

# 월악산국립공원 만수골 계곡부의 해발고와 사면부위에 따른 산림구조<sup>1</sup>

박인협<sup>2\*</sup> · 장정재<sup>2</sup> · 김계선<sup>2</sup>

## Forest Structure in Relation to Altitude and Part of Slope in the Mansugol Valley at Woraksan National Park<sup>1</sup>

In-Hyeop Park<sup>2\*</sup>, Jeong-Jae Jang<sup>2</sup>, Kye-Seon Kim<sup>2</sup>

### 요 약

월악산국립공원 만수골 계곡부(해발 380~915m)의 해발고와 사면부위에 따른 산림군집구조를 파악하기 위하여 해발고와 사면부위에 따라 48개 조사구를 설정하여 교목층과 아교목층을 대상으로 조사하였다. 계곡 하부에서 상부로 갈수록 교목층의 밀도, 수고와 흉고단면적은 감소하였다. 이것은 해발고가 증가함에 따라 환경조건 중 특히 토양수분이 감소하기 때문으로 추정되었다. 아교목층은 흉고단면적이 계곡 하부에서 상부로 갈수록 증가하였는데, 이것은 교목층의 흉고단면적이 적을수록 하층의 광조건이 좋아지기 때문으로 판단되었다. 계곡 하부에서 상부로 감에 따라 상대중요치가 증가하는 경향을 보이는 수종은 신갈나무, 물푸레나무, 생강나무, 고로쇠나무 등이었으며, 감소하는 경향을 보이는 수종은 소나무, 굴참나무, 졸참나무, 쪽동백나무 등이었다. 계곡정부를 포함한 해발고대별 종다양도의 범위는 0.351~0.903이었으며, 계곡 정부는 출현종수, 종다양도, 균재도가 모두 낮았다. 사면부위별 종다양도는 0.780~1.064이었으며, 사면 하부에서 중, 상부로 갈수록 종수와 종다양도가 감소하는 경향을 보였다. 환경조건이 상이한 계곡 정부를 제외한 해발고대간 유사도지수는 36.0~67.3%, 사면부위간 유사도지수는 66.8~75.1%로써 사면부위보다는 해발고에 따른 중구성상태의 차이가 심한 것으로 나타났다. 수종별 상대중요치에 의한 Cluster분석 결과 계곡하부의 사면 상, 중, 하부와 계곡 중부의 사면 중부에 위치하는 소나무-참나무류 군집, 계곡상부의 사면 상, 중, 하부와 계곡중부의 사면 상, 하부에 위치하는 신갈나무-낙엽활엽수 군집, 계곡정부의 신갈나무 군집으로 구분되었다. 상대중요치에 의한 종상관관계를 분석한 결과 신갈나무는 소나무, 졸참나무와 유의적인 부의 상관을 보였으며, 소나무, 졸참나무, 개웃나무는 3개 수종간 유의적인 정의 상관을 보였다.

주요어 : 상대중요치, 종다양성, CLUSTER 분석, 종상관

### ABSTRACT

The Mansugol valley forest in Woraksan 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 380m to 915m and part of the slope, and vegetation analysis

1 접수 1월 27일 Received on Jan. 27, 2005

2 순천대학교 농업생명과학대학 College of Agriculture and Life Sciences, Suncheon National University, Suncheon(540-742), Korea

\*교신저자 Corresponding author(inhyeop@sunchon.ac.kr)

for the woody species in the tree and subtree layers were carried out. With increasing elevation belt, tree density and basal area of the tree layer decreased while basal area of the subtree layer increased. As elevation increased, the importance percentages of *Quercus mongolica*, *Fraxinus rhynchophylla*, *Lindera obtusiloba* and *Acer mono* increased while those of *Pinus densiflora*, *Quercus variabilis*, *Quercus serrata* and *Styrax obassia* decreased. Species diversities of the elevation belts including the top of the valley ranged from 0.351 to 0.903, and those of the parts of the slope ranged from 0.780 to 1.064. The range of similarity indices between elevation belts were 36.0~67.3%, and the range of similarity indices between parts of the slope were 66.8~75.1%. According to importance percentage and cluster analysis, the studied valley forest was classified into three forest communities of *Pinus densiflora*-*Quercus* species community in the low elevation belt and the middle part of the slope at the middle elevation belt, *Quercus mongolica*-broad-leaved tree species community in the high elevation belt and the lower and upper parts at the middle elevation belt, and *Quercus mongolica* community in the top area of the valley. The importance percentage of *Quercus mongolica* was significantly and negatively correlated with those of *Pinus densiflora* and *Quercus serrata*. There were significantly positive correlation among *Pinus densiflora*, *Quercus serrata* and *Rhus trichocarpa*.

