

오대산 국립공원 상원사-비로봉지역 노령임분의 군집구조¹

이경재² · 조재창³ · 최영철⁴

The Community Structure in Old-Growth Forest of the Sangwonsa-Birobong Area, Odaesan National Park¹

Kyong-Jae Lee², Jae-Chang Jo³, Young-Cheol Choi⁴

요 약

오대산 국립공원 상원사-비로봉지역의 노령임분에 대한 식물군집구조 및 식생과 환경인자와의 관계를 밝히기 위하여 45개의 조사구를 설치하여 조사·분석하였다. 조사된 자료는 DCA와 TWINSpan을 이용하여 분석하였다. TWINSpan에 의해 전체조사구는 6개의 식물군집으로 분리되었으며, 이들 분리된 군집은 전나무-까치박달나무군집, 전나무-신갈나무군집, 피나무군집, 신갈나무-피나무군집, 신갈나무군집, 신갈나무-잣나무군집이었다. 각 군집은 토양인자 중 토양산도, 유기물함량의 차이가 있었으며 이들의 분포 특징은 지형적인 차이에 의해 설명될 수 있었다.

주요어 : 오대산 국립공원, 노령임분, TWINSpan, DCA, 신갈나무, 전나무

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the community structure of old-growth forest and vegetation-environment relationships in the Sangwonsa-Bironbong area, Odaesan National Park. TWINSpan and DCA were used to identify and describe the community types for 45 sample sites. The results of DCA ordination showed that soil pH, soil organic matters and soil moisture played a role in determining community types in the study area. Community types of the study area were classified into 6 groups by TWINSpan: *Abies holophylla*-*Carpinus cordata* community, *A. holophylla*-*Quercus mongolica* community, *Tilia amurensis* community, *Q. mongolica*-*T. amurensis* community, *Q. mongolica* community and *Q. mongolica*-*Pinus koraiensis* community. Each community types were significantly different in soil pH and soil organic matters. And each community types can be explained by geographical features.

KEY WORDS : ODAESAN NATIONAL PARK, OLD-GROWTH FOREST, TWINSpan, DCA, QUERCUS MONGOLICA, ABIES HOLOPHYLLA

1 접수 2월 25일 Received on Feb. 25, 1996

2 서울시립대학교 문리과학 조경학과 College of Liberal Arts and Science, Seoul City Univ., Seoul 130-743, Korea

3 서울대학교 산림과학연구소 Institute of Forest Research, Seoul National Univ., Suwon 441-744, Korea

4 서울시립대학교 대학원 Graduate School, Seoul City Univ., Seoul 130-743, Korea

서론

오대산 국립공원은 1975년 2월 1일에 국립공원으로 지정되었으며, 태백산맥의 중추를 이루는 해발 1,500m 이상의 비로봉(1,563m), 상왕봉(1,450m), 호령봉(1,560m), 두로봉(1,421m), 동대산(1,432m) 등이 있어 수려한 경관을 이루고 있다.

오대산은 설악산의 남쪽에 위치하고 평창군, 명주군, 홍천군에 걸쳐 분포하며 태백산맥과 차령산맥이 교차하는 지역이고 능선을 중심으로 양사면이 급경사지로서 험준하다. 오대산 국립공원지역은 이와같이 험준한 지역이 많아 비교적 농경지가 적고 또한 화전 등의 인간에 의한 피해를 적게 받은 지역이기도 하다. 월정사에서 상원사에 이르는 도로는 비포장 도로이기에 행락객에 의한 계곡 등의 오염정도 또한 매우 낮은 편이다.

특히 상원사에서 비로봉에 이르는 계곡지역은 평균해발고가 700m 이상으로서 전형적인 온대 중부 및 북부 산림지대에 속하는 곳이다. 이곳의 산림이 잘 보존된 이유 중 하나가 지형적인 요인뿐만 아니라 기후적인 것으로, 한랭 기류가 동해안의 온난 기류와 이곳에서부터 만나 많은 적설량을 보이는데, 이는 수목의 생장에 큰 도움을 줄 뿐만 아니라 겨울철 산불방지도 일조를 하고 있다. 이 지역의 대표식생으로는 활엽수로 신갈나무, 피나무, 고로쇠나무 등이 주로 출현하고 있으며, 침엽수로는 전나무, 잣나무, 분비나무 등이 있는데 전나무는 직경 1m 이상의 대경목이 출현하고 있다. 이런 침엽수종들은 전형적인 온대 북부 수종으로 강원도의 아고산지대에서부터 백두산지역에 이르는 광범위한 지역에 분포하는 종들이다(Yang and Wu, 1986).

