

지리산국립공원 명선봉, 덕평봉지역의 산림군집구조에 관한 연구¹ -구상나무군집-

김갑태² · 추갑철³ · 백길전²

Studies on the Structure of Forest Community at Myungsunbong, Tokp'yongbong Area in Chirisan National Park¹

- *Abies koreana* Forest -

Gab-Tae Kim², Gab-Cheul Choo³, Gil-Jeun Baek²

요 약

지리산국립공원의 명선봉(1,586m)에서 덕평봉(1,521m)에 이르는 아고산지대를 중심으로 분포하고 있는 한국특산종 구상나무의 생육현황과 구상나무가 분포하는 천연림의 군집구조를 정확히 파악하여 앞으로 구상나무 관리의 기초자료를 마련하고자, 구상나무가 생육하고 있는 지역에 26개의 방형구(20m×20m)를 설치하여 식생을 조사하였다. 분석한 결과, 조사대상지는 신갈나무-구상나무군집이었다. 수종간의 상관관계에서는 뽕잎피나무와 철쭉, 마가목과 산벚나무, 층층나무와 시달나무 등의 종들간에는 높은 정의 상관관계가 인정되었고, 신갈나무와 쇠물푸레나무, 잣나무와 노린재나무 등의 수종들간에는 높은 부의 상관관계가 인정되었다. 본 조사지의 종다양도는 1.0572~1.0931로 비교적 낮은 편이었다. 구상나무의 활력은 저조한 것으로 나타났으며, 8.32%가 고사목이었다. 구상나무의 생육현황표에 의한 점수 평균은 9.03이었다. 구상나무의 생육현황표에 의한 점수는 해발고와 낙엽퇴의 두께와 정의 상관관계가 인정되었다.

주요어 : 한국특산종, 종의 상관성, 고사목

ABSTRACT

To investigate the structure and the conservation strategy of Korean native species, *Abies koreana* Forest at Myungsunbong, Tokp'yongbong in subalpine zone of Chirisan, 26 plots(20m × 20m) set up with random sampling method were surveyed. The forest on subalpine zone in Chirisan was *Quercus mongolica-Abies koreana* community. High positive correlations were proved between *Tilia taquetii* and *Rhododendron schlippenbachii*, *Sorbus commixta* and

1 접수 7월 24-25일 Received on July 24-25, 1999

2 상지대 생명자원과학대학 College of Life Science & Resource, Sangji Univ., Wonju, 220-702, Korea(gtKim@chiak.sangji.ac.kr)

3 진주산업대학교 Chinju Nat'l Univ., Chinju, 660-280, Korea(cgc@cjcc.chinju.ac.kr)

Prunus sargentii, *Cornus controversa* and *Acer tschonoskii* var. *rubripes* and high negative correlations were proved between *Quercus mongolica* and *Fraxinus sieboldiana*, *Pinus koraiensis* and *Symplocos chinensis* for. *pilosa*, *Stewartia koreana*. Species diversity(H') of investigated area was 1.0572~1.0931. Vigor of *Abies koreana* tree was depressed, 8.32% of total number of investigated trees were dead. Mean score of *Abies koreana* tree was calculate 9.03. Positive correlations were proved between score of *Abies koreana* tree and altitude, litter depth.

KEY WORDS : KOREAN NATIVE SPECIES, SPECIES CORRELATION, DEAD TREE

서론

지리산은 예로부터 삼신산의 하나로 신성시해 온 영산으로 1967년 12월 27일 국립공원 제1호로 지정되었다. 태백산맥 줄기인 지리산국립공원은 천왕봉(1,915m)을 주축으로 반야봉(1,752m), 노고단(1,506m) 등 3개의 고봉을 중심으로 주능선만도 장장 50km가 넘는다. 따라서 고산 주봉이 허다한 만큼 웅장한 산세와 함께 유서 깊은 고찰과 국보, 보물 등의 문화재가 풍성하게 산재해 있는 까닭에 다른 국립공원에 비하여 훨씬 높은 강도의 개발압력과 이용자수가 많아 민족의 영산인 지리산이 온통 몸살을 앓으며, 무분별한 이용자의 훼손, 오물투기행위로 모든 국민과 산과 자연을 사랑하는 이들의 심한 우려를 자아내고 있다.

최근 산악형 국립공원지역에서의 산림훼손에 대한 이용영향 및 훼손실태가 보고되고 있으며, 구상나무의 쇠퇴현상을 밝히려는 많은 연구들이 보고되고 있다(김은식, 1994; 김갑태 등, 1991; 1997; 김갑태와 추갑철, 1999). 구상나무는 우리 나라 특산종으로 한라산, 덕유산, 가야산의 고산지대에 분포하고 있다(정태현과 이우철, 1965). 구상나무는 다른 고산수종에 비하여 고사하는 개체가 많으며(김은식, 1994; 김갑태 등, 1991; 1997; 김갑태와 추갑철, 1999), 상대우점치가 상층에 비하여 중, 하층에서 현저히 줄어들어 점차 구상나무가 줄어들고 있는 것으로 추정된다(이강령, 1992; 문현식과 이강령, 1994; 김갑태 등, 1991; 1997; 김갑태와 추갑철, 1999). 정재민 등(1996)은 지리산 구상나무림 식생 구조와 치수발생을 조사하여 상층의 피도와 치수발생 및 생육과 밀접한 관련이 있음을 보고하였고, 김성덕과 윤용섭(1991)은 반야봉지역의 구상나무림을 조사하여 구상나무는 임내의 갭에 집중적으로 발생한 치수들이 생장하여 갭신하는 것으로 추정하였다. 김은식(1994)은 구상나무림의 고사원인을 밝히고자 한라산과 지리산을 조사하여 구상나무의 고사를 전세

