

지리산국립공원 연하천계곡 산림군집구조¹

조현서² · 송광섭³ · 한봉호³ · 박은희⁴

Forest Community Structure of Yunhachon Valley, Chirisan National Park¹

Hyun-Seo Cho², Kwang-Seop Song³, Bong-Ho Han³, Eun-Hee Park⁴

요약

지리산국립공원 연하천계곡의 식물군집구조를 조사하기 위해서 48개의 조사구(1개 조사구 단위면적 100m²)를 설정하고 식생조사를 하였다. 48개의 조사구는 DCA 분석에 의하여 2개의 군집(들메나무군집, 신갈나무군집)으로 분류되었다. 층위별상대우점치와 흉고직경급별 분포 분석결과 들메나무와 신갈나무는 현상태를 계속 유지할 것으로 보이며, 들메나무군집은 계곡부 토지극상림을 이루고 있었다. 연하천계곡의 Shannon 종다양도지수는 들메나무군집은 1.0810, 신갈나무군집은 0.2468이었다. 들메나무는 함박꽃나무, 물참대, 참회나무, 바위말발도리, 개회나무와 정의 상관관계를 보였으며, 신갈나무, 생강나무, 조릿대, 노린재, 당단풍과 부의 상관관계를 보였다.

주요어 : 토지극상, 들메나무, 종다양도, 상관관계

ABSTRACT

To investigate the plant community structure of Yunhachon valley, Chirisan National Park, forty-eight plots(each plots was 100m²) were set up and surveyed. Two groups(*Fraxinus mandshurica* community, *Quercus mongolica* community) were classified by DCA ordination techniques. In the result of I.V. and DBH distribution analysis, *F. mandshurica* and *Q. mongolica* maintained current situation for long. *F. mandshurica* was founded out the edaphic climax forest. Shannon diversity index showed 1.0810 in *F. mandshurica* community and 0.2468 in *Q. mongolica* community at Yunhachon valley, Chirisan National Park. High positive correlations were proved between *F. mandshurica* and *Magnolia sieboldii*, *Deutzia glabrata*, *Deutzia prunifolia*, *Euonymus oxyphyllus*, and high negative correlations were proved between *Q. mongolica* and *Lindera obtusiloba*, *Sasa borealis*, *Symplocos chinensis* for. *pilosa*, *Acer pseudo-sieboldianum*.

KEY WORDS : EDAPHIC CLIMAX, *Fraxinus mandshurica*, SHANNON INDEX, CORRELATIONS

1 접수 12월 15일 Received on Dec, 1999

2 진주산업대학 임학과 Dept. of Forestry, Chinju Nat'l Univ., Chinju, 660-758, Korea

3 서울시립대학교 대학원 Graduate School, Univ. of Seoul, Seoul, 130-743, Korea(bbd@lacomi.uos.ac.kr)

4 경상대학교 대학원 Graduate School, Kyungsang Nat'l Univ., Chinju, 660-300, Korea

서론

지리산국립공원은 우리 나라 제1호 국립공원으로서 행정구역상 전북 남원시, 전남 구례군, 경남 산청군, 하동군, 함양군 등 3도 1시 4군 15개면에 걸쳐 있으며 총 440.485km²의 면적을 차지하고 있다. 지리산국립공원은 1979년 현지에서 측정한 노고단 지역(1.345m, 남사면)의 연평균기온은 5.96°C로서 구례읍의 연평균기온 13.3°C보다 7.3°C나 낮았으며 온량지수 50°C·month로 온대북부림(55~85°C·month), 냉온대림(85~100°C·month)의 북한계기후를 나타내고 있다(국립공원관리공단, 1997). 또한 지리산국립공원은 온대남부에서 북부에 이르는 삼림식생과 아한대수종으로 이루어진 고산대림이 발달하였으며, 이 지역은 일부지역이 난대림과 접해 있는 관계로 난대수종도 일부 생육하고 있고, 수직적 분포만을 본다면 온대림에서 한대림에 이르기까지 매우 다양한 식물상을 보유하고 있어 우리나라에서는 과(family) 수준에서 가장 많은 식물분포상을 보이고 있다(김용식 등, 1990).

지리산국립공원에 관한 기존연구를 살펴보면, 이경재 등(1991)이 지리산 아고산대 신갈나무-분비나무림 식물군집구조를 분석하여 신갈나무-분비나무의 생태적 천이단계의 과정을 추정하는 연구가 있었고, 박인협 등(1991)이 화엄사계곡-피아골계곡의 삼림군집구조에서 인간의 간섭정도에 의한 삼림군집구조를 분석·비교하고 천이계열을 추정하는 연구가 있었다.

본 연구는 지리산 연하천계곡의 식물군집구조의 특성과 천이방향을 예측하여 식물생태계보존 등 관리의 기초자료를 구축하는 데 그 목적이 있다.

조사지 설정 및 연구방법

1. 조사지 설정

연하천계곡부의 식물군집구조를 파악하기 위하여 Figure 1과 같이 계곡부와 사면부를 구분하여 10m×10m의 조사구(Plot)를 총 48개 설정하였다. 조사는 1999년 10월 23일 실시하였다.

