립이 요구되는 지역이기도 하다.

조사지 일대의 기상은 면산과 가까운 곳에 위치

하고 있는 울진 기상관측소와 태백 기상관측소의 20년간(1978~1997년)자료와 12년간(1986~1997년) 자료를 각각 이용하여 Climate diagram을 작성하였던 바(Figure 2), 울진과 태백의 연평균기온은 각각 12.4℃와 8.4℃로 나타났고, 연평균강수량은 각각 920.3mm와 1,257.5mm로 나타나 울진 지역은 연평균기온이 높은 반면에 강수량은 낮았으며, 태백 지역은 연평균기온이 낮은 반면에 강수량은 높은 경향이였다.

2. 조사 및 분석방법

2000년 4월부터 10월까지 예비답사를 통하여 면산 일대의 전반적인 식생개황과 지형지세를 파악한 후 야외조사를 실시하였고, 식생분석자료를 얻기 위해 식물사회학적 방법(Ellenberg, 1956; Braun-Blanquet, 1964)에 따라 지형, 생태적 밀도, 해발 등의 여러 입지환경요인을 고려하였으며, 이질적인 군락의 요소가 들어와 혼잡하게 되지 않도록 하기 위하여 조사구의 크기를 100m²로 하였다. 조사구는 총 73개 설치하였고, 설치된 조사구의 조사방법은 식생조사법에 따라 조사구내에 출현하는 모든 종의 양과 생육상태에 대한 측정을 실시하였는데, 양은 출현하는 각 종의 피도(coverage)와 개체수를 조합시킨 우점도(dominance) 계급(Braun-Blanquet, 1964)을 층위별로 구분하여 판정·기록하였고, 생육상태는 종 개체의 집합 혹

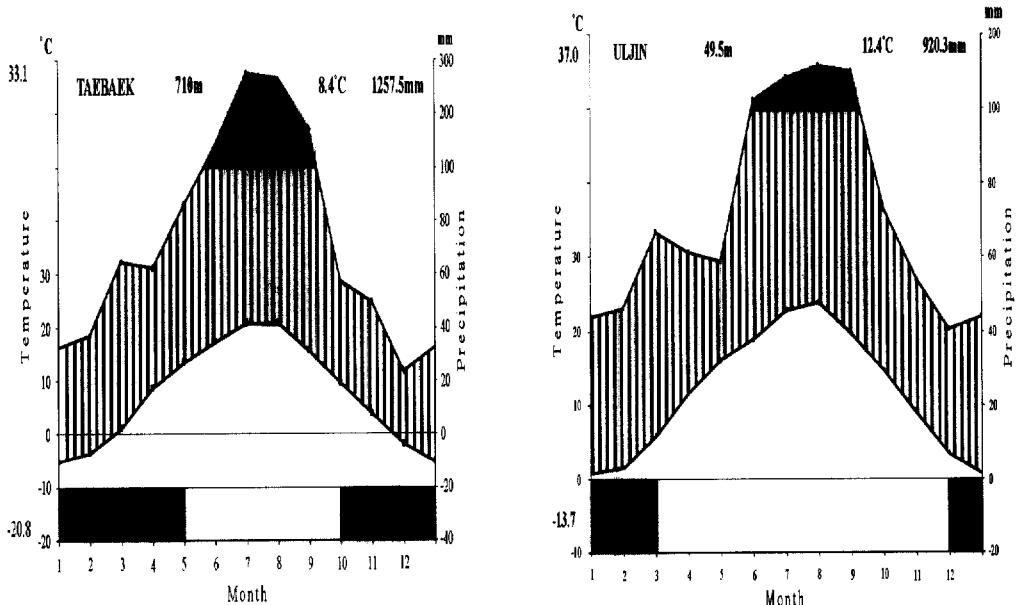


Figure 2. Climate diagrams of Taebaek(left) and Uljin(right) near Mt. Myeonsan.

은 이산의 정도에 따른 군도(sociability)계급 등을 측정하였다.

