

설악산국립공원 백담계곡 식물군집구조¹

이경재² · 김종엽³ · 김동완³

Plant Community Structure of Paekdam-Valley in Sōraksan National Park¹

Kyong-Jae Lee², Jong-Yeop Kim³, Dong-Wan Kim³

요 약

설악산국립공원 내설악에 위치하는 백담계곡 산림의 식물군집구조를 분석하기 위해 52개 조사구를 설정하고 연구를 수행하였다. DCA 분석결과 소나무군집, 낙엽활엽수혼효림, 졸참나무군집, 서어나무군집, 신갈나무군집으로 분리되었다. 졸참나무군집은 서어나무군집으로 천이가 진행될 것이며, 소나무군집, 낙엽활엽수혼효림, 신갈나무군집은 그대로 유지될 것으로 예측되었다. 온대북부림지역인 본 연구대상지의 서어나무군집은 졸참나무군집에서 천이가 진행된 것으로 추측되었는데, 이는 온대중부림의 전형적인 생태적 천이경향과 유사하였다. Shannon의 종다양도 경우 0.9827~1.2946(단위면적: 400m²)으로서 우리 나라 다른 국립공원지역보다 비교적 높았다.

주요어 : 군집구조, 생태적 천이, 종다양도

ABSTRACT

To investigate the plant community structure of Paekdam-Valley in Sōraksan National Park, fifty-two plots have been set up and surveyed. By DCA ordination technique, the plant communities were classified into five community types, which were *Pinus densiflora* community, deciduous broad-leaved mixed forest, *Quercus serrata* community, *Carpinus laxiflora* community and *Q. mongolica* community. It was supposed that *Q. serrata* community change to *C. laxiflora* community. It seemed that *P. densiflora* community, deciduous broad-leaved mixed forest and *Q. serrata* community would not be replace by another woody species. And it seemed that *C. laxiflora* community succeeded to *Q. serrata* community, so it was similar to the typical ecological succession of natural forest in the middle temperate regions. The range of Shannon's diversity index was 0.9827~1.2946(Unit area: 400m²) and that was over another Korean National Parks area relatively.

KEY WORDS : COMMUNITY STRUCTURE, ECOLOGICAL SUCCESSION, SPECIES DIVERSITY

1 접수 12월 15일 Received on Dec. 15, 1997

2 서울시립대학교 도시과학대학 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, College of Urban Science, Univ. of Seoul, Seoul, 130-743, Korea

3 서울시립대학교 대학원 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Graduate school, Univ. of Seoul, Seoul, 130-743, Korea

서론

설악산국립공원은 1965년 11월에 천연기념물 제 171호의 천연보호구역으로 지정되었고, 1970년 3월 24일 국립공원 제 5호로 지정되었을 뿐만 아니라 (이준우 등, 1997), 1982년 인간 활동으로 급격히 변모하는 자연을 연구하고 보전하기 위해 장백산과 함께 UNESCO에 의해 한국 유일의 생물권 보존지역(MAB: Man and Biosphere)으로 지정된 세계적인 자연보전지역이다(임양재와 백순달, 1985). 국립공원으로 지정된 이후 3차례에 걸쳐 구역이 확장, 변경되어 현재 총면적은 373km²이다. 행정구역으로는 인제군의 인제읍과 북면, 고성군 토성면, 양양군의 강현면과 서면, 속초시에 걸쳐 있으며, 주봉인 대청봉(1,708m)을 중심으로 인제쪽은 내설악, 한계령·오색약수터쪽은 남설악, 그리고 속초시와 양양군 강현면 일부, 고성군 토성면 일부로 이루어진 동쪽은 외설악이라 부른다(국립공원관리공단,

1997).

스캐그너가 인류가 지금까지 생각한 것 중 최고의 아이디어라고 극찬한 국립공원을 우리나라에서는 국토내의 대표적인 자연풍경지를 보존하면서 국민들이 영속적인 혜택을 받을 수 있도록 국가가 공원으로 지정하고 관리하는 곳으로 정의 내리고 있다(오구균과 이경재, 1994). 국립공원은 후손대대로 물려줘야 할 귀중한 유산이며, 급격히 멸종되어 가는 생물종 보존과 전지구적 환경보호의 시대적 흐름에서 이의 보호와 관리는 매우 중요한데, 이러한 관리와 보호는 자연현황을 파악한 기초자료의 축적이 선행되어야만 가능할 것이다.

따라서, 본 연구는 설악산국립공원에서 수계가 가장 잘 발달된 내설악 지역에 위치하며 남과 북으로 많은 지류가 파생되어 있는 백담계곡(정창희, 1984) 산림의 식물군집구조를 분석하여 설악산국립공원 산림생태계 관리방안을 위한 기초자료를 제공하고자 수행되었다.

