

치악산 국립공원의 삼림군집 구조¹ -구룡사-비로봉지역을 중심으로-

박 인협² · 이 경재³ · 조재창⁴

Structure of Forest Communities in Chiak Mountain National Park¹ - Case Study of Guryong Temple - Birobong Area -

In-Hyeop Park², Kyong-Jae Lee³, Jae-Chang Jo⁴

요 약

치악산국립공원내 주 이용대상지인 구룡사-비로봉 일대 삼림군집의 구조를 분석하기 위하여 인간 간섭의 정도 및 환경 조건을 고려하여 4개 조사지를 선정하고 총 45개 조사구를 설치하였다. 인간의 간섭이 심한 저지대 계곡부의 경우 비교적 천이단계가 낮은 소나무가 우점종이었으며(조사지 I), 비교적 인간의 간섭이 심한 고지대 계곡부(조사지 II)와 근래에 입산금지된 계곡부(조사지 III)에서는 층층나무, 주둥산로가 있는 고지대 능선부(조사지 III)에서는 신갈나무가 우점종이었다. 종다양성은 조사지 III, II, I, IV의 순으로 높았는데, 이것은 능선부인 조사지 IV를 제외할 때, 인간 간섭의 정도와 역의 관계였다. 종상관성 분석결과 소나무는 타수종과 유의적인 부의 상관을 가지는 경우는 비교적 많았으나 정의 상관을 인정할 수 있는 경우는 나타나지 않음으로써 대체로 순림의 형태를 이루고 있었다. 치악산 구룡사 계곡의 DCA에 의한 ordination 분석결과 표고 및 환경인자에 의해 3개의 군집으로 나눌 수 있었으며, stand ordination에 따라 소나무군집, 소나무-신갈나무, 소나무-갈참나무, 갈참나무-서어나무, 층층나무-까치박달나무, 층층나무 군집으로 구분되었다. 천이과정은 능선 및 중북부에서는 소나무→신갈나무 및 참나무류, 팔배나무→서어나무로, 계곡저지대에서는 소나무→참나무류→층층나무, 까치박달나무로 진행되는 것으로 나타났다.

ABSTRACT

To investigate the forest structure of Guryongsu-Birobong area in Mt. Chiak, four districts were selected and forty-five plots were set up at the districts. The leading dominant species of District I, the valley forest in which users' density was very high, was *Pinus densiflora*. That of District II, the valley forest in which users' density was high, and Districts III, the valley forest in which entering was restricted recently, was *Cornus controversa*. That of District III, the ridge forest in which users' density high, was *Quercus mongolica*. Species diversities of District I, II, III, and IV were 1.3252, 1.3736, 1.4421, and 1.2546, respectively. DCA ordination were showed that successional trends of tree species seem to be from *Pinus densiflora* through *Quercus* spp. to *Carpinus laxiflora* in ridge and midslope forest and from *Pinus densiflora* through *Quercus* spp. to *Cornus controversa* and *Carpinus cordata*.

1 접수 11월 15일. Received on Nov. 15, 1988.

2 순천대학 Suncheon National Univ., Suncheon, Korea.

3 서울시립대학교 문리과대학 College of Liberal Arts and Science, Seoul City Univ., Seoul, Korea

4 서울시립대학교 조경생태연구실 Lab. of Landscape Ecology, Seoul City Univ., Seoul, Korea.

서론

치악산국립공원은 면적이 182.09km²로서 강원도 원주시, 원성군, 횡성군일대에 걸쳐 위치하고 있다. 주진입로는 대도시인 서울특별시에서 비교적 접근이 용이한 영동고속도로와 원주시를 통하여 이루어지고 있기 때문에 점차 이용객 밀도가 증가 추세에 있다.

그러나 자연경관이 수려한 지역을 국립공원으로 지정하는 1차적인 목표가 자연환경의 보존이라는 사실을 고려할 때 이용과 개발의 정도 및 계획은 신중히 검토되어야 하며, 이에 앞서 자연환경 즉, 삼림생태계의 분석이 다각적으로 이루어져야 한다.

본 연구는 이러한 관점에서 치악산국립공원내 주이용대상지인 구룡사-비로봉 일대의 지역을 대상으로 삼림구조 및 ordination 분석을 통하여 삼림군집의 현황, 속성, 천이 등을 파악하고, 아울러 관리방안에 필요한 자료를 제공하는데 목적이 있다.

재료 및 방법

1. 조사지 개황

본 연구는 치악산국립공원내의 주이용대상지인 비로봉에서 삼봉으로 연결되는 능선부에서 구룡사쪽으로 향하는 북측사면을 대상으로 실시되었다(Fig. 1).