식생분류는 면산일대의 야외조사에서 얻은 73개의 식생자료들 가지고 엑셀프로그램을 이용하여 입력한 후 Ellenberg(1956)의 표조작법(tabulation method)에 의하여 소표(raw table), 여러 단계의 부분표(partial table), 상재도표(constancy table), 군락식별표(differential table)를 거쳐 최종결과인 총합상재도표를 작성하였다(Müller-Dombois and Ellenberg, 1974). 총합상재도표상의 각 식생단위(vegetation units)와 입지환경요인과의 상관관계 검토는 좀 더 정량적인 분석을 하고자 PC-ORD 프로그램의 CCA(canonical correspondence analysis) ordination을 이용하였다(Greig-Smith, 1983; Ter Braak, 1987). CCA는 cutoff R^2 value를 0.02, vector scaling을 100% 고정하여 그래프로 나타내었다.

결과 및 고찰

면산 일대의 73개 방형구에서 조사된 총 291종들의 종조성을 중심으로 하여 ZM 식물사회학적 분석방법으로 식생분류를 수행하였던 바 신갈나무군락군(*Quercus mongolica* community group)과 가래나무군락군(*Juglans mandshurica* community group)의 2개 군락군과 1개의 일본일갈나무식재림(*Larix leptolepis* plantation) 각각 분류되었다. 신갈나무군락군은 철쭉꽃군락, 노린재나무군락, 소나무군락, 박달나무군락, 물푸레나무군락, 사시나무군락, 피나무군락, 거제수나무군락, 물박달나무군락의 9개 군락단위로 세분되었으며, 가래나무군락군은 고로쇠나무군락(졸참나무군, 전형군), 들메나무군락, 난티나무군락(전형군, 까치밥나무군), 야광나무군락, 서어나무군락의 5개 군락단위와 4개 군단위로 세분되었다. 따라서 면산일대의 산림식생은 총 17개의 식생단위로 분류되었다(Table 1).

1. 식생단위

신갈나무군락군(*Quercus mongolica* community group; I)은 총 44개 조사구로 종군 1의 신갈나무, 당단풍, 국수나무, 조록싸리, 참취, 실새풀, 미역줄나무, 대사초, 큰기름새, 싸리, 시닥나무가 본 군락군의 표징종(character species) 또는 식별종(differential species)으로 나타났다. 입지환경요인들 중 지형은 사면하부에서 정상부까지로 나

타났으나 대부분 사면상부와 능선부에 집중되었고, 해발은 550~1,245m(평균 966m), 방위는 전방위에 분포하였고, 사면경사도는 0~50°(평균 23°), 노암율은 0~90%(평균 12%), 교목층의 수고는 5~19m(평균 12m), 교목층의 흉고직경은 8~58cm(평균 31cm), 출현종수는 9~45종(평균 20종)으로 나타났다.

I. 신갈나무군락군(*Quercus mongolica* community group)

I-A. 철쭉꽃군락(*Rhododendron schlippenbachii* community)

이 군락은 총 14개 조사구로 종군 4의 철쭉꽃, 산앵도나무, 진달래, 조릿대, 쇠물푸레, 지리대사초를 식별종으로 하고 있었다. 본 군락의 교목층 우점종은 신갈나무이었으며, 본 군락의 입지환경요인들 중 지형은 사면중부에서 정상부까지로 나타났다. 사면상부와 능선부에 집중되었고, 해발은 850~1,245m(평균 1,027m), 방위는 전 방위에 분포하였으며, 사면경사도는 0~30°(평균 22°), 노암율은 0~25%(평균 3%), 교목층의 수고는 5~17m(평균 11m), 교목층의 흉고직경은 8~42cm(평균 26cm), 출현종수는 9~18종(평균 13종)으로 나타났다.

I-B. 노린재나무군락(*Symplocos paniculata* community)

이 군락은 총 11개의 조사구로 종군 5의 노린재나무, 수리취, 나비나물, 벌개등굴, 어수리를 식별종으로 하였다. 교목층 우점종은 신갈나무이었으며, 본 군락의 입지환경요인들 중 지형은 사면중부에서 능선부까지로 나타났다. 사면상부와 능선부에 집중분포하였고, 해발은 900~1,180m(평균 1,083m), 방위는 전방위에 분포하였으며, 사면경사도는 0~40°(평균 18°), 노암율은 0~50%(평균 5%), 교목층의 수고는 10~15m(평균 13m), 교목층의 흉고직경은 24~58cm(평균 37cm), 출현종수는 16~31종(평균 22종)으로 나타났다.