계적인 삼림쇠퇴 현상으로 판단하였으며, 쇠퇴의 가장 중요한 인자는 오염으로 인한 이상기후일 것이라 주장하였다. 또한 김근보(1997)는 지리산 반야봉의 구상나무림 조릿대 밀생지역의 부식질에서 구상나무의 종자발아를 억제하는 수용성 페놀물질이 다량 함유되어 있으며 이로 인한 타감작용 효과를 보고하였다. 고산지대의 식생훼손은 쉬우나 복원이 매우 힘들며(오구관 등, 1997), 저지대의 식생형과는 종구성이 크게 다르며 독특한 식생보존의 필요성으로 지적되어 왔고, 특히 구상나무림에 대한 조사와 대책수립이 필요하다.

이에 본 연구는 지리산국립공원 내의 명선봉과 덕평봉을 잇는 지역을 중심으로 고산지대에 분포하고 있는 우리 나라의 특산종인 구상나무의 생육현황과 구상나무림의 구조를 정확히 파악하여 앞으로 구상나무림의 유지관리를 위한 관리대책을 세우는 데 기초 자료로 활용하고자, 구상나무가 생장하고 있는 지역에 26개의 방형구(20m×20m)를 설치하여 식생을 조사·분석하였다.

조사구 설정 및 연구방법

1. 조사구 설정

지리산 명선봉(1,586m)에서 덕평봉(1,521m)을 잇는 아고산지대에 구상나무가 생육하는 천연림을 대상으로 입지환경과 현존식생을 고려하여 조사대상 전지역에 대하여 26개의 방형구(20m×20m)를 설치하고 조사지의 주요 환경인자, 토양특성 및 식생을 조사하였다. 조사항목은 해발고도, 방위, 경사도, 낙엽도, 토심, 토양산도 등을 간략히 조사하였다. 조사대상지의 지형과 조사구의 위치를 Figure 1에 보였다.

2. 식생 및 구상나무 생육현황 조사

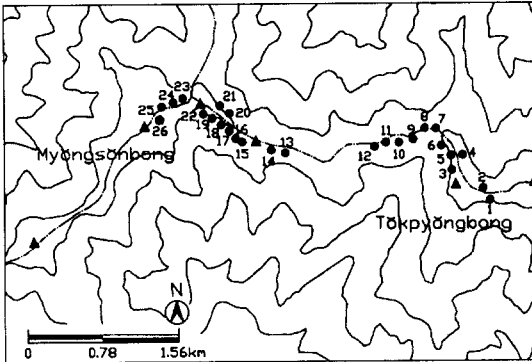


Figure 1. Location map of the surveyed plots in subalpine zone of Chirisan National Park

식생조사는 1999년 7월 23~24일에 실시하였으며, 각 조사구에 대하여 수관의 위치에 따라 상, 중, 하층으로 구분하여 상층과 중층은 수종, 개체수, 흉고직경을 측정 기록하였으며, 하층은 수종, 개체수, 피도를 측정하여 식생조사표에 기록하였다. 수목의 성장과 환경요인들과의 관련성을 알아보기 위하여 표고, 방위, 경사도, 낙엽퇴, 토심, 토양산도 등도 조사하였다. 특히 구상나무에 대하여 그들의 흉고직경급 분포, 고사목의 흉고직경급과 개체수, 치수의 개체수, 타수종들과의 상관성을 조사, 검토하였다. 구상나무의 생육현황은 고산수목 생육현황 조사표(김갑태 등, 1994)를 이용하여 입지환경, 입향, 잎의 변색과 낙엽, 줄기의 생육상태, 정아우세, 수세 등에 대하여 조사하였다. 고산수목 생육현황 조사표는 잎의 변색이나 낙엽, 신초의 고사, 소지의 생장 등을 점수화하고 생육 중이거나 생육상태가 나쁜 것은 점수가 많이 나오도록 조사 항목별로 점수화하였다.

3. Cluster 분석 및 종의 상관관계

각 조사구 내에서 집계된 수종별 개체수 자료를 이용하여 조사구 분류를 시도하였으며, 상·중·하층을 구성하는 총 18종을 대상으로 Ludwig과 Reynolds(1988)의 방법으로 계산하였다. 조사구들 간의 거리는 Percent dissimilarity(PD)를 적용하였다. 각 수종의 상관성을 26개 조사구에서 집계된 수종별 개체수 자료를 토대로 SPSS를 이용하여 종 간의 상관관계를 구하였다.