2. 환경요인 분석

본 대상지에 대한 환경요인으로는 일반적 개황을 조사·분석하였고, 방위, 경사도, 수목의 평균수고,

평균흉고직경 및 평균 울폐도, 조사구에 출현하는 목본종수를 조사하였다.

3. 식물군집구조 분석

식생조사는 각 조사구에서 출현하는 목본수종 중 흉고직경(DBH) 2cm 이상의 목본수종을 대상으로 교목층과 아교목층, 그 이하를 관목층으로 구분하여 교목층과 아교목층은 수종명과 흉고직경을, 관목층은 수종명과 수관투영면적을 조사하였다. 식생조사에서 얻어진 자료로 Curtis & McIntosh(1951) 방법을 이용해 상대우점치(I.V.: Importance Value)와 평균상대우점치(M.I.V.: Mean Importance Value)를 구하였고, 각 군집별 천이경향을 예측하기 위해 흉고직경급별 분포를 분석하였다. 종구성 상태의 다양한 정도를 나타내는 측도인 종다양성은 Shannon의 종다양도, 최대종다양도(H'_{max}), 균재도(J' : Evenness), 우점도(D' : Dominance)를 분석하였다(Pielou, 1975). 또한 주요 출현수종의 상관관계를 분석하였고 식생조사자료를 바탕으로 DCA에 의한 ordination 분석(Hill, 1979a) 및 TWINSpan에 의한 classification 분석(Hill, 1979b)을 실시하였다. 이상의 모든 분석은 서울시립대학교 환경생태발전연구실에서 개발한 PDAP(plant data analysis package)와 SPSS/PC+를 사용하였다.

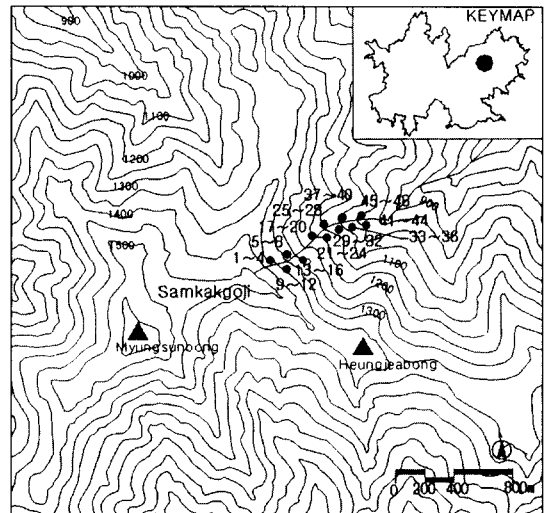


Figure 1. The location map of forty-eight plots in Yunhachon valley, Chirisan National Park

결과 및 고찰

1. 조사지 개황

연하천은 토끼봉과 명선봉 삼각고지, 벽소령 사이의 능선상 가운데 명선봉 아래에 위치하고 있다. 최근 10년(1981~1990)간의 기상현황을 살펴보면 연평균기온 12.5℃, 연평균최고평균기온 19.1℃, 연평균최저기온 7.1℃이고, 같은 기간 연평균강수량은 1,200~1,600mm이며 그중 6월과 9월 사이에 집중하고 있었다(기상청, 1991). 지리산의 온량지수로 보면 수평적으로는 온대남부에서 온대북부에 이르는 삼림식생과 아한대수종으로 이루어진 고산대림이 발달하였고, 해발고도 1,300m 이상을 아고산대기후로 본다면 연하천계곡은 냉온대북부에 속하는 것으로 알려져 있다(환경청, 1988). Table 1은 DCA에 의해 구분된 연하천계곡의 군집별 조사지개황을 나타낸 것이다. 들메나무군집과 신갈나무군집의 조사지는 해발 1,030~1,180m의 남동사면과 계곡부에 위치하고 있었으며, 들메나무군집과 신갈나무의 교목층의 평균수고는 13~14m로 비슷하였으나, 신갈나무군집의 교목층 평균흉고직경은 27cm 이상의 신갈나무 대경목이 주류를 이루고 있었다. 신갈나무군집의 관목층은 조릿대의 피도(50~95%)가 높아 다른 관목층의 생육 및 유입이 이루어지지 않고 있었다.

