

## 지리산국립공원 상부운 계곡부의 해발고와 사면부위에 따른 산림구조<sup>1</sup>

박인협<sup>2</sup> · 최윤호<sup>2</sup>

### Forest Structure in Relation to Altitude and Part of Slope in a Valley Forest at Sangbuun, Jirisan National Park<sup>1</sup>

In-Hyeop Park<sup>2</sup>, Yun-Ho Choi<sup>2</sup>

#### 요 약

지리산국립공원 상부운 계곡부(725~1,090m)의 해발고와 사면부위에 따른 산림군집구조를 파악하기 위하여 해발고와 사면부위에 따라 48개 조사구를 설정하여 교목층과 아교목층을 대상으로 조사하였다. 계곡 하부에서 상부로 갈수록 교목층의 밀도는 감소하는 반면, 평균 수고, 흉고직경, 흉고단면적은 증가하였다. 이러한 경향은 계곡 하부에 인간의 간섭이 비교적 심하기 때문인 것으로 추정되었다. 해발고가 높아짐에 따라 상대중요치가 증가하는 경향을 보이는 수종은 물푸레나무, 굴참나무, 신갈나무 등이었으며, 감소하는 경향을 보이는 수종은 때죽나무, 서어나무, 소나무 등이었다. 사면하부에서 상부로 갈수록 상대중요치가 증가하는 경향을 보이는 수종은 굴참나무, 소나무 등이었으며, 감소하는 경향을 보이는 수종은 고로쇠나무, 개암나무 등이었다. 계곡정부를 포함한 해발고대별 종다양도의 범위는 0.571~1.194이었으며, 해발고가 높아짐에 따라 종다양도는 감소하는 경향이 있었다. 해발고가 높아짐에 따라 종다양도가 감소하는 것은 종수와 균재도가 모두 감소하기 때문이었다. 사면부위별 종다양도는 1.172~1.285이었으며, 사면 하부에서 중, 상부로 갈수록 종수와 종다양도가 감소하였다. 수종별 상대중요치에 의한 Cluster분석 결과 계곡하부의 사면 하부와 계곡중부의 사면 상, 중, 하부 및 계곡상부의 사면 중, 상부에 위치하는 졸참나무-낙엽활엽수군집, 계곡하부의 사면 중, 상부에 위치하는 소나무-졸참나무군집, 계곡상부의 사면하부와 계곡정부에 위치하는 신갈나무-낙엽활엽수군집 등 3개 유형의 군집으로 구분되었다.

주요어 : 상대중요치, 종다양성, CLUSTER분석, 종상관

#### ABSTRACT

A valley forest in Sangbuun area at Jirisan National Park was studied to investigate forest structure in relation to altitude and part of the slope. Forty-eight quadrats were set up in the valley forest along altitude of 725m to 1,090m and part of the slope, and vegetation analysis

1 접수 12월 15일 Received on Dec. 15, 2002

2 순천대학교 농업생명과학대학 College of Agriculture and Life Sciences, Suncheon National University, Suncheon, 540-742, Korea (inhyeop@suncheon.ac.kr)

for the woody species in the tree and subtree layers were carried out. With increasing elevation belt, mean DBH, height and basal area of the trees in the tree layer increased while their density decreased. This trends may be caused by the disturbance which was relatively severe in the low elevation area. As elevation increased, the importance percentages of *Fraxinus rhynchophylla*, *Quercus variabilis* and *Quercus mongolica* increased while those of *Styrax japonicus*, *Carpinus laxiflora* and *Pinus densiflora* decreased. The importance percentages of *Quercus variabilis* and *Pinus densiflora* increased as going from lower part to upper part of the slope. However, the opposite trend was found for the importance percentages of *Acer mono* and *Corylus heterophylla* var. *thunbergii*. Number of species and species diversity decreased as increasing elevation and going from lower part to upper part of the slope. According to importance percentage and cluster analysis, the valley forest was classified into three forest communities of *Quercus serrata*-broad-leaved tree species community in lower part of the slope at low elevation belt, middle elevation belt and middle and upper parts of the slope at high elevation belt, *Pinus densiflora*-*Quercus serrata* community in middle and upper parts at low elevation belt, and *Quercus mongolica*-broad-leaved tree species community in lower part of the slope at high elevation belt and top area.

