

智異山 천왕봉-덕평봉 地域의 森林群集構造에 關한 研究
- 구상나무林 -^{1*}

金甲泰² · 秋甲喆³ · 嚴泰元⁴

Studies on the Structure of Forest Community at
Cheonwangbong-Deokpyungbong
Area in Chirisan National Park - *Abies koreana* Forest -^{1*}

Gab-Tae Kim², Gab-Chul Choo³ and Tae-Won Um⁴

요 약

지리산 국립공원의 천왕봉(1,915m)-덕평봉(1,521m)을 중심으로 한 고산지대에 분포하는 우리나라의 특산종인 구상나무의 생육현황과 구상나무림의 군집구조를 정확히 파악하여 앞으로의 구상나무림 관리의 기초자료로 활용하고자, 구상나무가 분포하는 지역에 48개의 조사구(10×10m)를 설치하여 식생을 조사하였다.

Cluster 분석 결과 조사 대상지는 세 개의 집단 - 구상나무 군집, 구상나무-신갈나무 군집, 가문비나무-사스래나무 군집 - 으로 분류되었다. 수종간의 상관관계는 가문비나무와 마가목; 신갈나무와 쇠물푸레 및 노린재; 나래회나무와 산앵도나무 등의 수종들 간에는 비교적 높은 정의 상관관계를, 신갈나무와 마가목 등의 수종들 간에는 높은 부의 상관관계를 보였다. 본 조사지의 종다양도는 0.7208-1.2074로 나타났다. 구상나무의 활력이 저조한 것으로 나타났으며, 12.24%는 고사목이었다. 구상나무 고사목은 흉고직경 10-30cm 범위의 것들이 대부분이었다.

주요어; 한국특산종, 상대우점치, Cluster분석, 종다양성, 종의 상관성

ABSTRACT

To investigate the structure and the conservation strategy of Korean native species, *Abies koreana* forest at Cheonwangbong-Deokpyungbong area in Chirisan National Park, 48 plots(10×10m) were set up with random sampling method.

Three groups - *Abies koreana* community, *Abies koreana-Quercus mongolica* community, *Picea jezoensis-Betula ermanii* community - were classified by cluster analysis. High positive correlations were shown between *Picea jezoensis* and *Sorbus commixta*; *Quercus mongolica* and *Fraxinus sieboldiana*, *Symplocos chinensis*; *Euonymus macroptera* and *Vaccinium koreanum*, and high negative correlations were shown between *Quercus mongolica* and *Sorbus commixta*. Species diversity(H') of investigated area was calculated 0.7208-1.2074. Vigor of *Abies koreana* was depressed, 12.24% of total number of *Abies koreana* investigated were dead. DBH of dead individuals ranged mainly 10-30cm.

¹ 接受 1997年 1月 22日 Received on January 22, 1997

² 상지대학교 생명자원과학대학 Coll. of Life Sci. & Natu. Resour. Sangji Univ. Wonju 220-702, Korea

³ 진주산업대학교 Chinju Natl.Univ. Chinju 660-280, Korea

⁴ 서울대학교 대학원 Dept. of Forest Resources, Seoul Nat'l Univ. Suwon, Korea.

* 이 연구는 교육부 학술연구 조성비(농업과학 : 농-95-22)에 의하여 연구되었음.

Key words ; Korean native species, importance value, cluster analysis, species diversity, species correlations

서 론

지리산은 일명 두류산이라고 하며, 경남 함양군과 하동군, 전북 남원시, 전남의 구례군에 걸쳐 있는 큰 산으로 1967년 12월에 국립공원 제1호로 지정된 명산이다. 지리산은 소백산맥의 남단에 높이 솟은 잔구로 천왕봉(1,915m), 반야봉(1,752m), 노고단(1,506m) 등의 3대 주봉을 비롯하여 1,500m를 넘는 고봉들이 구름 위로 치솟은 거대한 산악군을 형성하고 있으며, 크고 작은 계곡과 능선이 제마다 특색을 자랑하는 우리나라의 5대 산악 중의 하나이다. 울창한 자연림과 운무로 뒤덮힌 영산에 걸맞는 유서 깊은 고찰과 국보, 보물, 문화재 등이 풍부하다. 이런 이유로 지리산을 찾는 이용객은 해마다 폭발적으로 늘고 있으며, 개발압력이 매우 높아 산과 자연을 사랑하는 많은 사람들의 우려가 심한 곳이다.

최근 지리산에 분포하는 구상나무의 쇠퇴현상이 많은 사람들의 관심이 되고 있다(김은식, 1994 ; 김갑태 등, 1991 ; 김태욱 등, 1988). 구상나무는 1915년 中井의 식물 조사보고서에 분비나무로 수록하였으나, 그 해 東亞植物 권위자 E.H. Wilson이 中井과 더불어 한라산에서 이 나무를 발견하고는 분비나무와는 다른 새로운 종, 구상나무(*Abies koreana*)라 명명하여 우리나라의 특산종이 된 나무(이창복, 1970)로 지리산, 한라산, 덕유산, 가야산의 고산지대에 분포(정태현과 이우철, 1965)하는 구상나무의 고사목은 이미 널리 알려져 있다. 지리산 반야봉을 중심으로 구상나무림을 조사한 김갑태(1991)는 구상나무림이 세개의 집단으로 분류되고 약 12%에 달하는 구상나무 개체가 고사목임을 밝힌 바 있다. 구상나무는 다른 고산수종에 비하여 고사하는 개체가 많으며(김은식, 1994 ; 김갑태 등, 1991), 상층에 비하여 우점종 중, 하층에서 현저히 줄어들어 점차 구상나무가 줄어들고 있는 것으로 추정된다(이강령, 1992 ; 문현식과 이강령, 1994 ; 김갑태 등, 1991). 이운원과 홍성천(1995)은 구상나무림의 보존과 임업경영에 필요한 자료를 얻고자 ZM 방식으로 군락분류를 하였으며, 정재민 등(1996)은 지리산 구상나무림 식생구조와 치수발생을 조

사하여 상층의 피도와 치수발생 및 생육과 밀접한 관련이 있음을 보고하였다. 김은식(1994)은 구상나무림의 고사원인을 밝히고자 한라산과 지리산을 조사하여 이러한 구상나무 고사를 전세계적인 삼림쇠퇴 현상으로 판단하였으며, 쇠퇴의 가장 중요한 인자는 오염으로 인한 이상기후일 것이라 주장하였다. 김갑태 등(1996)은 오대산 두노봉 - 상왕봉의 주목과 분비나무의 생육쇠퇴현상이 심하며, 분비나무의 10.9%는 고사목임을 보고하였다. 고산지대의 식생은 훼손은 쉬우나 복원이 매우 힘들며, 저지대의 식생형과는 크게 다르며 독특한 식생구조를 가지고 있다는 점이 고산지대의 식생보존의 필요성으로 지적되어 왔으며, 특히, 구상나무림에 대한 조사와 대책수립이 필요함을 주장하였다.

