

계룡산국립공원 자연보전지역의 산림군집구조에 관한 연구¹

추갑철² · 김갑태³ · 김정오²

Studies on the Structure of Forest Community at Nature Preservation Area in Kyeryongsan National Park¹

Gab-Chul Choo², Gab-Tae Kim³, Jung-Oh Kim²

요약

계룡산국립공원 자연보존지구 천연림의 군집구조를 정확히 파악하여 앞으로의 식생관리에 있어서 기초자료를 마련하고자 34개의 방형구(10m×10m)를 설치하여 식생을 조사하였다. Cluster 분석 결과 조사대상지는 활엽수혼효림군집, 신갈나무-쪽동백나무군집 및 신갈나무-소나무군집으로 나뉘어졌다. 수종간의 상관관계에서는 신갈나무와 개웃나무; 까치박달나무와 층층나무; 쪽동백나무와 상수리나무; 비목나무와 느티나무, 고로쇠나무; 느티나무와 고로쇠나무, 참회나무; 석물푸레나무와 조록싸리, 노린재나무, 산딸기나무, 굴참나무 및 소나무; 고추나무와 고로쇠나무, 산뽕나무; 진달래와 개웃나무; 산철쭉과 굴참나무, 소나무, 상수리나무; 굴참나무와 소나무; 상수리나무와 병꽃나무; 고로쇠나무와 산뽕나무; 물푸레나무와 산뽕나무; 바위말발도리와 산뽕나무 등의 종들간에는 정의 상관관계가 인정되었고, 신갈나무와 까치박달나무; 신갈나무와 층층나무; 노린재나무와 쪽동백나무 등의 종들간에는 부의 상관관계가 인정되었다. 환경인자와의 상관에서 쪽동백나무와 진달래는 해발고도와 부의 상관이 인정되었으며, 사면의 방위와는 산딸기가 부의 상관이 인정되었다. 본 조사지의 종다양도는 1.4592~1.2917로 비교적 높은 편이었다.

주요어 : 종의 상관성, 해발고, 사면방위

ABSTRACT

To investigate the structure and the conservation strategy of natural forest at Nature Preservation Area in Gyeryongsan National Park, 34 plots(10m×10m) set up with random sampling method were surveyed. Three groups - Broadleaved mixed community, *Quercus mongolica*-*Styrax obassia* community and *Quercus mongolica*-*Pinus densiflora* community - were classified by cluster analysis. High positive correlations were proved between *Quercus mongolica* and *Rhus trichocarpa*; *Carpinus cordata* and *Cornus controversa*; *Styrax obassia* and *Quercus acutissima*; *Lindera erythrocarpa* and *Zelkova serrata*, *Acer mono*; *Zelkova serrata* and *Acer mono*, *Euonymus oxyphyllus*; *Fraxinus sieboldiana* and *Lespedeza maximowiczii*,

1 접수 2000년 12월 15일 Received on Dec. 15, 2000

2 진주산업대학교 Chinju Nat'l Univ., Chinju, 660-758, Korea(cgc@cjcc.chinju.ac.kr)

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

Symplocos chinensis for. *pilosa*, *Rubus crataegifolius*, *Quercus variabilis*, and *Pinus densiflora*; *Staphylea bumalda* and *Acer mono*, *Morus bombycis*; *Rhododendron mucronulatum* and *Rhus trichocarpa*; *Rhododendron poukanense* and *Quercus variabilis*, *Pinus densiflora*, and *Quercus acutissima*; *Quercus variabilis* and *Pinus densiflora*; *Quercus acutissima* and *Weigella subsessilis*; *Acer mono* and *Morus bombycis*; *Fraxinus rhynchophylla* and *Morus bombycis*; *Deutzia prunifolia* and *Morus bombycis*; and high negative correlations were proved between *Quercus mongolica* and *Carpinus cordata*; *Quercus mongolica* and *Cornus controversa*; *Symplocos chinensis* for. *pilosa* and *Styrax obassia*; Negative correlations were proved between density of *Styrax obassia* and *Rhododendron mucronulatum* and altitude; density of *Rubus crataegifolius* and slope direction. Shannon's Species diversity(H') of investigated area was relatively high, 1.4592~1.2917.

KEY WORDS : SPECIES CORRELATION, ALTITUDE, SLOPE DIRECTION

서 론

계룡산은 대전광역시, 공주시, 논산시에 걸쳐 있는 충남 제일의 명산으로 차령산맥과 노령산맥 사이에 이룩된 산지로 능선이 닭의 벅을 머리에 쓴 용의 모습과 닮았다고 하여 계룡이라는 이름이 붙여지게 되었으며, 풍수지리에서도 명산으로 인정되며, 무속신앙과 관계 깊은 신비스러운 산으로 1968년 12월 31일에 국립공원으로 지정(건설부 공고 제164호)되었다.