조사지역은 지형 및 인위적인 영향 등을 고려하여 구룡사-세림폭포 계곡부의 해발 330~570m 지점(조사지 I), 세림폭포-비로봉서측능선 계곡부의 해발 600~1200m 지점(조사지 II), 구룡사-취너미고개 계곡부의 해발 550~1000m 지점(조사지 III), 세림폭포-비로봉 능선부의 해발 600~1200m 지점(조사지 IV)의 4개 조사지로 구분 선정하였다. 조사지 I~II, I~IV는 구룡사-비로봉 주등산로로서 조사지 I의 경우 비교적 경사가 완만하고 야영장 및 휴식공간으로 이용되고 있는 이용밀도와 확산력이 높은 저지대의 계곡부이다. 조사지 III은 근래에 입산금지된 지역으로 기존 등산로의 흔적은 뚜렷하였으나 현지조사시 등산객은 거의 볼 수 없었다.

2. 조사방법

1) 조사구 설정

현존식생과 조사지별 거리, 해발고, 방위 등의 환경조건을 고려하여 조사지 I, II, III, IV에 각각 19, 7, 9, 10개 조사구로 총 45개 조사구를 설정하였다. 각 조사구내에는 임의로 5개 방형구를 설치하였다. 각 방형구의 크기는 10m×10m로서 조사구별 면적은 500m²(10m×10m×5방형구)로 하였다.

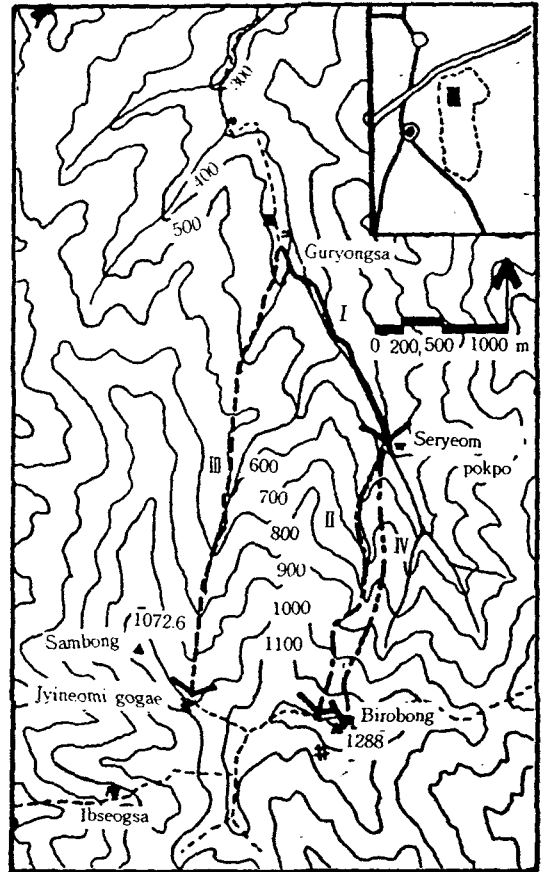


Fig. 1. Location map of study districts.

2) 식생조사

각 조사구에 대한 식생조사는 수관의 위치에 따라 상, 중층으로 구분하여 수종, 흉고직경 등을 조사하였다. 흉고직경 1cm이하의 수목들인 하층과 초본층은 조사대상에서 제외하였다.

3) 삼림구조 분석

식생조사결과 얻어진 자료에 의하여 각 종의 상대적인 중요도를 나타내는 측도로써 Curtis와 McIntosh(1951)의 상대우점치(importance value, IV)를 적용하였다. 또한 종구성상태의 다양한 정도를 나타내는 측도인 종다양성은 종다양도(species diversity, H'), 균제도(evenness, J'), 우점도(dominance, D')에 의하여 종합분석하였으며 일반적으로 사용되고 있는 Shannon의 수식(Pielou, 1975)을 적용하였다. 조사지간 종구성상의 유사한 정도를 나타내는 측도로써는 Sorensen의 유사도지수(similarity index, SI)를 사용하였다.

4) Ordination 분석

수집된 식생자료는 상대우점치에 의하여 분석하였으며, 총 45개 조사구의 출현 종수 102종중 3회 이하 출현 및 5% 이하의 상대우점치를 갖는 종은 분석에서 제외하였다.

분석방법은 DECORA(DCA;Hill, 1979)을 이용하였다. DCA는 지금까지의 다른 분석방법의 결점인 일차축에 의한 이차축 이상의 결점을 보완한 것으로 beta diversity의 값이 높을 경우 좋은 결과를 나타내는 것으로 보고 되었다 (Gauch & Whittaker, 1981).

결과 및 고찰

1. 삼림구조

1) 종구성

Tab. 1에서는 45개 조사구의 식생조사 결과를 조사지별로 종합분석한 후 지역별 수관층별 상대우점치가 5.0% 이상인 주요수종의 상대우점치를 나타냈다.

인간의 간섭이 가장 심하다고 할 수 있는 저지대 계곡부인 조사지 I에서는 소나무가 상, 중층의 우점종이었으

Tab. 1 Importance values of major woody species (IV of upper or middle stratum > 5.0%) for each district.