2. Ordination 및 Classification 분석

연하천계곡을 따라 전체 48개의 조사구를 설정하여, 조사구에 대하여 classification 기법 중 TWINSpan 분석결과는 Figure 2와 같았다. TWINSpan은 조사구에 출현하는 수종과 조사구로 이루어지는 종조성표를 작성하고 이를 식별종(indicator species)에 의해 단계적으로 군집을 분류하는 것이다(Hill, 1994). TWINSpan에 의한 분석결과를 살펴보면 제 1 division에서 신갈나무에 의해 들메나무군집과 신갈나무군집으로 구분되었으며, eigenvalue를 보면 0.65로서 군집분류의 설명력이 매우 높았고, 하위 단계에서는 뚜렷한 군집의 분류가 되지 않았다. Eigenvalue는 고유치로 각 요인을 설명하는 분산의 정도이므로, 고유치가 큰 요인일수록 전체자료의 분산에 대한 설명력이 크다는 것을 의미

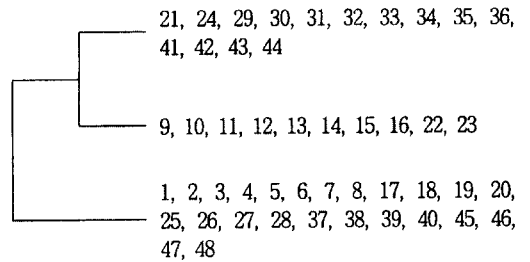


Figure 2. Dendrogram of TWINSpan stand classification of forty-eight plot in Yunhachon valley, Chirisan National Park

Table 1. General description of each plot classified by TWINSpan and DCA in Yunhachon valley, Chirisan National Park

Community	<i>Fraxinus mandshurica</i> community												
	Plot number	1	2	3	4	5	6	7	8	17	18	19	20
Altitude(m)	1,030	1,030	1,030	1,030	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050	1,110	1,110	1,110	1,110
Aspect	S50E	S50E	S50E	S50E	S44E	S44E	S44E	S44E	S44E	S44E	S44E	S44E	S44E
Slope(°)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Mean height of tree layer(m)	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Mean DBH of tree layer(cm)	18	18	18	18	15	15	15	15	15	30	30	30	30
Cover of tree layer(%)	80	80	80	80	70	70	70	70	70	80	80	80	80
Mean height of subtree layer(m)	6	6	6	6	5	5	5	5	5	7	7	7	7
Mean DBH of subtree layer(cm)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5
Cover of subtree layer(%)	70	70	70	70	80	80	80	80	80	70	70	70	70
Mean height of shrub layer(m)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Cover of shrub layer(%)	70	70	70	70	85	85	85	85	85	60	60	60	60
Number of species(per 100m ²)	12	10	11	11	5	9	8	11	11	10	12	9	

Table 1. (Continued)

Community	<i>Fraxinus mandshurica</i> community											
	25	26	27	28	37	38	39	40	45	46	47	48
Plot number												
Altitude(m)	1,160	1,160	1,160	1,160	1,160	1,160	1,160	1,160	1,180	1,180	1,180	1,180
Aspect	S70E	S70E	S70E	S70E	S68E	S68E	S68E	S68E	S40E	S40E	S40E	S40E
Slope(°)	20	20	20	20	15	15	15	15	25	25	25	25
Mean height of tree layer(m)	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Mean DBH of tree layer(cm)	40	40	40	40	25	25	25	25	25	25	25	25
Cover of tree layer(%)	60	60	60	60	80	80	80	80	85	85	85	85
Mean height of subtree layer(m)	6	6	6	6	7	7	7	7	4	4	4	4
Mean DBH of subtree layer(cm)	7	7	7	7	8	8	8	8	7	7	7	7
Cover of subtree layer(%)	85	85	85	85	70	70	70	70	60	60	60	60
Mean height of shrub layer(m)	3	3	3	3	8	8	8	8	7	7	7	7
Cover of shrub layer(%)	85	85	85	85	70	70	70	70	60	60	60	60
Number of species(per 100m ²)	8	9	11	9	11	11	11	6	8	11	8	10

Table 1. (Continued)

Community	<i>Quercus mongolica</i> community											
	9	10	11	12	13	14	15	16	21	22	23	24
Plot number												
Altitude(m)	1,070	1,070	1,070	1,070	1,080	1,080	1,080	1,080	1,120	1,120	1,120	1,120
Aspect	S8E	S8E	S8E	S8E	S6E	S6E	S6E	S6E	S8E	S8E	S8E	S8E
Slope(°)	38	38	38	38	30	30	30	30	34	34	34	34
Mean height of tree layer(m)	14	14	14	14	14	14	14	14	13	13	13	13
Mean DBH of tree layer(cm)	55	55	55	55	27	27	27	2	40	40	40	40
Cover of tree layer(%)	80	80	80	80	80	80	80	80	70	70	70	70
Mean height of subtree layer(m)	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Mean DBH of subtree layer(cm)	6	6	6	6	4	4	4	4	10	10	10	10
Cover of subtree layer(%)	70	70	70	70	60	60	60	60	40	40	40	40
Mean height of shrub layer(m)	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
Cover of shrub layer(%)	70	70	70	70	75	75	75	75	40	40	40	40
Number of species(per 100m ²)	13	10	13	13	7	10	10	6	5	5	7	8

Table 1. (Continued)