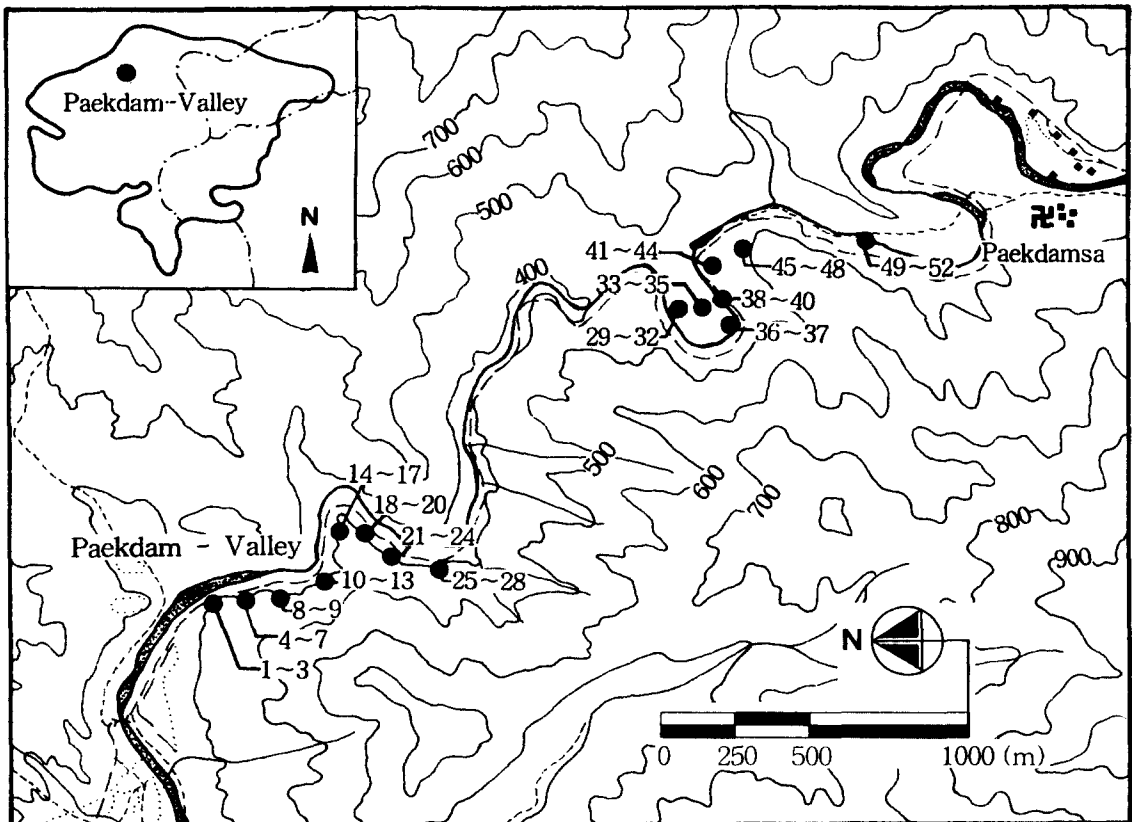


Figure 1. The survey location map of fifty-two plots in Paekdam Valley, Söraksan National Park

조사지 설정 및 연구방법

1. 조사지 설정

설악산국립공원 내설악에 위치하는 백담계곡의 식물군집구조를 파악하기 위해 Figure 1과 같이 52개의 조사구를 설정하였다. 각 조사구의 크기는 $10\text{m} \times 10\text{m}$ (100m^2)로 하였으며, 예비조사는 1997년 7월, 본 조사는 1997년 9월에 실시하였다.

2. 환경요인 분석

본 대상지에 대한 환경요인으로서 일반적 개황과 토양특성을 조사분석하였다. 일반적 개황은 조사구별 해발고, 방위, 경사도, 출현종수와 수관층위별 평균수고, 평균흉고직경, 울폐도를 조사하였다. 토양산도를 파악하기 위해 각 조사지에서 A_0 층을 걷어내고 표층으로부터 10~15cm 깊이에서 토양을 채취하고 음건시킨 뒤에 음건세토와 증류수의 비를 1 : 5로 하여 30분간 진탕한 후 pH meter(TOA HM30V)로 3반복 측정하였다(농업기술연구소, 1988).

3. 식물군집구조 분석

식생조사는 각 조사구에서 출현하는 목본수종 중 흉고직경(DBH) 2cm 이상을 교목층·아교목층, 그 이하를 관목층으로 구분하여 교목층과 아교목층은 수종명과 흉고직경을, 관목층은 수종명과 수관투영면적을 조사하였다(박인협, 1985). 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 분석하였으며, 조사구별로 주요수종에 대해 지상으로부터 1.2m 높이에서 생장추(increment borer)를 이용하여 목편을 추출한 후 수목의 연륜 및 생장량을 분석하였다. 종구성 상태의 다양한 정도를 나타내는 측도인 종다양성은 Simpson(1949)의 종다양도, Herbert의 P.I.E.(Cox, 1976), Shannon의 종다양도, 최대종다양도(H' max), 균재도(J' : Evenness), 우점도(D: Dominance)(Pielou, 1975)를 분석하였다. 또한 Whittaker(1956)의 수식을 이용하여 유사도 지수를 계산하였으며, 주요 출현수종의 상관관계를 분석하였다. 그리고 식생조사자료를 바탕으로 DCA에 의한 ordination 분석(Hill, 1979a) 및

TWINSPAN에 의한 classification 분석(Hill, 1979b)을 실시하였다. 이상의 모든 분석은 서울시립대학교 환경생태연구실에서 개발한 PDAP(plant data analysis package)와 SPSS/PC+를 사용하였다.

결과 및 고찰

1. 조사지 개황

설악산국립공원은 지형적으로 동해안에 치우쳐 있으면서 한반도의 척량(脊梁)을 이루고 있는 태백산맥의 북부에 자리잡고 있으며, 지리적으로는 북위 $38^{\circ} 5' 25'' \sim 38^{\circ} 12' 36''$, 동경 $128^{\circ} 18' 6'' \sim 128^{\circ} 30' 43''$ 에 위치하고 있다(강영선, 1984). 설악산국립공원 내설악에 위치한 본 연구대상지 백담계곡은 해발 1,000m이하로서 임경빈(1996)의 수직적 산림식물대 구분에 의하면 박달나무, 신갈나무, 거제수나무 등이 분포하는 온대북부림에 속하는 지역이었다. 그리고, 1961년부터 1990년까지의 연평균기온은 9.81°C , 연평균강수량은 1,091.6mm(기상청, 1991)였다.

전 조사구의 해발은 390~450m로 고도차는 심하지 않았고 경사도는 $3 \sim 35^{\circ}$ 로서 다양하였다. 조사구 38~44 지역 교목층의 평균수고는 27m, 그외 조사구는 18~23m였고, 평균흉고직경은 20~50cm이며, 이중 흉고직경 30cm이상인 대경목이 다수 분포하였고, 울폐도는 70~85%였다. 아교목층의 평균수고는 12~17m, 평균흉고직경은 7~15cm였고, 울폐도는 50~70%였다. 관목층은 평균수고 2.0~2.5m, 울폐도 30~40%로서 각 조사구 간 차이가 별로 없었다. 각 조사구에서 출현한 종수는 100m^2 당 5~23종이었고, 토양산도는 pH 4.75~5.86이었다.

2. 식물군집구조 분석

(1) 조사구의 classification 및 ordination 분석

Figure 2는 52개 조사구를 TWINSPAN을 이용하여 classification 분석을 실시한 것이다. TWINSPAN의 제 1 division에서 서어나무, 까치박달, 피나무의 상대우점치가 높은 조사구는 하단부에, 물푸레나무, 신갈나무의 상대우점치가 높은 조사구는 상단부에 위치하여 크게 2그룹으로 나뉘어졌으나, 군집의 분리경향은 뚜렷하지 않았다.