주봉인 천황봉(845.1m)을 비롯하여 삼불봉, 연천봉, 관음봉 등 열댓 개의 봉우리, 기암괴석과 서쪽에 용문폭포, 동쪽에 은선폭포, 남쪽에 암용추, 솟을추 폭포를 어우르고 있고, 봄에는 동학사 진입로의 벚꽃 터널, 여름에는 동학사 계곡의 신록, 가을에는 감사와 용문폭포 주위의 단풍, 겨울에는 삼불봉 등 고봉과 기암괴석의 설경이 장관을 이루어 사철 많은 탐방객이 찾아드는 국립공원이다.

계룡산국립공원의 산림군집구조에 대한 연구로는 동학사 남부계곡(최두문, 1967)은 위로부터 쇠물푸레, 신갈나무, 까치박달이 분포하고 있으며, 북부계곡과 폭포 주변(최두문, 1968)은 위로부터 소나무, 느티나무가 분포하며, 남부계곡에는 까치박달, 북부계곡에는 굴참나무가 우점하는 것을 보고하였다. 계룡산과 덕유산의 삼림군집과 환경의 상관관계를 DCCA에 의하여 분석한 송호경(1990)은 신갈나무군집은 해발고가 높고 토양양료가 많은 곳, 서어나무군집과 들메나무군집은 해발고가 중간이고 양료가 많은 곳, 소나무-신갈나무군집과 굴참나무군집은 해발고, 양료 모두 중간인 곳, 때죽나무군집은 해발고가 낮고 양료가 중간인 곳에 주로 분포하며, 군집분포의 제일의 환경요인은 해발고(온도)라 보고하였

다. 계룡산의 산림군집은 소나무-굴참나무군집과 신갈나무군집이며, 주요 목본식물로 소나무, 신갈나무, 굴참나무, 때죽나무, 밤나무, 서어나무, 졸참나무, 쪽동백나무, 느티나무, 산벚나무 등이 중서열 상위인 10종이라 보고하였다(송호경, 1985).

이에 본 연구는 계룡산국립공원 천황봉, 연천봉, 수정봉 및 신선봉을 잇는 자연보존지구와 장군봉 부근의 비교적 해발고가 높은 천연림을 대상으로 삼림군집구조의 특성과 천이방향을 추정하여 식생관리의 기초자료를 얻고자, 34개의 방형구(10m×10m)를 설치하여 식생을 조사·분석하였다.

조사구 설정 및 연구방법

1. 조사구 설정

계룡산국립공원 천황봉, 연천봉, 수정봉 및 신선봉을 잇는 자연보존지구와 장군봉 부근의 비교적 해발고가 높은 천연림을 대상으로 입지환경과 현존식생을 감안하여 조사대상 전지역에 대하여 34개의 방형구(10m×10m)를 설치하고 조사지의 주요 환경인자, 토양특성 및 식생을 조사하였다. 조사항목은 해발고도, 방위, 경사도, 낙엽도, 토심 등을 간략히 조사하였다. 조사 대상지의 지형과 조사구의 위치를 Figure 1에 보였다.

2. 식생조사

식생조사는 2000년 7월 28~30일에 실시하였으며, 각 조사구에 대하여 수관의 위치에 따라 상, 중,

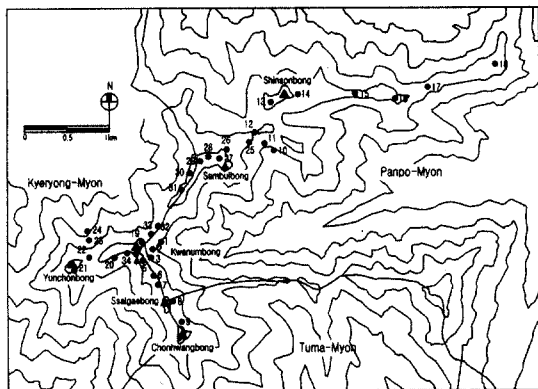


Figure 1. Location map of thirty-four plots in Native Preservation Area, Kyeryongsan National Park

하층으로 구분하여 상층과 중층은 수종, 개체수, 흉고직경을 측정 기록하였으며, 하층은 수종, 개체수, 피도를 측정하여 식생조사표에 기록하였다. 수목의 생장과 환경요인들과의 관련성을 알아보고자 표고, 방위, 경사도, 낙엽도, 토심 등도 조사하였다. 주요 수종의 밀도와 환경요인들과의 관련성을 검토하는 자료로 이용하였다.