이에 이 연구는 지리산 국립공원의 천왕봉(1,915m) - 덕평봉(1,521m)을 중심으로 한 고산지대에 분포하는 우리나라의 특산종인 구상나무의 생육현황과 구상나무림의 군집구조를 정확히 파악하여 앞으로의 구상나무림 관리의 기초자료로 활용하고자, 구상나무가 분포하는 지역에 48개의 조사구(10×10m)를 설치하여 식생을 조사 분석하였다.

조사구 설정 및 연구방법

1. 조사구 설정

가능한한 천연림 상태를 유지하고 있는 임분에서 현존식생을 감안하여 적절한 수의 조사구를 설정하는 방법으로 조사대상 전지역에 대하여 48개의 조사구(10×10m)를 설치하고 조사지의 주요 환경인자, 토양특성 및 식생을 조사하였다. 조사 항목은 표고, 방위, 경사도, 지형, 낙엽피, 토심, 토양산도, 토양수분 조건, 토양산도 등을 간략히 조사하였다. 조사 대상지의 지형과 조사구의 위치를 Fig. 1에 보였다.

2. 식생 및 구상나무 생육현황 조사

각 조사구에 대한 식생조사는 수관의 위치에 따라 상, 중, 하층으로 구분하여 상층과 중층은 수종, 개체수, 수고, 흉고직경을 조사하였으며, 하층은 수종, 개체수, 피도를 조사하였다. 식생

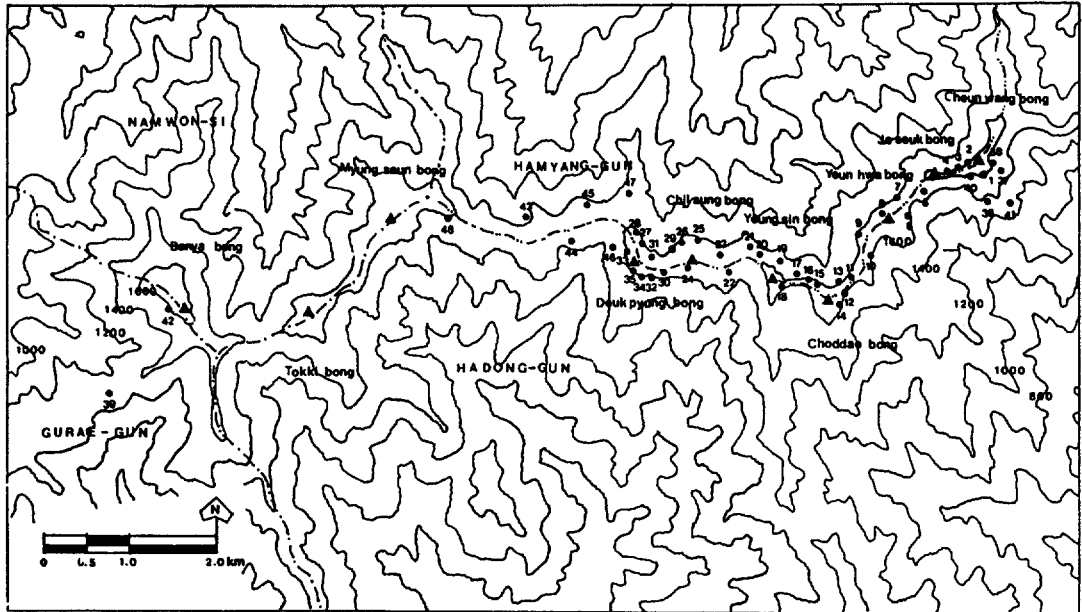


Fig. 1. Location map of sample plots in Chirisan

조사는 1995년 10월 초순, 1996년 6월 중순, 8월 하순에 실시하였다. 구상나무의 생육현황은 김갑태 등(1994)이 덕유산 조사에서 이용한 고산수목 생육현황 조사표를 이용하여, 몇 가지 입지환경, 임황, 잎의 변색과 낙엽, 줄기의 생육상태, 정아우세, 수세 등에 대하여 조사하고, 고산목에 대한 조사를 병행하였다.

3. Cluster 분석 및 종의 상관성

각 조사구 내에서 집계된 수종별 개체수 자료 - 상, 중, 하층을 구성하는 목본식물 - 를 이용하여 48개의 조사구들을 Ludwig와 Reynolds(1988)의 방법으로 개인용 컴퓨터를 이용하여 분석하였다. 조사구들 간의 거리는 percent dissimilarity (PD)를 적용하였다. 각 수종의 상관성을 48개 조사구의 상대적으로 빈도가 높은 35종의 개체수 자료로 Ludwig와 Reynolds(1988)의 방법으로 개인용 컴퓨터를 이용하여 계산하였다.

4. 삼림구조 분석

Cluster 분석의 결과로 분류된 각 집단별 삼림 구조를 비교하기 위하여, 식생조사의 결과로 얻어진 자료에 의하여 각 수종의 상대적인 중요도를 나타내는 측도로써 상대우점치(importance value, IV)를 (상대밀도+상대피도+상대빈도)/3

으로 계산하였으며, 상중하층의 개체의 크기를 고려하여(상층IV×3+중층IV×2+하층IV)/6로 평균상대우점치(MIV)를 계산하였다. 종구성의 다양한 정도를 나타내는 측도인 종다양성은 종다양도(species diversity, H'), 균재도(evenness, J'), 우점도(dominance, D')에 의하여 종합적으로 비교하였으며, 일반적으로 이용되는 Shannon의 수식(Pielou, 1975)을 적용하였다.

결과 및 고찰

1. 조사지 개황

각 조사구의 주요 환경인자와 식피율 및 출현 종수를 Table 1에 보였다. 조사구들은 해발 1,200-1,890m 사이에 분포하며, 지리산 천왕봉, 제석봉, 연화봉, 쫓대봉, 영신봉, 칠성봉, 덕평봉을 중심으로 한 산정부에 분포되었다. 경사도는 3-40°, 교목상층의 수고는 5-13m 범위에 속하였다. 낙엽되는 0-15cm, 토심은 5-20cm의 범위로 비교적 건전한 산림토양이었다. 토양수분 조건은 고산지대로 대부분이 중 정도이나 부분적으로 지형적 요인으로 다소 건조한 곳도 있었다. 식피율은 10-90%, 조사구당 목본식물의 출현종수는 8-18종으로 비교적 다양한 종이 서식하는 자연림상태인 것으로 나타났다.