4. 산림군집구조 분석

식생조사의 결과로 얻어진 자료에 의하여 각 수종의 상대적인 중요도를 나타내는 측도로서 상대우점치(importance value: I.V.)를 구하였으며, (상대밀도+상대피도+상대빈도)/3으로 계산하였으며, 상·중·하층의 개체의 크기를 고려하여 (상층I.V.×3+중층I.V.×2+하층I.V.)/6으로 평균상대우점치(M.I.V.)를 계산하였다. 종구성의 다양한 정도를 나타내는 측도인 종다양성은 종다양도(Species diversity, H'), 균계도(Evenness, J'), 우점도(Dominance, D')에 의하여 종합적으로 비교하였으며, 일반적으로 이용되는 Shannon의 수식(Pielou, 1975)을 적용하였다.

결과 및 고찰

1. 입지환경 및 종구성 특성

각 조사구의 주요 환경인자 및 출현종수를 Table 1에 보였다. 조사구들은 1,400m~1,540m 사이에 위치하며, 지리산 명선봉과 덕평봉을 잇는 지역에서 구상나무가 분포하는 지역에 배치되었다. 경사도는 2° ~ 35° , 낙엽되는 2~10cm, 토심은 8~20cm 사이의 범위에 속하였다. 토양산도는 5.2~6.4의 범위로 비교적 건전한 산림토양이었으며, 조사구당 목본식물의 출현수종은 6~18종으로 저지대의 산림에 비하여 단순한 편이었다.

2. 산림군집구조 분석

지리산에서 조사된 18종, 26개 조사구의 자료를 이용하여 Cluster 분석한 결과를 Figure 2에 보였다. 비교적 해발고도의 범위가 좁은 고산지대에 분포하는 조사구들로 해발고, 지형적 특성, 방위 등을 비롯한 입지인자의 근소한 차이 및 수종분포의 차이로 인하여 2개의 집단으로 분류되었다. 분류된 군집 A는 신갈나무-구상나무군집으로 나타났으며, 군집 B는 신갈나무-구상나무-당단풍군집으로 조사대상지에 신갈나무의 우점도가 상대적으로 높게 나타나 온대지방 고산지대의 대표적인 능선형 군집에 가까운 식생구조를 보였다. 종합적으로 볼 때 조사대상지는 신갈나무-구상나무군집이라 판단된다.

각 조사구들을 Cluster 분석한 결과에 따라 분리된 2개의 군집으로 나누어 주요 수종에 대한 수종별 상대우점치를 정리한 것을 Table 2에 나타내었다. 상·중·하층의 개체의 크기를 고려하여 계산된 평균

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

Plot number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Altitude(m)	1,480	1,480	1,498	1,445	1,445	1,500	1,440	1,530	1,490	1,480	1,460	1,460	1,400
Aspect		SE	NE	SW	E	W	SW	NN	WS	WN	EN	WN	WS
Slope(°)	15	35	15	15	20	15	10	15	15	10	15	20	20
Litter depth(cm)	3	5	8	5	5	5	4	8	7	4	10	5	4
Soil depth(cm)	10	15	15	18	15	10	15	20	13	12	20	17	12
Soil pH	6.0	5.8	5.8	5.4	5.8	6.0	5.8	6.0	5.5	5.8	6.0	5.4	5.2
No. of species	9	6	10	17	14	9	13	14	15	14	15	8	18

Table 1. (Continued)

Plot number	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Altitude(m)	1,410	1,425	1,450	1,450	1,460	1,490	1,520	1,498	1,500	1,498	1,480	1,540	1,525
Aspect	SE	W	SW	SW	SW	NE	NE	SW	SW	NE	NE	NE	NE
Slope(°)	15	10	15	20	25	15	8	5	5	2	3	10	10
Litter depth(cm)	3	4	4	3	3	3	2	5	10	4	4	3	2
Soil depth(cm)	10	12	12	10	10	12	8	15	15	11	11	10	10
Soil pH	5.4	6.4	6.0	5.4	5.4	5.4	5.6	5.0	5.2	5.8	5.8	5.2	5.2
No. of species	16	17	13	9	12	11	11	9	12	11	15	13	13

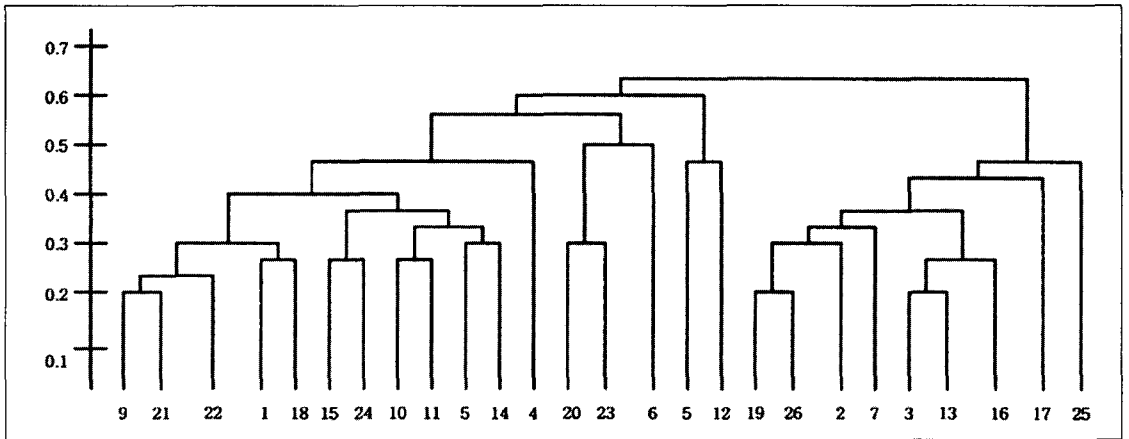


Figure 2. Dendrogram of stand classification of twenty-six plots in Chirisan

상대우점치(M.I.V.)는 군집 A에서 신갈나무의 평균상대우점치가 22.0%로 가장 높고 구상나무는 18.6%로 나타났으며, 군집 B에서는 신갈나무의 평균상대우점치 값이 24.1%로 가장 높게 나타났고 구상나무는 20.0%, 당단풍나무 10.8%의 순으로 높았다.