3. Cluster 분석 및 종의 상관관계

각 조사구 내에서 집계된 수종별 개체수 자료를 이용하여 조사구 분류를 시도하였으며, 상·중·하층을 구성하는 총 38종을 대상으로 Ludwig & Reynolds (1988)의 방법으로 계산하였다. 조사구들 간의 거리는 Percent dissimilarity(PD)를 적용하였다. 각 수종의 상관성을 34개의 조사구에서 집계된 수종별 개체수 자료를 토대로 SPSS를 이용하여 종간의 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 및 하층의 개체의 크기를 고려하여 (상층 I.V.×3+중층 I.V.×2+하층 I.V.)/6로 평균상대우점치(M.I.V.)를 계산하였다. 종구성의 다양한 정도를 나타내는 측도인 종다양성은 Shannon의 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. 입지환경 및 종구성 특성

각 조사구의 주요 환경인자 및 출현종수를 Table 1에 보였다. 조사구들은 480m~827m 사이에 위치하며, 계룡산국립공원 자연보존지구와 일부의 장군봉 근처의 고산지대에 배치되었다. 수관율피도는 50~90%, 상층수고는 4~12m 범위였다. 낙엽도의 두께는 1~10cm, 유효토심은 2~30cm의 범위로 비교적 건전한 산림토양이었으며, 조사구당 목본식물의 출현수종은 11~26종으로 비교적 종다양도가 높은 편이었다.

2. 산림군집구조 분석

계룡산에서 조사된 38종, 34개 조사구의 자료를 이용하여 Cluster 분석한 결과를 Figure 2에 보였다. 비교적 해발고의 차이가 적은 고산지대에 분포하

Table 1. Description of physical features, soil and vegetation for each plot in Kyeryongsan National Park

Plot number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Altitude(m)	560	600	680	720	730	770	750	827	800	560	620	590
Slope direction	E	E	SW	SW	W	W	N	W	W	NE	NE	NE
Tree coverage(%)	60	70	60	50	80	90	70	90	85	85	60	90
Tree height	8	9	9	8	12	9	5	4	5	12	11	11
Litter depth(cm)	5	5	5	5	5	5	3	1	1	5	3	3
Soil depth(cm)	10	8	10	10	10	10	5	3	2	10	5	10
No. of species	19	17	21	17	13	18	18	15	13	17	24	19

Table 1. (Continued)

Plot number	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Altitude(m)	620	600	520	540	480	500	816	700	738	670	610
Slope direction	S	NW	N	N	N	NE	SE	NW	E	N	N
Tree coverage(%)	70	90	50	60	30	50	60	60	60	60	40
Tree height	11	8	10	9	10	7	6	11	8	11	11
Litter depth(cm)	3	3	5	3	5	2	5	5	5	5	5
Soil depth(cm)	10	5	10	10	10	4	10	10	10	10	20
No. of species	17	14	13	14	21	14	26	21	23	12	17

Table 1. (Continued)

Plot number	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Altitude(m)	550	600	650	700	750	700	700	715	730	710	750
Slope direction	N	NE	E	NW	W	E	W	W	NW	NW	NW
Tree coverage(%)	70	80	90	50	85	70	90	80	50	50	70
Tree height	10	11	9	10	7	7	9	9	8	7	6
Litter depth(cm)	5	10	10	10	5	5	10	5	3	10	10
Soil depth(cm)	10	23	20	30	10	20	15	5	2	15	15
No. of species	12	14	11	21	13	15	17	18	13	13	14

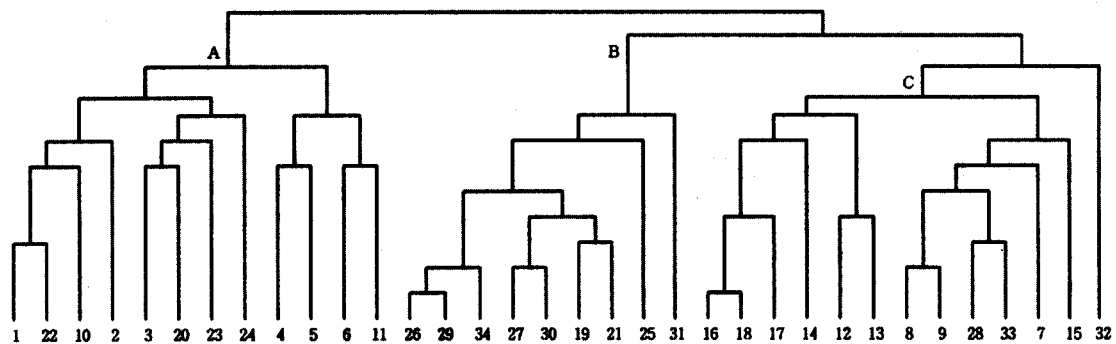


Figure 2. Dendrogram of stand classification of thirty-four plots by cluster analysis

는 조사구들의 해발고, 지형적 특성, 방위 등을 비롯한 입지인자의 근소한 차이로 인한 신갈나무, 느티나무, 까치박달의 분포여부에 따라 1차적으로 나뉘고, 신갈나무가 우점하는 집단에서 소나무, 쇠물푸레, 쪽동백나무의 분포 차이로 다시 분리되어 총 3개의 군집으로 나뉘었다. 분류된 군집 A는 조사구 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 20, 22, 23, 24가 포함된 조사구들의 모임으로 산정에 가까우나 계곡부에 위치한 활엽수 혼효림으로 까치박달-느티나무가 우점종이었고, 군집 B는 조사구 19, 21, 25, 26, 27, 29, 30, 31이 포함된 조사구들의 모임으로 산정부 근처의 북향-

