

지리산국립공원 계곡부의 사면방향과 해발고에 따른 산림구조¹

박인협² · 임도형² · 문광선³

Forest Structure in Relation to Slope Aspect and Altitude in Valley Forests at Chirisan National Park¹

In-Hyeop Park², Do-hyung Lim², Gwang-Sun Moon³

요 약

지리산국립공원의 장터목(해발 1,690m)을 중심으로 남향사면인 중산리-장터목지역과 북향사면인 가내소폭포-장터목지역을 대상으로 사면방향과 해발고에 따른 교목층의 산림구조를 조사분석하였다. 북향사면에 비하여 교목층의 밀도, 흉고단면적, 종다양도가 높은 경향을 보였다. 특수한 지형인 주능선부에 위치하는 정부를 제외하면, 해발고가 높아짐에 따라 교목층 전체의 평균흉고직경과 흉고단면적은 북향사면에서는 감소하는 반면, 남향사면에서는 증가하는 경향을 보였다. 종수, 종다양도, 균재도는 남향사면과 북향사면 모두 해발고가 높아짐에 따라 감소하였다. 남향사면과 북향사면에서 모두 해발고가 증가함에 따라 중요치가 높아지는 수종은 구상나무, 철쭉꽃 등이었으며, 중요치가 감소하는 수종은 졸참나무, 서어나무, 생강나무 등이었다. Cluster 분석결과 남향사면 하부의 졸참나무-활엽수군집, 남향사면 중부와 북향사면 하부의 신갈나무-전나무군집, 남향사면 상부와 북향사면 상, 중부의 구상나무-활엽수군집, 정부의 구상나무군집 등 4개 유형의 군집으로 구분되었다. 졸참나무, 산뽕나무, 비목나무, 고로쇠나무, 서어나무, 다릅나무 등의 수종간에는 유의적인 정의 상관관이 있었으며, 구상나무와 시달나무는 노각나무와 유의적인 부의 상관관이 있었다.

주요어 : 중요치, 종다양성, CLUSTER 분석, 종상관

ABSTRACT

The valley forests in Chirisan National Park area were studied to investigate forest structure of tree stratum in relation to aspect and altitude of the slope. Tree density, basal area and species diversity of north-facing slope were greater than those of south-facing slope. Excepting the main ridge area which has typical environmental condition, with increasing elevation mean DBH and basal area of tree stratum decreased in north-facing slope but opposite trend

1 접수 12월 15일 Received on Dec. 15, 1999

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

3 국립공원관리공단 지리산관리사무소 남부지소 Southern Park Office, Chirisan National Park, Gurye-gun, 542-850, Korea

was found in south-facing slope. As elevation increased number of species, species diversity and evenness were decreased in both of south-facing slope and north-facing slope. In both of south-facing slope and north-facing slope the importance values of *Abies koreana* and *Rhododendron schlippenbachii* increased with increasing elevation while those of *Quercus serrata*, *Carpinus laxiflora* and *Lindera obtusiloba* decreased. According to importance values and cluster analysis the studied forests were classified into *Quercus serrata*-broad-leaved tree species community at the low elevation belt of the south-facing slope, *Quercus mongolica-Abies holophylla* community at the middle elevation belt of the south-facing slope and the low elevation belt of the north-facing slope, *Abies koreana*-broad-leaved tree species community at the high elevation belt of the south-facing slope and the middle and high elevation belts of north-facing slope, and *Abies koreana* community at the top area. There were significantly positive correlations among *Quercus serrata*, *Morus bombycis*, *Lindera erythrocarpa*, *Acer mono*, *Carpinus laxiflora* and *Maackia amurensis*. *Stewartia koreana* was significantly and negatively correlated with *Abies koreana* and *Acer tschnoskii* var. *rubripes*.