Community	<i>Quercus mongolica</i> community											
	29	30	31	32	33	34	35	36	41	42	43	44
Plot number												
Altitude(m)	1,180	1,180	1,180	1,180	1,200	1,200	1,200	1,200	1,170	1,170	1,170	1,170
Aspect	S2E	S2E	S2E	S2E	S10E	S10E	S10E	S10E	S30E	S30E	S30E	S30E
Slope(°)	44	44	44	44	35	35	35	35	35	35	35	35
Mean height of tree layer(m)	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
Mean DBH of tree layer(cm)	40	40	40	40	35	35	35	35	45	45	45	45
Cover of tree layer(%)	85	85	85	85	90	90	90	90	80	80	80	80
Mean height of subtree layer(m)	6	6	6	6	5	5	5	5	4	4	4	4
Mean DBH of subtree layer(cm)	8	8	8	8	4	4	4	4	5	5	5	5
Cover of subtree layer(%)	30	30	30	30	70	70	70	70	50	50	50	50
Mean height of shrub layer(m)	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
Cover of shrub layer(%)	80	80	80	80	70	70	70	70	50	50	50	50
Number of species(per 100m ²)	4	11	9	10	8	7	7	7	6	8	6	9

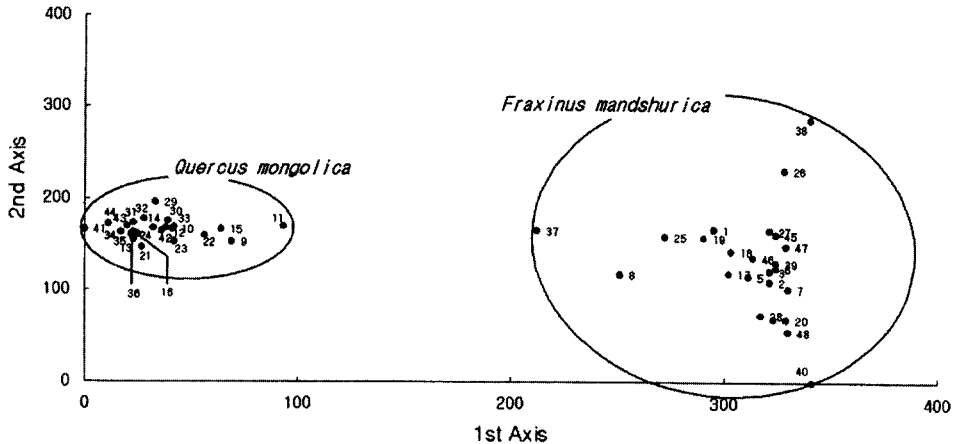


Figure 3. DCA ordination of forty-eight plots in Yunhachon valley, Chirisan National Park

한다. TWINSpan 분석결과와 평균상대우점치 분석결과 신갈나무에 의해 들메나무군집과 신갈나무군집으로 나누어졌다.

Figure 3은 연하천계곡의 48개 조사구에 대하여 ordination 기법 중 DCA 분석을 실시한 결과이다. 제 1축과 제 2축의 eigenvalue는 각각 0.80, 0.31으로, 두 축의 eigenvalue의 합이 전체 값 1.39의 80%에 해당하므로 1축과 2축의 분석만으로도 환경요인에 대한 설명력이 높아, 제 1축과 제 2축을 이용하여 분석하였다.

제 1축에서는 왼쪽에 들메나무군집, 오른쪽에 신갈나무군집으로 분리되었는데, 이들 수목의 생태적 특성상 토양수분함량에 의해 습윤지역에서는 들메나무군집, 건조지역에서는 신갈나무군집으로 분류된 것으로 판단할 수 있었다. 신갈나무는 대부분 사면부 마사토지역의 건조한지역에서 주로 분포(이경재 등, 1990; 박관수 등, 1998)하며, 들메나무는 생태적 특성상 호습성으로 계곡을 중심으로 적윤지에 주로 분포(이창복, 1980)하는 것으로 알려져 있는데, 제 1축의 환경요인은 이러한 특성이 반영된 것으로 보인다.

TWINSpan과 DCA에 의한 군집분류는 모두 크게 들메나무군집과 신갈나무군집으로 분류되었다.

3. 상대우점치 분석

Table 2는 연하천계곡의 DCA와 TWINSpan에 의해 분리된 군집별 상대우점치 및 평균상대우점치를 나타낸 것이다. 군집 I은 들메나무군집으로 교목층