**KEY WORDS : IMPORTANCE PERCENTAGE, SPECIES DIVERSITY, CLUSTER ANALYSIS, SPECIES CORRELATION**

## 서론

지리산국립공원은 국내 최초로 1967년에 국립공원으로 지정되었다. 지리산은 지리좌표상 북위 35° 13' ~ 35° 25', 동경 127° 33' ~ 127° 49' 에 위치하고, 행정구역상으로는 경상남도 함양군, 산청군, 하동군, 전라남도 구례군, 전라북도 남원군 등의 3개도 5개 군에 걸쳐 있다. 산세는 주봉인 천왕봉(해발 1,915m)을 중심으로 동북쪽의 씨리봉, 중봉 서쪽의 제석봉, 촛대봉, 영신봉, 칠선봉, 덕평봉, 형제봉, 반야봉, 노고단 등의 높은 산봉우리들이 동서로 뻗어 넓고 험준하며 경관이 수려하다. 한편 천왕봉과 노고단을 잇는 주능선을 분수령으로 펼쳐지는 대원사, 칠선, 백무동, 한신, 뱀사골, 피아골, 화엄사, 중산리 계곡 등의 크고 작은 계곡들이 형성하는 방사형의 수계는 북으로는 임천강, 남으로는 섬진강, 동으로는 덕천강에 각각 합류하고 있다. 지리산은 남해안 가까이에 있으면서도 산세가 높아 대륙성 기후의 영향이 강해 일교차와 한서 차가 심하다. 연평균 강수량은 1,200mm 이상이며 특히 6~7월을 전후한 3~4개월 동안 내리는 비가 연간 강수량의 60% 이상을 차지한다. 지리산지역의 암석은 반상변성편마암이 가장 큰

특징이다. 식물상은 157과 519속 1,066종, 3아종 222변종과 32품종으로 총 1,323종이 보고되고 있다(한국자연보존협회, 1993).

식물종들의 자연분포에 영향을 미치는 주요 환경요인은 기후, 토양조건 등이며 이는 동일 산지 내에서도 해발고에 따라 다르고, 동일 해발고에서도 사면부위가 높아짐에 따라 특히 토양수분이 감소하며, 수종별 내성범위의 차이와 종간경쟁 결과 연속된 산림군집의 구조가 달라진다고 하였다(Daubenmire, 1966; Katageri and Tsutsumi, 1978). 따라서 동일 해발고에서도 사면부위에 따라, 그리고 동일 사면부위에서도 해발고에 따라 산림군집 구조가 달라질 수 있다. 본 연구는 이러한 관점에서 지리산국립공원내 남원시 산내면 부운리 상부운 마을에서 부운치에 이르는 계곡부를 대상으로 해발고와 사면부위에 따른 산림군집구조를 조사분석함으로써 산림관리에 필요한 기초 자료를 제공하는데 목적이 있다.

## 재료 및 방법

### 1. 조사구 설정

본 연구는 지리산국립공원내 남원시 산내면 부운

리의 상부운 계곡부(해발 725~1,090m)를 대상으로 실시하였다(Figure 1). 해발고와 사면부위를 고려하여 해발 725m지점에서 해발 1,075m 지점까지 해발 25m 등간격으로 좌측사면의 사면 상, 중, 하부에 조사구를 1개씩 설정하였다. 계곡정부의 경우 식생상태가 상이한 점을 고려하여 해발 1,090m지점에 3개의 조사구를 별도로 설정하였다. 따라서 조사구는 총48개 조사구(15해발고×3사면부위+3조사구)가 설정되었다. 각 조사구의 크기는 10m×10m로 하였다.