군집별 상대우점치(I.V.) 값은 군집 A의 경우 상층에서는 신갈나무의 I.V.가 40.0%로 가장 높았고

구상나무는 28.7%로 나타났으며, 중층에서는 쇠물푸레의 I.V.가 18.0%로 가장 높고 당단풍나무 15.0%, 구상나무 10.7%의 순이었으며, 하층에서는 조릿대의 I.V.가 37.2%로 가장 높았으며 다음으로 철쭉, 미역줄나무, 노린재나무 등의 순으로 높게 나타났다. 군집 A는 상층에서 이미 신갈나무가 구상나무에 비하여 우점하고 있으며, 중층에서도 쇠물푸레와 당단풍나무가 구상나무와의 경쟁에서 우위에 있

Table 2. Importance value(I.V.) and mean importance value(M.I.V.) of major woody species

Species	Group A				Group B			
	U	M	L	M.I.V.	U	M	L	M.I.V.
<i>Quercus mongolica</i>	40.0	5.2	0.5	22.0	43.6	6.2	1.5	24.1
<i>Abies koreana</i>	28.7	10.7	4.0	18.6	26.3	16.0	9.3	20.0
<i>Pinus koraiensis</i>	8.6	1.9	3.2	5.5	13.8	1.7	-	7.5
<i>Cornus controversa</i>	7.3	4.3	-	5.1	2.5	2.7	-	2.2
<i>Betula ermani</i>	4.5	2.0	-	2.9	4.6	1.3	-	2.7
<i>Stewartia koreana</i>	2.0	1.2	-	1.4	2.1	2.7	-	2.0
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	-	18.0	6.4	7.1	-	6.8	3.4	2.8
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	-	15.0	4.0	5.7	-	26.2	12.6	10.8
<i>Tilia taquetii</i>	5.1	4.9	1.6	4.5	4.7	4.4	-	3.8
<i>Acer tschonoskii</i> var. <i>rubripes</i>	-	7.3	4.5	3.2	-	4.4	8.7	2.9
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	-	9.7	11.4	5.1	-	9.9	25.8	7.6
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	2.9	7.4	2.2	-	-	4.4	10.1	3.2
<i>Syringa reticulata</i> var. <i>mandshurica</i>	-	3.8	3.4	1.8	-	2.0	2.9	1.2
<i>Magnolia sieboldii</i>	-	4.2	1.6	1.7	-	-	-	-
<i>Malus baccata</i>	1.2	1.2	0.5	1.1	-	-	-	-
<i>Sorbus commixta</i>	-	-	-	-	-	3.2	1.5	1.3
<i>Tripterygium regelii</i>	-	-	8.7	1.5	-	-	10.1	1.7
<i>Sasa borealis</i>	-	-	37.2	6.2	-	-	-	-

고, 하층에서도 조릿대, 철쭉, 미역줄나무가 구상나무의 치수생장을 방해하고 있는 것이라 판단된다. 그러나 구상나무는 상·중·하층에서 I.V.값이 어느 정도 유지되고 있어 앞으로 구상나무는 신갈나무, 당단풍나무 등의 수종과 경쟁하며 구상나무의 세력을 당분간 유지할 것이라 판단된다.

군집 B의 경우도 상층에서는 신갈나무의 I.V.가 43.6%로 가장 높고, 구상나무 I.V.는 26.3%, 잣나무 13.8%의 순으로 높게 나타났고, 중층에서는 당단풍 I.V.가 26.2%로 가장 높고, 구상나무 I.V.는 16.0%였으며, 하층에서는 철쭉꽃 I.V.가 25.8%로 가장 높고, 당단풍, 노린재나무, 미역줄나무 순으로 높게 나타났으며, 구상나무도 9.3%의 I.V.값을 보였다. 군집 B도 군집 A와 유사한 경향으로 상층에서 신갈나무가 계속 우점하는 숲의 형태를 유지할 것이라 판단된다. 중층에서는 당단풍나무의 세력이 이미 구상나무와의 세력보다 우위에 있었고 철쭉의 세력이 조금은 미약하나 계속해서 구상나무의 입지를 쟁탈하고 있는 과정이며, 하층에서도 당단풍의 I.V.값이 높게 나타나는 것으로 보아 앞으로도 당단풍이 구상나무의 세력을 앞지를 것으로 판단되었다. 하층에서는 구상나무보다 철쭉꽃의 세력이 압도적으로 높아 앞으로도 철쭉꽃이 우점할 것으로 판단되었다. 군집 B도 상·중·하층에서 구상나무의 I.V.값이 고르게 유지

되는 것으로 보아 신갈나무, 당단풍, 철쭉꽃 등의 세력확대에 저항하며 구상나무의 세력은 당분간 유지될 것으로 판단된다.