Species	I			II			III			IV		
	Upper	Mid.	Total	Upper	Mid.	Total	Upper	Mid.	Total	Upper	Mid.	Total
<i>Pinus densiflora</i>	41.0	13.7	29.3	1.9		1.3	6.1		3.8	12.9	5.7	9.8
<i>Quercus aliena</i>	12.3	4.2	8.0	0.6		0.3	1.7	25.2	9.3		0.9	0.6
<i>Quercus mongolica</i>	3.0	4.8	3.4	5.7	1.5	4.0	4.8	2.1	3.4	21.8	7.0	15.0
<i>Quercus serrata</i>	3.8	2.8	3.2	1.0	1.9	1.6	6.9	1.1	4.5	3.6	2.1	2.7
<i>Carpinus laxiflora</i>	6.4	5.5	4.5	7.0	5.5	5.7	3.0	1.3	2.3	8.2	7.9	6.9
<i>Styrax obassia</i>	1.0	8.9	4.2	4.2	6.9	4.3	3.1	6.6	4.5	2.4	3.6	2.6
<i>Carpinus cordata</i>	2.4	1.6	1.5	13.5	5.7	10.3	5.3	6.8	6.0	0.4	1.8	1.3
<i>Magnolia sieboldii</i>	0.9	1.9	1.3	3.5	8.2	4.1	2.1	4.1	2.7	1.3	3.0	1.9
<i>Acer mono</i>	1.9	3.2	2.0	5.1	4.9	4.2	5.3	3.0	4.0	2.1	1.0	1.3
<i>Cornus controversa</i>	2.0	1.9	1.5	18.1	5.4	12.8	10.3	2.1	8.0	3.9	1.4	2.3
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	0.9	3.7	1.9	5.9	7.0	5.5	2.3	3.3	2.5	4.7	11.4	6.6
<i>Betula schmidtii</i>							6.1	1.3	4.9			
<i>Fraxinus mandshurica</i>	3.1	1.9	1.6	2.7		1.7	6.2	1.5	3.9	1.4	0.3	0.8
<i>Betula davurica</i>				1.4		0.8	0.5		0.3	7.5	4.3	5.2
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>		1.4	0.8		5.2	2.5		0.3	0.2	4.3	13.5	8.0

며, 갈참나무, 서어나무 등이 상중층에서, 쪽동백나무, 신갈나무 등이 중층에서 준우점종을 이루고 있었다. 인간의 간섭이 비교적 심한 고지대 계곡부인 조사지 II에서는 상층의 경우 층층나무, 까치박달나무가 우점종이었으며 서어나무, 신갈나무, 당단풍나무, 고로쇠나무 등이 준우점종이었다. 중층에서는 함박꽃나무, 쪽동백나무, 당단풍나무, 서어나무, 까치박달나무, 층층나무, 고로쇠나무 등의 여러 수종이 우점종을 이루고 있는 것으로 나타났다. 근래에 입산금지라 됨으로써 비교적 인간의 간섭이 억제되고 있는 계곡부인 조사지 III에서는 상층의 경우 층층나무가 우점종이었으며 졸참나무, 들메나무, 박달나무, 소나무, 까치박달나무, 고로쇠나무 등이 준우점종이었다. 중층에서는 갈참나무가 우점종이었으며, 쪽동백나무, 까치박달나무 등이 준우점종이었다. 주동산로로써 비교적 인간의 간섭이 심한 고지대 능선부인 조사지 III의 상층에서는 신갈나무가 우점종이었으며, 소나무가 준우점종이었

다. 서어나무, 물박달나무도 상대우점치가 각각 8.2, 7.5%로서 비교적 높은 값을 보였다. 중층의 경우 철쭉나무, 당단풍나무가 우점종이었으며 서어나무, 신갈나무, 소나무 등이 준우점종을 이루고 있었다. 조사지 III에서 타조사지에서는 출현하지 않는 박달나무의 상대우점치가 비교적 높은 것은 해발 600m 지점에 박달나무 순림이 형성되어 있기 때문이었다.

우리나라의 삼림천이는 소나무림, 참나무류를 주로 하는 양수의 활엽수림, 서어나무를 주로 하는 음수의 활엽수림으로 진행된다는 일반적인 사실을 고려할 때 계곡부임에도 불구하고 소나무가 상, 중층의 우점종을 이루고 있는 조사지 I의 경우 천이가 상당히 지연되고 있으며, 이러한 이유는 인간의 간섭이 심하기 때문이라고 할 수 있다. 층층나무가 상층의 우점종을 이루고 있는 조사지 II, III은 백운산 계곡부 활엽수림의 경우 서어나무가 극상수종이며 층층나무는 서어나무와 혼효한 후 점차 쇠퇴해

는 수종이라는 박(1986)의 보고를 고려할 때 조사지 I 보다는 심하지 않으나 비교적 천이가 지연되고 있는 것으로 추정된다. 조사지 IV의 경우 신갈나무, 소나무가 우점종을 이루고 있는 전형적인 능선부 식생상태를 보이고 있었다. 그러나 경사가 급하며, 천이단계가 낮은 상태에 머무르고 있는 능선부 식생의 경우 일단 파괴되면 복구하기가 어렵다는 사실을 고려할 때, 등산로를 폐쇄하는 방안을 검토해볼 필요가 있다.