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

## 서론

월악산국립공원은 태백산맥의 지맥인 소백산맥에 속하는 산으로 주봉인 영봉(1,097m)을 중심으로 그 일대의 284.2km<sup>2</sup>가 1984년 12월에 국립공원으로 지정되었다. 월악산국립공원은 행정구역상으로 충청북도 제천시, 충주시, 단양군과 경상북도 문경군에 걸쳐 위치하고 있다. 제천 측후소의 최근 30년간 기상자료에 의하면 이 지역의 연평균기온은 10.0°C이고, 연평균강수량은 1295.1mm로 특히 7~8월을 전후한 4개월 동안 연간 강수량의 65%이상을 차지한다. 월악산의 지질은 고생대 오르도비스기 고운리층과 중생대 백악기 불국사화강암류로 화강암과 화강편마암으로 되어있고, 기암의 노출이 심하며, 토양은 사토 및 사질양토로서 표토가 얇다(백승연과 김홍은, 1979; 이희선 1991). 월악산국립공원내 식물자원은 총 501종으로 보고되었으며, 전형적인 내륙산악 지역의 삼림식물 군집구조와 종조성을 나타내는 천연림 지역으로서 우리 나라 내륙 산악지역의 삼림연구의 귀중한 자료가 되고 있다(곽동훈, 1991).

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 달라진다(Daubenmire, 1996; Katageri and Tsutsumi,

1978). 따라서 동일 해발고에서도 사면부위에 따라 그리고 동일 사면부위에서도 해발고에 따른 산림군집구조가 달라질 수 있다. 본 연구는 이러한 관점에서 월악산국립공원 만수골 계곡부를 대상으로 해발고와 사면부위에 따른 산림군집구조를 조사분석함으로써 산림관리에 필요한 기초 자료를 제공하는데 목적이 있다.

## 재료 및 방법

### 1. 조사구 설정

본 연구는 월악산국립공원 만수골 계곡부(해발 380~915m)를 대상으로 실시하였다(Figure 1). 해발고와 사면부위를 고려하여 해발 380m 지점에서 해발 870m 지점까지 해발 35m 등간격으로 좌측사면의 사면 상, 중, 하부에 조사구를 1개씩 설정하였다. 계곡정부의 경우 식생상태가 상이한 점을 고려하여 해발 915m 지점에 3개의 조사구를 별도로 설정하였다. 따라서 조사구는 총 48개 조사구(15해발고×3사면부위+3조사구)가 된다. 각 조사구의 크기는 10m×10m로 하였다.

### 2. 식생조사

각 조사구 내에 출현하는 목본식물을 대상으로 교목층, 아교목층으로 구분하여, 수종, 흉고직경 등을 조사하

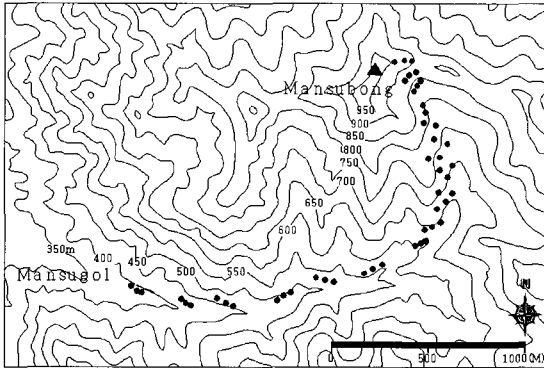


Figure 1. Location map of the study plots in the Mansugol valley forest at Woraksan National Park

였다. 식생층의 구분은 Monk *et al.*(1969)의 방법을 참조하여 흉고직경 1cm 이상의 수목 중 상층임관을 이루는 수목군을 교목층, 상층임관하의 수목군을 아교목층으로 하였다. 흉고직경 1cm 미만의 수목들인 관목층은 조사 대상에서 제외되었다.