서향 사면에 위치한 신갈나무-쪽동백군집이었으며, 군집 C는 조사구 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 28, 32, 33이 포함된 조사구들의 모임으로 능선부에 위치한 신갈나무-소나무군집이었다. 본 조사대상지에서 신갈나무의 우점도가 상대적으로 높게 나타나 온대중부의 대표적인 신갈나무군집에 가까운 식생 구조를 보였다. 이러한 결과는 계룡산 산림군집이 소나무-굴참나무군집과 신갈나무군집이라는 송호경(1985)의 보고와 대체로 일치하는 결과이다.

각 조사구들을 Cluster 분석한 결과에 따라 분리된 3개의 군집으로 나누어 주요 수종에 대한 수종별

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

Species	Group A				Group B				Group C			
	U	M	L	M.I.V	U	M	L	M.I.V	U	M	L	M.I.V
<i>Acer mono</i>	6.7	6.3	3.1	6.0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	1.2	6.9	6.4	4.0	1.6	18.0	3.0	7.3	1.4	5.5	6.7	3.7
<i>Betula schmidtii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	3.2	0.7	-	1.8
<i>Carpinus cordata</i>	10.8	23.2	5.6	14.1	1.3	3.3	2.0	2.1	-	-	-	-
<i>Carpinus coreana</i>	-	-	-	-	1.3	2.4	1.0	1.6	-	-	-	-
<i>Carpinus laxiflora</i>	6.1	0.7	1.5	3.5	10.8	2.3	1.0	6.3	5.5	3.3	1.5	4.1
<i>Castanea crenata</i>	-	-	-	-	5.6	-	-	2.8	-	-	-	-
<i>Celtis choseniana</i>	-	-	-	-	2.1	-	-	1.0	-	-	-	-
<i>Celtis jessoensis</i>	3.7	2.5	0.8	2.8	3.1	0.7	-	1.78	-	-	-	-
<i>Cornus controversa</i>	6.2	-	1.5	3.4	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cornus kousa</i>	2.2	1.9	0.6	1.8	1.1	1.7	7.0	2.3	-	-	-	-
<i>Euonymus oxyphyllus</i>	0.9	6.6	1.9	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	5.4	6.9	2.9	5.5	3.7	1.4	3.0	2.8	0.8	3.0	1.7	1.7
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	-	-	-	-	1.8	6.2	4.0	3.6	2.1	14.2	16.4	8.5
<i>Ilex macropoda</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2.7	-	0.9	1.5
<i>Lespedeza bicolor</i>	-	-	-	-	-	0.9	7.9	1.6	-	-	-	-
<i>Lindera erythrocarpa</i>	6.4	7.1	5.4	6.5	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lindera obtusiloba</i>	-	-	6.4	1.1	-	1.8	6.0	1.6	-	-	6.3	1.1
<i>Morus bombycis</i>	1.3	0.8	1.3	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pinus densiflora</i>	-	-	-	-	5.1	-	-	2.6	19.3	5.2	-	11.4
<i>Prunus sargentii</i>	3.4	-	-	1.7	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Quercus acutissima</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2.4	1.8	-	1.8
<i>Quercus mongolica</i>	11.1	-	-	5.6	40.0	6.6	2.0	22.6	36.7	11.8	10.6	22.5
<i>Quercus serrata</i>	5.0	0.8	-	2.8	8.3	-	1.0	4.3	-	-	-	-
<i>Quercus variabilis</i>	6.1	-	-	3.0	3.2	-	-	1.6	1.0	5.4	0.5	6.9
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	-	-	-	-	-	1.8	3.0	1.1	-	4.8	9.5	3.2
<i>Rhododendron poukhanense</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.7	6.7	1.3
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	-	-	-	-	-	5.1	5.4	2.6	-	9.8	8.6	4.7
<i>Rhus trichocarpa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.9	5.2	1.8
<i>Sapium japonicum</i>	1.0	7.6	2.7	3.5	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sorbus amurensis</i>	-	-	-	-	-	3.2	1.0	1.2	1.7	4.7	4.0	3.1
<i>Stephanandra incisa</i>	-	-	6.0	1.0	-	0	8.9	1.5	-	-	-	-
<i>Styrax obassia</i>	5.3	10.2	1.3	6.3	4.7	24.0	3.9	11.0	4.0	12.6	2.1	6.6
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	-	-	-	-	5.7	5.4	2.8	-	3.3	4.5	1.9	-
<i>Tilia amurensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2.7	-	0.5	1.5
<i>Zelkova serrata</i>	11.7	8.1	1.4	8.8	-	-	-	-	-	-	-	-