## 2. 식생조사

각 조사구 내에 출현하는 관목층을 제외한 목본식물을 대상으로 교목층과 아교목층으로 구분하여 수종, 흉고직경 등을 조사하였다. 식생층의 구분은 Monk *et al.*(1969)의 방법을 참조하여 흉고직경 1cm 이상의 수목 중 상층입관을 이루는 수목군을 교목층, 상층입관하의 수목군을 아교목층으로 하였다. 흉고직경 1cm 미만의 수목들인 관목층은 조사대상에서 제외되었다.

## 3. 산림구조 분석

산림구조는 해발고와 사면부위를 고려하여 분석하였다. 해발고는 계곡 하부(725~825m), 중부(850~950m), 상부(975~1,075m)의 3개 100m 해발고대와 계곡 정부인 1,090m로 구분하였다. 따

라서 해발고대별 조사구는 각각 15개 조사구(5해발고×3사면부위), 정부의 경우 3개 조사구가 된다. 사면부위, 즉 사면 상, 중, 하부별 조사구는 해발고와 관계없이 각 사면부위에 속하는 조사구 전체로서 각각 15개 조사구(15해발고×1사면부위)로 하였다. 해발고대별, 사면부위별 조사구수는 해발고대별로 사면 상, 중, 하부를 구분하여 각각 5개 조사구(5해발고×1사면부위)로 하였다.

식생조사 결과 얻어진 자료에 의하여 각 종의 상대적인 중요도를 나타내는 척도로서 상대밀도, 상대피도, 상대빈도의 합을 3으로 나눈 값인 상대중요치(importance percentage, I.P.)를 적용하였다(Brower and Zar, 1977). 종다양성은 종수, 종다양도(species diversity,  $H'$ ), 균재도(evenness,  $J'$ )에 의하여 종합분석하였으며 일반적으로 사용되고 있는 Shannon의 수식(Pielou, 1975)을 적용하였다. 조사지간의 종구성상 유사한 정도를 나타내는 척도로서는 Sorensen의 유사도지수(Brower and Zar, 1977)를 사용하였다. Cluster분석은 조사구별 상대중요치에 의하여 산림군집구분시 비교적 적합한 것으로 보고된 flexible strategy를 적용하였다(Ludwig and Reynolds, 1988). 이상의 상대중요치, 종다양성, 유사도지수, cluster 분석 등은 교목층과 아교목층의 구분 없이 통합하여 분석하였다.

# 결과 및 고찰

## 1. 식생개황

조사지의 해발고대별, 사면부위별 임목밀도, 평균 흉고직경, 흉고단면적 등은 Table 1과 같다. 계곡 하부에서 상부로 갈수록 교목층의 밀도는 감소하는 반면, 평균 수고와 흉고직경 즉, 개체목의 크기는 증가하였다. 임목 밀도와 흉고직경의 종합적인 표현이라고 할 수 있는 흉고단면적은 교목층과 아교목층 모두 계곡 하부에서 상부로 갈수록 증가하였다. 이것은 해발고가 증가함에 따라 건조에 대한 적응 결과 교목층의 밀도와 흉고단면적이 감소한다는 Day and Monk(1974), 박인협(1986)의 보고와는 상반된 결과로서, 본 조사지의 경우 계곡 하부에 자연부락이 발달되어 있었던 점을 고려할 때 인간의 간섭이 비교적 심하였기 때문이라고 판단된다. 능선부에 위치하는 계곡 정부는 평균흉고직경과 수고가 작

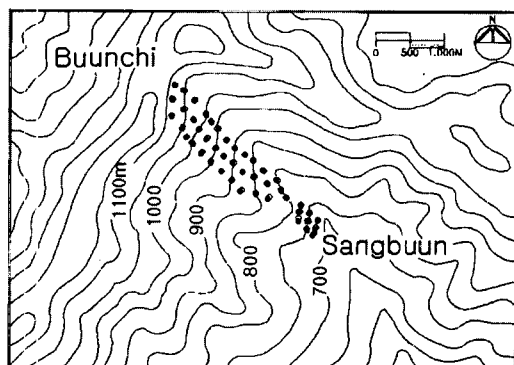


Figure 1. Location map of the study plots in Jirisan National Park(Buun-ri, Sannae-myeon, Namwon City)