에서 들메나무의 I.V.가 66.59%로 들메나무의 세력이 가장 컸고, 아교목층에서 함박꽃나무(I.V.: 18.25%), 개회나무(I.V.: 17.79%), 쇠물푸레(I.V.: 13.33%), 물참대(I.V.: 10.51%) 등이 주로 출현하였다. 관목층에서는 물참대(I.V.: 23.05%), 병꽃나무(I.V.: 22.02%), 바위말발도리(I.V.: 17.58%) 등이 다수 출현하였다. 들메나무군집에서는 들메나무가 큰 세력을 형성하고 있었으며, 현재의 종조성을 볼 때 천이단계상 차대를 형성할 다른 수종의 세력은 약하여 당분간 들메나무군집을 유지할 것으로 보인다. 또한 이경재 등(1994)이 덕유산 백련사계곡의 군집구조를 조사하면서 복서사면에 위치한 들메나무군집이 토지극상일 것으로 추측하였고, 이경재 등(1997)이 충청북도 민주지산의 들메나무군집을 토지극상으로 추측하여 계곡부 습윤지역의 들메나무토지극상을 추측하였다. 국외에서는 Yang & Wu(1986)의 신갈나무의 분포에 대한 연구에서 계곡부의 들메나무가 상층부를 점하고 있어 내음성이 약한 신갈나무가 살 수 없다고 하여 들메나무 토지극상의 가능성을 시사하고 있고, Barness et al.(1992)도 백두산 보호구의 연구에서 들메나무, 피나무, 잣나무, 신갈나무군집을 언급하며, 이들 군집 중 환경요인과 교란체계에 의해 들메나무의 극상림 가능성을 간접적으로 설명하고 있었다.

군집 II는 신갈나무군집으로 교목층에서 신갈나무의 I.V.가 95.61%로 절대적으로 우점하고 있었고, 아교목층에서 당단풍(I.V.: 26.35%), 생강나무(I.V.: 14.08%), 노각나무(I.V.: 10.94%) 등이 다수 출현하였다. 관목층에서는 조릿대의 I.V.가

Table 2. Importance value of major woody species of classified type by DCA and TWINSpan in Yunhachon valley, Chirisan National Park

Species name	I				II			
	C*	U*	S*	M*	C	U	S	M
<i>Pinus koraiensis</i>	-	0.14	-	0.09	-	0.27	-	0.09
<i>Abies koreana</i>	8.52	1.36	-	0.22	-	-	-	-
<i>Betula costata</i>	1.99	0.38	-	0.06	-	0.65	-	0.22
<i>Quercus mongolica</i>	0.86	-	-	0.06	95.61	11.82	3.19	52.28
<i>Morus bombycis</i>	1.20	0.21	0.76	0.39	-	-	-	-
<i>Carpinus tschonoskii</i>	-	-	-	-	-	0.19	-	0.06
<i>Carpinus laxiflora</i>	-	-	-	-	-	0.19	-	0.06
<i>Corylus sieboldiana</i>	-	-	-	-	-	0.80	0.76	0.39
<i>Magnolia sieboldii</i>	1.90	18.25	3.19	52.28	-	1.98	-	0.66
<i>Lindera obtusiloba</i>	-	3.47	-	0.66	-	14.08	28.79	9.49
<i>Deutzia parviflora</i>	-	1.43	28.79	9.49	-	-	-	-
<i>Deutzia glabrata</i>	-	10.51	0.66	0.11	-	-	-	-
<i>Deutzia prunifolia</i>	-	0.22	1.28	0.28	-	-	0.66	0.11
<i>Philadelphus schrenckii</i>	-	0.12	11.36	1.89	-	0.19	1.28	0.28
<i>Stephanandra incisa</i>	-	-	-	0.19	-	-	11.36	1.89
<i>Pouthiaea villosa</i>	-	0.14	8.84	1.53	-	-	-	-
<i>Sorbus alnifolia</i>	-	-	-	-	-	0.57	-	0.19
<i>Prunus sargentii</i>	-	0.61	3.81	0.64	-	-	-	-
<i>Ilex macropoda</i>	3.86	-	-	0.62	-	-	-	-
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	-	-	-	-	-	0.17	8.84	1.53
<i>Lespedeza bicolor</i>	-	-	-	-	-	-	3.81	0.64
<i>Maackia amurensis</i>	-	-	-	-	-	1.85	-	0.62
<i>Euonymus pauciflorus</i>	-	0.31	0.30	0.05	-	-	0.30	0.05
<i>Euonymus oxyphyllus</i>	2.16	8.86	-	0.53	-	1.58	-	0.53
<i>Euonymus sachalinensis</i>	-	1.42	2.56	0.43	-	-	-	-
<i>Tripterygium regelii</i>	-	0.21	0.32	0.22	-	-	2.56	0.43
<i>Acer mono</i>	1.40	0.62	-	0.14	-	0.50	0.32	0.22
<i>Acer palmatum</i>	-	-	-	-	-	0.43	-	0.14
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	2.76	0.49	5.65	9.37	-	26.35	5.65	9.37
<i>Rhamnus davurica</i>	-	-	-	1.25	-	-	-	-
<i>Tilia amurensis</i>	2.17	0.16	-	3.65	2.29	0.30	-	1.25
<i>Actinidia arguta</i>	-	0.52	0.33	0.15	-	-	-	-
<i>Stewartia koreana</i>	1.82	0.69	-	1.20	-	10.94	-	3.65
<i>Kalopanax pictus</i>	-	-	-	-	-	0.27	0.33	0.15
<i>Cornus controversa</i>	-	-	-	-	1.39	1.52	-	1.20
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	-	-	-	-	-	0.18	-	0.06
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	-	-	-	-	-	0.41	-	0.14
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	-	-	-	-	-	8.51	4.48	3.64
<i>Styrax obassia</i>	-	0.38	-	0.06	0.72	5.91	7.99	3.66
<i>Fraxinus mandshurica</i>	66.59	4.53	0.39	34.87	-	2.88	-	0.96
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	1.95	13.33	0.36	5.48	-	6.79	2.71	2.72
<i>Syringa reticulata</i> var. <i>mandshurica</i>	2.83	17.79	3.67	7.96	-	0.38	-	0.13
<i>Callicarpa japonica</i>	-	-	1.31	0.22	-	0.17	2.36	0.45
<i>Weigela subsessilis</i>	-	6.77	22.02	5.93	-	-	14.26	2.38
<i>Sasa borealis</i>	-	-	-	-	-	-	60.12	10.02
<i>Lonocera maackii</i>	-	7.09	1.09	2.55	-	0.17	-	0.06