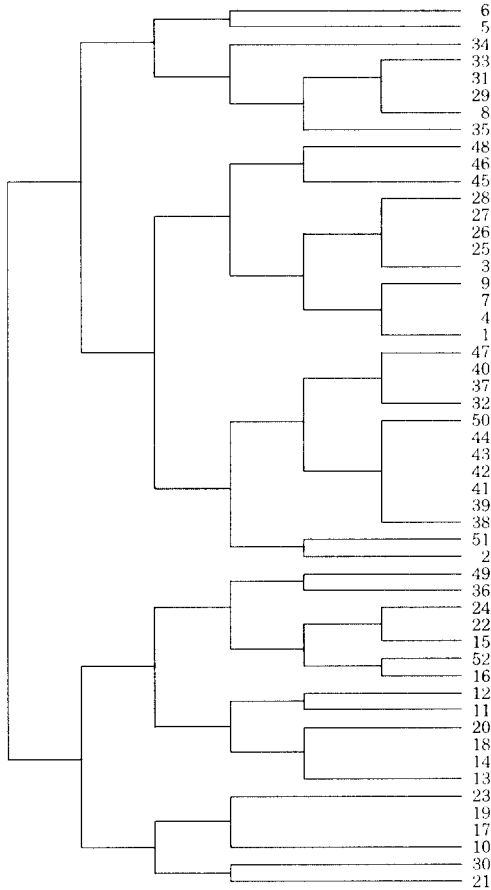


Figure 2. Dendrogram of TWINSpan stand classification of each plot in Paekdam-Valley, Soraksan National Park

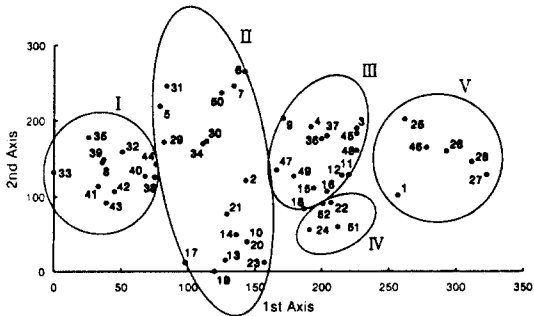


Figure 3. Dendrogram of DCA ordination of each plot in Paekdam-Valley, Soraksan National Park

Figure 3은 52개 조사구를 DCA기법을 이용하여 ordination 분석을 실시한 것이다. 그 결과 소나무군집(I), 낙엽활엽수혼효림(II), 졸참나무군집(III), 서어나무군집(IV), 신갈나무군집(V)의 5개 군집으로 분류되었다. DCA 제 1축과 제 2축의 eigenvalue가 각각 0.560, 0.317로서 4개축 전체 합의 71%로 total variance에 대한 집중율이 높았다. 위의 분석과 각 조사구의 평균상대우점치를 종합한 결과, DCA에 의한 군집분류가 명확하여 본 연구에서는 DCA기법에 의하여 군집을 분류하였다.

(2) 상대우점치 분석

Table 1은 DCA에 의해 분리된 각 군집의 층위별 상대우점치(I.V.: importance value) 및 평균상대우점치(M.I.V.: mean importance value)를 나타낸 것이다.

군집 I은 소나무군집으로서 11개 조사구가 포함되었으며, 교목층에서 소나무의 I.V.가 86.9%로 가장 높게 나타나 소나무의 세력이 컸다. 아교목층에서는 쪽동백나무(I.V.: 21.6%)가 우점종이었고 물푸레나무(I.V.: 15.3%), 당단풍(I.V.: 12.8%)이 주요 출현수종이었으며, 소나무의 세력은 약하였다. 관목층에서는 생강나무(I.V.: 26.6%)가 우점종이었고 국수나무(I.V.: 12.4%)가 주요 출현수종이었다. 따라서 본 군집은 교목층에서 소나무가 주요 세력이었으며, 천이단계상 차대를 형성할 다른 수종의 세력은 약하였다.

군집 II는 까치박달, 서어나무를 중심으로 한 낙엽활엽수혼효림으로서, 17개 조사구가 포함되었으며, 교목층에서는 까치박달 I.V.가 18.3%, 서어나무 I.V.가 14.2%로 우점종이었다. 아교목층에서는 당단풍(I.V.: 17.4%), 까치박달(I.V.: 14.1%), 쪽동백나무(I.V.: 13.7%)가 우점종이었으며, 관목층에서는 생강나무(I.V.: 25.0%)가 우점종이었다. 본 군집은 교목층에서 까치박달, 서어나무, 쪽동백나무가 비슷한 세력을 형성하고 있었으며, 아교목층에서 까치박달, 당단풍, 쪽동백나무가 주로 출현하고 있었으나, 평균상대우점치를 보면 까치박달과 서어나무의 세력이 커 이 두 수종이 우점하는 군집으로 변화될 것으로 예측되었다.

군집 III은 졸참나무군집으로서 14개 조사구가 포함되었으며, 교목층에서 졸참나무 I.V.가 59.5%로 우점종이었고, 박달나무 I.V.는 15.5%, 서어나무는 8.1%였다. 아교목층에서는 쪽동백나무 I.V.가 18.7%, 당단풍 I.V.는 16.6%, 서어나무 I.V.는 7.8%로 나타났다. 관목층에서는 생강나무(I.V.:

Table 1. Importance value of major woody palnt species by the stratum of classified type by DCA in Paekdam-Valley, Sōraksan National Park