### 3. 산림구조 분석

산림구조는 해발고와 사면부위를 고려하여 분석하였다. 해발고는 계곡 하부(380~520m), 계곡 중부(555~695m), 계곡 상부(730~870m)의 3개 175m 해발고대와 계곡 정부인 915m로 구분하였다. 따라서 해발고대별 조사구수는 각각 15개 조사구(5해발고×3사면부위)이며, 정부의 경우 3개 조사구가 된다. 사면부위, 즉 사면상, 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 각종의 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, 1977)을 적용하였다. 조사지간의 종구성상 유사한 정도를 나타내는 척도로서는 Sørensen의 유사도지수(Brower and Zar, 1977)를 사용하였다. Cluster분석은 조사구별 상대중요치에 의하여 산림군집구분시 비교적 적합한 것으로 보고된 flexible

strategy를 적용하였다(Ludwing 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, 평균흉고직경, 흉고단면적은 Table 1과 같다. 계곡 하부에서 상부로 갈수록 교목층의 밀도, 수고와 흉고단면적은 감소하였다. 이것은 해발고가 증가함에 따라 건조에 대한 적응과 중간경쟁 결과 교목층의 밀도 및 밀도와 흉고직경의 종합적인 표현인 흉고단면적의 증감 상태는 수종에 따라 다르나, 교목층 전체의 경우 감소한다는 Day와 Monk(1974)의 보고에 의하여 설명될 수 있다. 아교목층의 경우 흉고단면적이 계곡 하부에서 상부로 갈수록 증가하는 것은 교목층의 흉고단면적이 적을수록 하층의 광조건이 좋아지기 때문으로 판단된다. 능선부에 위치하는 계곡 정부의 교목층은 수고, 흉고직경과 흉고단면적이 적고 밀도가 높은 산 정부 능선부의 전형적인 식생 특성(박인협, 1986)을 보였다.

계곡정부를 제외한 계곡 상, 중, 하부의 교목층의 밀도, 평균흉고직경, 흉고단면적의 범위는 각각 846~1,040본/ha, 19.2~19.5cm, 27.5~39.7m<sup>2</sup>/ha로서 다른 국립공원 계곡부와 비교하면 월악산지역 계곡부 각각 683~905본/ha, 23.4~29.9cm, 35.7~74.8m<sup>2</sup>/ha(박인협 등, 1998)에 비하여 밀도는 높은 반면 개체목의 크기와 흉고단면적이 적은 것으로 나타났다. 한려해상국립공원 금산지역 계곡부 각각 1,007~1,873본/ha, 10.7~14.6cm, 17.7~20.7m<sup>2</sup>/ha(박인협 등, 1999)에 비하면 밀도는 낮은 반면 개체목의 크기와 흉고단면적이 큰 것으로 나타났다. 지리산지역 상부은 계곡부 각각 713~933본/ha, 17.5~22.7cm, 29.0~34.6m<sup>2</sup>/ha(박인협과 최윤희, 2003)과 비교하면 밀도는 다소 높으나 개체목의 크기와 흉고단면적은 유사한 것으로 나타났다.

### 2. 종구성

계곡 하부에서는 소나무, 굴참나무, 졸참나무 등의 순으로 상대중요치가 높았다(Table 2). 계곡 중부에서는 신갈나무, 굴참나무, 소나무 순으로 상대중요치가 높았으며, 계곡 상부는 신갈나무, 물푸레나무 등의 순으로 상대중요치가 높았다. 계곡 정부의 경우 신갈나무의 상대

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

	Low elev. (380~520m)				Middle elev. (555~695m)				High elev. (730~870m)				Top (915m)
	L*	M*	U*	Total	L*	M*	U*	Total	L*	M*	U*	Total	
<b>Tree layer</b>													
Density(trees/ha)	900	1,100	1,120	1,040	500	660	1,640	933	600	560	1,380	846	1,700
Mean height(m)	14.9	15.2	14.6	14.9	14.8	13.8	14.7	14.4	14.3	12.2	11.6	12.7	8.3
Mean DBH(cm)	21.5	20.7	15.3	19.2	19.3	25.0	14.2	19.5	19.2	22.8	16.3	19.4	11.4
Basal area(m <sup>2</sup> /ha)	37.1	43.0	39.0	39.7	17.8	34.0	31.1	27.9	21.3	23.3	38.4	27.5	20.8
<b>Subtree layer</b>													
Density(trees/ha)	1,560	820	1,420	1,266	1,600	1,100	1,360	1,353	1,140	1,540	980	1,220	1,100
Mean height(m)	8.9	9.1	7.4	8.5	9.4	7	7.6	8.0	8.7	7	5.3	7.0	5.2
Mean DBH(cm)	6.3	4.8	4.2	5.1	6.8	6.7	5.8	6.4	7.7	8.2	4.8	6.9	4.9
Basal area(m <sup>2</sup> /ha)	6.5	2.2	2.7	3.8	8.2	5.5	4.4	6.0	9.8	13.4	2.2	6.3	2.5
<b>Total</b>													
Density(trees/ha)	2,460	1,920	2,540	2,306	2,100	1,760	3,000	2,286	1,740	2,100	2,360	2,066	2,800
Mean DBH(cm)	13.9	12.6	9.8	12.1	13.1	15.9	10.0	13.00	13.5	15.5	10.6	13.2	8.2
Basal area(m <sup>2</sup> /ha)	43.6	45.2	41.7	43.5	26.0	39.4	35.5	33.9	31.1	36.7	40.6	33.8	23.3