조사대상지는 명선봉-덕평봉을 중심으로 한 고산지대의 구상나무림으로, 지리산 반야봉지역(김갑태 등, 1991)과 지리산 천왕봉-덕평봉지역(김갑태 등, 1997)과는 비슷한 식생구조였으며, 덕유산의 경우(이윤원과 홍선천, 1995; 문현식과 이강령, 1994)와도 비슷한 식생구조를 지니고 있다.

3. 주요 수종의 흉고직경급별 분포 분석

Table 3은 Cluster 분석에 의해 분리된 2개 군집의 주요 수종별 흉고직경급별 분포를 나타낸 것이다. 군집 A는 신갈나무-구상나무군집으로 DBH 7~31cm의 직경급에서 신갈나무가 137주, 구상나무는 99주로 고르게 출현했으며, DBH 32cm 이상의 직경급에서 신갈나무와 구상나무가 각각 24, 23주로 비슷하게 출현하고 있으나 DBH 7cm 이하에서는 구상나무가 16주로 신갈나무 2주보다 많이 출현하고 있는 것으로 보아 신갈나무와 구상나무가 경쟁하는 숲으로 유지될 것이라 판단된다. 군집 B는 신갈나무-구상나무-당단풍군집으로 구상나무가 DBH 7~31cm 구간에서 79주로 높게 나타났고, 신갈나무

Table 3. The DBH distribution of major woody species

Group	Species	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
A	<i>Abies koreana</i>	10	6	21	24	16	19	19	9	9	5
	<i>Quercus mongolica</i>	1	1	23	21	27	35	31	9	7	8
	<i>Pinus koraiensis</i>	6	6	5	3	3	2	2	4	3	0
	<i>Tilia taquetii</i>	3	8	18	4	6	0	0	0	0	0
	<i>Betula ermani</i>	0	3	5	0	2	1	0	1	0	1
	<i>Cornus controversa</i>	0	4	11	10	6	0	1	2	0	0
B	<i>Abies koreana</i>	7	12	22	17	15	14	11	14	3	0
	<i>Quercus mongolica</i>	1	2	11	12	16	15	19	8	8	7
	<i>Pinus koraiensis</i>	0	0	2	2	2	2	6	4	1	2
	<i>Tilia taquetii</i>	0	2	4	6	2	1	0	0	0	0
	<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	13	11	36	10	4	0	2	1	0	0

*D1: DBH<2, D2: 2≤DBH<7, D3: 7≤DBH<12, D4: 12≤DBH<17, D5: 17≤DBH<22, D6: 22≤DBH<27, D7: 27≤DBH<32, D8: 32≤DBH<37, D9: 37≤DBH<42, D10: 42≤DBH

Table 4. Correlations between all pair-wise combinations of major woody 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	sp.15	sp.16	sp.17	sp.18	sp.19	sp.20
sp.1	.41	.12	-.12	-.17	-.10	-.07	.11	-.01	-.55*	-.03	-.13	.29	-.29	-.35	-.24	-.10	-.06	-.21	.19	
sp.2		.19	-.41	.01	-.17	-.31	-.02	-.31	-.25	-.11	.17	.32	.12	-.08	-.11	-.25	-.07	.16	-.01	
sp.3			.06	-.12	.10	-.52*	-.13	.14	-.06	-.29	.09	-.14	-.20	.20	-.41	-.33	.00	.20	-.10	
sp.4				-.07	.68**	.13	-.02	-.04	.28	.31	-.21	-.08	-.36	-.28	-.22	-.04	.05	-.33	.13	
sp.5					-.01	-.03	-.31	-.22	-.15	.00	-.13	-.14	.01	.33	-.10	.01	-.08	.14	.24	
sp.6						.05	-.35	-.09	.29	.11	-.03	-.32	-.13	-.10	-.43	-.11	-.31	-.30	-.07	
sp.7							-.09	.08	-.05	.23	-.24	.03	.16	-.02	.25	-.19	-.11	-.28	-.09	
sp.8								.10	.11	.04	-.07	.30	-.06	-.22	.22	.08	.31	-.11	.37	
sp.9									.04	-.23	.15	.15	.00	-.10	-.15	-.23	-.15	-.09	-.08	
sp.10										.21	-.06	-.11	.11	-.12	.32	.37	.21	-.31	-.17	
sp.11											-.19	-.01	-.26	-.29	.16	.39	.02	-.29	.05	
sp.12												.23	.29	.14	-.23	.03	-.22	.16	-.07	
sp.13													.55*	-.00	.23	.00	.04	.27	-.14	
sp.14														.26	.30	.05	-.22	.24	-.16	
sp.15															-.04	-.27	-.24	.65**	.02	
sp.16																.16	.47*	-.05	-.23	
sp.17																	.22	-.26	-.01	
sp.18																		-.05	-.21	
sp.19																			.09	
sp.20																				