Community type	I				II			
	C	U	S	M	C	U	S	M
<i>Pinus densiflora</i>	86.91	3.85	-	44.74	2.30	-	-	1.15
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	-	-	-	-	-	3.82	2.22	1.64
<i>Juglans mandshurica</i>	-	-	-	-	7.85	1.04	-	4.27
<i>Betula schmidtii</i>	-	5.05	-	1.68	2.73	-	-	1.37
<i>Carpinus cordata</i>	-	-	-	-	18.30	14.05	0.27	13.88
<i>Carpinus laxiflora</i>	-	-	-	-	14.22	3.40	0.21	8.28
<i>Quercus mongolica</i>	-	-	-	-	1.59	2.28	-	1.56
<i>Quercus serrata</i>	5.15	3.15	-	3.63	-	-	-	-
<i>Aristolochia manshuriensis</i>	-	-	-	-	-	-	9.54	1.59
<i>Magnolia sieboldii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lindera obtusiloba</i>	-	3.16	26.58	5.48	-	8.41	25.01	6.97
<i>Deutzia prunifolia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stephanandra incisa</i>	-	-	12.39	2.07	-	-	7.80	1.30
<i>Prunus sargentii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	-	0.23	8.73	1.53	-	-	-	-
<i>Maackia amurensis</i>	-	-	-	-	1.60	1.74	0.43	1.45
<i>Tripterygium regelii</i>	-	-	-	-	-	-	8.58	1.43
<i>Staphylea bumalda</i>	-	1.70	6.06	1.58	-	1.13	6.70	1.49
<i>Acer mono</i>	-	8.52	2.15	3.20	6.08	8.73	1.50	6.20
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	-	12.79	3.14	4.79	-	17.44	3.44	6.39
<i>Tilia amurensis</i>	-	-	-	-	8.73	2.53	0.13	5.23
<i>Tilia mandshurica</i>	1.70	1.37	-	1.31	1.49	0.94	-	1.06
<i>Actinidia arguta</i>	-	-	-	-	-	3.25	-	1.08
<i>Cornus controversa</i>	1.53	0.79	-	1.03	-	-	-	-
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	-	6.85	1.22	2.49	-	-	-	-
<i>Styrax obassia</i>	-	21.57	3.15	7.72	14.91	13.73	1.94	12.36
<i>Fraxinus mandshurica</i>	-	-	-	-	7.34	-	-	3.67
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	1.55	15.25	3.34	6.42	10.23	5.33	0.10	6.91

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

29.1%)가 우점종이었다. 따라서 본 군집은 당분간 졸참나무가 우점하는 군집으로 유지할 것이나, 잠재적으로 서어나무의 세력이 커질수 있는 조건을 가지고 있었다.

군집 IV는 서어나무군집으로서 5개 군집중 가장 적은 4개의 조사구가 포함되었다. 교목층에서 서어나무가 I.V. 51.0%로 우점종이었고, 졸참나무(I.V.: 26.3%), 피나무(I.V.: 19.3%)가 주요 출현수종이었다. 아교목층에서도 서어나무가 I.V. 24.7%로 우점종이었고, 당단풍(I.V.: 14.2%), 신

갈나무(I.V.: 13.0%)가 주요 출현수종이었다. 관목층에서는 생강나무가 I.V. 27.5%로 우점종이었고, 서어나무가 I.V. 5.0%였다. 본 군집은 온대중부림의 해발고가 낮은 지역에서 극상수종으로 보고되고 있는 서어나무(박인협 등, 1991; 이경재 등, 1991)가 교목층과 아교목층에서 큰 세력을 형성하고 있었으며, 참나무류의 세력이 약화된 상태로 점차 서어나무군집으로 변화될 것으로 판단되었다. 따라서, 본 조사지가 온대중부림에 해당되지만, 온대중부 자연림과 유사한 우리 나라의 전형적인 식생선이 경향

Table 1. (Continued)

Community type Species name	Ⅲ				Ⅳ			
	C	U	S	M	C	U	S	M
<i>Pinus densiflora</i>	2.35	-	-	1.18	-	-	-	-
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Juglans mandshurica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Betula schmidtii</i>	15.54	-	-	7.77	-	-	-	-
<i>Carpinus cordata</i>	1.26	3.77	0.57	1.98	-	7.15	-	2.38
<i>Carpinus laxiflora</i>	8.06	7.75	1.61	6.88	50.96	24.73	4.99	34.56
<i>Quercus mongolica</i>	2.78	4.01	0.11	2.75	-	13.05	0.45	4.43
<i>Quercus serrata</i>	59.51	6.90	0.11	32.07	26.31	-	-	13.16
<i>Aristolochia manshuriensis</i>	-	-	-	-	-	-	6.79	1.13
<i>Magnolia sieboldii</i>	-	3.39	1.77	1.43	-	5.86	-	1.95
<i>Lindera obtusiloba</i>	-	7.74	29.07	7.43	-	4.99	27.53	6.25
<i>Deutzia prunifolia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stephanandra incisa</i>	-	-	16.62	2.77	-	-	6.15	1.03
<i>Prunus sargentii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	-	-	12.15	2.03	-	-	8.70	1.45
<i>Maackia amurensis</i>	3.48	0.44	0.48	1.97	-	-	-	-
<i>Tripterygium regelii</i>	-	-	-	-	-	-	8.35	1.39
<i>Staphylea bumalda</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acer mono</i>	1.37	1.05	1.42	1.27	-	-	-	-
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	-	16.61	3.44	6.11	-	14.27	9.13	6.28
<i>Tilia amurensis</i>	1.69	0.92	-	1.15	19.26	4.38	-	11.09
<i>Tilia mandshurica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Actinidia arguta</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cornus controversa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	-	2.48	1.39	1.06	-	-	-	-
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	-	2.75	1.25	1.13	-	-	-	-
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	-	2.43	2.74	1.27	-	4.52	4.14	2.20
<i>Styrax obassia</i>	-	18.70	1.75	6.53	-	11.74	3.20	4.45
<i>Fraxinus mandshurica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	3.96	6.01	0.35	4.04	3.47	4.53	0.80	3.38

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

도 나타났다

군집 V는 신갈나무군집으로서 6개 조사구가 포함되었으며, 교목층에서 신갈나무(I.V.: 64.7%)가 우점종이었고, 졸참나무(I.V.: 29.5%)가 주요 출현 수종이었다. 아교목층에서도 신갈나무 I.V.가 33.2%로서 우점종이었으며, 관목층에서는 생강나무(I.V.: 33.3%), 조록싸리(I.V.: 24.0%)가 우점종이었다. 따라서 본 군집은 천이단계상 신갈나무를 위주로 한 참나무류가 우점하는 군집으로 유지할 것으로 판단되었다.

(3) 흉고직경급별 분포 및 수목생장량

52개 조사구에 대하여 DCA에 의해 분리된 5개 군집 주요수종의 흉고직경급별 분포를 나타낸 것이 Table 2이고, 군집별 주요수종의 생장량을 비교한 것이 Figure 4이다.

흉고직경급별 분포는 수령 및 임분동태의 간접적인 표현으로서 산림천이의 양상을 추정할 수 있다(Harcombe & Marks, 1978). 따라서 각 군집의 흉고직경급별 분포와 군집별 주요 수종의 생장량을 비교분석하므로써 본 연구대상지의 식생발달과정을 예측할 수 있을 것이다.