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

중요치가 67.9%로서 우점종을 이루고 있었다. 능선부로서 신갈나무가 우점종인 계곡 정부를 제외하면, 계곡 하부에서 상부로 감에 따라 상대중요치가 증가하는 경

향을 보이는 수종은 신갈나무, 물푸레나무, 생강나무, 고로쇠나무 등이었으며, 감소하는 경향을 보이는 수종은 소나무, 굴참나무, 졸참나무, 쪽동백나무 등이었다.

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 mongolica</i>	15.4	6.8	10.9	11.2	27.4	17.3	43.0	29.2	28.6	32.5	46.0	36.2	67.9
<i>Pinus densiflora</i>	13.6	35.6	31.3	26.4	15.2	29.1	9.6	18.0	-	12.8	-	4.5	-
<i>Quercus variabilis</i>	28.3	7.0	23.4	20.0	10.3	13.5	28.1	17.3	3.0	5.4	15.1	8.2	-
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	5.1	2.7	2.5	3.6	6.6	3.5	5.6	5.0	18.4	18.1	14.0	16.5	4.1
<i>Quercus serrata</i>	14.4	23.4	17.4	18.2	1.2	7.2	-	3.0	-	-	-	-	-
<i>Styrax obassia</i>	11.0	13.0	3.9	9.1	7.2	4.9	5.1	5.7	2.5	1.5	4.9	2.9	-
<i>Lindera obtusiloba</i>	5.1	1.7	1.5	2.9	6.1	5.2	1.9	4.3	7.4	4.1	6.9	6.0	-
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	1.3	-	1.7	1.1	3.1	2.7	4.1	3.0	-	-	-	-	12.1
<i>Symplocos chinensis</i>	1.6	-	1.5	1.1	1.2	-	2.6	1.2	2.7	-	9.4	3.7	5.4
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	1.3	1.8	-	1.0	3.7	1.4	-	1.8	-	-	-	-	10.5
<i>Prunus sargentii</i>	-	-	-	-	2.1	6.4	-	2.8	9.8	-	-	3.0	-
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	1.6	-	1.6	1.1	1.7	-	-	0.6	-	7.8	1.7	3.3	-
<i>Rhus trichocarpa</i>	1.3	4.2	4.3	3.2	1.2	2.7	-	1.4	-	-	-	-	-
<i>Staphylea bumalda</i>	-	-	-	-	3.3	1.4	-	1.7	1.9	6.4	-	2.9	-
<i>Acer mono</i>	-	-	-	-	-	1.4	-	0.4	9.7	1.4	2.0	4.1	-
<i>Salix hulteni</i>	-	-	-	-	1.7	-	-	0.6	6.8	-	-	2.1	-
<i>Euonymus oxyphylus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	4.1	1.4	-	1.8	-
Other species	-	3.8	-	1.1	8.0	3.3	-	4.0	5.1	8.6	-	4.8	-
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.