* : p≤0.05 , ** : p≤0.01

sp.1: *Quercus mongolica*, sp.2: *Abies koreana*, sp.3: *Pinus koraiensis*, sp.4: *Tilia taquetii*, sp.5: *Acer pseudosieboldianum*, sp.6: *Rhododendron schlippenbachii*, sp.7: *Symplocos chinensis* for. *pilosa*, sp.8: *Sasa borealis*, sp.9: *Tripterygium regelii*, sp.10: *Fraxinus sieboldiana*, sp.11: *Stewartia koreana*, sp.12: *Betula ermanii*, sp.13: *Cornus controversa*, sp.14: *Acer tschonoskii* var. *rubripes*, sp.15: *Sorbus commixta*, sp.16: *Magnolia sieboldii*, sp.17: *Syringa reticulata* var. *mandshurica*, sp.18: *Acer mono*, sp.19: *Prunus sargentii*, sp.20: *Malus baccata*

는 DBH 7~31cm 구간에서 73주가 출현하였다. 당단풍은 DBH 12cm 이하에서 60주가 출현하고 있어 앞으로 증충은 당단풍나무가 우점할 것으로 예상되나 DBH 7cm 이하에서 구상나무가 19주로 비교적 많이 출현하고 있어 신갈나무와 당단풍을 적절하게 조절해 준다면 아고산지대의 대표적인 식생형인 구상나무림으로 유지될 것이라 판단된다.

4. 종간 및 수종분포와 환경인자와의 상관관계

Table 4는 26개 조사구별 개체수 자료에 의하여 주요 수종들의 종간 상관관계 분석을 나타낸 것이다. 수종간의 상관관계에서는 뽕잎피나무와 철쭉꽃, 마가목과 산벚나무, 증충나무와 시닥나무 등의 종들 간에는 비교적 높은 정의 상관관계가 인정되었고, 신갈나무와 쇠물푸레나무, 잣나무와 노린재나무 등의 종들간에는 비교적 높은 부의 상관관계가 인정되었다.

조사구별의 주요 환경인자-해발고, 경사도, 방위 및 토심-를 수치화하여 조사구당 수종별 개체수와의 상관관계를 분석한 결과를 Table 5에 보였다. 해발고는 m단위, 경사도는 °단위, 토심은 cm단위로 하였으며, 방위는 북향 8, 북서 7, 북동 6, 서향 5, 동향

4, 남서 3, 남동 2, 남향 1로 수치화하였다. 경사도와 정의 상관관계가 인정된 것은 잣나무 등이었고, 미역줄나무는 낙엽되와 토심에서 정의 상관관계가 인정되었다. 해발고에서 높은 부의 상관관계가 인정된 것은 증충나무로 나타났고, 방위에서 부의 상관관계가 인정된 것은 신갈나무였다.

5. 종다양성

Table 6에 군집별로 조사된 목본식물의 종다양성을 보였다. 출현종수는 군집 A에서 32종, 군집 B에서는 28종으로 나타났다. 종다양도(H')는 군집 A가 2.5181로 높았고, 군집 B는 2.4353으로 나타났으며 자연로그로 계산된 종다양도(H')는 군집 A, 군집 B에서 각각 1.0931, 1.0572로 나타났다. 종다양성을 최대종다양성으로 나눈 균제도(J')에서는 군집 B가 0.7308로 높았고, 군집 A는 0.7266으로 나타났다. 조사구의 크기가 서로 다른 집단간의 종다양성을 비교하기 위하여 동일한 표본의 크기에서 기대되는 종수는 군집 A, B에서 각각 14, 13종으로 나타나 큰 차이는 없었다.

본 조사지의 종다양도는 1.0572~1.0931로 오대산 두노봉-상왕봉지역 0.9608~1.2499(김갑태

Table 5. Correlations between some site factors and density of major woody species

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
Altitude	.03	.14	.16	-.26	.21	-.17	-.60*	*.03	.34	-.15	-.28	-.20	.34	-.11
Aspect	-.54*	-.04	-.14	-.14	-.11	.38	-.03	.22	.18	.43	.07	.05	.09	-.29
Slope	.03	.08	.50*	-.19	.01	-.11	.09	-.30	-.07	-.33	-.26	.09	-.23	-.19
Litter depth	.20	-.19	-.19	.2	9.50*	.06	.11	-.22	-.30	.21	.11	.19	-.30	-.06
Soil depth	-.04	-.22	-.21	.23	.48*	.10	.18	-.01	-.22	.18	.04	.06	-.2	-.18
Soil pH	-.30	-.23	-.10	-.14	.20	.31	.07	.02	-.22	.38	.24	.16	-.22	-.39

* : p≤0.05 , ** : p≤0.01

sp.1: *Quercus mongolica*, sp.2: *Abies koreana*, sp.3: *Pinus koraiensis*, sp.4: *Sasa borealis*, sp.5: *Tripterygium regelii*, sp.6: *Fraxinus sieboldiana*, sp.7: *Cornus controversa*, sp.8: *Acer tschonoskii* var. *rubripes*, sp.9: *Sorbus commixta*, sp.10: *Magnolia sieboldii*, sp.11: *Syringa reticulata* var. *mandshurica*, sp.12: *Acer mono*, sp.13: *Prunus sargentii*, sp.14: *Malus baccata*

Table 6. Species diversity indices of two plant groups

Group	No. of Plots (20×20m)	No. of Species	Expected No. of Species E(Sn)	Species Diversity(H')	Evenness (J')	Dominance (D)
A	17	32	14	1.0931(2.5181)*	0.7266	0.2734
B	9	28	13	1.0572(2.4353)*	0.7308	0.2692