Table 1. (Continued)

Community type	V				Community type	V			
	C	U	S	M		Species name	C	U	S
<i>Pinus densiflora</i>	-	-	-	-	<i>Tripterygium regelii</i>	-	-	-	-
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	-	-	-	-	<i>Staphylea bumalda</i>	-	-	-	-
<i>Juglans mandshurica</i>	-	-	-	-	<i>Acer mono</i>	-	-	-	-
<i>Betula schmidtii</i>	-	-	-	-	<i>Acer pseudo</i> - <i>sieboldianum</i>	-	8.11	0.48	2.78
<i>Carpinus cordata</i>	-	-	-	-	<i>Tilia amurensis</i>	-	-	-	-
<i>Carpinus laxiflora</i>	-	-	-	-	<i>Tilia mandshurica</i>	-	-	-	-
<i>Quercus mongolica</i>	67.44	33.17	6.18	45.81	<i>Actinidia arguta</i>	-	-	-	-
<i>Quercus serrata</i>	29.52	1.40	-	15.23	<i>Cornus controversa</i>	-	-	-	-
<i>Aristolochia</i> <i>manshuriensis</i>	-	-	-	-	<i>Rhododendron</i> <i>mucronulatum</i>	-	-	-	-
<i>Magnolia sieboldii</i>	-	3.53	-	1.18	<i>Rhododendron</i> <i>schlippenbachii</i>	-	4.14	0.62	1.48
<i>Lindera obtusiloba</i>	-	10.08	24.04	7.37	<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	-	-	-	-
<i>Deutzia prunifolia</i>	-	-	7.24	1.21	<i>Stephanandra incisa</i>	-	-	-	-
<i>Styrax obassia</i>	-	16.76	3.60	6.19	<i>Prunus sargentii</i>	-	3.06	-	1.02
<i>Fraxinus mandshurica</i>	-	-	-	-	<i>Lespedeza maximowiczii</i>	-	-	33.34	5.56
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	-	5.73	3.30	2.46	<i>Maackia amurensis</i>	3.04	4.83	1.72	3.42

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

군집 I 은 소나무가 DBH 27~57cm, 특히 DBH 52~57cm에서 가장 높은 출현빈도를 보이고 있어 소나무의 세력이 매우 컸으나, DBH 17cm 이하에서는 졸참나무가 나타나고 있는 반면 소나무는 나타나지 않았다. 또한 군집 I의 소나무(72년생과 66년생 평균)와 졸참나무(39년생)의 성장량을 살펴 보면(Figure 4), 1972년부터 소나무 성장량이 계속 감소하고 있고, 졸참나무도 1977년 이후 성장량이 감소하고 있으나 소나무보다는 성장량이 크기 때문에 졸참나무의 세력이 소나무보다 높아질 것이다.

군집 II는 까치박달이 DBH 2~57cm, 서어나무가 DBH 2~47cm에 고르게 분포하고 있었으며 느릅나무, 가래나무, 고로쇠나무, 물푸레나무도 DBH 2~42cm에 고르게 분포하고 있었다. 군집 II에서 서어나무 77, 71, 63, 57년생의 평균성장량과 가래나무의 성장량을 비교해 보면(Figure 4), 가래나무의 성장량이 클 때도 있었으나 현재 균일한 성장을 보이는 서어나무와 성장상태가 비슷하여 두 수종은 지속적으로 공존할 것이다. 따라서, 군집 II는 까치박달과 서어나무가 우점하는 군집으로 유지될 것으로 판단되었다.

군집 III은 졸참나무가 DBH 2~57cm의 범위에서 고르게 분포하고 있었으며, 서어나무도 DBH 2~37cm에 고르게 출현하고 있었다. 그리고 군집 III의 성장량을 살펴보면(Figure 4), 1987년을 기준으로 졸참나무 61, 51, 50년생의 평균성장량은 계속 감소하고, 71년생 서어나무의 성장량이 증가하고 있었다. 따라서 본 군집은 우리나라 온대중부지방의 전형적인 생태적 천이단계인 참나무류군집에서 서어나무군집으로 천이가 진행될 것으로 판단되었다.

군집 IV는 서어나무가 DBH 2~42cm, 특히 DBH 7~22cm 범위에서 다수 출현하고 있었고, 군집 IV의 성장량을 살펴보면(Figure 4), 1987년을 기준으로 그 이전까지는 87년생 졸참나무가 64년생 서어나무보다 성장량이 높았으나, 그 이후로 서어나무의 성장량이 더 높아졌다. 따라서 본 군집도 참나무류군집에서 서어나무군집으로 변화되고 있는 것으로 판단되었다.

군집 V는 신갈나무가 DBH 2~42cm에 다수 출현하고 있었고, 졸참나무가 DBH 2~47cm에 소수 출현하고 있었으며, 48년생 신갈나무(Qm 1)와 85년생 신갈나무(Qm 2)(Figure 4)의 성장상태는

Table 2. DBH class distribution of major woody species of five communities by DCA in Paekdam-Valley, Sŏraksan National Park

Community	Species name	SH	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12
I	<i>Pinus densiflora</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	6	4	14
	<i>Quercus serrata</i>	0	0	2	3	3	0	0	0	1	0	0	0	0
II	<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	16	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	<i>Juglans mandshurica</i>	0	0	1	2	1	0	0	1	1	1	0	0	0
	<i>Carpinus cordata</i>	4	0	18	5	4	5	0	0	0	0	0	1	1
	<i>Carpinus laxiflora</i>	8	0	8	1	1	3	1	0	1	0	2	0	0
	<i>Acer mono</i>	32	0	18	4	3	2	0	1	0	0	0	0	0
	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	4	0	12	3	2	3	1	1	0	0	0	0	0
III	<i>Betula schmidtii</i>	0	0	0	0	0	2	4	2	0	0	0	1	0
	<i>Carpinus cordata</i>	8	0	5	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Carpinus laxiflora</i>	16	0	6	3	4	3	0	0	1	0	0	0	0
	<i>Quercus mongolica</i>	4	0	0	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Quercus serrata</i>	4	0	15	4	3	1	3	3	1	4	2	2	5
	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	12	0	6	5	2	2	0	0	0	0	0	0	0
IV	<i>Carpinus laxiflora</i>	8	0	3	5	5	6	1	0	0	1	0	0	0
	<i>Quercus serrata</i>	0	0	0	0	0	1	0	2	0	1	0	0	0
V	<i>Quercus mongolica</i>	52	0	7	7	5	3	6	2	0	1	0	0	0
	<i>Quercus serrata</i>	0	0	2	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0
	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	36	0	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0