I-C. 소나무군락(*Pinus densiflora* community)

이 군락은 총 8개의 조사구로 종군 6의 소나무, 산거울, 꼬리진달래, 남산제비꽃을 식별종으로 하고 있었고, 본 군락의 입지환경요인들 중에서 지형은 사면하부에서 사면상부까지 거의 균등하게 분포하였다. 해발은 580~1,050m(평균 798m), 방위는 남향에 주로 분포하는 경향이였으며, 사면경사도는 10~40°(평균 27°), 노암율은 0~40%(평균

Vegetation Unit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
-----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----

6. <i>Pinus densiflora</i>	I+1	I+	V45	3+1	.	.	.	.	.	I+	.	.	.	.	.	.	소나무
<i>Carex humilis</i>	.	.	III13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	산거울
<i>Rhododendron dauricum</i>	.	.	II2	2+1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	포리진달래
<i>Viola dissecta</i> var. <i>chaerophylloides</i>	.	.	IIIr+	.	.	.	.	.	1+	I+	.	.	.	.	.	.	남산재비꽃
7. <i>Betula schmidtii</i>	.	I1	.	435	.	.	.	.	.	III1	I1	.	.	.	.	.	박달나무
<i>Weigela subsessilis</i>	.	.	I1	312	.	.	.	.	.	.	I+	.	.	.	.	.	병꽃나무
8. <i>Fraxinus rhynchophylla</i>	II12	IV12	IV+2	1+	234	1+	.	1+	12	V+2	IV+1	2+1	.	11	1+	.	11	물푸레나무
9. <i>Populus davidiana</i>	.	I1	.	.	.	234	.	11	.	.	I1	사시나무
10. <i>Tilia amurensis</i>	II+1	I12	I+	11	.	1+	114	111	11	I+1	피나무
11. <i>Betula costata</i>	.	I1	.	.	.	2+1	11	13	.	I+1	III1	.	.	2+1	.	.	.	거제수나무
12. <i>Betula davurica</i>	II+1	I1	14	I1	I2	11	물박달나무

Differential species of *Juglans mandshurica* community group :

13. <i>Acer mono</i>	.	IIIr2	I1	2+	2-1	21	.	.	11	V+2	V+2	22	2+1	11	11	.	11	고로쇠나무
<i>Clematis apiifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	IIIr1	III+	11	.	.	1+	.	.	사위질팽
<i>Carpesium macrocephalum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II+1	III+	1+	.	.	11	.	.	여우오줌
<i>Brachybotrys paridiformis</i>	.	I+	.	.	.	.	.	.	.	IIr2	IIr+	.	.	.	.	.	.	당개지치
<i>Persicaria fauriei</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II+1	I1	11	.	.	.	1+	.	가시여뀌
14. <i>Quercus serrata</i>	.	.	I+	.	.	.	.	.	.	II12	.	.	.	.	.	.	.	졸참나무
15. <i>Fraxinus mandshurica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	11	.	234	.	11	.	.	.	들메나무
16. <i>Ulmus laciniata</i>	.	I1	.	1+	.	.	.	.	.	I+	I1	.	234	12	.	.	.	난티나무
<i>Acer mandshuricum</i>	.	I1	.	1+	.	.	.	.	.	I1	I2	.	212	234	.	12	.	복장나무
17. <i>Ribes mandshuricum</i>	.	I+	.	.	.	.	.	.	.	.	I+	.	.	212	.	.	.	까치밥나무
18. <i>Malus baccata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II+1	III1	.	.	.	.	14	.	야광나무
19. <i>Carpinus laxiflora</i>	.	.	.	4+2	.	.	.	.	.	I+	.	.	.	.	.	.	14	서어나무

Companions :