KEY WORDS : IMPORTANCE VALUE, SPECIES DIVERSITY, CLUSTER ANALYSIS, SPECIES CORRELATION

서 론

1967년에 우리 나라 최초의 국립공원으로 지정된 지리산국립공원은 북위 35° 13' ~ 35° 25', 동경 127° 33' ~ 127° 49' 에 위치하고 있으며, 행정구역 상으로는 전라남도, 전라북도, 경상남도 등 3개 도의 5개 군에 걸쳐져 있다. 지리산은 태백산맥으로부터 소백산, 속리산, 덕유산을 거쳐 지리산으로 이어지는 소백산맥이 남하하다 동으로 전환하면서 지리산 산맥을 형성하고 있다. 노고단에서 천왕봉까지 동서로 길게 뻗어 있는 지리산은 천왕봉(1,915m), 반야봉(1,728m), 노고단(1,507m) 등을 주봉으로 하여 해발 1,500m 이상의 산정이 10여 개, 주능선의 길이가 140km에 달하며, 길이 10km 이상의 대소 15개의 능선과 남북방향으로 15개의 주계곡이 발달하고 있다. 해발 600~700m의 지역은 동고서저의 지형을 형성하고, 대부분 험준한 지세로 경사가 심한 편이며, 특히 천왕봉을 중심으로 한 주변일대는 급경사를 이룬다. 지리산의 지질은 크게 보면, 변성퇴적암류와 편마암류를 기반으로 하고, 이에 관입한 화성암류와 이들을 부정합으로 피복하는 퇴적암류로 구성되어 있다. 지리산은 능선 및 남북사면과 북부의 고지대에는 혼성페그마타이트질 편마암이 주로 분포되는데, 백운모가 현저하게 많고 조립질이 우세하게 많다. 지리산지역에 분포하는 관속식물은 157과 519속 1,066종 3아종 222변종과 32품종으로 한반도에 생육하는 관속식물의 30% 정도가 생육하고 있다(국

립공원관리공단, 1994). 식물종들의 자연분포에 영향을 미치는 주요 환경요인은 기후, 토양조건 등이며, 이는 동일 산지 내에서도 해발고, 사면방향 등에 따라 다르다(Daubenmire, 1966). 따라서 동일 사면에서도 해발고에 따라 그리고 동일 해발고에서도 사면방향에 따라 군집구조가 달라질 수 있다.

본 연구는 이러한 관점에서 지리산국립공원의 장터목을 중심으로 남향사면인 중산리~장터목지역과 북향사면인 가내소폭포~장터목지역의 산림군집구조를 사면방향 및 해발고와 관련하여 조사분석함으로써 사면방향과 해발고에 따른 산림군집구조의 속성을 파악하고 합리적인 산림관리에 필요한 기초자료를 제공하는 데 목적이 있다.

재료 및 방법

1. 조사구 설정

본 연구는 지리산국립공원의 장터목(해발 1,690m)을 중심으로 남향사면인 중산리-장터목 계곡부와 북향사면인 가내소폭포-장터목 계곡부를 대상으로 실시하였다. 조사구는 2개 사면 지역 모두 인위적인 교란을 고려하여 해발 800m 지점에서 계곡 정부인 장터목을 향하여 해발 30m의 등간격으로 설정하였다. 계곡 정부의 경우 식생상태가 상이한 점을 고려하여 조사구를 별도로 설정하였다. 따라서 조

사구는 남, 북향사면별 30개씩 60개와 정부의 1개 총 61개가 된다. 각 조사구의 크기는 10m×10m로 하였다.

2. 식생조사

각 조사구 내에 출현하는 교목층을 대상으로 교목상층과 교목하층으로 구분하여 수종, 흉고직경 등을 조사하였다. 식생층의 구분은 Monk 등(1969)의 방법을 참조하여 흉고직경 2cm 이상의 수목군을 교목층으로 하였으며, 교목층 중에서 상층임관을 이루는 수목군을 교목상층, 상층임관의 수목군을 교목하층으로 하였다. 흉고직경 2cm 이하의 수목들인 관목층은 조사대상에서 제외하였다.