2) 종다양성

Tab. 2에서는 조사지별 상, 층층 목본류의 종다양성을 나타냈다. 출현종수는 조사지 I이 67종으로 가장 많았으

며 종다양도는 조사지 III, II, I, IV의 순으로 높았다. 조사지 I이 출현종수는 많은데 비하여 종다양도가 비교적 낮은 것은 드물게 우연히 출현하는 종이 많음으로써 균재도가 낮기 때문이었다.

전반적인 종다양성은 조사지 III, II, I, IV의 순으로 높은 것으로 나타났는데 능선부인 조사지 IV를 제외할 때 종다양성은 인간 간섭의 정도와 역의 관계인 것을 알 수 있다. 본 조사지역의 종다양도는 1.2546~1.4421로서 북한산국립공원 1.085~1.242(박 등, 1987), 내장산국립공원 1.0736~1.3701(이, 1987)보다는 높았으며, 설악산국립공원 1.092~1.430(Choi & Yim, 1984)과 비슷한 수준이었다.

Tab. 2 Values of various diversity indices for woody species by districts.

District	No. of species	Species diversity(H')	Evenness(J')	Dominance(D')
I	67	1.3252	0.7257	0.2743
II	56	1.3736	0.7858	0.2142
III	56	1.4421	0.8249	0.1751
IV	51	1.2546	0.7347	0.2653

3) 유사도지수

Tab. 3에서 보이듯이 제곱부에 위치하고 있는 조사지 I, II, III의 경우 조사지 II와 III에 비하여 조사지 I과 II, I과 III의 유사도 지수가 낮은 것으로 나타났는데 이것은 조사지 I의 경우 인간의 간섭이 상대적으로 심하기 때문이라고 할 수 있다. 능선부인 조사지 IV에 있어서 조사지 I, III과의 유사도지수에 비하여 조사지 II와의 유사도지수가 다소 높게 나타난 것은 조사지 IV와 II는 연속된 사면에 위치하고 있기 때문이라고 할 수 있다. 한편 연속된 동일 군집에서 유사도지수는 80% 이상이라는 Cox (1972)의 보고를 고려할 때, 유사도지수가 42.8~60.3의 범위를 보이는 본 조사지역은 중구성상태가 비교적 균등하지 않은 것을 알 수 있다.

Tab. 3 Similarity indices(%) between districts

District	I	II	III
II	42.8		
III	52.8	60.3	
IV	46.7	50.3	43.9

4) 종상관성

Tab. 4에서는 45개 조사구별 상대우점치에 의하여 주요 수종의 분포상관을 나타냈다. 신갈나무와 물푸레나무, 철쭉나무, 까치박달나무와 함박꽃나무, 고로쇠나무, 층층나무,

함박꽃나무와 고로쇠나무, 층층나무, 고로쇠나무와 층층나무, 들메나무, 당단풍나무와 철쭉나무, 물푸레나무와 철쭉나무는 유의적인 정의 상관관계를 보임으로써 동질적인 지위(niche)를 갖는 것으로 판단된다. 또한 신갈나무, 물푸레나무, 철쭉나무는 3개 수종간에 유의적인 정의 상관관계를 보였으며 까치박달나무, 함박꽃나무, 고로쇠나무, 층층나무는 4개 수종간에 유의적인 정의 상관관계를 보였다.

2개 수종간에 유의적인 부의 상관관계를 보임으로써 이질적인 지위를 가지고 있는 것으로 나타난 수종은 소나무와 쪽동백나무, 까치박달나무, 함박꽃나무, 고로쇠나무, 층층나무, 당단풍나무, 들메나무, 신갈나무와 고로쇠나무, 층층나무, 고로쇠나무와 철쭉나무이었다. 3개수종 이상간에 유의적인 부의 상관관계를 보이는 경우는 없는 것으로 나타났다. 특히 소나무의 경우 부의 상관관계를 가지는 수종은 비교적 많은 반면 정의 상관관계를 가지는 수종은 없는 것으로 나타났는데, 이것은 본 조사지역에 있어서 소나무는 조사지 I과 IV에서 대체적으로 순림을 형성하기 때문이라고 할 수 있다.