20. <i>Lindera obtusiloba</i>	IV+1	I1	IV+3	313	.	1r	.	.	.	IIIr2	II+1	212	.	.	.	11	212	생강나무	
<i>Philadelphus schrenckii</i>	.	II+3	I+	.	.	1+	.	1+	.	IV+2	V13	1+	21	2+2	12	1+	1+	고광나무	
<i>Schisandra chinensis</i>	I+2	I1	I+	.	.	11	11	.	.	IVr3	V+3	11	.	2+	11	11	.	오미자	
<i>Morus bombycis</i>	13	I+	I1	11	1+	.	.	.	.	V+3	III12	213	2+1	1+	12	.	.	산뽕나무
<i>Rodgersia chinensis</i> var. <i>dauidii</i>	I+	II+1	II+2	.	.	2+1	1+	.	.	II+	III+	2+	2+	.	11	1+	.	노루오줌	
<i>Carpinus cordata</i>	.	I2	.	.	.	11	1+	.	.	III+3	V13	12	223	.	.	.	12	1+	까치박달
<i>Rubus crataegifolius</i>	I+	II+	IIr+	2+1	2+2	III+	1+	산딸기
<i>Clematis heracleifolia</i> var. <i>dauidiana</i>	I+	I+	I+	1+	.	1+	.	.	.	IV+1	II+1	11	1+	1+	.	.	.	자주조희풀	
<i>Artemisia stolonifera</i>	I+	IV+	IIr1	1+	13	1+	.	.	.	Ir+	1+	넙은잎의잎속
<i>Euonymus oxyphyllus</i>	.	I1	.	1+	1r	11	.	.	.	II+1	I+	11	2+1	.	11	.	.	참회나무	
<i>Ulmus parvifolia</i> var. <i>coreana</i>	.	I+	I+	.	21	.	.	.	.	II+1	IV+1	11	.	.	12	.	.	느릅나무
<i>Ainsliaea acerifolia</i>	II+2	II+1	.	11	.	21	12	13	.	I+	1+	단풍취
<i>Hydrangen serrata</i> for. <i>acuminata</i>	.	I1	.	11	.	.	.	.	.	II+1	III+1	.	21	1+	.	11	.	산수국
<i>Isodon inflexus</i>	.	I+1	IIr+	.	.	.	.	.	1+	II+1	I+	.	.	.	.	.	.	산박하
<i>Diarrhena japonica</i>	.	I+	.	.	.	1+	1+	.	.	II+1	.	2+1	.	1+	12	.	.	용수염	
<i>Styrax obassia</i>	.	.	.	4+1	.	.	.	.	.	IIr1	II+1	.	.	.	.	.	.	꼭동백나무
<i>Phryma teptostachya</i> var. <i>asiatica</i>	.	I+	.	.	.	1+	.	.	.	IIIr1	I1	.	1+	.	1+	.	.	파리풀	
<i>Artemisia keiskeana</i>	Ir+	I+	IV+1	1+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	맑은대속
<i>Aristolochia manshuriensis</i>	.	I1	.	21	.	.	.	1r	.	IIr+	I+	11	1+	.	.	.	.	동철

※ Other 208 species omitted

13%), 교목층의 수고는 10~19m(평균 14m), 교목층의 흉고직경은 26~44cm(평균 36cm), 출현종수는 10~45종(평균 23종)으로 나타났다.

I-D. 박달나무군락(*Betula schmidtii* community)

이 군락은 총 4개의 조사구로 종군 7의 박달나무와 병꽃나무를 식별종으로 하였다. 본 군락의 입지환경요인들 중 지형은 4개 조사구 모두 사면중부로 나타났으며, 해발은 545~730m(평균 599m), 방위는 주로 북향에 분포하는 경향이었으며, 사면경사도는 35~50°(평균 43°), 노암율은 40~80%(평균 60%)로 나타났는데 사면경사도가 높고 노암율이 높은 것은 박달나무군락분포지가 주로 암벽지이기 때문이었던 것으로 생각된다. 교목층의 수고는 8~12m(평균 11m), 교목층의 흉고직경은 22~44cm(평균 31cm), 출현종수는 14~29종(평균 20종)으로 나타났다.

I-E. 물푸레나무군락(*Fraxinus rhynchophylla* community)

이 식생단위는 총 2개의 조사구로 지형은 사면중부와 사면상부로 나타났으며, 해발은 1,040~1,060m(평균 1,050m), 방위는 주로 남서향이었으며, 사면경사도는 약 20°, 노암율은 0~10%(평균 5%), 교목층의 수고는 6~10m(평균 8m), 교목층의 흉고직경은 12~24cm(평균 18cm), 출현종수는 2개 조사구 모두 22종으로 나타났다.

I-F. 사시나무군락(*Populus davidiana* community)

이 군락은 총 2개 조사구로 교목층 우점종이 사시나무와 신갈나무이었고, 지형은 사면중부와 능선부로 나타났으며, 해발은 1,040~1,060m(평균 1,050m), 방위는 주로 서향과 북서향이었으며, 사면경사도는 15~30°(평균 23°), 노암율은 0%, 교목층의 수고는 13~14m(평균 14m), 교목층의 흉고직경은 24cm, 출현종수는 29~33종으로 나타났다.