Table 1. Dimension summary for the woody species of tree and subtree layers in relation to altitude and part of the slope

	Low lev. (725~825m)				Middle elev. (850~925m)				High elev. (950~1,075m)				Top (1,090m)
	L*	M*	U*	Total	L*	M*	U*	Total	L*	M*	U*	Total	
Tree layer													
Density(trees/ha)	900	900	1000	933	1,040	780	960	927	640	680	820	713	1,500
Mean height(m)	13.4	11.5	14.2	13.0	16.4	15.0	17.0	16.1	17.4	17.0	17.8	17.4	9.8
Mean DBH(cm)	15.0	18.6	18.8	17.5	20.8	18.9	19.0	19.7	23.8	23.8	20.9	22.7	10.7
Basal area(m <sup>2</sup> /ha)	19.3	30.8	37.0	29.0	41.8	25.9	30.0	32.5	32.7	37.3	33.9	34.6	17.8
Subtree layer													
Density(trees/ha)	920	620	980	840	900	880	840	873	880	900	700	827	3,567
Mean height(m)	5.5	5.0	6.0	5.5	8.2	6.0	6.8	7.0	7.2	7.1	8.5	7.6	5.2
Mean DBH(cm)	5.1	5.8	4.5	5.0	5.6	5.7	5.5	5.6	5.4	5.2	7.2	5.8	4.3
Basal area(m <sup>2</sup> /ha)	2.3	1.8	2.0	2.0	2.5	2.8	2.6	2.7	2.6	2.4	3.6	2.9	6.3
Total													
Density(trees/ha)	1,820	1,520	1,980	1,773	1,940	1,660	1,800	1,800	1,520	1,580	1,520	1,540	5,067
Mean DBH(cm)	10.0	13.4	11.7	11.6	13.7	11.9	12.7	12.8	13.2	13.2	14.6	13.7	6.2
Basal area(m <sup>2</sup> /ha)	21.5	32.6	39.0	31.0	44.3	28.7	32.6	35.2	35.3	39.7	37.5	37.5	24.1

\*L, M and U are lower, middle and upper parts of the slope, respectively.

고 밀도가 높은 산정부 능선부의 전형적인 식생특성(박인협, 1986)을 보였다.

계곡 정부를 제외한 계곡 상, 중, 하부의 교목층의 밀도, 평균흉고직경, 흉고단면적의 범위는 각각 713~933본/ha, 17.5~22.7cm, 29.0~34.6 m<sup>2</sup>/ha로서 다른 국립공원 계곡부와 비교하면 설악산지역 계곡부 각각 683~905본/ha, 23.4~29.9cm, 35.7~74.8m<sup>2</sup>/ha(박인협 등, 1998)에 비하여 밀도는 유사한 반면 개체목의 크기가 작고 흉고단면적이 낮았다. 한려해상국립공원 금산지역 계곡부 각각 1,007~1,873본/ha, 10.7~14.6cm, 17.7~20.7 m<sup>2</sup>/ha(박인협 등, 1999)에 비하면 밀도는 낮은 반면 개체목의 크기와 흉고단면적이 큰 것으로 나타났다.

## 2. 종구성

계곡하부에서는 졸참나무, 소나무, 서어나무 등의 순으로 상대중요치가 높았다(Table 2). 계곡중부에서는 졸참나무, 고로쇠나무, 굴참나무 등의 순으로 상대중요치가 높았으며, 계곡상부에서는 졸참나무, 굴참나무, 신갈나무 등의 순으로 상대중요치가 높았다. 계곡 정부의 경우 신갈나무의 상대중요치가 46.7%로서 우점종을 이루고 있었다. 해발고가 높아

짐에 따라 상대중요치가 증가하는 경향을 보이는 수종은 물푸레나무, 굴참나무, 신갈나무 등이었으며, 감소하는 경향을 보이는 수종은 매죽나무, 서어나무, 소나무 등이었다.