Tab. 4 Correlation table for major woody species

Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	.													
3	.	.												
4	.	.	.											
5										
6	-									
7	--								
8	--	++							
9	--	.	--	.	.	.	++	+						
10	-	.	--	.	.	.	++	++	++					
11	-				
12				
13	-	++
14	.	.	++
15	.	.	++	-	.	++	.	.	+

* -, + ; significant at 5% level, --, ++ ; significant at 1% level

. ; not significant at 5% level

- | | | | |
|---------------------------------|-------------------------------|---|------------------------------|
| 1. <i>Pinus densiflora</i> | 2. <i>Quercus aliena</i> | 3. <i>Quercus mongolica</i> | 4. <i>Quercus serrata</i> |
| 5. <i>Carpinus laxiflora</i> | 6. <i>Styrax obassia</i> | 7. <i>Carpinus cordata</i> | 8. <i>Magnolia sieboldii</i> |
| 9. <i>Acer nono</i> | 10. <i>Cornus controversa</i> | 11. <i>Acer pseudo-sieboldianum</i> | 12. <i>Betula schmidtii</i> |
| 13. <i>Fraxinus mandshurica</i> | 14. <i>Betula davurica</i> | 15. <i>Rhododendron schlippenbachii</i> | |

2. Ordination 분석

Fig. 2는 DCA를 이용한 stand ordination의 결과를 나타낸 것이다. 지역 A, B, C는 삼림구조 조사시 설치한 45개 조사구를 계곡입구, 계곡중간지역과 능선부로서 나눈 것으로 A지역은 치악산 입구로서 소나무군집과 소나무-갈참나무군집으로 이루어져 있다. 일반적으로 계곡부에는 소나무군집을 이루기 어려우나, 조선시대 때부터 소나무 보호정책으로 소나무군집이 조성되었다고 생각된다. 계곡 주변으로는 소나무-갈참나무군집으로 점차적으로 소나무와 갈참나무의 경쟁관계를 이루고 있었다.

B지역은 계곡 중간 지역으로 표고가 A지역과 C지역의 중간정도이며 소나무-갈참나무, 신갈나무-서어나무, 갈참나무-서어나무 군집으로 이루어져 있다. B지역의 대부분은 과거 벌채로 인한 이차림으로 구성되었으며, 주로 참나무류 즉, 소나무-갈참나무, 신갈나무-서어나무, 갈참나무-서어나무군집으로 점차 천이가 진행되고 있는 지역이라고 생각된다.

B지역에서의 표고가 높아질수록 신갈나무 및 서어나무가 우점종을 이루고 있으며, 앞으로 음수인 서어나무와 참나무류의 경쟁상태를 이룰 것으로 추정된다.

C지역은 능선 및 정상 부근 지역으로 층층나무-까치박달나무, 물푸레나무-층층나무, 신갈나무-당단풍나무 군

집으로 이루어져 있다. C지역은 본 조사지 중 가장 표고가 높은 지역으로 능선부에서 주로 신갈나무군집을 이루며 계곡부에는 층층나무가 주군집을 이루고 있다. 본 지역도 과거 벌채로 인한 2차림으로 A, B지역과는 천이계열이 상당히 떨어져 있는 것으로 층층나무, 까치박달나무, 신갈나무가 우점상태를 계속 유지할 것으로 보인다.

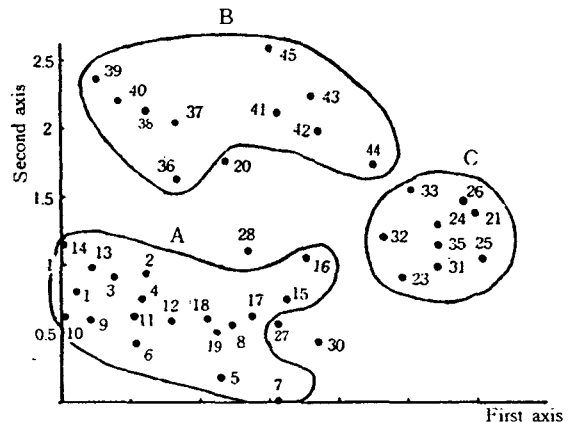


Fig. 2 DCA ordination of 45 sites in Chiak National Park.

Stand ordination상의 제 1축의 양극으로 침엽수인 소나무군집, 소나무-신갈나무군집과 총층나무군집, 총층나무-까치박달나무, 총층나무-신갈나무군집의 활엽수로 분리되며, 그 사이에 서어나무-갈참나무군집, 갈참나무-서어나무군집, 갈참나무-소나무군집이 분포되어 있다.

제 2축에서의 결과도 제 1축과 유사하게 나타나며, 제 1, 2축의 eigen value는 각각 0.495, 0.300으로 제 1축에서

total variance는 47.87%이며, 제 2축까지의 total variance는 76.89%이다. 북한산지역의 산림군집분석(박 등, 1988)의 40%보다 상당히 높은 값을 보이고 있다. 이는 환경구배의 뚜렷한 차이로 생각된다. 본 연구에서도 북한산지역의 산림군집처럼 DCA에 의해 양축으로 소나무와 활엽수의 분리를 나타내며 다른 방법의 ordination보다 유용함을 나타내었다.(Fig. 3)