* U: Upper I.V., M: Middle I.V., L: Lower I.V., M.I.V.: Mean importance value

상대우점치와 평균상대우점치를 정리한 것을 Table 2에 보였다. 상·중·하층의 개체의 크기를 고려하여 계산된 평균상대우점치(M.I.V.)는 군집 A에서 까치박달나무의 평균상대우점치가 14.1%로 가장 높고 다음이 느티나무로 8.8%로, 군집 B에서는 평균상대우점치의 값이 신갈나무가 22.6%로 가장 높

게 나타났고 다음이 쪽동백나무로 11.0%로, 군집 C에서는 평균상대우점치의 값이 신갈나무가 22.5%로 가장 높게 나타났고 다음이 소나무로 11.4%의 순으로 높았다.

군집별 상대우점치(I.V.) 값은 군집 A의 경우 상층에서는 느티나무의 I.V.가 11.7%로 가장 높았고

신갈나무와 까치박달나무가 각각 11.1%와 10.8%로, 중층에서는 까치박달나무의 I.V.가 23.2%로 가장 높았고 쪽동백나무 10.2%, 느티나무 8.1%의 순이었으며, 하층에서는 당단풍, 생강나무, 국수나무, 까치박달나무, 비목나무 등의 순으로 I.V.가 높게 나타났다. 군집 A는 상층에서 이미 느티나무가 신갈나무보다 높은 I.V. 값을 보였으며, 상층과 중층에서 까치박달나무의 높은 I.V. 값을 나타내고 있는 것과 계룡산의 산림군집은 소나무-굴참나무군집과 신갈나무군집이었다는 송호경(1985)의 보고와 비교할 때, 부분적이거나 신갈나무림이 활엽수 혼효림으로 천이가 진행되고 있는 것으로 생각된다. 군집 A의 경우, 신갈나무는 상층에서만 11.1%의 I.V. 값을 보이는 것에 비하여 느티나무는 상, 중, 하층에서 모두 출현하고 있었고, 까치박달나무의 경우 상, 중층에서는 이미 높은 I.V. 값을 보였으며, 하층에서도 다수 출현하여 앞으로 신갈나무는 급격히 줄어들어 까치박달나무와 느티나무가 우점하는 숲으로 변화될 것으로 추정된다.

군집 B의 상층에서는 신갈나무의 I.V.가 40.0%로 가장 높았고, 서어나무 10.8%, 졸참나무 8.3%의 순으로 높게 나타났으며, 중층에서는 쪽동백나무가 24.0%로 가장 높았고, 당단풍나무는 18.0%, 신갈나무 6.6%였으며, 하층에서는 국수나무, 싸리, 산딸나무, 생강나무 순으로 I.V.가 높게 나타났다. 군집 B는 상층에서 신갈나무가 계속 우점하고 있으나 중, 하층에서는 I.V. 값이 크게 낮아져 앞으로 신갈나무의 세력이 약화될 것으로 추정되며, 중층에서는 쪽동백나무와 당단풍나무의 세력이 이미 신갈나무보다 우위에 있었고, 하층에서도 국수나무, 싸리 등이 신갈나무에 비하여 I.V. 값이 높게 나타나는 것으로 보아 앞으로도 신갈나무의 세력은 지속적으로 줄어들 것이라 여겨진다. 그러나 신갈나무와 경쟁하는 쪽동백이나 당단풍이 우점종으로 성장하기에는 부적합한 생태적 특성을 지녀 당분간 신갈나무 우점현상은 유지될 것이며, 현재까지 세력이 약한 서어나무가 신갈나무와 경쟁관계를 이루며 세력을 확대해 나갈 것이라 판단된다.

군집 C의 상층에서는 신갈나무의 I.V.가 36.7%로 가장 높으며, 다음으로 소나무 19.3%의 순으로 높게 나타났고, 중층에서는 쇠물푸레나무가 14.2%로 가장 높고, 쪽동백나무는 12.6%, 신갈나무 11.8%였으며, 하층에서는 쇠물푸레나무가 16.4%로, 다음으로 신갈나무, 진달래, 철쭉 순으로 I.V.가 높게 나타났다. 군집 C는 신갈나무가 상, 중, 하층에

서 I.V. 값이 높게 유지되어 지속적으로 우점종으로 남아 있을 것으로 추정되며, 소나무의 경우 상층에서 I.V. 값이 높으나 중, 하층에서는 I.V. 값이 크게 낮아져 앞으로 소나무의 세력이 약화될 것으로 추정된다. 중층에서는 쇠물푸레나무와 쪽동백나무의 세력이 이미 신갈나무보다 우위에 있고, 하층에서도 쇠물푸레나무가 신갈나무에 비하여 I.V. 값이 높게 나타나는 것으로 보아 앞으로도 신갈나무의 세력은 지속적으로 줄어들 것이라 여겨진다. 그러나 신갈나무와 경쟁하던 소나무의 세력이 급격히 줄어들고, 쇠물푸레나무와 쪽동백이 우점종으로 성장하기에는 부적합한 생태적 특성을 지녀 당분간 신갈나무 우점현상은 유지될 것이라 판단된다.