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 mongolica</i>	22.6	18.5	32.9
<i>Pinus densiflora</i>	9.9	25.9	14.1
<i>Quercus variabilis</i>	15.5	8.7	22.1
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	9.4	8.5	7.2
<i>Quercus serrata</i>	6.0	10.3	6.1
<i>Styrax obassia</i>	7.2	6.2	4.6
<i>Lindera obtusiloba</i>	6.0	3.8	3.4
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	1.6	0.9	1.8
<i>Symplocos chinensis</i>	1.8	-	4.5
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	1.7	1.0	-
<i>Prunus sargentii</i>	3.6	1.5	-
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	1.1	2.8	1.1
<i>Rhus trichocarpa</i>	0.9	2.2	1.5
<i>Staphylea bumalda</i>	1.8	2.8	-
<i>Acer mono</i>	2.8	1.0	0.7
<i>Salix hulteni</i>	2.6	-	-
<i>Euonymus oxyphyllus</i>	1.2	0.5	-
Other species	4.3	5.4	-
Total	100	100	100

Table 3에서는 해발고와 관계없이 사면부위별로 산출한 상대중요치를 나타냈다. 사면하부에서 상부로 갈수록 상대중요치가 감소하는 경향을 보이는 수종은 물푸레나무, 쪽동백나무, 생강나무, 산벚나무, 고로쇠나무 등이었다.

### 3. 종다양성

Table 4에서는 해발고대별과 사면부위별 출현종수, 종다양도, 균재도를 나타냈다. 계곡정부를 포함한 해발고대별 종다양도의 범위는 0.351~0.903으로 나타났으며, 계곡 정부는 출현종수, 종다양도, 균재도가 모두 낮게 나타났다. 이것은 백운산지역(박인협, 1986), 설악산지역(박인협 등, 1998), 지리산지역(박인협 등, 2000)과 동일한 경향으로서, 계곡 정부의 전형적인 환경특성인 바람, 건조 등에 대한 내성 수종이 제한되기 때문이라고 할 수 있다. 계곡부에서 정부를 제외한 해발고대별 종다양도를 조사한 다른 지역과 비교하면 본 조사지의 종다양도는 0.870~0.903으로서 지리산 쌍계사지역 1.021~1.377(박인협 등, 2000)과 상부운지역 1.140~1.194(박인협과 최윤호, 2003), 계룡산지역 1.138~1.204(박인협과 서영권, 2001)보다 낮은 수준이었다. 사

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(380~520m)	14	0.870	0.759
Middle(555~695m)	23	0.903	0.663
High(730~870m)	19	0.870	0.681
Top(915m)	5	0.351	0.502
Slope			
Lower	24	1.064	0.771
Middle	21	1.027	0.777
Upper	12	0.780	0.723

면부위별 종다양도는 0.780~1.064이었으며, 사면 하부에서 중, 상부로 갈수록 종수와 종다양도가 감소하는 경향을 보였다. 이것은 지리산 지역(박인협과 최윤호, 2003)과 동일한 경향으로서, 일반적으로 사면 하부에 비하여 사면 중, 상부의 토양수분 등 환경조건이 나빠지기 때문이라고 판단된다.

### 4. 유사도지수와 Cluster 분석

Table 5에서는 해발고대간과 사면부위간 유사도지수를 나타냈다. 해발고의 차이가 클수록 유사도지수가 낮아지는 일정한 경향을 보임으로써, 종구성 상태가 해발고에 따라 연속적으로 변화하는 것으로 나타났다. 환경조건이 상이한 계곡 정부를 제외한 해발고대간 유사도지수는 36.0~67.3%, 사면부위간 유사도지수는 66.8~75.1%의 범위를 보였다. 해발고대간 유사도지수의 범위가 사면부위간 유사도지수의 범위보다 큰 것은 사면부위보다는 해발고에 따른 종구성상태의 변화가 더 크기 때문이라 할 수 있다.

해발고대별, 사면부위별의 수종별 상대중요치에 의한 Cluster분석 결과는 Figure 2와 같다. Cluster분석 결

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

Elevation	Low (380~520m)	Middle (555~695m)	High (730~870m)
Middle	67.3		
High	36.0	62.4	
Top(915m)	18.0	39.3	44.0
Part of the slope			
Middle	70.7		
Upper	75.1	66.8	

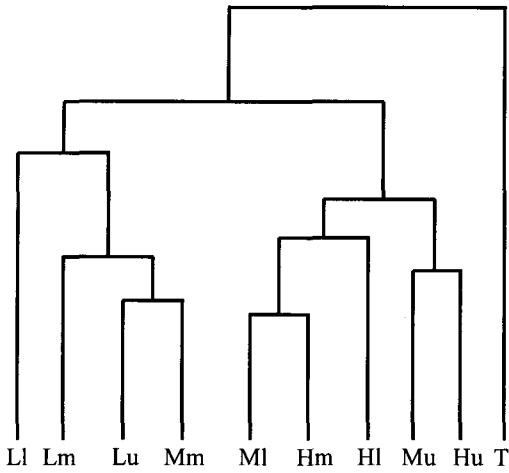


Figure 2. Dendrogram of cluster analysis of ten sites in the studied forests(L, M, H and T are low, middle, high elevation belts and top of the altitudinal gradient, and l, m, and u are lower, middle and upper parts of the slope, respectively)