Table 1. Description of physical features, soil and vegetation for each plot in Chirisan.

Group	A																							
	33	47	21	4	9	10	30	35	17	40	20	38	23	26	22	13	6	25	7	12	8	19	18	42
Altitude	1480	1250	1470	1800	1650	1600	1490	1370	1510	1900	1500	1820	1500	1510	1495	1510	1460	1500	1750	1650	1667	1495	1500	1732
Aspect	W	E	WE	S	W	E	SE	SW	NW	SW	NE	SE	NW	NW	SW	NW	SE	NE	NE	W	N	NE	NE	SW
Slope(°)	35	30	10	40	10	50	20	15	3	35	20	20	10	30	30	20	10	5	10	35	20	25	30	35
Tree height(m)	7	8	10	8	10	6	8	12	8	7	8	13	10	7	12	9	8	8	8	10	8	8	9	6
Litter depth(cm)	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	0	5	5	5	5	5	5	5	7	4	5	5	2
Soil depth(cm)	10	10	10	5	5	5	10	20	10	5	5	10	5	5	10	10	10	5	5	10	5	5	5	5
Soil moisture	D	M	M	M	D	D	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	D	D	D
Tree cover	40	15	50	40	40	90	60	15	70	20	90	60	70	60	70	50	30	30	30	30	40	90	90	40
No. of species (100m ²)	13	10	13	14	15	11	15	15	11	8	8	8	12	15	10	19	15	16	15	15	11	11	10	9

Group	B																		C					
	15	16	43	11	31	1	14	29	35	32	28	34	5	24	44	48	41	27	45	46	36	37	2	3
Altitude	1600	1730	1200	1640	1490	1870	1610	1480	1500	1495	1480	1500	1600	1576	1200	1250	1500	1490	1250	1300	1580	1890	1850	1800
Aspect	N	N	NW	W	NE	SE	SE	NE	SW	SE	NE	SW	S	SW	NW	N	W	NE	NE	SW	SW	NW	NW	NW
Slope(°)	10	15	10	10	25	30	15	20	15	10	10	15	40	20	35	40	15	10	20	30	5	15	30	25
Tree height(m)	14	8	8	7	10	9	8	8	10	10	10	12	8	12	9	7	5	9	10	6	13	6	7	9
Litter depth(cm)	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	5	3	5	7	5	3	3	5
Soil depth(cm)	5	5	10	10	10	5	10	10	10	10	10	10	5	5	20	10	5	5	10	15	10	5	5	5
Soil moisture	M	D	W	D	M	D	M	D	D	D	D	M	D	D	M	M	M	D	M	D	M	W	W	W
Tree cover	20	50	10	50	20	40	50	30	20	20	20	30	40	60	5	10	5	40	10	10	35	20	20	30
No. of species (100m ²)	15	9	16	18	18	10	11	15	16	14	19	16	18	16	18	16	13	18	16	18	8	9	12	11

2. Cluster 분석

지리산에서 조사된 35수종, 48개의 조사구의 자료를 이용하여 Cluster 분석한 결과를 Fig. 2에 보였다. 비교적 해발고 범위가 좁은 고산지대에 분포하는 조사구들로 해발고, 지형 및 방위에 의하여 토양수분이 많고 적음에 따라 크게 두개의 집단으로 나뉘었고, 상대적으로 해발고가 낮고 토양수분이 상대적으로 적은 지역은 우점종의 차이로 다시 두개의 집단으로 나뉘어 크게 세개의 집단으로 나뉘었다. 분류된 군집 A는 구상나무 군집으로 한라산, 덕유산 등에 특징적으로 분포하는 군집이다. 군집 B는 구상나무-신갈나무 군집으로 조사대상지에 신갈나무의 우점도가 상대적으로 가장 높아 온대지방의 고산지대의 대표적인 능선형 군집에 가까운 식생구조를 보였다. 군집 C는 가문비나무-사스래나무 군집이었다.

각 조사구들을 Cluster 분석한 결과에 따라 분리된 3개의 군집으로 나누어 주요수종에 대한 수종별 우점치를 정리한 것이 Table 2이다. 상층하층의 개체의 크기를 고려하여 계산된 평균상대우점치(MIV)의 경우, 군집 A에서는 구상나무의 MIV가 31.6%로 가장 높고 다음이 사스래나무, 잣나무의 순이었다. 군집 B에서는 구상나무의 MIV가 16.1%로 가장 높고, 신갈나무의 MIV가 13.8%로 다음으로 높았다. 군집 C에서는 시달나무의 MIV가 18.9%로 가장 높고, 다음이 사스래나무, 가문비나무의 순이었다.

군집 A의 경우는 상층에서 구상나무의 IV이 44.4%로 매우 높고 잣나무와 사스래나무의 IV이 각각 10.2, 10.0%였으며, 중층에서 구상나무의 IV이 22.6%로 가장 높고 철쭉, 사스래나무, 마가목의 순으로, 하층에서 철쭉의 IV이 11.8%로 가장 높고 구상나무, 진달래, 미역줄나무의 순으로 IV이 높게 나타났다. 고산지대의 사면이나 북향의 능선부에 분포하는 31개의 조사구가 포함된 군집 A는 구상나무가 우점종인 구상나무 군집이었으며, 잣나무, 가문비, 마가목 등이 수반종으로 나타난 전형적인 아고산대 식생구조를 보였다. 중층에서도 구상나무의 IV이 매우 높게 유지되고 있으며, 하층에서는 철쭉이 구상나무의 입지를 잠식해가는 과정으로 판단된다. 이러한 숲의 구조로 보아 군집 A는 당분간 구상나무림으로 그 모습을 유지할 것으로 보이나, 장기적으로는 환경의 변화에 따라 중, 하층의 철쭉과 상