Fig. 3은 각 조사지에서 4가지의 환경 요인에 대한 것을

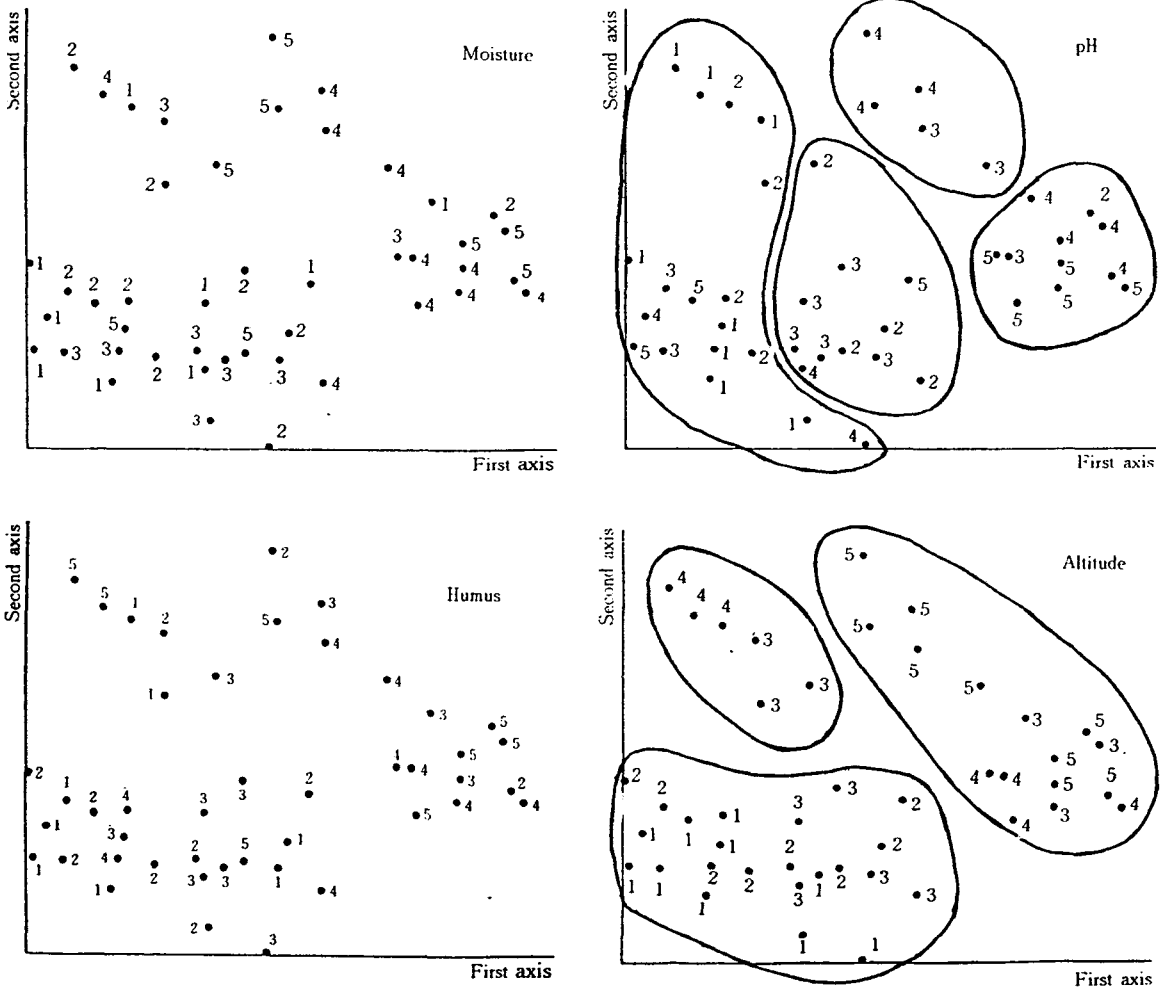


Fig. 3 Distribution of environmental factors on DCA ordination based on 45 sites.

5단계(Tab. 5)로 나누어 DCA의 stand ordination에 나타낸 것이고, Tab. 6은 제 1축, 2축의 stand scores와 환경요인과의 상관관계를 구한 것이다. Tab. 6에서와 같이 토양산도는 고도의 정의 상관관계를 보이고 있다.

이것은 제 1축을 따라 소나무군집, 소나무-신갈나무군집이 분포되어 있는 왼쪽이 산도가 강하며, 오른쪽으로

갈수록 약한 곳으로 소나무-갈참나무, 갈참나무-서어나무, 갈참나무-매죽나무군집에서 총층나무-서어나무, 갈참나무-매죽나무군집을 거쳐 오른쪽은 총층나무-까치박달나무, 총층나무군집을 이루고 있다.

토양수분 및 유기물 함량 역시 산도와 비슷한 결과를 보이고 있으며 소나무군집에서 총층나무군집에 이르면서 점

점 수분이 증가하고 있다.

표고에 따른 상관관계 역시 가장 높은 정의 관계를 보이고 있으며 이는 치악산계곡의 식생은 계곡하부 식생, 계곡중부 식생, 능선부식생으로 뚜렷한 차이를 보이고 있음을 나타낸다.