Table 3에서는 해발고와 관계없이 사면부위별로 산출한 상대중요치를 나타냈다. 사면하부에서 상부로 갈수록 상대중요치가 증가하는 경향을 보이는 수종은 굴참나무, 소나무 등이었으며, 감소하는 경향을 보이는 수종은 고로쇠나무, 개암나무 등이었다.

Table 4에서는 해발고대별과 사면부위별 출현종수, 종다양도, 균재도를 나타냈다. 계곡정부를 포함한 해발고대별 종다양도의 범위는 0.571~1.194이었으며, 해발고가 높아짐에 따라 종다양도는 감소하는 경향이 있었다. 해발고가 높아짐에 따라 종다양도가 감소하는 것은 종수와 균재도가 모두 감소하기 때문이었다. 이것은 해발고가 높을수록 기온, 토양수분 등이 감소하며 그러한 조건내에서 내성범위를 가지는 종수가 감소하기 때문에 종다양도가 낮아진다는 Day와 Monk(1974)의 보고에 의하여 설명될 수 있다. 한편, 계곡 하부에 자연부락이 발달되어 있어서 계곡 하부로 갈수록 흉고단면적이 적었으나(Table 1) 종다양도가 높은 것은, 인간의 간섭에 의한 영향이 흉고단면적의 감소를 초래하였으나 해발

Table 2. Importance percentage for the woody species of the tree and subtree layer in relation to altitude and part of the slope

Species	Low elev.				Middle elev.				High elev.				Top
	L*	M*	U*	Total	L*	M*	U*	Total	L*	M*	U*	Total	
<i>Quercus serrata</i>	25.5	20.9	18.0	20.9	31.5	30.6	25.2	29.4	7.3	27.2	23.5	19.5	-
<i>Prunus sargentii</i>	7.0	1.7	4.2	4.1	2.0	-	-	0.8	2.0	-	6.1	2.7	3.5
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	6.0	5.9	2.4	4.6	3.2	6.8	5.6	5.1	7.8	4.5	8.6	6.9	-
<i>Acer mono</i>	2.8	1.6	1.1	1.8	12.4	5.8	4.4	7.8	2.0	4.3	10.0	5.3	-
<i>Quercus variabilis</i>	-	-	2.3	0.9	6.1	5.7	10.3	7.3	15.9	19.0	19.2	18.1	3.5
<i>Quercus mongolica</i>	-	-	-	-	3.2	2.0	-	1.9	27.0	10.5	8.1	15.0	46.7
<i>Styrax japonica</i>	6.9	7.8	3.4	5.7	-	1.3	-	0.4	-	-	-	-	-
<i>Carpinus laxiflora</i>	8.0	7.5	4.4	6.2	1.7	3.6	3.6	2.9	2.3	-	2.5	1.6	-
<i>Pinus densiflora</i>	4.1	22.5	23.9	18.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lindera erythrocarpa</i>	2.9	5.0	1.8	3.1	4.3	3.3	5.3	4.3	4.3	7.5	0	4.0	-
<i>Cornus kousa</i>	1.3	1.6	3.2	2.1	3.6	6.1	-	3.2	-	-	-	-	3.1
<i>Styrax obassia</i>	-	-	-	-	2.4	3.5	4.7	3.4	1.4	-	-	0.5	-
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	-	-	-	-	-	1.4	-	0.4	-	-	-	-	15.8
<i>Mongolia sieboldii</i>	-	-	2.5	1.0	2.5	-	-	0.9	4.5	2.0	3.8	3.4	-
<i>Symplocos chinensis</i>													
var. <i>leucocarpa</i>	1.3	-	1.1	0.9	-	1.8	1.3	1.0	-	-	-	-	-
<i>Corylus heterophylla</i>													
var. <i>thunbergii</i>	4.1	1.6	-	1.8	-	1.8	1.3	1.0	1.9	1.5	1.6	1.7	-
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	1.4	-	-	0.5	-	-	-	-	1.4	-	-	0.5	-
<i>Acer pseudo-</i>													
<i>sieboldianum</i>	-	1.6	1.1	0.9	2.5	-	-	0.9	-	4.3	-	1.4	-
<i>Euonymus sachalinensis</i>	-	-	-	-	3.2	-	-	1.1	1.4	-	2.2	1.2	-
<i>Lindera obtusiloba</i>	1.3	3.2	4.4	3.0	4.8	4.1	1.3	3.5	6.6	8.1	3.6	6.1	2.6
<i>Vaccinium oldhami</i>	-	-	-	-	1.3	-	-	0.5	1.4	-	-	0.5	3.7
<i>Deutzia parviflora</i>	-	-	3.3	1.3	-	-	2.6	0.9	1.4	-	-	0.5	-
Other species	27.5	19.1	22.8	22.9	15.3	22.3	34.4	23.5	11.5	11.1	10.9	11.1	21.1
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