* SH: Shrub, D1 < 2, 2 ≤ D2 < 7, 7 ≤ D3 < 12, 12 ≤ D4 < 17, 17 ≤ D5 < 22, 22 ≤ D6 < 27, 27 ≤ D7 < 32, 32 ≤ D8 < 37, 37 ≤ D9 < 42, 42 ≤ D10 < 47, 47 ≤ D11 < 52, 52 ≤ D12 < 57

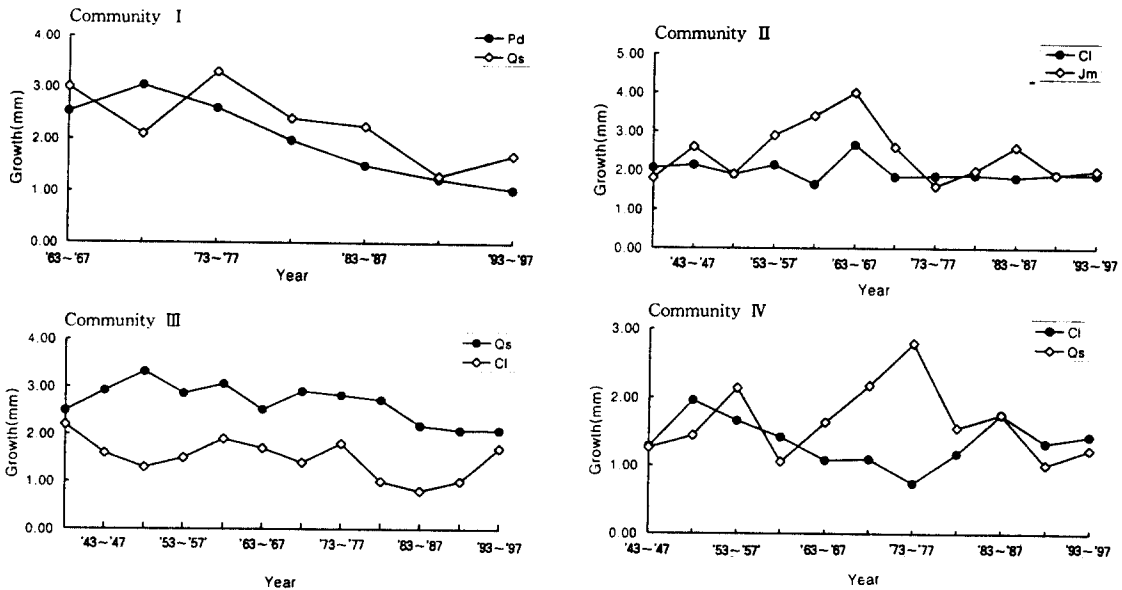


Figure 4. Ring growth of the major woody species of five communities classified by DCA Paekdam-Valley, Sŏraksan National Park (Pd: *Pinus densiflora*, Qs: *Quercus serrata*, Cl: *Carpinus laxiflora*, Jm: *Juglans mandshurica*, Qm: *Quercus mongolica*)

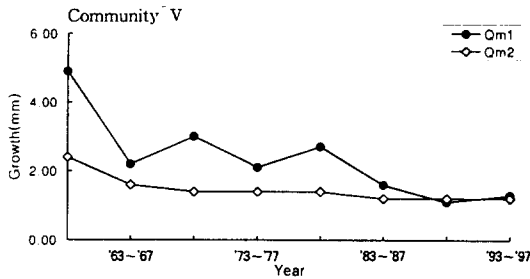


Figure 4. (Continued)

1992년이후 차이가 없었다. 그러므로 본 군집은 신갈나무를 중심으로 한 참나무류림으로 지속될 것으로 예측되었다.

(4) 유사도지수 및 종다양도 분석

Table 3은 5개 군집간 유사도지수를 나타낸 것이다. 유사도지수는 군집간 20%미만일 때 서로 이질적인 집단이고, 80%이상일 때 서로 동질적인 집단으로서(Whittaker, 1956), 생태적으로 유사한 집단간의 유사도지수는 높게 나타난다(Cox, 1976).

군집 III과 군집 IV 간의 유사도지수가 55.90%로 가장 높았는데, Table 1을 보면 이들 두 군집에서 공통적으로 출현하는 수종이 다수인 것을 알 수 있었다. 군집 I과 군집 V, 군집 II와 군집 V 간에는

Table 3. Similarity index between five communities classified by DCA

Community	I	II	III	IV
II	44.11			
III	40.80	49.95		
IV	31.78	47.17	55.90	
V	25.96	26.15	47.39	38.89

각각 25.90%, 26.15%로 계산되어 이질적이었다.

군집 I과 군집 II는 44.11%, 군집 I과 군집 III은 40.80%, 군집 I과 군집 IV는 31.78%이었고, 군집 II와 군집 IV, 군집 III과 군집 V, 군집 IV와 군집 V는 38.89~49.95%이었다.

Table 4는 5개 군집의 면적 400m²에 대한 종다양도를 분석한 것이다. Shannon의 종다양도가 가장 높게 나타난 군집은 군집 I(소나무군집)로서 1.2946이었다. 국립공원 지역별로 소나무군집의 종다양도를 비교해보면, 지리산국립공원 화엄사·피아골계곡이 0.8320(박인협 등, 1991), 소백산국립공원 회방계곡이 0.9123(이경재 등, 1993), 설악산국립공원 저항령계곡이 1.0894(이경재 등, 1997a), 신흥사~와선대지역이 1.2554(최송현 등, 1997), 주전골계곡이 1.0926(이경재 등, 1997b)으로서 백담사지역은 이들 지역보다 높은 상태였다. 군집 II(낙엽활엽수혼효림)의 종다양도는 1.1275, 군집 III(졸참나무군집)은 1.2311로서 외설악지역 저항령계곡의 종다양도 1.0507(이경재 등, 1997)과 신흥사~와선대지역의 종다양도 1.1134(최송현 등, 1997)보다 높았다.