3. 종간 및 수종분포와 환경인자와의 상관관계

Table 3은 34개 조사구별 개체수 자료에 의하여 주요 수종들의 종간 상관관계 분석을 나타낸 것이다. 수종간의 상관관계에서는 신갈나무와 개울나무; 까치박달나무와 층층나무; 쪽동백나무, 상수리나무; 비목나무와 느티나무, 고로쇠나무; 느티나무와 고로쇠나무, 참회나무; 쇠물푸레나무와 조록싸리, 노린재나무, 산딸기나무, 굴참나무, 소나무; 고추나무와 고로쇠나무, 산뽕나무; 진달래와 개울나무; 산철쭉과 굴참나무, 소나무, 상수리나무; 굴참나무와 소나무; 상수리나무와 병꽃나무; 고로쇠나무와 산뽕나무; 물푸레나무와 산뽕나무; 바위말발도리와 산뽕나무 등의 종들간에는 정의 상관성이 인정되었고, 신갈나무와 까치박달나무; 신갈나무와 층층나무; 노린재나무와 쪽동백나무 등의 종들간에는 부의 상관성이 인정되었다.

조사구별의 주요 환경인자-해발고, 방위, 수관울폐도, 상층수목의 수고, 낙엽도 및 토심-을 수치화하여 조사구당 수종별 개체수와의 상관관계를 분석한 결과를 Table 4에 보였다. 해발고와 수고는 m 단위, 수관울폐도는 % 단위, 토심과 낙엽도는 cm 단위로 하였으며, 방위는 북향 8, 북서 7, 북동 6, 서향 5, 동향 4, 남서 3, 남동 2, 남향 1로 수치화하였다.

해발고와 정의 상관성이 인정된 것은 싸리였으며, 쪽동백과 진달래는 해발고와 부의 상관이었다. 사면의 방위와는 산딸기가 부의 상관성이 인정되었으며, 상층수고와 정의 상관인 것은 까치박달나무였으며, 팔배나무와 싸리는 상층수고와 부의 상관이었다.

Table 3. Correlations between all pair-wise combinations of major woody species

1	-57**	.25	.20	.30	.36	.44*	.19	.26	.29	.16	.31	.44*	.28	.21	.33	.20	-.38	-.41	-.44*	-.43	.01	-.34	-.35	-.20	-.07	-.21	-.14	.54**	
2		-.22	.43*	.09	.26	-.31	-.19	.39	-.16	-.15	-.29	-.29	-.17	-.11	-.22	-.08	.29	.33	.64**	.22	-.06	.40	.48*	.28	-.01	-.03	.16	-.30	
3			.10	.38	.21	.23	.30	-.20	-.62**	.09	.03	.07	.16	.30	.16	.59**	.16	-.27	-.16	.10	.41*	.05	-.06	-.26	.39	-.14	.24	-.03	
4				-.01	-.10	-.23	-.15	-.22	-.04	-.12	-.32	-.21	-.11	-.13	-.25	.05	.02	-.08	.32	.15	.17	.38	.45*	-.09	-.13	-.10	-.16	-.15	
5					.77**	-.05	.05	.49*	.14	.07	-.21	-.10	-.08	.03	-.12	.22	.74**	.08	.10	.50*	.33	.15	.13	.01	.47*	.19	.43*	-.20	
6						-.23	-.14	.68**	.07	-.12	-.16	-.22	-.13	-.10	-.16	.11	.70**	.43*	.08	.57**	.19	.04	.09	.06	.49*	.04	.51*	-.20	
7							.82**	-.17	.60**	.76**	.28	.48*	.40	.67**	.51**	.36	-.27	-.11	-.24	-.22	.15	-.07	-.19	-.22	.01	-.13	-.07	.38	
8								-.10	.74**	.76**	-.06	.41*	.11	.45*	.13	.21	-.15	-.10	-.14	-.13	.24	-.08	-.11	-.14	.24	-.02	.05	-.01	
9									-.05	-.09	-.16	-.16	-.09	-.13	-.13	.02	.58**	.40	.39	.15	.03	-.10	-.09	.27	.34	.34	.67**	-.18	
10										.45*	-.13	.15	.06	.34	.08	.47*	.02	-.10	-.21	-.06	.43*	-.03	-.10	-.15	.63**	-.14	.30	-.09	
11											-.12	.56*	.15	.49*	.17	-.11	-.14	-.18	-.11	-.11	-.12	-.09	-.10	-.10	-.03	-.08	-.09	.06	
12												-.02	-.02	.26	.37	.49*	.24	-.20	.22	-.24	.01	.05	-.17	-.22	-.21	-.13	-.19	.68**	
13														.22	.28	.16	-.09	-.20	-.23	-.23	-.12	-.15	-.10	-.10	-.17	-.07	-.11	.19	
14															.72**	.91**	.53**	-.16	-.16	-.13	-.12	-.15	-.10	-.10	-.17	-.07	-.11	-.19	
15																.80**	.44*	-.15	-.20	-.23	-.08	-.10	.08	-.22	-.10	-.16	-.13	.28	
16																	.58**	-.20	-.07	-.17	-.16	-.03	-.08	-.13	-.10	-.18	-.12	.33	
17																		.09	-.01	.02	.05	.64**	.11	-.18	.33	-.13	.18	.01	
18																			.25	.36	.31	.22	.01	.09	.16	.46*	.47*	.73**	-.24
19																				.20	-.03	.15	.07	-.15	.15	.16	-.14	.20	.11
20																					.01	.06	.30	-.11	.40*	-.01	.28	.34	-.26
21																						.04	.50*	.08	.19	.14	.11	-.20	.11
22																						.13	.05	.01	.41*	-.06	.24	-.14	-.14
23																							.24	.03	-.06	-.14	-.05	-.11	-.11
24																								-.01	-.08	-.01	-.15	-.17	-.17
25																								.05	.44*	.24	-.15	-.15	-.15
26																										.13	.54**	-.27	-.27
27																												.57**	-.11
28																													-.24