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

등, 1996), 상원사-비로봉-호령봉지역 1.2973~1.4633(김갑태 등, 1996), 덕유산 백련사-향적봉지역 0.9402~1.2473(김갑태 등, 1994), 치악산국립공원 1.2303~1.2741(박인협 등, 1988), 주왕산국립공원 1.1306~1.2688(김갑태 등, 1995), 설악산국립공원 저항령계곡 0.9458~1.1769(이경재 등, 1997), 내장산국립공원 1.0736~1.3701(이경재, 1987) 등의 타국립공원의 해발고가 낮은 지역이 포함된 지역들보다 다소 낮은 값으로 나타났다.

6. 구상나무의 생육현황

지리산지역의 명선봉-덕평봉지역에서 조사된 26개의 방형구와 주변 구상나무림을 대상으로 얻어진 자료를 분석하여 구상나무의 직경급별 생육현황을 Table 7에 나타내었다. 생육 중인 구상나무에 있어서는 흉고직경이 가늘수록 많은 출현빈도를 보였고, 유묘나 치수의 출현은 다른 수종들에 비하여 적은 편이었으며, 지리산 반야봉지역(김갑태 등, 1991), 하봉-세석지역(이강령, 1992), 천왕봉-덕평봉지역(김갑태 등, 1997) 등의 조사결과보다는 비교적 직경급별 분포가 고르게 나타났다. 고사목의 출현도 비교적 직경급별 분포가 7~41cm의 범위에서 고르게 출현하였으며, 총 개체수의 8.32%가 고사목으로 나타났다. 이러한 결과는 지리산 반야봉지역(김갑태 등,

1991) 12.81%, 천왕봉-덕평봉지역(김갑태 등, 1997) 12.24%의 고사율을 조사보고한 것보다 비교적 낮게 나타나 지리산의 다른 지역보다는 생육조건이 좋다고 판단되며, 구상나무의 생육상태가 가장 좋은 한라산 서북지역(김갑태 등, 1998)의 고사목 출현비를 8.11%와 비슷한 결과를 보였다.

고산수목 생육현황 조사표를 이용하여 조사지역 전체에서 총 144주를 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 점수화하였다. 조사 대상 개체들의 생육현황 조사표의 득점을 기준으로 한 빈도분포를 Table 8에 보였다. 생육현황표에 의한 득점은 1~25점 범위였으며, 평균은 9.03점이었고, 5~9점 사이의 개체들이 가장 많았다. 생육 중이나 생육상태가 불량한 득점 20점 이상의 개체가 2.1%로 나타났고, 지리산 천왕봉-덕평봉지역(김갑태 등, 1997)의 평균 점수 10.7, 덕유산 향적봉지역(김갑태와 추갑철, 1999)의 평균 점수 11.73, 덕유산 향적봉지역(김갑태와 추갑철, 1994)의 평균 점수 11.2에 비해서는 비교적 낮게 나타나 양호하게 생육하고 있는 것으로 나타났고, 한라산지역(김갑태 등, 1998) 8.33과는 비슷한 결과로 나타났다. Table 9은 조사구별로 생육현황표에 의한 점수와 입지인자들의 변량값들과의 상관관계를 분석한 결과이다. 해발

Table 7. Frequency distribution by DBH of *Abies koreana* trees investigated in subalpine zone of Chirisan

DBH	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	Total
No. of total and dead trees											
Total	17	18	43	41	31	33	30	23	12	5	253
Dead		1	2	2	3	2	4	3	3	1	21
% of total and dead trees											
Total	6.72	7.11	17.00	16.21	12.25	13.04	11.86	9.09	4.74	1.98	100.00
Dead		0.40	0.79	0.79	1.19	0.79	1.58	1.19	1.19	0.40	8.32

*D1: DBH<2, D2: 2≤DBH<7, D3: 7≤DBH<12, D4: 12≤DBH<17, D5: 17≤DBH<22, D6: 22≤DBH<27, D7: 27≤DBH<32, D8: 32≤DBH<37, D9: 37≤DBH<42, D10: 42≤DBH

Table 8. Frequency distribution by score of all *Abies koreana* trees investigated in Chirisan

Score	<5	5≤<10	10≤<15	15≤<20	20≤<25	25≤<30	Total	Mean score
Vigor loss		light	←←←←←	→→→→→		severe		
No. of Tree	18	67	47	9	2	1	144	9.03
Percent(%)	12.5	46.5	32.6	6.3	1.4	0.7	100.0	

Table 9. Correlations between some site factors and score of *Abies koreana* trees investigated in sub-alpine zone of Chirisan

	Aspect	Slope	L.D.	S.D.	Soil pH	Score
ALT	.253*	-.366**	-.003	-.189	-.317**	.247*
Aspect		-.124	-.123	.206*	.023	-.057
Slope			.001	.201*	.138	-.045
L.D.				.726**	.118	.329**
S.D.					.040	.177
Soil pH						.181

*ALT(Altitude in meter), L.D.(Litter Depth in centimeter), S.D.(Soil Depth in centimeter)

고가 높을수록 토양산도가 높아지며, 구상나무 생육 현황표에 의한 점수도 높아짐이 통계적 유의성이 인정되었다. 낙엽퇴의 두께와 유효토심 및 구상나무 생육현황표에 의한 점수간에도 높은 유의성이 인정되었다. 이러한 결과는 조사대상지에서의 구상나무 생육은 해발고가 높을수록, 낙엽퇴가 두꺼울수록 불량함을 확인할 수 있었다.