이 곳의 임분 발달을 4단계로 구분할 때 마지막 단계인 노령임분(old-growth)으로 분류할 수 있다(Oliver and Larson, 1990). 노령임분에 대한 명확한 정의는 어려운 것으로 관점에 따라 달라질 수 있는데(Kaufman et al., 1992) 생태적인 관점에서 살펴보면 성숙임분과 같은 다층구조를 이루고 있으며, 외형적으로는 최고의 직경급을 나타내고 있고, 수고 생장은 정지된 상태에 있으며 수관은 쇠퇴기에 접어들고 있는 상태를 말한다. 따라서 이곳의 임분은 전형적인 노령임분으로 분류하는 것에 이견이 있을 수 있으나, 일부에서 지적되고 있는 극상림과는 차이를 두어야 할 것이다.

특히 이 곳 우세목은 노령이면서 굵은 직경급 분포를 갖고 있으며, 임분구조면에서 노령의 우세목의 직경급 분포가 낮고, 임상에 죽은 잔가지 및 수간이 많이 발견되고 있으며, 임분내 공간(gap)이 존재하고 있고, 교목층우세목과 다른 극상 수종의 갱신이 일어나고 있다. 따라서 이러한 결과로 두고 볼 때(Moir, 1992), 노령임분으로 표현하는 것이 보다 적절할 것이다.

본 연구에서는 상원사-비로봉 지역의 전나무-낙엽활엽수 노령임분의 종조성 및 군집구조를 밝히는 것을 목적으로 하였다.

조사지 선정 및 조사방법

1. 조사지 설정

오대산국립공원의 주요 등산로인 상원사 - 중대사 - 적멸보궁 -비로봉의 노선을 대상으로 하여 조사구를 500m²(25×20m)면적으로 하여 총 45개를 Figure 1과 같이 설정하고 1995년 2월에 예비조사를 거쳐 7월에 실시되었다.

2. 환경요인조사

본 조사대상지에 대한 환경요인으로는 일반적 개황과 토양성질을 조사·분석하였다. 일반적인 개황은 조사구별로 해발고, 방위, 경사도, 교목층군의 평균수고, 평균직경, 울폐도, 아교목층군의 평균수고, 평균직경, 울폐도, 관목층의 울폐도를 측정하고 조사구에 출현하는 목본종수를 조사하였다. 토양은 식물군집구조 조사시각 plot당 토양을 채취하여 토양산도, 수분함량, 유기물함량 등을 측정하였다(농업기술연구소, 1988).

3. 군집구조분석

식생조사는 조사구 내에서 흉고직경(DBH) 2cm 이상의 목본식물을 대상으로 교목층, 아교목층, 관목층으로 구분하여 수종명, DBH 및 수관투영면적을 측정하였다. 정밀조사를 위하여 수목의 위치, 수관폭, 수고 등을 함께 기록하고, 조사된 자료는 Curtis & McIntosh (1951)의 방법에 따라 상대우점치(I.V.: importance value) 및 평균 상대우점치(M.I.V.: mean importance value)를 계산하였고 식생조사 자료를 바탕으로 DCA ordination(Hill, 1979a) 및 TWINSpan에 의한 classification분석(Hill, 1979b)을 실시하였다. 종구성의 다양한 정도를 나타내는 측도인 종다양성은 Simpson의 종다양도(Krebs, 1985), Hurlbert의 P.I.E.(Cox, 1976), Shannon의 종다양도, 최대종다양도(maximum possible species diversity, H max), 균재도(evenness, J), 우점도(dominance, D)를(Pielou, 1975) 분석하였다. 이러한 분석은 서울시립대학교 환경생태연구실의 PDAP(plant data analysis package)와 SPSS/PC+를 사용하였다.