* C: Canopy importance value, U: Understory importance value, S: Shrub importance value, M: Mean importance value

Table 3. DBH class distribution of major woody species of two communities classified by DCA and TWINSpan in Yunhachon valley, Chirisan National Park

Comm.	Species name	SH	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11
I	<i>Abies koreana</i>	20	1	2	3	0	2	3	1	0	0	0	0
	<i>Quercus mongolica</i>	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Lindera obtusiloba</i>	32	24	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Acer mono</i>	4	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	8	3	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Stewartia koreana</i>	0	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0
	<i>Fraxinus mandshurica</i>	4	10	10	16	8	9	10	5	5	5	0	0
	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	4	3	14	7	2	2	0	0	0	0	0	0
II	<i>Quercus mongolica</i>	24	14	13	9	16	12	11	8	2	4	4	17
	<i>Lindera obtusiloba</i>	200	65	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Maackia amurensis</i>	0	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Acer mono</i>	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	48	22	10	10	3	3	0	2	0	0	0	0
	<i>Tilia amurensis</i>	0	0	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Stewartia koreana</i>	0	4	4	7	0	3	0	0	0	0	0	0
	<i>Cornus controversa</i>	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Styrax obassia</i>	84	14	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Fraxinus mandshurica</i>	0	2	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	20	18	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0

* SH: shrub, 2≤D1<7, 7≤D2<12, 12≤D3<17, 17≤D4<22, 22≤D5<27, 27≤D6<32, 32≤D7<37, 37≤D8<42, 42≤D9<47, 47≤D10<52, 52≤D11

60.12%로 피도가 높아 다른 식생의 유입이 거의 불가능한 상태였다. 신갈나무군집에서는 신갈나무가 큰 세력을 형성하고 있었고, 종조성을 보면 차대를 형성할 대체수종이 나타나지 않아 신갈나무군집을 계속 유지할 것으로 판단되었다.

4. 흉고직경급별 분포 분석

Table 3은 DCA와 TWINSpan에 의해 분리된 두 군집의 주요 수종별 흉고직경급별 분포를 나타낸 것이다. 흉고직경급별 분포는 수령 및 임분동태의 간

접적인 표현으로서 산림천이의 양상을 추정할 수 있다(Harcombe & Marks, 1978). 따라서 흉고직경급별 분포를 분석함으로써 연하천계곡의 두 군집에 대한 천이를 추측하고자 한다. 들메나무군집은 들메나무가 DBH 2~47cm에서 고르게 분포하고 있었으며, 가장 큰 세력을 형성하고 있었다. 또한 식물푸레와 개회나무가 DBH 2~27cm에서 분포하였으나 들메나무에 비해 그 세력이 미세하여 들메나무가 계속 우점하는 군집으로 유지될 것으로 판단되었다.

신갈나무군집은 신갈나무가 DBH 2~81cm에서 고르게 분포하고 있었으며 DBH 52cm 이상에서 가

Table 4. Species diversity indices of two communities classified by DCA and TWINSpan (Unit area: 400m²)

Site No.	H' (shannon)	J' (evenness)	D' (dominance)	H' max
I	1.0810	0.8978	0.1022	1.2041
II	0.2468	0.2153	0.7847	101461

장 높은 출현빈도를 보이고 있어 대경목의 신갈나무가 큰 세력을 형성하고 있었다. 반면 당단풍은 DBH 2~37cm, 노각나무가 DBH 2~27cm에서 소규모로 출현하고 있었다. 신갈나무군집에서는 대경목의 신갈나무가 전층위에서 절대적으로 우점하고 있었고 생태적인 친이를 주도할 경쟁수종의 출현이 없어 현재의 군집을 계속 유지할 것이다.

5. 종다양도 분석

Table 4는 연하천계곡에서의 군집별 단위면적 400m²에 대한 종다양도를 분석한 것이다. 군집 I은 들메나무군집으로 Shannon의 종다양도지수가 1.0810이었고, 최대종다양도는 1.2041이었다. 충청북도 영동의 민주지산 들메나무군집(이경재 등, 1997)의 종다양도지수(0.7237~1.1271)와 비교하면 높은 값을 보였다. 군집 II는 신갈나무군집으로 Shannon의 종다양도지수가 0.2468로서, 관목층에서 조릿대가 집중적으로 출현하면서 우점도(0.7847)가 높게 나타나 전체적인 종다양도를 떨어뜨려, 지리산국립공원 대원계곡 1.2178(이경재 등, 1991)에 비해 현저히 낮은 값을 보였다.