과와 해발고대별, 사면부위별 상대중요치(Table 2)를 종합하면, 본 조사지는 계곡하부의 사면 상, 중, 하부와 계곡 중부의 사면 중부에 위치하는 소나무-참나무류 군집, 계곡상부의 사면 상, 중, 하부와 계곡중부의 사면 상, 하부에 위치하는 신갈나무-낙엽활엽수 군집, 계곡정부의 신갈나무 군집 등 크게 3개 유형의 군집으로 구분되었다.

5. 종상관

Table 6에서는 주요 수종의 상대중요치에 의한 종상관관계를 나타냈다. 신갈나무는 소나무, 졸참나무와 유의적인 부의 상관을 보였으며, 소나무, 졸참나무, 개웃나무는 3개 수종간 유의적인 정의 상관을 보였다. 철쭉꽃은 신갈나무, 쇠물푸레와 유의적인 정의 상관을 보였으며, 고뢰쇠나무는 산벚나무, 호랑버들, 참회나무와 유의적인 정의 상관을 보였다. 이러한 상관관계는 수종간 생태적 지위의 동질성과 이질성을 추정할 수 있는 자료라고 할 수 있다(Ludwig and Reynolds, 1988).

인 용 문 헌

곽동훈(1991) 월악산 삼림군집의 식물사회학적 연구. 충북

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

Sp.	Qm	Pd	Qv	Fr	Qs	So	Lo	Rs	Sc	Fs	Ps	Ap	Rt	Sb	Am	Sh
Pd	-															
Qv	.	.														
Fr	.	.	.													
Qs	--	+	.	.												
So	-	.	.	.	.	+										
Lo	.	.	.	.	.	.	.									
Rs	+	.	.	.	.	.	.	.								
Sc	+	-	.	.	.	.	.	.	.							
Fs	.	.	.	.	.	.	.	++	.							
Ps	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.						
Ap	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.					
Rt	--	++	.	-	++	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Sb	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.
Am	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	.
Sh	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	++	.	.	.	.	++
Eo	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	++

\* --, ++: significant at 1% level ; -, +: significant at 5% level ; . : not significant at 5% level  
 \*\* Qm: Quercus mongolica, Pd: Pinus densiflora, Qv: Quercus variabilis, Fr: Fraxinus rhynchophylla, Qs: Quercus serrata, So: Styrax obassia, Lo: Lindera obtusiloba, Rs: Rhododendron schlippenbachii, Sc: Symplocos chinensis, Fs: Fraxinus sieboldiana, Ps: Prunus sargentii, Ap: Acer pseudosieboldianum, Rt: Rhus trichocarpa, Sb: Staphylea bumalda, Am: Acer mono, Sh: Salix hulteni, Eo: Euonymus oxyphylus

- 대학교 대학원 석사학위논문, 43쪽.
- 박인협(1986) 백운산지역 천연림의 삼림구조 및 물질생산에 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) 지리산국립공원 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.
- 박인협, 최윤호(2003) 지리산국립공원 상부운 계곡부의 해발고와 사면부위에 따른 산림구조. 한국환경생태학회지 16(4): 457-464.
- 백승언, 김홍은(1979) 월악산 식물분포 조사연구. 충북대학교 논문집 7: 77-88.
- 이희선(1991) 월악산 삼림군락의 고도에 따른 연속적 변화에 관한 연구. 서원대 기초과학연구논총 5: 55-66.
- Brower, J.E. and J.H. Zar(1977) Field and laboratory methods for general ecology. Wm. C. Brown Company Publ., Iowa. 194pp.
- Daubenmire, R.(1966) Vegetation: Identification of typical communities. Science 151: 291-298.
- Day, F.P. and C.D. Monk(1974) Vegetation patterns on a southern Appalachian watershed. Ecology 55: 1064-1074.
- 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: 468-700.
- Pielou, E.C.(1977) Mathematical ecology. John Wiley & Sons, New York. 385pp.