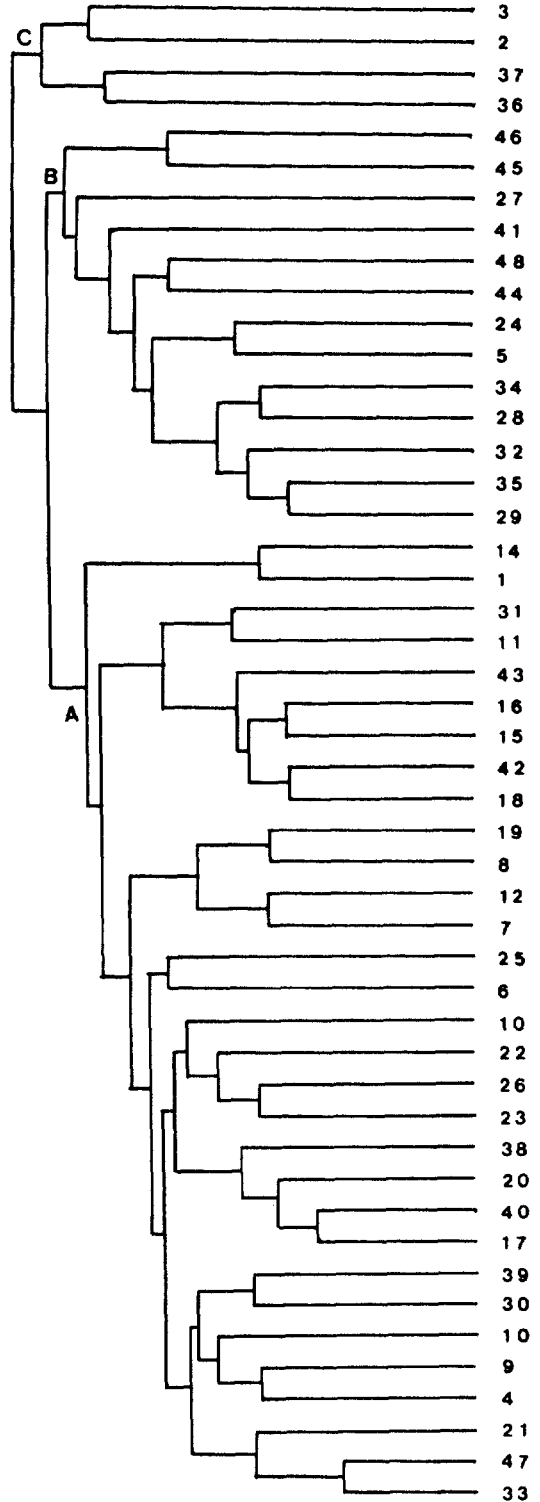


Fig. 2. Dendrogram of stand classification of forty eight plots in Chirisan

Table 2. Importance value(IV) and mean importance value(MIV) of major woody species for each groups.

Tree species	A-group				B-group				C-group			
	Upper	Middle	Lower	MIV	Upper	Middle	Lower	MIV	Upper	Middle	Lower	MIV
<i>Abies koreana.</i>	44.4	22.6	11.5	31.6	25.0	9.0	3.8	16.1	15.4	-	-	7.7
<i>Pinus koraiensis.</i>	10.2	4.9	4.2	7.4	11.9	3.5	3.0	6.4	9.0	2.9	-	5.4
<i>Picea jezoensis.</i>	5.8	1.0	0.9	3.3	-	-	-	-	24.2	-	-	12.1
<i>Quercus mongolica.</i>	5.4	1.9	1.4	3.5	20.0	11.0	1.1	13.8	9.7	5.0	5.6	7.4
<i>Betula ermanii.</i>	10.0	9.8	2.3	8.6	4.5	2.6	0.3	3.1	18.4	9.7	-	12.4
<i>Taxus cuspidata.</i>	1.1	1.7	-	1.1	4.1	-	-	2.0	-	-	-	-
<i>Fraxinus sieboldianum.</i>	3.4	4.8	1.5	3.5	7.9	12.0	3.2	8.5	-	8.3	5.2	3.6
<i>Acer pseudo-sieboldianum.</i>	4.4	6.6	1.3	4.6	4.0	7.1	3.6	4.9	2.7	-	-	1.3
<i>Acer ischonoskii</i> var. <i>rubripes.</i>	2.6	6.3	6.5	4.4	1.2	5.7	1.8	2.6	11.7	32.8	13.2	18.9
<i>Acer ukurunduense.</i>	-	-	-	-	2.0	2.0	-	1.6	-	-	-	-
<i>Sorbus commixta.</i>	4.6	7.8	2.0	5.2	1.7	1.4	0.7	1.4	5.9	2.7	-	3.8
<i>Euonymus marcroptera.</i>	0.3	3.7	4.8	2.1	-	-	-	-	-	3.1	-	1.0
<i>Magnolia sieboldii.</i>	-	2.9	1.3	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tilia amurensis.</i>	-	-	-	-	3.7	1.4	-	2.3	-	-	-	-
<i>Malus baccata.</i>	-	-	-	-	3.8	2.9	0.3	2.9	-	-	-	-
<i>Cornus controversa.</i>	-	-	-	-	2.2	8.6	-	3.9	-	-	-	-
<i>Ilex macrospda.</i>	-	-	-	-	0.6	3.5	-	1.3	-	-	-	-
<i>Symplocos chinensis</i> f. <i>pilosa</i>	-	-	-	-	0.6	8.2	2.8	3.4	-	-	-	-
<i>Euonymus sachalinensis.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.5	4.7	1.9
<i>Weigela subsessilis.</i>	-	1.5	3.1	1.0	-	-	-	-	-	6.5	-	2.1
<i>Tripterygium regelii.</i>	-	-	10.7	1.7	-	-	-	-	-	-	35.7	5.9
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	-	16.6	11.8	7.5	-	6.5	5.9	3.1	-	7.1	7.5	3.6
<i>Rhododendron mucronulatum.</i>	-	0.8	11.1	2.1	-	-	-	-	-	-	8.0	1.3
<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>ciliatum.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.9	8.4	2.3