* p<0.05 ** P<0.01

- 1) *Quercus mongolica* 2) *Carpinus cordata* 3) *Styrax obassia* 4) *Stephanandra incisa* 5) *Lindera erythrocarpa* 6) *Zelkova serrata* 7) *Fraxinus sieboldiana*
 8) *Lespedeza maximowiczii* 9) *Staphylea bumalda* 10) *Symplocos chinensis* for. *pifosa* 11) *Rubus crataegifolius* 12) *Rhododendron mucronulatum* 13)
Rhododendron schlippenbachii 14) *Rhododendron poukhanense* 15) *Quercus variabilis* 16) *Pinus densiflora* 17) *Quercus acutissima* 18) *Acer mono*
 19) *Prunus sargentii* 20) *Cornus controversa* 21) *Euonymus oxyphyllus* 22) *Weigela subsessilis* 23) *Callicarpa japonica* 24) *Sapium japonicum* 25) *Cornus*
kousa 26) *Fraxinus rhynchophylla* 27) *Deutzia prunifolia* 28) *Morus bombycis* 29) *Rhus trichocarpa*

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

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Altitude	-.01	-.13	-.40*	-.24	-.06	-.10	-.20	-.45*	-.32	-.25	-.35	.01	-.05	.15	-.26
Slope direction	.02	-.01	.02	-.22	-.28	-.18	-.48*	.34	-.02	.08	.07	-.05	-.23	.08	.17
Tree coverage	.17	.10	.15	.08	.17	.29	.06	-.27	.08	.08	.09	-.01	-.16	-.09	-.27
Tree height	-.39	.46*	.38	.02	.11	.27	.15	-.14	.18	-.07	.07	-.03	.16	-.32	.34
Litter depth	-.08	-.01	.13	-.39	-.28	-.12	-.04	-.27	-.27	-.27	-.31	-.28	.04	.02	-.09
Soil depth	.05	-.05	.26	-.22	-.11	.05	.07	-.24	-.22	-.24	-.24	-.31	.03	-.09	.11

Table 4. (Continued)

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Altitude	-.21	-.36	-.21	.20	.06	-.34	.05	.08	.21	.21	.14	.09	.41**	-.34
Slope direction	.03	-.05	.18	-.20	-.01	.08	-.23	-.24	.21	-.21	-.15	.11	-.09	.23
Tree coverage	-.16	.03	-.01	-.24	.09	-.16	.16	.27	-.05	-.20	-.02	-.18	.32	-.22
Tree height	.08	.22	.39	.07	.20	-.14	-.11	.32	-.53**	-.15	.23	.28	-.62**	-.16
Litter depth	-.23	-.03	-.02	-.03	-.01	-.25	-.10	.20	-.21	-.09	-.01	-.07	-.32	-.39
Soil depth	-.06	-.12	.06	-.01	-.06	-.28	-.21	.20	-.26	-.09	.10	-.11	-.29	-.27