6. 수종간 classification 및 ordination 분석

Figures 4, 5는 48개 조사구에서 상재도 20% 이

상인 수종들에 대해서 TWINSpan에 의한 classification 분석과 DCA에 의한 ordination 분석을 실시한 것이다. TWINSpan과 DCA 분석에서 크게 두 개의 그룹으로 나누어졌다. 계곡부의 들메나무, 바위말밭도리, 물참대, 괴불나무, 함박꽃나무, 병꽃나무, 개회나무, 쇠물푸레 등과 사면부의 신갈나무, 노린재나무, 조릿대, 국수나무, 노각나무, 생강나무, 당단풍 등으로 나누어졌다.

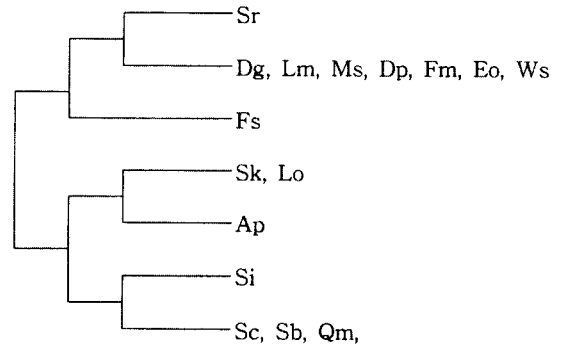


Figure 4. The dendrogram of TWINSpan species classification of sixteen woody plant species in Yunhachon valley, Chirisan National Park

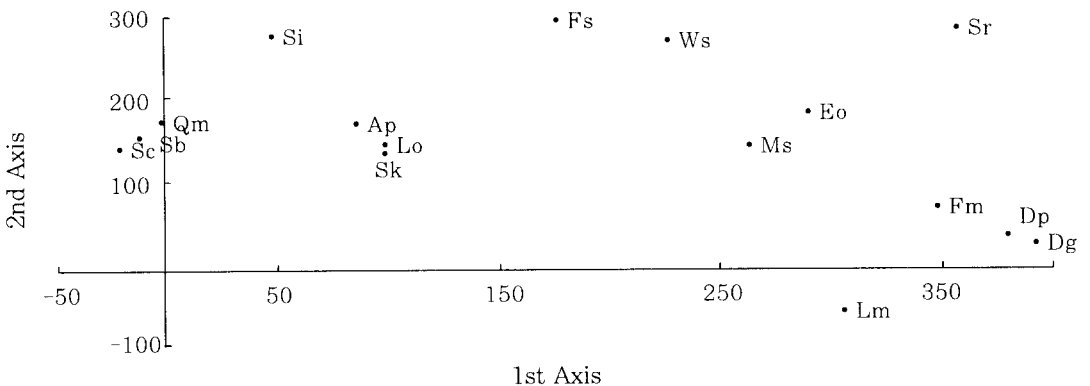


Figure 5. Species ordination on first two axes, using DCA in Yunhachon valley, Chirisan National Park (Qm: *Quercus mongolica* Ms: *Magnolia sieboldii* Lo: *Lindera obtusiloba* Dg: *Deutzia glabrata* Dp: *Deutzia prunifolia* Si: *Stephanandra incisa* Eo: *Euonymus oxyphyllus* Ap: *Acer pseudo-sieboldianum* Sk: *Stewartia koreana* Sc: *Symplocos chinensis* for. *pilosa* Fm: *Fraxinus mandshurica* Fs: *Fraxinus sieboldiana* Sr: *Syringa reticulata* var. *mandshurica* Ws: *Weigela subsessilis* Lm: *Lonocera maackii* Sb: *Sasa borealis*)

Table 5. Correlation between the importance values of the major woody species in Yunhachon valley, Chirisan National Park

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2	--														
3	++	-													
4	.	.	-												
5	--	+	-	+											
6	+										
7	--	+	-	.	.	.									
8	+	--	.	-	-	.	.								
9								
10	++	--	++	-	-	.	.								
11	--	++	--	++	++	-	++	--	.	--					
12				
13	--	+	-	.	+	.	++	-	.	--	++	.			
14	--	++	.	.	+	-	++	.	++		
15	-	.	.	++	++	++	.	.	.	
16	++	-	++	--	--	.	--	.	++	++	--	.	--	--	.