층의 사스래나 당단풍의 IV값이 높아질 것으로 판단된다. 군집 B의 경우는 상층에서 구상나무의 IV이 25.0%로 가장 높고 신갈나무의 IV이 20.0%로, 잣나무의 IV이 11.9%였으며, 중층에서는 쇠물푸레, 신갈나무, 구상나무, 층층나무의 순으로, 하층에서는 철쭉, 구상나무, 당단풍, 쇠물푸레의 순으로 IV이 높게 나타났다. 비교적 건조한 고산지대의 능선부와 남향사면에 분포하는 13개의 조사구가 포함된 군집 B는 구상나무와 신갈나무가 우점종인 구상나무-신갈나무군집이었으며, 중층에서는 이미 쇠물푸레와 신갈나무의 IV이 구상나무의 IV을 앞서고 있으며, 하층에서는 철쭉, 당단풍, 쇠물푸레나무 등이 구상나무의 입지를 잠식해가는 과정으로 판단된다. 이러한 숲의 구조로 보아 군집 B는 점차 온대지방의 대표적인 능선형 군집인 신갈나무림으로 변화해 갈 것으로 판단된다. 군집C의 경우는 상층에서 가문비나무의 IV이 24.2%로 가장 높고 사스래나무의 IV이 18.4%로, 구상나무의 IV이 15.4%로, 시달나무의 IV이 11.7%였으며, 중층에서는 시달나무의 IV이 32.8%로 가장 높고 사스래나무, 쇠물푸레, 철쭉의 순으로, 하층에서는 미역줄나무, 시달나무, 털진달래, 진달래의 순으로 IV이 높게 나타났다. 토양수분이 많은 편인 북향의 산정부에 분포하는 4개의 조사구가 포함된 군집 C는 시달나무, 사스래 및 가문비나무가 우점종인 가문비나무-사스래나무 군집이었다. 상층에서 비교적 높은 IV값을 보였던 가문비와 구상나무는 중, 하층에서 전혀 나타나지 않고, 상대적으로 시달나무와 신갈나무는 상, 중, 하층에서 IV값이 고르게 유지되고 있으며, 하층에서는 미역줄나무의 IV값이 매우 높게 나타났다. 이러한 숲의 구조로 보아 군집 C는 당부간 산정부 부근의 다습한 환경에서 흔히 분포하는 시달나무의 우점도가 높게 유지될 것으로 판단된다.

조사대상지는 천왕봉-덕평봉을 중심으로 한 고산지대의 구상나무림으로, 덕유산의 경우(이윤원 과 홍성천, 1995; 문현식과 이강령, 1994)와 비슷한 식생구조를 지니고 있으며, 반야봉 지역(김갑태 등, 1991)과 거의 비슷한 식생구조였다. 구상나무의 IV값이 상층에서는 높으나 중하층에서 급격히 감소하는 경향도 비슷하게 나타났다.

3. 종의 상관성

Table 3에 48개 조사구별 개체수 자료에 의하여 주요 수종들의 분포간에 상관성을 나타내었다. 위쪽은 Pearson의 방법으로 계산한 상관계수이며, 아래쪽은 Spearman의 순위상관계수이다.

수종간의 상관관계에서는 사스래와 털진달래; 신갈과 쇠물푸레 및 노린재; 홍괴불과 피나무; 가문비나무와 마가목; 철쭉과 산이스라지; 나래회나무와 산앵도; 당단풍과 피나무; 함박꽃나무와 산앵도나무 등의 수종들 간에는 높은 정의 상관성이 인정되었고, 신갈과 마가목 등의 수종들 간에는 높은 부의 상관성이 인정되었다. 한편 순위상관에서는 가문비나무와 마가목; 야광나무와 잣나무; 신갈과 조릿대, 쇠물푸레 및 노린재; 나래회나무와 산앵도나무; 조릿대와 노린재나무; 함박꽃나무와 피나무 등의 수종들 간에는 높은 정의 상관성이 인정되었고, 신갈과 가문비나무, 마가목 및 시달나무 등의 수종들 간에는 높은 부의 상관성이 인정되었다.

이상의 결과로 보아 가문비나무와 마가목; 신갈과 쇠물푸레 및 노린재; 철쭉과 산이스라지; 나래회나무와 산앵도나무 등의 수종들 간에는 친화력이 높아 동질적 지위를 지니고 있으며, 신갈과 마가목 등의 수종들 간에는 이질적 지위를 가지는 것으로 판단된다.

4. 환경인자와 수종의 밀도와의 상관성

조사구별의 주요환경인자 - 해발고, 방위, 토심 및 토양수분 - 를 수치화하여 조사구당 수종별 개체수, 구상나무 치수의 수, 고사목의 수와의 상관관계를 분석한 결과를 Table 4에 보였다. 해발고는 m단위, 토심은 cm단위로 하였으며, 방위는 북향 1, 북서 2, 북동 3, 서향 4, 동향 5, 남서 6, 남동 7, 남향 8로 수치화하였으며, 토양수분은 건조 1, 보통 2, 다습 3으로 수치화하였다.

해발고와 정의 상관성이 인정된 수종은 시달나무와 털진달래이며, 당단풍, 노린재나무 및 산이스라지는 부의 상관성이 인정되었다. 이러한 결과는 시달나무와 털진달래는 상대적으로 고산지대에 많이 분포하고, 당단풍, 노린재나무 및 산이스라지는 상대적으로 낮은 지대에 많이 분포하고 있음을 나타낸다. 방위와 정의 상관성이 인정된 수종은 홍괴불과 함박꽃나무이며, 이러한 결과는 이

Table 3. Pearson's product-moment correlations(upper) and Spearman's rank correlations(lower) between all pair-wise combinations of major woody species in Chirisan

	sp 1	sp 2	sp 3	sp 4	sp 5	sp 6	sp 7	sp 8	sp 9	sp10	sp11	sp12	sp13	sp14	sp15	sp16	sp17	sp18	sp19	sp20	sp21	sp22	sp23	sp24	sp25	sp26		
sp 1																												
sp 2	-09																											
sp 3	-18	.01																										
sp 4	-29	.12	-.05																									
sp 5	-02	.04	.08	-.03																								
sp 6	-17	.19	.07	-.24	.16																							
sp 7	.00	.09	-.01	.21	-.01	-.21																						
sp 8	-.05	-.05	-.41	.15	.01	-.22	.12																					
sp 9	.01	.11	-.46	-.27	-.08	.09	-.13	.40																				
sp10	-.12	-.02	-.41	-.05	-.00	.12	-.21	.28	.16																			
sp11	.17	.03	.06	-.20	-.16	-.11	-.23	.07	.10	.10																		
sp12	-.10	-.09	.07	.15	.02	-.08	.09	-.09	-.08	-.28	-.11																	
sp13	-.03	.08	.03	-.18	.26	-.04	.04	.17	.27	.06	-.00	.12																
sp14	-.07	.18	-.03	-.08	-.00	.20	-.33	-.04	.09	.37	.03	-.39	-.07															
sp15	-.21	.40	.07	.16	-.02	.17	-.09	.19	.08	.15	.03	-.11	.13	.27														
sp16	-.11	.06	.46	.01	-.05	.24	.05	-.28	-.14	-.02	.02	-.09	-.16	.25	.19													
sp17	-.08	-.01	-.01	.22	.18	.05	-.03	.10	.13	.01	-.16	.03	-.17	.14	.02	.15												
sp18	-.05	-.22	-.02	-.10	-.13	.15	.05	-.03	.07	.07	.02	-.34	.04	-.12	.21	.05	.21											
sp19	-.35	.20	.44	-.14	.02	.14	.09	-.14	-.20	-.24	-.14	-.10	.01	-.04	.33	.37	.08	.21										
sp20	.28	-.32	-.14	-.04	.05	-.17	-.01	-.14	.00	.07	.18	.31	.06	-.27	-.14	-.15	-.13	-.04	-.19									
sp21	-.13	-.07	.21	.04	.05	.18	.09	-.22	-.00	-.23	-.21	.07	-.32	.15	-.07	.37	.13	.38	.09	-.23								
sp22	.07	.20	-.24	.06	-.23	.04	.07	.13	.15	.19	-.01	-.05	-.23	.29	.05	.13	.14	.11	-.20	-.17	.22							
sp23	.03	.27	-.15	.14	-.14	.02	-.21	.20	.11	.08	-.00	-.35	-.25	.47	.16	-.19	.05	-.15	-.26	-.19	.02	.36						
sp24	.07	.12	.11	-.15	.04	.08	-.07	-.00	-.08	-.08	.09	.02	-.17	.11	.01	.17	-.14	.02	.04	-.13	.26	.41	.26					
sp25	-.23	.32	.50	-.08	-.03	-.07	.03	-.27	-.30	-.43	-.05	.08	-.04	-.16	-.05	.11	-.25	-.05	.49	-.09	.11	-.11	.06	.32				
sp26	-.10	-.12	.20	-.06	-.17	.05	.06	-.12	.19	-.07	.17	-.01	-.17	.01	-.16	.30	.23	.11	.05	-.13	.12	.28	-.22	-.14	-.10			