3. 산림구조 분석

산림구조는 사면방향과 해발고를 고려하여 분석하였다. 해발고는 2개 사면 모두 하부(800~1,080m), 중부(1,110~1,380m), 상부(1,410~1,680m)의 3개 280m 해발고대와 1,690m의 정부로 구분하였다. 정부의 경우 2개 사면이 이어지는 정점인 것을 고려하여 사면 구분 없이 별도로 분석하였다. 따라서 산림구조의 분석단위는 총 7개 단위(2사면×3해발고대+1정부)가 되며, 분석단위별 조사구수는 사면별, 해발고대별 5개 조사구

씩, 정부의 경우 1개 조사구가 된다. 식생조사 결과 얻어진 자료에 의하여 각 종의 상대적인 중요도를 나타내는 척도로서 Curtis & McIntosh(1951)의 중요치(Importance value: I.V.)를 적용하였다. 종다양성은 종수, 종다양도, 균제도에 의하여 종합분석하였으며 일반적으로 사용되고 있는 Shannon의 수식(Pielou, 1977)을 적용하였다. 종구성상의 유사한 정도를 나타내는 척도로서는 Sorensen의 유사도지수(Brower and Zar, 1977)를 사용하였다. Cluster 분석은 조사구별 중요치에 의하여 산림군집구분시 비교적 적합한 것으로 보고되고 있는 flexible strategy를 적용하였다(Ludwig and Reynolds, 1988).

결과 및 고찰

1. 산림개황

사면별, 해발고대별 산림개황은 Table 1과 같다. 사면별 3개 해발고대 전체의 교목상층과 교목층 전체 평균흉고직경은 사면간 별 차이가 없었으나, 임목밀도와 흉고단면적은 북향사면이 남향사면보다 높았다. 북향사면이 흉고직경과 밀도의 종합적인 표현이라고 할 수 있는 흉고단면적이 남향사면보다 높은 것은 북향사면이 남향사면보다 산림생산성이 높다는

Table 1. Dimension summary for the woody species of tree stratum in relation to aspect and altitude of the slope

	South-facing slope				North-facing slope				Top
	Low elev.	Mid. elev.	High elev.	Total	Low elev.	Mid. elev.	High elev.	Total	
Canopy									
Density(trees/ha)	440	370	790	533	500	830	970	767	400
Mean DBH(cm)	22.1	27.5	23.5	24.0	30.7	23.9	17.4	22.6	10.3
Basal area(m ² /ha)	20.86	25.91	38.52	28.43	43.15	43.75	28.27	38.39	3.36
Understory									
Density(trees/ha)	1,490	2,210	2,000	1,900	1,890	2,260	2,090	2,080	1,100
Mean DBH(cm)	7.5	7.8	8.5	8.0	6.4	5.6	6.6	6.2	6.5
Basal area(m ² /ha)	9.69	14.33	11.01	11.68	8.27	7.79	9.67	8.58	3.72
Total									
Density(trees/ha)	1,930	2,580	2,790	2,433	2,390	3,090	3,060	2,847	1,500
Mean DBH(cm)	10.8	10.6	11.7	11.1	11.4	10.5	10.1	10.6	7.5
Basal area(m ² /ha)	30.55	40.24	49.53	40.11	51.42	51.54	37.94	46.97	7.08

*Low elev. : 800~1,080m, Mid. elev. : 1,110~1,380m, High elev. : 1,410~1,680m, Top : 1,690m

Table 3. Various diversity indices of tree stratum in relation to aspect and altitude of the slope

District	No. of Species	Species diversity (H')	Evenness (J')
South-facing slope			
Low elev.	29	1.235	0.844
Mid. elev.	29	1.205	0.824
High elev.	21	1.011	0.765
North-facing slope			
Low elev.	36	1.335	0.858
Mid. elev.	31	1.189	0.797
High elev.	28	1.147	0.793
Top	3	0.273	0.571

Table 4. Similarity index(%) among elevation belts of the slope aspects

	South-facing slope			North-facing slope		
	Low elev.	Mid. elev.	High elev.	Low elev.	Mid. elev.	High elev.
South-facing slope						
Mid. elev.	28.5					
High elev.	9.3	39.1				
North-facing slope						
Low elev.	49.1	51.1	40.7			
Mid. elev.	14.8	41.3	53.8	44.6		
High elev.	8.0	19.2	54.7	31.9	56.0	
Top	-	2.9	8.8	9.4	8.1	9.4

과 동일하게 구상나무가 우점종이었다. 남향사면과 북향사면이 이어지는 정부에서는 구상나무가 중요치 68.4%로서 순림을 이루고 있었다. 남향사면과 북향사면에서 모두 해발고가 증가함에 따라 중요치가 높아지는 수종은 구상나무, 철쭉꽃 등이었으며, 중요치가 감소하는 수종은 졸참나무, 서어나무, 생강나무 등이었다.