환경인자간의 상관관계는 토양수분과 유기물함량과는 정의 상관관계를 보이고 있는데, 이는 가야산(조, 1988)에서의 연구와 유사한 모습을 보이고 있다(Fig. 4).

Fig.4는 DCA에 의한 식생군집의 주요종 66종에 대한 ordination 분석결과인데 제 1축의 원편으로 소나무, 밤나

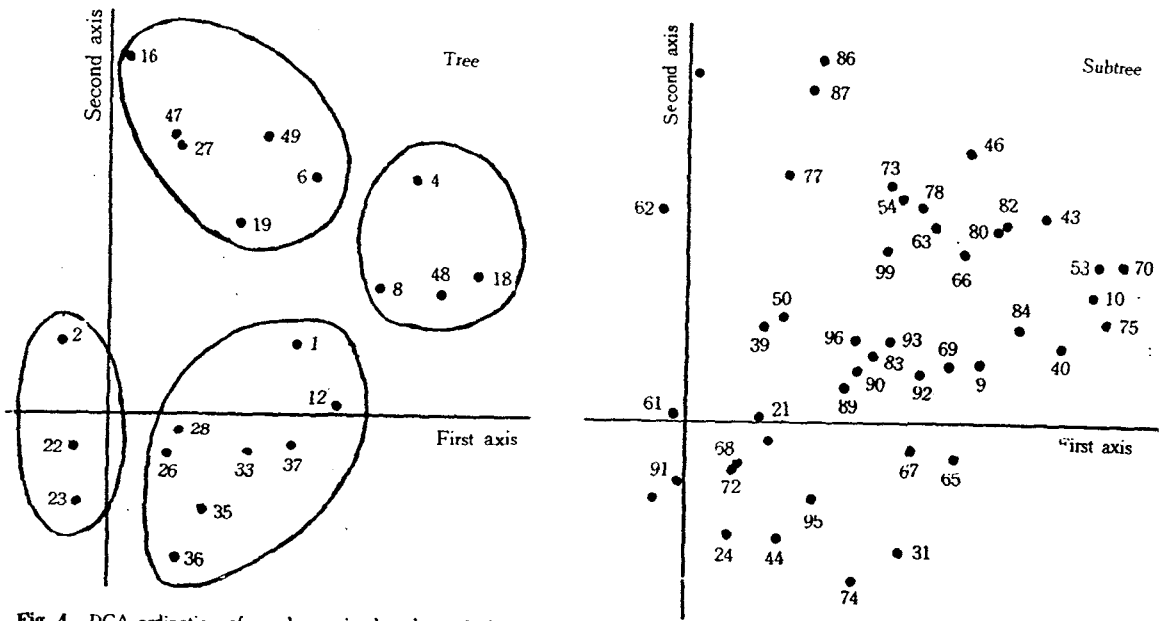


Fig. 4 DCA ordination of woody species based on 45 sites

- | | | |
|---|--|--|
| 1. <i>Pinus koraiensis</i> | 35. <i>Celtis aurantiaca</i> | 69. <i>Acer mono</i> |
| 2. <i>Pinus densiflora</i> | 36. <i>Celtis sinensis</i> | 70. <i>Acer tshonoskii</i> var. <i>Rubripes</i> |
| 4. <i>Abies holophylla</i> | 37. <i>Morus bombycis</i> | 72. <i>Acer palmatum</i> var. <i>palmatum</i> |
| 6. <i>Populus davidiana</i> | 38. <i>Magnolia sieboldii</i> | 73. <i>Acer pseudo-sieboldianum</i> |
| 8. <i>Salix glandulosa</i> | 39. <i>Lindera obtusiloba</i> | 74. <i>Acer triflorum</i> |
| 9. <i>Salix hulteni</i> | 40. <i>Philadelphus schrenskii</i> | 75. <i>Acer manshuricum</i> |
| 10. <i>Platycarya strobilacea</i> | 43. <i>Malus sieboldii</i> | 77. <i>Vitis amurensis</i> |
| 12. <i>Juglans mandshurica</i> | 44. <i>Pyrus pyrifolia</i> | 78. <i>Tilia amurensis</i> |
| 14. <i>Betula ermanii</i> | 46. <i>Sorbus commixta</i> | 80. <i>Actinidia arguta</i> |
| 16. <i>Betula davurica</i> | 48. <i>Prunus padus</i> | 82. <i>Kalopanax pictum</i> |
| 18. <i>Carpinus cordata</i> | 49. <i>Pinus serrulata</i> var. <i>spontanea</i> | 83. <i>Aralia elata</i> |
| 19. <i>Carpinus laxiflora</i> | 50. <i>Prunus sargentii</i> | 84. <i>Cornus controversa</i> |
| 21. <i>Corylus sieboldiana</i> | 53. <i>Pteraria thunbergiana</i> | 85. <i>Rhododendron mucronulatum</i> |
| 22. <i>Castanea crenata</i> | 54. <i>Maackia amurensis</i> | 86. <i>Rhododendron yedoense</i> var. <i>poukhanense</i> |
| 23. <i>Quercus acutissima</i> | 61. <i>Rhus japonica</i> | 87. <i>Rhododendron schlippenbachii</i> |
| 24. <i>Quercus variabilis</i> | 62. <i>Rhus trichocarpa</i> | 89. <i>Symplocos chinensis</i> |
| 26. <i>Quercus aliena</i> | 63. <i>Rhus verniciflua</i> | 90. <i>Syrax obassia</i> |
| 27. <i>Quercus mongolica</i> | 64. <i>Euonymus oxyphyllus</i> | 92. <i>Fraxinus mandshurica</i> |
| 28. <i>Quercus serrata</i> | 65. <i>Euonymus sachalinensis</i> | 93. <i>Fraxinus thymchophylla</i> |
| 31. <i>Ulmus parvifolia</i> var. <i>coreana</i> | 66. <i>Euonymus sieboldianus</i> | 95. <i>Callicarpa japonica</i> |
| 33. <i>Ulmus macrocarpa</i> | 67. <i>Staphylea bumalda</i> | 96. <i>Sambucus williamsii</i> var. <i>coreana</i> |
| | 68. <i>Acer ginnala</i> | 99. <i>Weigela subsessilis</i> . |