- sp 1) *Abies koreana* sp 2) *Pinus koraensis* sp 3) *Quercus mongolica* sp 4) *Rhododendron mucronulatum* sp 5) *Lonicera sachalinensis*
- sp 6) *Tripterygium vegelii* sp 7) *Euonymus sachalinensis* sp 8) *Picea jezoensis* sp 9) *Sorbus commixta* sp 10) *Acer ischonostki*
- sp 11) *Rhododendron schlippenbachii* sp 12) *Weigela subsessilis* sp 13) *Rhododendron mucronulatum* var. *ciliatum* sp 14) *Euonymus macroptera*
- sp 15) *Malus baccata* sp 16) *Fraxinus sieboldiana* sp 17) *Taxus cuspidata* sp 18) *Sambucus williamsii* sp 19) *Sasa borealis* sp 20) *Salix hulteni*
- sp 21) *Acer pseudo-sieboldianum* sp 22) *Magnolia sieboldii* sp 23) *Vaccinium koreanum* sp 24) *Trilis amurensis* sp 25) *Symphlocos chinensis*
- sp 26) *Prunus ishidyovana*

Table 4. Correlations between some site factors and density of of major woody species in Chirisan

Site factor	Species																		
	sp 1	sp 2	sp 3	sp 4	sp 5	sp 6	sp 7	sp 8	sp 9	sp 10	sp 11	sp 12	sp 13	sp 14	N.S				
Altitude	.016	-.206	.322	-.252	-.079	.186	.119	-.146	.296	.189	.401*	-.008	.075	.344*	-.211				
Aspect	-.052	.108	.177	.241	-.173	.409*	.259	-.125	-.334	-.150	-.202	-.051	.068	.026	-.114				
Soil depth	-.174	-.011	-.279	.136	-.088	-.258	.031	.129	-.218	-.143	-.338*	-.098	.067	-.154	-.052				
Soil moisture	.050	.262	-.146	-.013	.040	-.130	-.129	.053	-.166	-.006	-.292	-.109	.282	-.154	-.112				
Crown coverage	.578**	-.082	.250	-.044	-.075	.059	-.090	-.303	-.009	.107	.124	.204	-.342*	.048	.239				
No. of species	-.406*	.291	-.392*	.080	.033	-.030	.151	.070	-.024	.081	-.259	.083	-.114	-.218	-.166				

Site factor	Species																		
	sp 15	sp 16	sp 17	sp 18	sp 19	sp 20	sp 21	sp 22	sp 23	sp 24	sp 25	sp 26	sp 27	sp 28	N.D				
Altitude	.181	-.002	-.120	-.051	-.083	-.267	.058	-.154	-.359*	.017	-.073	-.093	-.361*	-.443**	.259				
Aspect	.208	-.037	.051	.097	-.083	-.048	.328	-.094	.093	.365*	-.241	.068	.057	-.171	.185				
Soil depth	-.211	-.183	.093	-.065	.144	.206	-.088	.092	.391*	-.045	-.028	-.129	.252	.480**	-.144				
Soil moisture	-.142	-.142	.080	.045	-.015	-.021	-.143	.253	.206	-.213	.359*	.240	.196	.411*	-.103				
Crown coverage	.152	.008	-.113	-.115	-.168	-.180	.340*	-.129	-.365*	-.045	-.028	-.129	.252	.480**	.153				
No. of species	.201	.317	.387*	.297	.250	.482**	-.180	.114	.378*	.304	.075	.039	.179	.239	.112				

Altitude(m) ; Soil depth(cm) ; Soil moisture ; dry(1), moderate(2), wet(3) ;
 Aspect ; North(1), North-west(2), North-east(3), West(4), East(5), South-west(6), South-east(7), South(8).
 N.S ; Number of *Abies koreana* seedlings per plot N.D ; Number of dead *Abies koreana* trees per plot
 sp 1) *Abies koreana* sp 2) *Pinus koraensis* sp 3) *Betula ermani* sp 4) *Quercus mongolica* sp 5) *Rhododendron mucronulatum*
 sp 6) *Lonicera sachalinensis* sp 7) *Tripterogium regelii* sp 8) *Euonymus sachalinensis* sp 9) *Picea jezoensis* sp 10) *Sorbus commixta*
 sp 11) *Acer tschonoskii* sp 12) *Rhododendron schlippenbachii* sp 13) *Weigela subsessilis* sp 14) *Rhododendron mucronulatum* var. *ciliatum*
 sp 15) *Euonymus macroptera* sp 16) *Malus baccata* sp 17) *Fraxinus sieboldiana* sp 18) *Taxus cuspidata* sp 19) *Sambucus williamsii*
 sp 20) *Sasa borealis* sp 21) *Salix hulteni* sp 22) *Betula ermanii* var. *saitoana* sp 23) *Acer pseudo-sieboldianum* sp 24) *Magnolia sieboldii*
 sp 25) *Vaccinium koreanum* sp 26) *Tilts amurensis* sp 27) *Symplocos chinensis* sp 28) *Prunus ishidoyana*

들 수종이 북향보다는 남향에 보다 많이 분포함을 나타낸다. 토심과 정의 상관이 인정된 수종은 당단풍과 산이스라지이며, 시닥나무는 부의 상관 이 인정되었다. 토양수분과 정의 상관 이 인정된 수종은 산앵도나무와 산이스라지였으며, 이들 수종이 상대적으로 다습한 토양환경을 선호함을 나타낸다.