I-G. 피나무군락(*Tilia amurensis* community)

이 군락은 지형이 사면상부로 나타났고, 해발은 1,120m, 방위는 서향이었으며, 사면경사도는 30°, 노암율은 0%, 교목층의 수고는 11m, 교목층의 흉고직경은 30cm, 출현종수는 25종으로 나타났다.

I-H. 거계수나무군락(*Betula costata* community)

이 군락은 지형이 사면상부로 나타났고, 해발은 1,075m, 방위는 북서향이었으며, 사면경사도는

35°, 노암율은 0%, 교목층의 수고는 17m, 교목층의 흉고직경은 24cm, 출현종수는 25종으로 나타났다.

I-I. 물박달나무군락(*Betula davurica* community)

이 군락은 지형이 사면상부로 나타났고, 해발은 1,050m, 방위는 서향이었으며, 사면경사도는 20°, 노암율은 0%, 교목층의 수고는 13m, 교목층의 흉고직경은 34cm, 출현종수는 23종으로 나타났다.

II. 가래나무군락군(*Juglans mandshurica* community group)

가래나무군락군은 총 27개 조사구로 종군 2의 가래나무, 층층나무, 물참대, 십자고사리, 관중, 산팽이눈, 모시물통이, 황고사리, 귀룽나무, 고추나무, 물봉선, 다래, 산외 등을 표집종 또는 식별종으로 하고 있었다. 가래나무군락군의 입지환경요인들 중 지형은 계곡부에서 사면상부까지로 나타났으나 거의 대부분 계곡부에 집중되었고, 해발은 590~1,005m(평균 783m), 방위는 전 방위에 분포하였고, 사면경사도는 5~30°(평균 18°), 노암율은 0~90%(평균 39%), 교목층의 수고는 11~17m(평균 15m), 교목층의 흉고직경은 24~50cm(평균 32cm), 출현종수는 19~58종(평균 33종)으로 나타났다. 본 군락군의 환경요인이 신갈나무군락군의 환경요인에 비해 지형이 계곡부에 집중되었고, 노암율이 높았으며, 출현종수가 매우 많았던 것이 특징적이었다.

II-A. 고로쇠나무군락(*Acer mono* community)

이 군락은 총 19개의 조사구로 종군 13의 고로쇠나무, 사위질빵, 여우오줌, 당개지치, 가시여뀌를 식별종으로 하였다. 교목층 우점종은 가래나무와 층층나무이었고, 본 군락의 입지환경요인들 중에서 지형은 계곡부에서 사면상부까지로 나타났으나 거의 대부분 계곡부에 집중분포하였고, 해발은 590~940m(평균 764m), 방위는 전방위에 분포하였으며, 사면경사도는 10~30°(평균 17°), 노암율은 0~80%(평균 35%), 교목층의 수고는 11~17m(평균 15m), 교목층의 흉고직경은 24~40cm(평균 30cm), 출현종수는 19~48종(평균 33종)으로 나타났다.

II-A-1. 졸참나무군(*Quercus serrata* group)

이 군은 총 13개의 조사구로 교목층 우점종은 가래나무이었고, 본 군락의 입지환경요인들 중 지형은 계곡부 12개소와 사면중부 1개소로 나타났

고, 해발은 590~940m(평균 736m), 방위는 전방위에 분포하였으며, 사면경사도는 10~30°(평균 16°), 노암율은 0~80%(평균 28%), 교목층의 수고는 11~17m(평균 15m), 교목층의 흉고직경은 25~34cm(평균 31cm), 출현종수는 22~48종(평균 34종)으로 나타났다.

II-A-2. 고로쇠나무전형군(*Acer mono typical group*)

이 군은 총 6개의 조사구로 교목층 우점종은 층층나무이었으며, 본 군락의 입지환경요인들 중 지형은 계곡부 5개소와 사면상부 1개소로 나타났고, 해발은 740~920m(평균 823m), 방위는 전방위에 분포하였으며, 사면경사도는 10~30°(평균 19°), 노암율은 0~80%(평균 50%), 교목층의 수고는 13~16m(평균 14m), 교목층의 흉고직경은 24~30cm(평균 28cm), 출현종수는 19~44종(평균 30종)으로 나타났다.