군집 IV(서어나무군집)는 종다양도 1.1625로서 지리산국립공원 대원계곡 1.1959(이경재 등, 1991)보다는 낮았고, 외설악지역 주전골계곡 0.8971(이경재 등, 1997b)보다 높았다. 군집 V(신갈나무군집)는 종다양도가 0.9827로서 지리산국립공원 대원계곡 1.2178(이경재 등, 1991)보다는 낮았으며, 지리산국립공원 화엄사·피아골계곡의 종다양도 0.749~0.840(이경재 등, 1991)과 외설악의 주전골계곡 0.9100(이경재 등, 1997b)보다 높았다. Shannon의 종다양도가 가장 높게 나타난 군집 I은 Simpson과 P.I.E.지수에서도 각각 13.7116, 0.9270으로 최고치를 나타내었으며, 종수 및 균재도에서도 가장 높게 나타났다. 이상의 종다양도 분석결과 백담사 지역 식물군집의 종다양도

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

Community	H' (Shannon)*	Simpson'	P.I.E.**	J' (evenness)	D(dominance)	H' max
I	1.2946	13.7116	0.9270	0.8195	0.1805	1.5798
II	1.1275	8.2478	0.8787	0.7710	0.2290	1.4624
III	1.2311	11.7332	0.9148	0.8108	0.1892	1.5185
IV	1.1625	9.8726	0.8987	0.8033	0.1967	1.4472
V	0.9827	6.4577	0.8452	0.7433	0.2567	1.3222

* : Shannon's diversity index uses logarithms to base 10

** : The probability of interspecific encounter

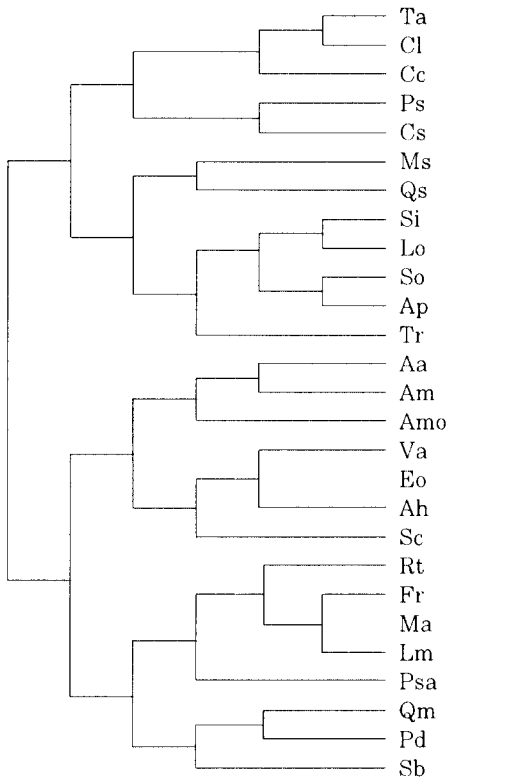


Figure 5. Dendrogram of TWINSpan stand classification of twenty seven woody plant species in Paekdam-Valley, Soraksan National Park(Ta: *Tilia amurensis*, Cl: *Carpinus laxiflora*, Cc: *Carpinus cordata*, Ps: *Philadelphus schrenckii*, Cs: *Corylus sieboldiana*, Ms: *Magnolia sieboldii*, Qs: *Quercus serrata*, Si: *Stephanandra incisa*, Lo: *Lindera obtusiloba*, So: *Styrax obassia*, Ap: *Acer pseudo-sieboldianum*, Tr: *Tripterygium regelii*, Aa: *Actinidia arguta*, Am: *Aristolochia manshuriensis*, Amo: *Acer mono*, Va: *Vitis amurensis*, Eo: *Euonymus oxyphyllus*, Ah: *Abies holophylla*, Sc: *Symplocos chinensis* for. *pilosa*, Rt: *Rhus trichocarpa*, Fr: *Fraxinus rhynchophylla*, Ma: *Maackia amurensis*, Lm: *Lespedeza maximowiczii*, Psa: *Prunus sargentii*, Qm: *Quercus mongolica*, Pd: *Pinus densiflora*, Sb: *Staphylea bumalda*)

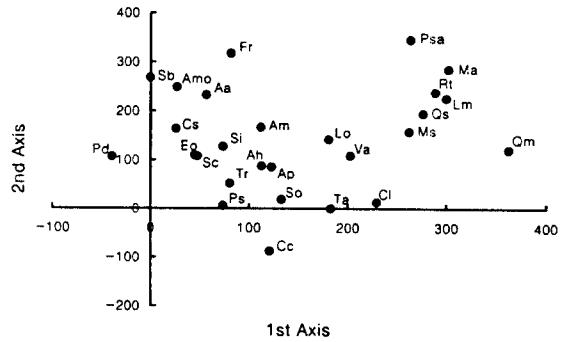


Figure 6. Dendrogram of DCA ordination of twenty-seven species in Paekdam-Valley, Soraksan National Park (Legends of woody plant species referred to Figure 5)

는 외설악지역 주요식물군집의 종다양도보다 높은 상태였다.

(5) 수종의 classification 및 ordination 분석

Figure 5와 6은 전조사구의 72개 수종 중 10개 조사구 이상에서 출현한 27개 주요수종을 대상으로 TWINSpan에 의한 classification 분석과 DCA에 의한 ordination 분석을 실시한 것이다.

Classification 분석결과에 의하면 교목층에서는 크게 서어나무, 까치박달, 졸참나무 그룹과 고로쇠나무, 물푸레나무, 신갈나무, 소나무 그룹으로 구분되었고, 아교목층에서는 크게 함박꽃나무, 생강나무, 쪽동백나무, 당단풍 그룹과 참회나무, 노린재, 개웃나무, 고추나무 그룹으로 구분되었다. Ordination 분석결과에 의하면 제 2축을 경계로 좌측에서만 소나무가 위치하였고, 우측으로 고로쇠나무, 물푸레나무, 까치박달, 서어나무, 졸참나무, 신갈나무가 분포하였다. 따라서 classification 분석과 ordination 분석결과는 상이하였다.