무, 상수리나무에서 졸참나무, 갈참나무, 팽나무, 산팽나무와 물박달나무, 팔배나무, 신갈나무, 산벚나무, 사시나무를 거쳐 잣나무, 귀룽나무, 까치박달나무, 호랑버들나무로 배열되어 있다. 따라서 본 연구에서 상층은 4개의 무리로 나눌 수 있다. 특히 제 1층의 왼편의 무리인 소나무, 밤나무, 상수리나무는 인간에 의해 보존된 것으로 보인다.

다.

이상의 결과를 종합할 때 본 조사지역의 천이계열은 능선 및 중북부에서는 소나무→졸참나무, 갈참나무, 신갈나무 등의 참나무류→서어나무로, 계곡부에서는 소나무→참나무류→층층나무, 까치박달나무로 진행단계에 있는 것으로 추정할 수 있었다.

Tab. 5 Ratings of representing ranges of environmental variables.

Class	Moisture(%)	Humus(%)	pH	Altitude(m)
1	11.97~20.27	8.34~12.35	4.33~4.48	330~450
2	20.27~25.01	12.35~20.24	4.48~4.73	450~538
3	25.01~32.90	20.24~22.24	4.73~4.87	538~700
4	32.90~38.42	22.24~25.09	4.87~5.29	700~932
5	38.42~87.49	25.09~30.24	5.29~5.83	932~1280

Tab. 6 Correlation coefficient between 4 environmental variables and the stand scores of axis 1 and 2.

	Stand score of axis 1	Stand score of axis 2
Moisture(%)	0.564 ** *	0.275
Humus(%)	0.470 ** *	0.219
pH	0.496 ** *	0.060
Altitude(m)	0.636 ** *	0.699 ** *

1-tailed signif : * - .01 ** - .001

인용문헌

- Cox, G. W. 1972. Laboratory manual of general ecology. Wm. C. Brown Co. Publ., Iowa. 232pp.
- Choi, K. R. and Y. J. Yim. 1984. On the dominance-diversity in the forest vegetation of Mt. Seolag. Kor. J. Bot. 27(1) : 25-32.
- Curtis, J. T. and R. R. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32 : 476-496.
- Gauch, H. G. 1982. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge Univ. Press. 298pp.
- Gauch, H. G. and R. H. Whittaker. 1981. Hierarchical classification of community data. J. Ecol. 69 : 537-557.
- Gauch, H. G., R. H. Whittaker and T. R. Wentworth. 1984. A comparative study of reciprocal averaging and other ordination techniques. J. Ecol. 65 : 157-174.
- Hill, M. O. 1977. DECORANA-A FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Cornell Univ., N. Y. 52pp.
- 조재창. 1988. 자연공원에서의 소나무림 보존대책에 관한 연구. 서울시립대학교 석사논문. 56pp.
- 이경재. 1987. 내장산 국립공원 내장산지구의 자연보전관리 대책에 관한 연구. 문교부연구보고서. 100pp.
- 박인협. 1986. 백운산지역 천연림생태계의 삼림구조 및 물질생산에 관한 연구. 서울대 박사학위 논문. 48pp.
- 박인협, 이경재, 조재창. 1987. 북한산 지역의 삼림군집구조에 관한 연구. 용용생태연구1(1) : 1-23.
- Pielou, E. C. 1975. Ecological diversity. John Wiley & Sons, New York. 168pp.
- R. K. Peet. 1985. Plant community ecology : Papers in honor of Robert H. Whittaker.