\* L, M and U are lower, middle and upper parts of the slope, respectively.

고에 따른 근본적인 환경조건이 전환될 만큼 크지는 않았기 때문이라고 추정된다. 계곡 정부의 경우 소수의 종이 출현하며 종다양도가 낮은 것은 백운산지역(박인협, 1986), 설악산지역(박인협 등, 1998), 지리산 쌍계사지역(박인협 등, 2000)과 동일한 경향으로서, 계곡 정부의 전형적인 환경특성인 바람, 건조 등에 대한 내성 수준이 제한되기 때문이라고 할 수 있다.

계곡부에서 정부를 제외한 해발고대별 교목 및 아교목층의 종다양도를 조사한 다른 지역과 비교하면 본 조사지의 종다양도는 1.140~1.194로서 계룡산 지역 1.138~1.204(박인협과 서영권, 2001)과 유사하였으며, 지리산의 쌍계사지역 1.021~

1.377(박인협 등, 2000)보다는 낮은 수준이었다. 사면부위별 종다양도는 1.172~1.285이었으며, 사면 하부에서 중, 상부로 갈수록 종수와 종다양도가 감소하였다. 이러한 경향은 일반적으로 사면 하부에 비하여 사면 중, 상부의 토양수분 등 환경조건이 나빠지기 때문이라고 판단된다.

### 3. 유사도지수와 Cluster 분석

Table 5에서는 해발고대간과 사면부위간 유사도지수를 나타냈다. 해발고의 차이가 클수록 유사도지수가 낮아지는 일정한 경향을 보임으로써, 종구성 상태가 해발고에 따라 연속적으로 변화하는 것으로

Table 3. Importance percentage for the woody species of the tree and subtree layer by parts of the slope for total elevation belts.

Species	Lower	Middle	Upper
<i>Quercus serrata</i>	22.4	26.2	22.0
<i>Prunus sargentii</i>	3.3	0.5	3.4
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	5.5	5.8	5.3
<i>Acer mono</i>	6.2	3.9	3.8
<i>Quercus variabilis</i>	7.6	8.8	10.2
<i>Quercus mongolica</i>	10.1	4.5	2.5
<i>Styrax japonica</i>	2.1	3.0	1.3
<i>Carpinus laxiflora</i>	3.6	3.6	3.5
<i>Pinus densiflora</i>	1.2	7.2	8.8
<i>Lindera erythrocarpa</i>	3.8	5.2	2.4
<i>Cornus kousa</i>	1.8	2.5	1.2
<i>Styrax obassia</i>	1.3	1.2	1.5
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	-	0.5	-
<i>Mongolia sieboldii</i>	2.3	0.7	2.0
<i>Symplocos chinensis</i> var. <i>leucocarpa</i>	0.4	0.6	0.9
<i>Corylus heterophylla</i> var. <i>thunbergii</i>	1.9	1.6	0.9
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	0.9	-	-
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	0.9	1.9	0.4
<i>Euonymus sachalinensis</i>	1.6	-	0.6
<i>Lindera obtusiloba</i>	4.2	5.1	3.1
<i>Vaccinium oldhami</i>	0.9	-	-
<i>Deutzia parviflora</i>	0.4	-	2.2
Other species	17.8	17.0	23.8
Total	100	100	100