* P<0.05 **P<0.01

1) *Quercus mongolica* 2) *Carpinus cordata* 3) *Styrax obassia* 4) *Fraxinus sieboldiana* 5) *Lespedeza maximowiczii* 6) *Symplocos chinensis* for. *pilosa* 7) *Rubus crataegifolius* 8) *Rhododendron mucronulatum* 9) *Quercus variabilis* 10) *Pinus densiflora* 11) *Quercus acutissima* 12) *Prunus sargentii* 13) *Cornus controversa* 14) *Ilex macropoda* 15) *Euonymus oxyphyllus* 16) *Weigela subsessilis* 17) *Callicarpa japonica* 18) *Sapium japonicum* 19) *Cornus kousa* 20) *Fraxinus rhynchophylla* 21) *Lindera obtusiloba* 22) *Morus bombycis* 23) *Quercus serrata* 24) *Sorbus amurensis* 25) *Deutzia prunifolia* 26) *Morus bombycis* 27) *Celtis jessoensis* 28) *Lespedeza bicolor* 29) *Rhus trichocarpa*

4. 종다양성

Table 5에 군집별로 조사된 목본식물의 종다양성을 보였다. 출현종수는 군집 A, B, C에서 각각 54, 55, 47종으로 나타났다. 종다양도(H')는 군집 A가 3.3599로 가장 높았고, 군집 B와 C에서 각각 3.2237과 2.9743으로 나타났으며 상용로그로 계산된 종다양도(H')는 군집 A, B, C에서 각각 1.4592, 1.4000, 1.2917로 나타났다. 종다양성을 최대 종다양성으로 나눈 균재도(J')에서는 군집 A가 0.8423으로 가장 높았고, 군집 B, C는 0.8044,

0.7725로 나타났다. 조사구의 크기가 서로 다른 집단간의 종다양성을 비교하기 위하여 동일한 표본의 크기에서 기대되는 종수는 군집 A, B, C에서 각각 11, 8, 10종으로 나타나 큰 차이는 없었다.

본 조사의 종다양도는 1.4592~1.2917로 오대산 두노봉-상왕봉지역 0.9608~1.2499(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), 내장

Table 5. Species diversity indices of three plant groups in Kyeryongsan National Park

Group	No. of Plots (20×20m)	No. of Species	Expected No. of Species E(Sn)	Species Diversity(H')	Evenness (J')	Dominance (D)
A	12	54	11	3.3599(1.4592)	0.8423	0.1577
B	9	55	8	3.2237(1.4000)	0.8044	0.1956
C	13	47	10	2.9743(1.2917)	0.7725	0.2275

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

산국립공원 1.0736~1.3701(이경재, 1987) 등의 타 국립공원에 비하여 상대적으로 약간 높은 편이었다. 상원사 - 비로봉 - 호령봉지역 1.2973~1.4633(김갑태 등, 1996)과 비슷한 종다양도를 보이는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 원고가 작성될 수 있도록 기초조사와 자료분석에 협조해 주신 진주산업대학교 임학과 학부생 여러분들과 상지대학교 늘푸른솔 회원들의 숨은 노고에 깊이 감사드립니다.

인용문헌

- 김갑태, 추갑철, 엄태원(1996) 오대산국립공원 상원사, 비로봉, 호령봉지역의 삼림군집구조에 관한 연구. 환경생태학회지 10(1): 151-159.
- 박인협, 이경재, 조재창(1988) 치악산국립공원 삼림군집의 구조 -구룡사-비로봉지역을 중심으로-. 응용생태연구 2(1): 1-8.
- 송호경(1985) 계룡산삼림군집형과 그의 구조에 관한 연구. 서울대학교 박사학위논문, 54쪽.
- 송호경(1990) DCCA에 의한 계룡산과 덕유산의 삼림군집과 환경의 상관관계 분석. 한국임학회지 79(2): 216-221.
- 이경재, 조현서, 한봉호(1997) 설악산국립공원 저항력계곡 식물군집구조. 환경생태학회지 10(2): 251-269.
- 이경재(1987) 내장산국립공원 내장산지구의 자연보존관리대책에 관한 연구. 서울시립대학교 조경학과, 100쪽.
- 최두문(1967) 계룡산의 식생연구 -동학사 남부계곡의 수직식생분석-. 백제문화 1: 23-33.
- 최두문(1968) 계룡산의 식생연구 -동학사 북부계곡과 폭포주변의 수직식생분석-. 백제문화 2: 53-64.
- Ludwig, J. A. and J. F. Reynolds(1988) Statistical Ecology. John Wiley & Sons, New York, 377pp.
- Pielou, E. C.(1975) Ecological diversity. John Wiley & Sons, New York, 168pp.
- 김갑태, 추갑철, 엄태원(1996) 오대산국립공원 두노봉-상원봉지역의 삼림군집구조에 관한 연구 -분비나무림과 주목림-. 환경생태학회지 10(1): 160-168.
- 김갑태, 김준선, 추갑철, 진운학(1994) 덕유산국립공원 백련사-향적봉지구의 삼림군집구조에 관한 연구. 응용생태연구 7(2): 155-163.
- 김갑태, 김준선, 추갑철, 엄태원(1995) 주왕산국립공원 자연보존지구의 삼림군집구조에 관한 연구. 응용생태연구 8(2): 135-141.