II-B. 들메나무군락(*Fraxinus mandshurica community*)

이 군락은 2개의 조사구로 지형은 모두 계곡부, 해발은 795~850m(평균 823m), 방위는 남향이었으며, 사면경사도는 10~20°(평균 15°), 노암율은 0~60%(평균 30%), 교목층의 수고는 17m, 교목층의 흉고직경은 34~44cm(평균 39cm), 출현종수는 19~51종(평균 35종)으로 나타났다.

II-C. 난티나무군락(*Ulmus laciniata community*)

이 군락은 총 4개의 조사구로 중군 16의 난티나무와 복장나무를 식별종으로 하였다. 교목층 우점종은 난티나무와 복장나무이었으며, 본 군락의 입지환경요인들 중 지형은 모두 계곡부로 나타났고, 해발은 790~1,005m(평균 891m), 방위는 북향에 주로 분포하였으며, 사면경사도는 15~25°(평균 21°), 노암율은 20~90%(평균 54%), 교목층의 수고는 14~16m(평균 15m), 교목층의 흉고직경은 28~50cm(평균 39cm), 출현종수는 25~34종(평균 29종)으로 나타났다.

II-C-1. 난티나무전형군(*Ulmus laciniata typical group*)

이 군은 교목층 우점종이 난티나무로 나타났으며, 지형은 모두 계곡부이었고, 해발은 790~820m(평균 805m), 방위는 주로 북향이였다. 사면경사도는 20~25°(평균 23°), 노암율은 30~90%(평균 60%), 교목층의 수고는 16m, 교목층의 흉고직경은 42~50cm(평균 46cm), 출현종수는 25~

30종(평균 28종)으로 나타났다.

II-C-2. 까치밥나무군(*Ribes mandshuricum group*)

이 군은 교목층 우점종이 복장나무로 나타났으며, 지형은 모두 계곡부이었고, 해발은 950~1,005m(평균 978m), 방위는 북서향, 사면경사도는 15~25°(평균 20°), 노암율은 20~75%(평균 48%), 교목층의 수고는 14~15m(평균 15m), 교목층의 흉고직경은 28~34cm(평균 31cm), 출현종수는 27~34종(평균 31종)으로 나타났다.

II-D. 야광나무군락(*Malus baccata community*)

이 식생단위는 지형이 계곡부, 해발은 625m, 방위는 북동향, 사면경사도는 5°, 노암율은 40%, 교목층의 수고는 11m, 교목층의 흉고직경은 28cm, 출현종수는 58종으로 각각 나타났다.

II-E. 서어나무군락(*Carpinus laxiflora community*)

이 식생단위는 지형이 계곡부, 해발은 800m, 방위는 북동향, 사면경사도는 30°, 노암율은 60%, 교목층의 수고는 11m, 교목층의 흉고직경은 42cm, 출현종수는 24종으로 각각 나타났다.

III. 일본잎갈나무식재림(*Larix leptolepis plantation*)

이 식생단위는 인공림으로 2개 조사구이었으며, 지형은 사면하부와 사면상부, 해발은 700~880m(평균 790m), 방위는 남동향, 사면경사도는 30°, 노암율은 0%, 교목층의 수고는 13~17m(평균 15m), 교목층의 흉고직경은 22~27cm(평균 25cm), 출현종수는 13~22종(평균 18종)으로 각각 나타났다.

2. 환경과 식생단위와의 관계

일반적으로 서열법(ordination)의 목적은 군집의 구조를 밝히고 군집에서 식생과 환경과의 상호작용에 대한 가정을 유출해 내는 것이다. 또한 산림식생은 환경요인에 따라 그 구조가 달라지므로 식생들을 한 개 또는 그 이상의 생태학적 구배에 따라 배열하는 과정으로 다변량 data set에서 그 유형을 찾아내는 분석법이다(Goodall, 1963; Greig-Smith, 1983; Ter Braak, 1986, 1987). 본 조사지에 있어서 CCA(canonical correspondence analysis) ordination에 의해 17개 식생단위와 5개 환경요인(해발, 지형, 경사, 노암, 방위)과의 상관관계 등을 분석하였다(Table 2, Table 3, Figure 3). 그

결과 Second matrix의 환경요인들간 상관관계를 볼 때, 지형과 해발은 높은 정(+)의 관계가 있는 반면에 지형과 노암율은 높은 부(-)의 관계를 보여 주었다.