나타났다. 환경조건이 상이한 계곡 정부를 제외한 해발고대간 유사도지수는 47.3~61.6%, 사면부위간 유사도지수는 73.7~75.5%의 범위를 보였다. 정부를 제외한 해발고대간 유사도지수의 범위가 사면부위간 유사도지수의 범위보다 큰 것은 사면부위보다는 해발고에 따른 중구성상태의 변화가 더 크기 때문이라 할 수 있다.

해발고대별, 사면부위별의 수종별 상대중요치에 의한 Cluster분석 결과는 Figure 2와 같다. Cluster분석 결과와 해발고대별, 사면부위별 중요치(Table 2)를 종합하면 본 조사지는 계곡하부의 사면 하부와 계곡중부의 사면 상, 중, 하부 및 계곡상부의 사면 중, 상부에 위치하는 졸참나무-낙엽활엽수군집, 계곡하부의 사면 중, 상부에 위치하는 소나무-졸참나무군집, 계곡상부의 사면하부와 계곡정

Table 4. Various diversity indices of the tree and subtree layer in relation to altitude and part of the slope

District	No. of species	Species diversity(H')	Evenness (J')
Elevation			
Low(725~825m)	32	1.194	0.793
Middle(850~925m)	30	1.143	0.779
High(950~1,075m)	28	1.140	0.778
Top(1,090m)	8	0.571	0.632
Slope			
Lower	36	1.285	0.826
Middle	32	1.241	0.824
Upper	26	1.172	0.828

Table 5. Similarity index(%) among elevation belts and parts of the slope

Elavation	Low (725~825m)	Middle (850~925m)	High (950~1,075m)
Middle	52.9		
High	47.3	61.6	
Top(1,090m)	9.7	12.8	24.3
Part of the slope			
	Lower	Middle	
Middle	73.7		
Upper	74.7	75.5	

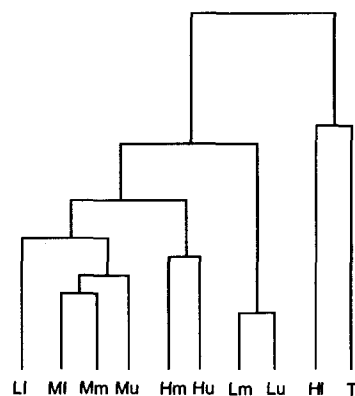


Figure 2. Dendrogram of cluster analysis of ten sites in the studied forests (L, M, H and T are low, middle, high elevation belts and top of the altitudinal gradient, and l, m and u are lower, middle and upper parts of the slope, respectively)

부에 위치하는 신갈나무-낙엽활엽수군집 등 3개 유형의 군집으로 구분되었다.

Reynolds, 1988).

4. 종상관

Table 6에서는 주요 수종의 상대중요치에 의한 종상관관계를 나타냈다. 신갈나무는 쇠무푸레와 유의적인 정의 상관성이 있었으며, 신갈나무와 쇠물푸레 2개 수종 모두 졸참나무와는 유의적인 부의 상관성이 있었다. 고로쇠나무는 졸참나무, 회나무와 유의적인 정의 상관성이 있었으며, 소나무는 때죽나무와 유의적인 정의 상관성이 있었다. 이러한 주요 수종간의 상관관계는 수종간 생태적 지위의 동질성과 이질성을 추정할 수 있는 자료라고 할 수 있다(Ludwig and