조사구당 구상나무 치수의 수나 고사목의 수와 환경인자와의 유의상관은 인정되지 않았다. 조사구당 구상나무 치수의 수와 식피율이 상대적으로 정의 상관 이, 해발고가 상대적으로 높은 부의 상관을 보이는 경향이였다. 고사목의 수와는 해발 고가 상대적으로 높은 정의 상관을 보였다. 이는 상대적으로 해발고가 높은 지역이 구상나무 생육에 부적합한 환경이며, 어느 정도의 상층피도가 확보된 환경이 구상나무 치수생육에 적합함을 의미하는 것이라 볼 수 있다고 판단된다. 그러나, 이러한 결과는 정재민 등(1996)이 구상나무 치수의 발생은 상층의 피도가 낮을수록 높으며 생육도 양호함을 보고한 것과는 달랐다. 이는 조사 목적과 조사방법이 다른 데서 오는 결과라 추정 된다.

5. 종다양성

Table 5에 군집별로 조사된 목본식물의 종다양성을 보였다. 출현종수는 군집 A에서 51종으로 가장 많았으며, 군집 B, C에서 각각 48, 18종으로 나타났다. 종다양도(H')는 군집 A, B, C에서 각각 2.7811, 1.6609, 2.5958로 나타났으며, 상용로그로 계산된 종다양도(H')는 군집 A, B, C에서 각각 1.2074, 0.7208, 1.1269로 나타났다. 종다양성을 최대종다양성으로 나눈 균재도(J')에서는 군집 C가 군집 A, B 보다 높게 나타났다. 조사구의 크기가 서로 다른 집단간의 종다양성을 비교하기 위하여 동일한 표본의 크기에서 기대되는 종수를 Ludwig와 Reynolds(1988)의 방법으로 개인용 컴퓨터를 이용하여 계산하였다.

기대되는 종수는 군집 A, B, C에서 각각 16, 10, 14종으로 상대적으로 군집 A가 가장 높은 것으로 나타났다.

본 조사지의 종다양도는 0.7208-1.2074로 오대산 두노봉-상왕봉지역 0.9608-1.2499(김갑태 등, 1996), 상원사-비로봉-호령봉지역 1.2973-1.4633(김갑태 등, 1996), 덕유산 백련사-향적봉지역 0.9402-1.2473(김갑태 등, 1994), 북한산국립공원 1.085-1.242(박인협 등, 1987), 내장산국립공원 1.0736-1.3701(이경재, 1987), 치악산국립공원 1.2546-1.4421(박인협 등, 1988), 속리산국립공원 0.7805-1.2292(이경재 등, 1990), 가야산국립공원 1.0098-1.3402(박인협 등, 1989) 등의 국립공원의 해발고가 낮은 지역이 포함된 지역들 보다 다소 낮은 값으로 나타났으며, 다양성지수를 자연로그로 계산한 값 1.6609-2.7811로 지리산 반야봉지역 1.9796-2.7509(김갑태 등, 1991), 소백산 도솔봉지역 2.2521-2.3772(김갑태 등, 1993), 소백산 비로봉의 주목군락 1.3702-2.9119(임정빈 등, 1993) 등과 거의 비슷한 수준이었다. 이는 본 조사대상지가 다른 공원의 지역의 계곡 부가 포함된 저지대에 비하여 종다양성이 낮은 편이나, 타 국립공원의 고산지대에서 조사된 값들과는 큰 차이가 없음을 나타낸다.

6. 구상나무의 생육현황

지리산 지역의 반야봉, 천왕봉, 벽소령, 임걸령 등에서 지금까지 조사된 48개의 방형구와 주변 구상나무림을 대상으로 얻어진 자료를 분석하여 구상나무의 직경급별로 생육현황을 Table 6에 보였다. 생육 중인 구상나무에 있어서는 흉고 직경이 가늘수록 많은 경향을 보이고 있었으나 유묘나 치수의 수가 다른 수종들에 비하여 적은 편이었다. 이러한 결과는 지리산 반야봉 지역(김갑태 등, 1991), 하봉-세석지역(이강령, 1992), 덕유산(문현식과 이강령, 1994) 등에서의 조사보고와 같은 경향이였다. 조사대상 중의 12.24%가

Table 5. Species diversity indices of three groups in Chirisan

Group	No. of plots (10×10m) (ea)	No. of species (ea)	Expected No. of species E(Sn)	Species diversity (H')	Evenness (J')	Dominance (D)
A	31	51	16	2.7811(1.2074)*	0.7073	0.2927
B	13	48	10	1.6609(0.7208)*	0.4523	0.5477
C	4	18	14	2.5958(1.1269)*	0.8981	0.1019

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

Table 6. Frequency distribution by DBH of all *Abies koreana* trees investigated in Chirisan.

DBH (cm)	<5	5 ≤ <10	10 ≤ <15	15 ≤ <20	20 ≤ <25	25 ≤ <30	30 ≤ <35	35 ≤ <40	40 ≤ <45	45 ≤ <50	50 ≤	Total
No. of Total and Dead Trees												
Total	305	153	187	194	207	51	16	7	8	7	3	1143
Dead	0	8	18	53	27	20	5	0	2	4	3	140
% of Total and Dead Trees												
Total	26.68	13.39	16.36	16.97	18.11	4.46	1.40	0.61	0.70	0.61	0.26	100.00
Dead	0.00	0.70	1.57	4.64	2.36	1.75	0.44	0.00	0.17	0.35	0.26	12.24

Table 7. Frequency distribution by score of all *Abies koreana* trees investigated in Chirisan.