Ordination 축들에 대한 5개 환경요인들의 상관관계 분석결과 1축상에서는 지형, 해발, 노암의 환경요인들이 높은 상관관계를 나타내었고, 2축상에서는 해발과 경사가 높은 상관관계가 있었으며, 3축상에서는 방위, 경사, 노암이 높은 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 1축상에서 지형이 가장 높은 상관관계가 있는 것으로 나타났는데, 이는 본 조사지의 식생단위에 대한 생태학적 이해를 위한 중요한 정보를 제공해 준다고 할 수 있다. 한편, 지형이 높은 상관관계를 갖고 있지만, 전반적으로 ordination 축들에 대하여 높은 상관관계를 나타낸 환경요인은 지형과 해발이었는데, 이는 일반적으로 축을 기준으로 할 때 군락에 영향을 미치는 중요한 환경요인이 해발이었다는 연구결과(송호경 등, 1992; 정진철 등, 1994, 이수원 등, 1997; 김창환과 길봉섭, 1997; 윤충원과 홍성천, 2000)와 일치하는 경향이였다.

Table 2. Raw and weighted correlation among variables in second matrix.

* Raw correlations among variables in second matrix

	0.667	0.025	-0.45	-0.132
0.702		-0.321	-0.373	-0.249
0.019	-0.294		0.229	0.304
-0.482	-0.401	0.205		0.107
-0.141	-0.237	0.343	0.074	

* Weighted correlations among variables in second matrix

Figure 3의 CCA ordination에서 주요 식생의 군락단위와 5개 환경요인들과의 관계를 보면 세로 축을 중심으로 좌우로 크게 2개의 그룹으로 구분할 수 있는데, 좌측에 집중되어있는 식생단위들은 신갈나무군락군에, 우측에 집중되어 있는 식생단위들은 가래나무군락군에 각각 포함되었다. 그러나 일본잎갈나무식재림은 거의 축 중앙에 나타나므로 환경구배에 따른 분포경향을 해석할 수 없었다. 이는 인공림이기 때문에 초래된 결과라고 생