인용문헌

박인협(1986) 백운산지역 천연림의 삼림구조 및 물질 생산에 관한 연구. 서울대 박사학위논문, 49쪽.  
 박인협, 류석봉, 최영철(1998) 설악산국립공원 오색-대청봉-신흥사지역의 사면방향과 해발고에 따른 산림구조. 한국환경생태학회지 11(4): 486-492.  
 박인협, 서영권(2001) 계룡산국립공원 계곡부의 사면방향과 해발고에 따른 산림구조. 한국환경생태학회지 14(4): 296-302.  
 박인협, 서영권, 이석면, 류석봉(2000) 지리산국립공

Table 6. Correlation among the importance percentages of the major species in the tree and subtree layer

Sp.	Qs	Ps	Fr	Am	Qv	Qm	Sj	Cl	Pd	Le	Ck	So	Fs	Ms	Sc	Ch	Zc	Ap	Es	Lo	Vo	
Ps	.	.																				
Fr	.	.	.																			
Am	+	.	.	.																		
Qv	.	.	.	.	.																	
Qm	--	.	.	.	.	.																
Sj	.	.	.	.	.	.	.															
Cl	.	.	.	.	.	.	.	++														
Pd	.	.	.	.	.	.	.	+	.													
Le	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.												
Ck	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.											
So	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.										
Fs	-	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.									
Ms	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.								
Sc	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.							
Ch	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.						
Zc	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+				
Ap	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Es	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Lo	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Vo	-	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.	.	.	.
Dp	-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

\* --, ++ : significant at 1% level ; -, + : significant at 5% level ; . : not significant at 5% level  
 \*\* Qs: *Quercus serrata*, Ps: *Prunus sargentii*, Fr: *Fraxinus rhynchophylla*, Am: *Acer mono*, Qs: *Quercus variabilis*, Qm: *Quercus mongolica*, Sj: *Styrax japonica*, Cl: *Carpinus laxiflora*, Pd: *Pinus densiflora*, Le: *Lindera erythrocarpa*, Ck: *Cornus kousa*, So: *Strax obassia*, Fs: *Fraxinus sieboldiana*, Ms: *Mognlia sieboldii*, Sc: *Symplocos chinensis* var. *leucocarpa*, Ch: *Corylus heterophylla* var. *thunbergii*, Zc: *Zanthoxylum schinifolium*, Ap: *Acer pseudo-sieboldianum*, Es: *Euonymus sachalinensis*, Lo: *Lindera obtusiloba*, Vo: *Vaccinium oldhami*, Dp: *Deutzia parviflora*

- 원 쌍계사지역 계곡부의 해발고와 사면부위에 따른 산림구조. 한국환경생태학회지 13(4): 340-347.
- 박인협, 임도형, 류석봉, 이석면(1999) 한려해상국립공원 금산지역 계곡부의 해발고와 사면부위에 따른 산림구조. 한국환경생태학회지 12(4): 373-380.
- 한국자연보존협회(1993) 지리산북부지역 일대 종합 학술조사 보고서, 25쪽.
- Brower, J.E. and J.H. Zar(1977) Field and laboratory methods for general ecology. Wm. C. Brown Company Publ., Iowa, 194pp.
- Day, F.P. and C.D. Monk(1974) Vegetation pattern a southern Appalachian Watershed. Ecology 55(5): 476-496.
- Daubenmire, R.(1966) Vegetation: Identification of typical communities. Science 151: 291-298.
- Katageri, S. and T. Tsutsumi(1978) The relationship between site condition and circulation of nutrients in forest ecosystem(V). The difference in nutrient circulation between stands located on upper part of slope and lower part of slope. J. Jap. For. Soc. 60: 195-202.
- Ludwig, J.A. and J.F. Reynolds(1988) Statistical ecology. John Wiley & Sons, New York, 337pp.
- Monk, C.D., G.I. Child and S.A. Nicholson(1969) Species diversity of a stratified oak-hickory community. Ecology 50(3): 468-700.
- Pielou, E.C.(1975) Mathematical ecology. John Wiley & Sons, New York, 385pp.