(6) 주요수종간 상관관계

Table 5는 본 조사지에서 출현한 총 72개의 수종 중 출현빈도가 10회 이상인 27개 수종에 대한 상관관계를 분석한 것이다. Ludwig & Reynolds (1988)는 식물군집내에서 수종간의 상관관계는 이들 수종이 서로 같은 서식처를 선택하거나 같은 유기 및 무기환경을 요구하게 될 때 생기게 된다고 하였는 바, 본 분석에서는 설악산국립공원 백담계곡내 주요수종의 생태적 지위(niche)를 파악하고자 하였다.

Table 5. Correlation between the importance values of the major woody species in Paekdam-Valley, Soraksan National Park

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
2	.																										
3	.	.																									
4	-	+	.																								
5	+	+	.	.																							
6																						
7	-																					
8	-	-																			
9																		
10	.	--	+	.																	
11	.	.	+																
12	-	.	-	.	-	.														
13														
14	.	.	-	.	.	.	++	.	-	.	.	-	.	.													
15	++												
16	+	-	++	.	-	.	.	++	++												
17	+	-	+										
18	.	.	++	++
19	-	.	-
20	-	++	.	++
21	-	++
22	.	.	+	.	.	+	-	-
23	.	.	.	++
24	+
25	+	-	+
26	-	.	.	-	-
27	-	+

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

* 1: *Pinus densiflora*, 2: *Abies holophylla*, 3: *Carpinus cordata*, 4: *Carpinus laxiflora*, 5: *Corylus sieboldiana*, 6: *Quercus mongolica*, 7: *Quercus serrata*, 8: *Aristolochia manshuriensis*, 9: *Magnolia sieboldii*, 10: *Lindera obtusiloba*, 11: *Philadelphus schrenckii*, 12: *Stephanandra incisa*, 13: *Prunus sargentii*, 14: *Lespedeza maximowiczii*, 15: *Maackia amurensis*, 16: *Rhus trichocarpa*, 17: *Euonymus oxyphyllus*, 18: *Tripterygium regelii*, 19: *Staphylea bumalda*, 20: *Acer mono*, 21: *Acer pseudo-sieboldianum*, 22: *Vitis amurensis*, 23: *Tilia amurensis*, 24: *Actinidia arguta*, 25: *Symplocos chinensis* for. *pilosa*, 26: *Styrax obassia*, 27: *Fraxinus rhynchophylla*

먼저 교목층 수종을 살펴보면, 서어나무와 피나무가 1% 유의수준에서, 서어나무와 전나무가 5% 유의수준에서 정의 상관관계가 인정되었다. 한편, 소나무와 서어나무, 소나무와 졸참나무, 졸참나무와 고로쇠나무는 5% 유의수준에서 부의 상관관계가 인정되어 수종간 classification 분석결과와 일치하였다.

그리고, 까치박달과 미역줄나무, 산벚나무와 미역

줄나무, 신갈나무와 조록싸리, 고로쇠나무와 등칫, 고로쇠나무와 생강나무, 함박꽃나무와 다릅나무, 개울나무와 함박꽃나무, 개울나무와 다릅나무, 개울나무와 조록싸리, 당단풍과 참회나무가 1% 유의수준에서 정의 상관관계가 인정되었으며, 잣나무와 생강나무, 생강나무와 고추나무, 등칫과 조록싸리가 1% 유의수준에서 부의 상관관계가 인정되었다.

인 용 문 헌

- 강영선(1984) 설악산개관(한국자연보존협회, '설악산 학술조사보고서', 37쪽), 강원도.
- 기상청(1991) 한국기후포 제Ⅱ권 -월별평년값-(1961~1990). 기상청, 418쪽.
- 국립공원관리공단(1997) 한국의 국립공원. 국립공원관리공단, 136쪽.
- 농업기술연구소(1988) 토양화학분석법. 농촌진흥청, 450쪽.
- 박인협(1985) 백운산지역 천연림 생태계의 조립구조 및 물질생산에 관한 연구. 서울대학교 대학원 박사학위논문, 48쪽.
- 박인협, 최영철, 조우(1991) 지리산국립공원 화염사계곡 및 피아골 계곡의 삼림군집구조에 관한 연구 - Classification 및 Ordination 방법에 의한 식생분석-. 응용생태연구 5(1): 42-53.
- 오구균, 이경재(1994) 한국 국립공원의 위기. 국립공원을 지키는 시민의 모임. 응용생태연구회, 1~11쪽
- 이경재, 구관효, 최재식, 조현서(1991) Classification 및 Ordination 방법에 의한 지리산 대원계곡의 산림군집구조 분석. 응용생태연구 5(1): 54-67.
- 이경재, 민성환, 한봉호(1997b) 설악산국립공원 주전골계곡 식물군집구조분석. 환경생태학회지 10(2): 283-296.
- 이경재, 조현서, 한봉호(1997a) 설악산국립공원 저항력계곡 식물군집구조. 환경생태학회지 10(2): 251-269.
- 이경재, 최송현, 조현서(1993) 소백산국립공원 회방계곡의 삼림군집구조분석. 응용생태연구 6(2): 113-126.
- 이준우, 오구균, 권태호(1997) 설악산국립공원의 등산로 훼손 및 주연부식생. 환경생태학회지 10(2): 191-204.
- 이창복(1980) 대한식물도감. 향문사, 서울, 990쪽.
- 임경빈(1996) 신고 조립학원론. 향문사, 서울, 491쪽.
- 임양재, 백순달(1985) 자연보호구역 설악산의 식생. 중앙대학교 출판국, 199쪽.
- 정창희(1984) 수계통(한국자연보존협회, '설악산학술조사보고서', 75쪽), 강원도.
- 최송현, 권전오, 이경재(1997) 설악산국립공원 산림식생구조 -신홍사~와선대지역-. 환경생태학회지 10(2): 270-282.
- Cox, G. W.(1976) Laboratory manual of general ecology. Wn. C. Brown Co., 232pp.
- 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 and Systematics. Cornell University, 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 attributes. Ecology and Systematics. Cornell University, Ithaca, N. Y., 99pp.
- Ludwig, J. A. and J. F. Reynolds(1988) Statistical ecology - a primer on methods and computing. John Wiley & Sons Publication, N. Y., 337pp.
- Pielou, E. C.(1975) Ecological diversity. John Wiley & Sons Inc., New York, 165pp.
- Simpson, E. H.(1949) Measurement of diversity. Nature 163: 688.
- Whittaker, R. H.(1956) Vegetation of the Great Smoky Mountains. Ecol. Monographs 26: 1-80.