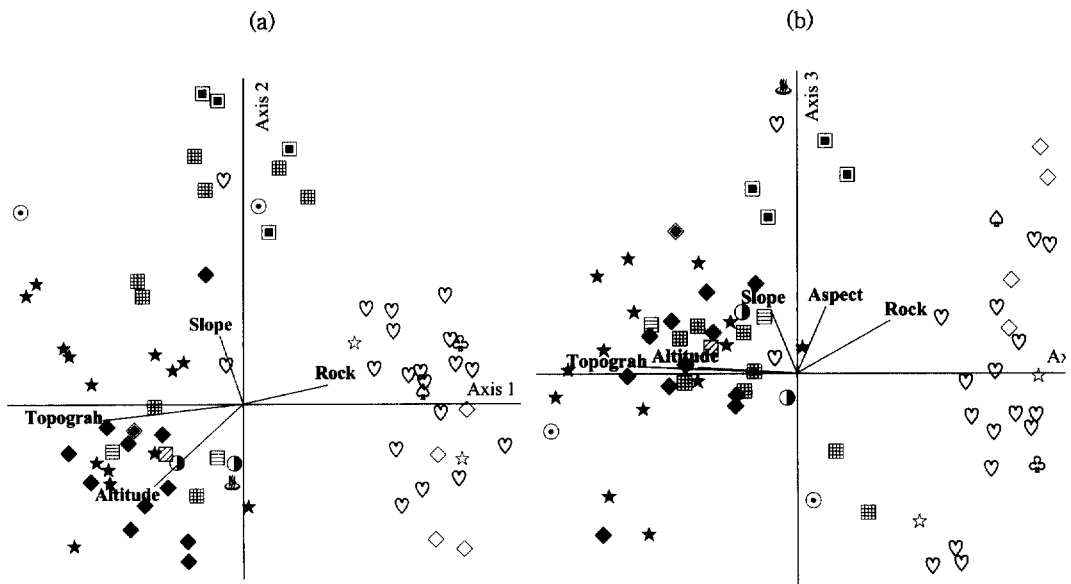


Figure 3. Canonical correspondence analysis(CCA) diagram(a, b) shows vegetation units and major environmental variables(arrow) against the axis 1 and axis 2(a) and against the axis 1 and axis 3 (b). Cutoff R^2 value is 0.20 and vector scaling is 100%. Plot symbol ★ : I-A(*R. schlippenbachii* com.), ◆ : I-B(*S. paniculata* com.), ▨ : I-C(*P. densiflora* com.), ▩ : I-D(*B. schmidtii* com.), ○ : I-E(*F. rhynchophylla* com.), ▤ : I-F(*P. davidiana* com.), ♣ : I-G(*T. amurensis* com.), ⬠ : I-H(*B. costata* com.), ▨ : I-I(*B. davurica* com.), ♥ : II-A(*A. mono* com.), ☆ : II-B(*F. mandshurica* com.), ◇ : II-C(*U. laciniata* com.), ♣ : II-D(*M. baccata* com.), ♠ : II-E(*C. laxiflora* com.), ⊙ : III(*L. leptolepis* plantation).

Table 3. Canonical coefficients and inter-set correlations between ordination axes and environmental factors.

Variables	Canonical Coefficients			Correlation Coefficients		
	Axis 1	Axis 2	Axis 3	Axis 1	Axis 2	Axis 3
Topography	-.747	.352	.047	-.896**	-.122	.052
Altitude	.043	-.708	.273	-.571**	-.614**	.040
Slope	-.183	.247	.234	-.149	.506**	.473**
Rock	.180	-.043	.337	.537**	.141	.395**
Aspect	.107	-.181	.312	.166	.024	.494**
Eigenvalue	.722	.391	.288			

**P<0.01

각된다. 신갈나무군락군은 전반적으로 계곡보다는 능선부쪽으로 갈수록, 해발이 높을수록, 경사가 급할수록 많이 분포하는 정의 관계를 나타내었고, 가래나무군락군은 신갈나무군락군과는 대체로 역의 관계를 보였다. 그러나 가래나무군락군에 있어서 노압울은 정의 관계를 나타내는 환경요인이었다.

인용문헌

1. 손요환·김진수. 1997. 산림생태계 관리: 개념, 원칙 및 적용방법을 중심으로. 한국생태학회지 20(3): 201~216.
2. 송호경·권기원·이돈구·장규관·우인식. 1992. TWINSpan과 DCCA에 의한 중왕산의 삼림군집과 환경의 상관관계분석. 한국임학회지 81(3):247~254.
3. 신준환·김철민. 1996. 우리나라의 생태계 구분(I): 생태권역구분. 산림과학논문집 54: 188~199.
4. 윤충원·홍성천. 2000. 금강송림의 식생구조에 관한 정량적 분석. 한국생태학회지 23(3): 281~291.
5. 이병천·신준환. 1994. 덕유산 천연림지역의

식생의 군락분류 및 임분구조. 산림과학논문집 54: 104~115.

6. 이병천·김철민. 1998. 계방산 일대 산림식생의 군락분류와 임분구조. 산림과학논문집 58: 123~134
7. Braun-Blanquet, J. 1964. Pflanzensozologie Grundzuge der Vegetation der Vegetation 3. Auf, Springer-Verlag. Wien. N. Y. 865pp.
8. Ellenberg, H. 1956. Grundlagen der vegetationsgliederung. I. Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. In: Walter, H.(Hrsg.) Einfuhrung in die Phytologie IV. 136pp. Stuttgart.
9. Müller-Dombois, D. and H. Ellenberg. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. Wiley. New York. 547pp.
10. Goodall, D. W. 1963. The continuum and the individualistic association. Vegetatio 11: 297-316.
11. Greig-Smith, P. 1983. Quantitative plant ecology. 3rd ed. Blackwell, Oxford. 256pp.
12. Kim, C.H. and B.S. Kil. 1997. Canonical Correspondence Analysis(CCA) on the Forest Vegetation of Mt. Togyu National Park. The Korean Journal of Ecology 20(2): 128~132.
13. Ter Braak, C. J. F. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. Ecology 67: 1167~1179.
14. Ter Braak, C. J. F. 1987. CANOCO-a FORTRAN program for canonical community ordination by (partial) (detrended) (canonical) correspondence analysis, principal components TNO Institute of Applied Computer Science, Statistics Department. Wageningen. The Netherlands.