* 1-tailed signifi. / +, - : p≤0.05, ++, -- : p≤0.01

* 1: *Quercus mongolica* 2: *Magnolia sieboldii* 3: *Lindera obtusiloba* 4: *Deutzia glabrate* 5: *Deutzia prunifolia* 6: *Stephanandra incisa* 7: *Euonymus oxyphyllus* 8: *Acer pseudo-sieboldianum* 9: *Stewartia koreana* 10: *Symplocos chinensis* for. *pilosa* 11: *Fraxinus mandshurica* 12: *Fraxinus sieboldiana* 13: *Syringa reticulate* var. *mandshurica* 14: *Weigela subsessilis* 15: *Lonocera mackii* 16: *Sasa borealis*

7. 수종간 상관관계 분석

Table 5는 연하천계곡의 상재도 20% 이상인 16개 수종들에 대해서 종간 상관관계를 분석한 것이다. 토양이 습한 계곡부에 주로 출현하는 들메나무는 유의수준 0.05에서 국수나무와 부의 상관관계를 보였고, 유의수준 0.01에서 함박꽃나무, 물참대, 참회나무, 바위말발도리, 개회나무와 정의 상관관계를, 신갈나무, 생강나무, 당단풍, 조릿대와는 부의 상관관계를 보였다. 건조한 사면부에 출현하는 신갈나무는 유의수준 0.05에서 괴불나무와 부의 상관관계를, 국수나무, 당단풍과는 정의 상관관계를 보였다. 또한 신갈나무는 유의수준 0.01에서는 함박꽃나무, 물참대, 바위말발도리, 참회나무, 들메나무, 개회나무, 병꽃나무와 부의 상관관계를, 노린재나무, 생강나무, 조릿대와는 정의 상관관계를 보였다.

기상청(1991) 한국기후표 제Ⅱ권 -월별평균값-(1961~1990). 기상청, 418쪽.

김용식, 김갑태, 우종서, 이규완(1990) 속리산의 식물상 및 식물지리학적 해석. 응용생태연구 4(1): 16-22.

박관수, 장규관(1998) 신갈나무림의 군집별 토양특성. 환경생태학회지 12(3): 236-241.

이경재, 구관효, 최재식, 조현서(1991) Classification 및 Ordination 방법에 의한 지리산 대원계곡의 산림군집구조 분석. 응용생태연구 5(1): 54-67.

이경재, 박인협, 조재창, 오충현(1990) 속리산 삼림군집구조에 관한 연구(Ⅱ): Classification 및 Ordination 방법에 의한 식생분석. 응용생태연구 4(1): 33-43.

이경재, 조재창, 류창희(1990a) Classification 및 Ordination 방법에 의한 용문산 산림의 식물군집구조 분석. 한국식물학회지 33(3): 173-182.

이경재, 조재창, 이봉수, 이도석(1990b) 광릉삼림의 식물군집구조 분석(Ⅰ): Classification 및 Ordination 방법에 의한 소리봉의 식생분석. 한국임

인용문헌

- 학회지 79(2): 173-182.
- 이창복(1980) 대한식물도감. 향문사, 서울. 990쪽.
- 임경빈(1985) 조림학원론. 향문사, 491쪽.
- 지리산국립공원관리공단(1997) 지리산국립공원 자연 생태계 보전계획. 165쪽.
- 최송현, 송근준, 이경재(1997) 충청북도 영동군 민주지산지역 들메나무군집 식생구조. 환경생태학회지 11(2): 166-175.
- 환경청(1988) 지리산 자연생태계 조사보고서. 298쪽.
- Barnes, B. V., Xu, Z., & Zhzo, S.(1992) Forest ecosystems in an old-growth pine-mixed hardwood forest of the Changbai Shan Preserve in northeastern China. Can. J. For. Res. 22: 144-160.
- Curtis, J. T. and R. P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32: 476-496.
- Harcombe, P. A. and P. H. Marks(1978) Tree diameter distribution and replacement processes in southeast Texas forests. For. Sci. 24(2): 153-166.
- Hill, M. O.(1979a) DECORANA - a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Ecology Systematics, Cornell Univ., Ithaca, N.Y. 52pp.
- Hill, M. O.(1979b) TWINSpan - a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two way table by classification of the individuals and attribute. Ecology and Systematics, Cornell University. Ithaca, N.Y. 99pp.
- Hill, M. O.(1994) DECORANA and TWINSpan, for ordination and classification of multivariate species data: a new edition, together with supporting programs, in FORTRAN 77. Institute of Terrestrial Ecology. 58pp.
- Kitayama, K.(1992) An altitudinal transect study of the vegetation on Mount Kinabalu, Borneo. Vegetation 102: 149-171.
- Ludwig, J. F. Reynolds(1988) Statistical ecology. Wiley interscience, Inc., N.Y. 337pp.
- Pielou, E. C.(1977) Mathematical ecology. John Wiley & Sons, N.Y. 385pp.
- Yang Hanxi & Wu Yegang(1986) Tree composition, age structure and regeneration strategy of the mixed broadleaved/ Pinus koraiensis(Korean pine) forest in Changbai Mountain Preserve. In: The Temperate Forest Ecosystem. Edited by Yang, Wang, Jeffers and Ward 12-20(ITE symposium no. 20) Antu, Jilin Province.