고산지대의 수목쇠퇴 현상이 계속해서 보고되는 것으로 보아 고산지대의 수목쇠퇴 현상은 지리산이나 한라산에 국한된 것이 아님을 알 수 있었다. 어느 정도 성장하던 구상나무가 일정 수령이 되어 어떤 원인으로 고사했으며, 그 원인은 산불, 산성연무를 비롯한 환경오염, 가뭄이나 이상기온 등의 기후변화 등으로 추측되나 정확한 원인 규명은 매우 힘든 실정이다.

이러한 결과는 한라산, 지리산, 덕유산에서의 구상나무림의 조사자료를 종합적으로 재검토함이 필요할 것이라 판단된다.

감사의 글

본 원고가 작성될 수 있도록 기초조사에 협조해 주신 삼지대학교 늘푸른솔 회원, 진주산업대학교 임학과 학부생 여러분들의 숨은 노고에 깊이 감사드립니다.

인용 문헌

김갑태, 추갑철(1999) 덕유산 아고산지대의 삼림군집 구조에 관한 연구 -구상나무림-. 환경생태학회지 13(1): 70-77.
 김갑태, 추갑철, 엄태원(1996) 오대산 국립공원 두노

봉-상왕봉지역의 삼림군집구조에 관한 연구 -분비나무림과 주목림-. 환경생태학회지 10(1): 160-168.
 김갑태, 김준선, 추갑철(1991) 반야봉지역 삼림군집구조에 관한 연구 -구상나무림-. 응용생태연구 5(1): 25-31.
 김갑태, 김준선, 추갑철, 진운학(1994) 덕유산 국립공원 백련사-향적봉지구의 삼림군집구조에 관한 연구. 응용생태연구 7(2): 155-163.
 김갑태, 김준선, 추갑철, 엄태원(1995) 주왕산 국립공원 자연보존지구의 삼림군집구조에 관한 연구. 응용생태연구 8(2): 135-141.
 김갑태, 추갑철, 백길전(1998) 한라산 아고산지대의 삼림군집구조에 관한 연구 -구상나무림-. 한국임학회지 87(3): 366-371.
 김갑태, 추갑철, 엄태원(1996) 오대산 국립공원 상원사, 비로봉, 호령봉지역의 삼림군집구조에 관한 연구. 환경생태학회지 10(1): 151-159.
 김갑태, 추갑철, 엄태원(1997) 지리산 천왕봉-덕평봉지역의 삼림군집구조에 관한 연구 -구상나무림-. 한국임학회지 86(2): 146-157.
 김군보(1997) 지리산 반야봉의 구상나무림에서 타감작용에 의한 치수형성 저해. 서울대학교 석사학위논문 42쪽.
 김성덕, 윤용섭(1991) 지리산 반야봉의 구상나무(*Abies koreana* Wills.)림의 갱신에 관한 연구. 충남대학교 환경연구보고 9권: 97-106.
 김은식(1994) 환경변화와 고산지대 수목생장 쇠퇴현상의 상관성 해석. 한국과학재단 연구보고서 KOSEF 921-1500-018-2. 89쪽.
 문현식, 이강령(1994) 덕유산 구상나무 임분의 식생구조에 관한 연구. 경상대학교 부속연습림 연구보고 4: 13-28.
 박인협, 이경재, 조재창(1988) 치악산 국립공원 삼림군집의 구조 -구룡사-비로봉지역을 중심으로-. 응용생

- 태연구 2(1): 1-8.
- 오구균, 우보명, 김동완(1997) 지리산국립공원 아고산대 황폐나지의 식생복원공법 개발. 환경생태학회지 11(1): 37-45.
- 이강령(1992) 지리산 구상나무 임분의 식생 직경분포와 군락구조. 경상대학교 부속연습림 연구보고 2: 1-15.
- 이경재(1987) 내장산 국립공원 내장산지구의 자연보전관리대책에 관한 연구. 서울시립대학교 조경학과. 100pp.
- 이윤원, 홍성천(1995) 구상나무림의 군락생태학적 연구. 한국임학회지 84(2): 247-257.
- 이창복(1970) 구상나무와 새로 발견된 품종. 한국임학회지 10: 5-6.
- 전승훈(1988) Monoterpene 성분에 의한 분비나무와 구상나무의 분류학적 연구. 서울대학교 대학원 석사학위논문 7쪽.
- 정재민, 이수원, 이강령(1996) 지리산 구상나무 임분의 식생구조와 치수발생 및 생육동태. 한국임학회지 85(1): 34-43.
- 정태현, 이우철(1965) 한국식물대 및 적지적수론. 성균관대 논문집 10: 329-435.
- Ludwig, J. A. and J. F. Reynolds(1988) Statistical Ecology. John Wiley and Sons, New York, 377pp.
- Pielou, E. C.(1975) Ecological diversity. John Wiley and Sons, New York, 168pp.