Score Vigor loss	<5	5 ≤ <10 light	10 ≤ <15 ←←←←←←←←	15 ≤ <20	20 ≤ <25 →→→→→→→→	25 ≤ <30	30 ≤ severe	Total
No. of Trees	19	30	20	11	4	6	1	91
Percent(%)	20.9	33.0	22.0	12.1	4.4	6.6	1.1	100.0

고사목이었으며, 흉고직경 10-30cm의 범위에 드는 나무들이 주로 고사목으로 나타났다. 이러한 결과는 김갑태 등(1991)이 반야봉 지역에서 구상나무 고사목 비율이 12.81%였으며 고사목이 직경분포가 15-25cm 범위였다는 보고와 거의 같은 수준이었으며, 김갑태 등(1996)이 오대산 두노봉-상왕봉 지역에서 분비나무 고사목 비율이 10.9%였다는 보고와도 거의 같은 수준이었다. 또한 오대산 두노봉(김갑태 등, 1996), 소백산 비로봉(임경빈 등, 1993), 덕유산 향적봉(김갑태 등, 1994) 등의 지역에서 주목의 생육감퇴 현상이 보고된 것으로 보아 고산지대의 수목쇠퇴 현상은 지리산이나 한라산에 국한된 것이 아님을 알 수 있었다. 이는 어느 정도 성장하던 구상나무가 일정 수령이 되어 어떤 원인으로 고사했으며, 그 원인은 산불, 산성연무를 비롯한 환경오염, 가뭄이나 이상기온 등의 기후변화 등으로 추측되나 정확한 원인규명은 매우 힘든 실정이다.

고산수목 생육현황 조사표를 이용하여 조사지역 전체에서 총 91주를 대상으로 생육 중인 구상나무의 활력을 조사하였다. 고산수목 생육현황 조사표는 잎의 변색이나 낙엽, 신초의 고사, 소지의 생장 등을 점수화하고 생육 중이나 생육상태가 나쁜 것은 점수가 많이 나오도록 조사 항목별로 점수화 하였다. 조사대상 개체들의 생육현황 조사표의 득점을 기준으로 한 빈도분포를 Table 7에 보였다.

조사대상 구상나무의 수고는 2-18m 범위였으며, 평균은 8.88m 였고, 7-9m의 개체들이 가장

많았다. 흉고직경은 4-55cm 범위였으며, 평균은 18.15cm 였고, 18-23cm의 개체들이 가장 많았다. 생육현황표에 의한 득점은 1-35점 범위였으며, 평균은 10.7점 이었고, 8-13점의 개체들이 가장 많았다. 생육 중이나 생육상태가 불량한 득점 20점 이상의 개체도 10%이상 되는 것으로 나타났다. 같은 조사표로 생육현황을 조사했던 덕유산 향적봉(김갑태 등, 1994)의 구상나무는 평균 11.2, 오대산 두노봉(김갑태 등, 1996)의 분비나무는 평균 6.1로 나타나, 거의 비슷한 결과를 보였다. 이러한 결과는 한라산, 지리산, 덕유산에서의 구상나무 쇠퇴현상이 이들 지역만의 문제가 아니며, 구상나무와 분비나무의 분류학적 문제는 차치하고서라도 동일 속(Genus *Abies*)에 관한 세계적인 쇠퇴현상과의 관련성을 검토해야 할 것이라 생각된다.

인 용 문 헌

1. 김갑태·김준선·추갑철. 1993. 소백산 도솔봉 지역의 삼림군집구조에 관한 연구. *응생연* 6(2); 127-133.
2. 김갑태·김준선·추갑철·진운학. 1994. 덕유산 국립공원 백련사-향적봉지구의 삼림군집구조에 관한 연구. *응용생태연구* 7(2); 155-163.
3. 김갑태·추갑철·엄태원. 1996. 오대산 국립공원 두노봉-상왕봉 지역의 삼림군집구조에 관한 연구-분비 나무림과 주목림-. *환경생*

- 태학회 10(1); 160-168.
4. 김갑태·추갑철·엄태원. 1996. 오대산 국립공원 상원사, 비로봉, 호령봉 지역의 삼림군집구조에 관한 연구. 환경생태학회 10(1); 151-159.
 5. 김갑태·김준선·추갑철. 1991. 반야봉지역 삼림군집구조에 관한 연구 - 구상나무림 -. 응용생태연구 5(1); 25-31.
 6. 김은식. 1994. 환경변화와 고산지대 수목생장 쇠퇴현상과의 상관성 해석. 한국과학재단 연구보고서 KOSEF 921-1500-018-2. 89pp.
 7. 文炫植·李康寧. 1994. 德裕山 구상나무 林分の 植生構造에 關한 研究. 경상대학교 부속연습림 연구보고 4: 13-28.
 8. 박인협·이경재·조재창. 1988. 치악산국립공원 삼림군집의 구조 - 구룡사 - 비로봉지역을 중심으로. 응용생태 연구 2(1); 1-8.
 9. 박인협·이경재·조재창. 1987. 북한산 지역의 삼림군집구조에 관한 연구. 응용생태연구 1(1); 1-23.
 10. 박인협·조재창·오충현. 1989. 가야산지역 계곡부와 능선부의 해발고와 사면부위에 따른 삼림구조. 응용생태연구 3(1); 42-50.
 11. 李康寧. 1992. 智異山 구상나무 林分の 直徑分布와 群落構造. 경상대학교 부속연습림 연구보고 2: 1-15.
 12. 이경재·임경빈·조재창·류창희. 1990. 속리산 삼림군집구조에 관한 연구(1) - 소나무림 보존계획 - 응용생태연구 4(1); 23-32.
 13. 이경재. 1987. 내장산국립공원 내장산지구의 자연보전 관리대책에 관한 연구. 서울시립대학교. 100pp.
 14. 이윤원·홍성천. 1995. 구상나무림의 군락생태학적 연구. 한임지 84(2); 247-257.
 15. 이창복. 1970. 구상나무와 새로 발견된 품종. 한국임학회지 10; 5-6.
 16. 임경빈·김갑태·이경재·김준선. 1993. 소백산 비로봉 지역의 삼림군집구조에 관한 연구 - 주목림 -. 응생연 6(2); 154-161.
 17. 전승훈. 1988. Monoterpene 成分에 의한 분비나무와 구상나무의 分類學的 研究. 서울대학교 대학원 석사학위 논문. 27pp.
 18. 정재민·이수원·이강령. 1996. 지리산 구상나무 임분의 식생구조와 치수발생 및 생육동태. 한국임학회지 85(1); 34-43.
 19. 정태현·이우철. 1965. 한국식물대 및 적지적수론. 성균관대 논문집 10: 329-435.
 20. Ludwig, J.A. and J.F. Reynolds. 1988. Statistical Ecology. John Wiley and Sons, New York. 337pp.
 21. Pielou, E.C. 1975. Ecological diversity. John Wiley and Sons, New York. 168pp.