3. 종다양성

북향사면의 종다양도는 1.147~1.335로서 남향사면의 종다양도 1.011~1.235보다 높았다(Table 3). 이는 북향사면이 남향사면에 비하여 균재도에서는 큰 차이가 없었으나, 출현종수가 많기 때문인 것으로 판단되었다. 북향사면이 남향사면보다 종다양도가 높은 것은 설악산지역(박인협 등, 1998)과 동일한 결과로서, 일반적으로 북향사면이 남향사면에 비하여 토양수분 등의 토양조건이 양호해서 생태적 지

위의 안정성이 높기 때문이라고 판단된다. 해발고대별 종다양도는 남향사면과 북향사면 모두 해발고가 높아짐에 따라 종수, 종다양도, 균재도가 감소하였다. 이것은 해발고가 높을수록 기온, 토양수분 등이 감소하며 그러한 조건 내에서 내성 범위를 가지는 종수가 감소하기 때문에 종다양도가 낮아진다는 Day와 Monk(1974)의 보고에 의하여 설명될 수 있다. 남향사면과 북향사면이 이어지는 정부의 경우 출현종수, 종다양도, 균재도가 모두 낮은 산정부의 전형적인 식생특성(박인협, 1986)을 보였다.

4. 유사도지수와 Cluster 분석

사면별, 해발고대별 조사지간 유사도지수는 Table 4와 같다. 남향사면과 북향사면 모두 해발고의 차이가 클수록 유사도지수가 낮아지는 일정한 경향을 보임으로써, 종구성상태가 해발고에 따라 연속적으로 변화하는 것으로 나타났다. 남향사면의 해발고대간

유사도지수는 9.3~39.1%의 범위를 보였으며 북향사면의 해발고대간 유사도지수는 31.9~56.0%의 범위를 보임으로써, 해발고대간 종구성 상태의 차이는 남향사면이 북향사면보다 큰 것으로 나타났다. 남향사면과 북향사면의 동일 해발고대간 유사도지수는 사면 하부 49.1%, 중부 41.3%, 상부 54.7%이었다.

사면별, 해발고대별의 수종별 중요치에 의한 Cluster 분석 결과는 Figure 1과 같다. Cluster 분석 결과와 사면별, 해발고대별 중요치(Table 2)를

종합하면, 본 조사지는 남향사면 하부의 졸참나무-활엽수군집, 남향사면 중부와 북향사면 하부의 신갈나무-전나무군집, 남향사면 상부와 북향사면 상, 중부의 구상나무-활엽수군집, 정부의 구상나무군집 등 4개 유형의 군집으로 구분되었다. 이러한 결과는 해발고대간 간격을 280m로 하여 조사한 점을 고려할 때, 남향사면은 북향사면과 유사한 군집이 북향사면보다 해발 300m 정도 더 높은 지역에 위치하고 있음을 시사하고 있다.

Table 5. Correlation among the importance values of the major woody species in tree stratum

Species	Qs	Mb	Le	Ll	Am	Cl	Qm	Ma	Sk	Ap	So	Lo	Im	Sc	Cc	Fs	Ms	Ah	Bc	Rs	Ak	Es	Pk	Be	At	Al	Fm	Rm
Mb	++																											
Le	++	++																										
Ll	++	++	++																									
Am	++	++	++	++																								
Cl	++	++	++	++	++																							
Qm																						
Ma	++	++	+	+	++	++	.																					
Sk																					
Ap																					
So	+	+	+	+	.	++	.	++	.																			
Lo	+	+	.	.	+	++	.	++	.	.		++	.															
Im	+	.																		
Sc	++														
Cc	+	+													
Fs	+													
Ms	++	+	.	.											
Ah													
Bc													
Rs													
Ak													
Es													
Pk									+				
Be										++			
At	+										+			+
Al													
Fm												++	
Rm										+			+

*--, ++ : significant at 1% level ; -, + : significant at 5% level ; . : not significant at 5% level
 ** Qs: *Quercus serrata*, Mb: *Morus bombycis*, Le: *Lindera erythrocarpa*, Ll: *Larix leptolepis*, Am: *Acer mono*, Cl: *Carpinus laxiflora*, Qm: *Quercus mongolica*, Ma: *Maackia amurensis*, Sk: *Stewartia koreana*, Ap: *Acer pseudo-sieboldianum*, So: *Styrax obassia*, Lo: *Lindera obtusiloba*, Im: *Ilex macropoda*, Sc: *Symplocos chinensis* for. *pilosa*, Cc: *Cornus controversa*, Fs: *Fraxinus sieboldiana*, Ms: *Magnolia sieboldii*, Ah: *Abies holophylla*, Bc: *Betula costata*, Rs: *Rhododendron schlippenbachii*, Ak: *Abies koreana*, Es: *Euonymus sachalinensis*, Pk: *Pinus koraiensis*, Be: *Betula ermanii*, At: *Acer tschonoskii* var. *rubripes*, Al: *Alnus hirsuta*, Fm: *Fraxinus mandshurica*, Rm: *Rhododendron mucronulatum*

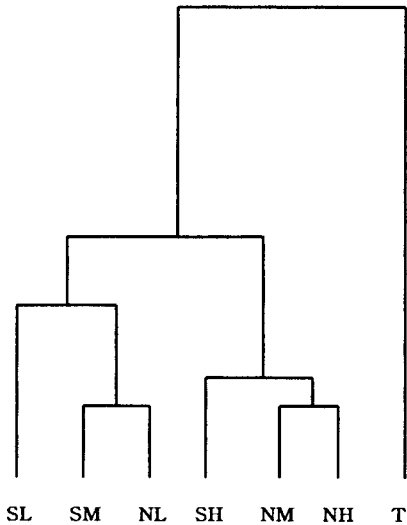


Figure 1. Dendrogram of cluster analysis of seven sites in the studied forests(S, N are south-facing slope and north-facing slope, and L, M, H and T are low, middle, high elevation and top of altitudinal gradient, respectively.)

5. 종상관

Table 5에서는 주요 수종의 사면별, 해발고대별 중요치에 의한 상관관계를 나타냈다. 졸참나무, 산뽕나무, 비목나무, 고로쇠나무, 서어나무, 다릅나무 등 6개 수종간에는 유의적인 정의 상관관이 있었다. 유의적인 정의 상관관을 보인 6개 수종 중 고로쇠나무를 제외한 5개 수종은 쪽동백나무와, 비목나무를 제외한 5개 수종은 생강나무와 유의적인 정의 상관관이 있었다. 남향사면과 북향사면의 상부와 정부의 우점종인 구상나무는 사스래나무, 시닥나무와 유의적인 정의 상관관이 있었다. 이것은 이들 수종간에 서로 친화력이

높고 동질적인 생태적 지위를 갖기 때문이라고 할 수 있다(Ludwig and Reynolds, 1988). 유의적인 정의 상관관을 보인 구상나무와 시닥나무는 노각나무와 유의적인 부의 상관관이 있었다.

인용문헌

- 국립공원관리공단(1994) 지리산국립공원 훼손지복구 환경조사 및 실시계획. 138쪽.
- 박인협, 류석봉, 최영철(1988) 설악산국립공원 오색-대청봉-신흥사지역의 사면방향과 해발고에 따른 산림구조. 환경생태학회지 11(4): 486-492.
- 박인협(1986) 백운산지역 천연림생태계의 산림구조 및 물질생산에 관한 연구. 서울대 박사학위논문 48쪽.
- Brower, J. E., and J. H. Zar(1977) Field and laboratory methods for general ecology. Wm. C. Brown Company Publ., Iowa, 194pp.
- Curtis, J. T., and R. P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32: 476-496.
- Daubenmire, R.(1966) Vegetation: Identification of typical communities. 151: 291-298.
- Loucks, O. L., A. R. E., W. C. Johnson and R. A. Monserud(1981) Growth, aging and succession. In : D. A. Reichle(ed.), Dynamic properties of forest ecosystems, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 37-84.
- 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): 468-470.
- Pielou, E. C.(1977) Mathematical ecology. John Wiley & Sons, New York, 385pp.