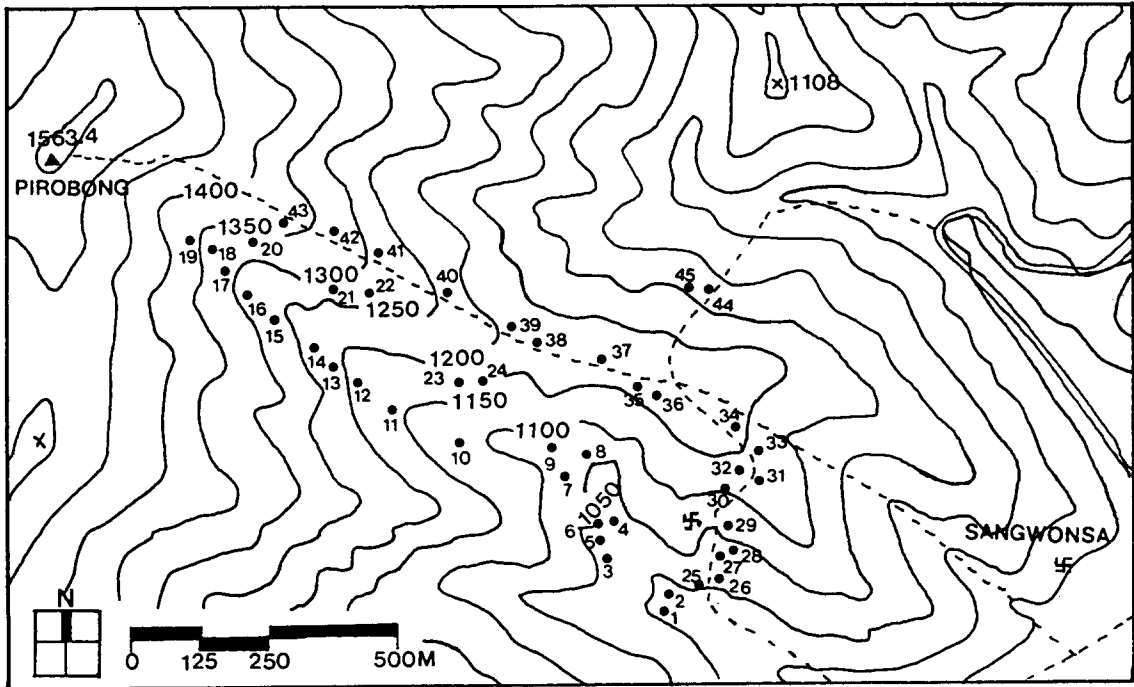


Figure 1. Location of the study area in Odaesan National Park

결 과

1. 조사지 개황

오대산 국립공원은 경위도상 동경 128° 30′~128° 46′와 북위 37° 41′~37° 51′에 위치하고, 행정구역으

로는 강원도 평창군 진부면, 도암면, 용평면 및 명주군 연곡면, 홍천군, 내면 일대의 3개군 5개면에 걸쳐있으며 총면적은 298.5km²이다. 오대산국립공원 주요 지역의 연평균기온('76~'84)은 월정사지역이 6.4℃, 소금강지역이 12.6℃로 지역간의 온도차가 심하였고 연평균강수량은 월정사지역 1,467.4mm, 소금강지역이

Table 1. General description of the geographical location, soil, species richness and the vegetation structure for the sample sites surveyed in the Sangwonsa-Birobong area, Odaesan National Park. Communities were classified by TWINSpan

Community	I												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	25	27	33	
Site number													
Altitude(m)	975	983	1030	1036	1035	1044	1063	1070	1080	1010	1037	1135	
Aspect	N50E	N22E	N75E	N50E	S15E	S85E	N55E	N10W	N40E	S45W	S15W	N80E	
Slope(°)	5	5	10	10	5	5	10	5	10	15	10	5	
Height of canopy(m)	20	20	20	20	20	20	20	25	30	28	25	40	
Mean DBH of canopy(cm)	30	30	30	35	35	35	35	40	40	40	35	70	
Cover of canopy(%)	80	80	75	75	85	80	70	70	80	70	75	70	
Height of understory(m)	10	10	10	10	12	10	12	15	10	15	10	12	
Mean DBH of understory(cm)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	10	10	
Cover of understory(%)	60	60	60	60	60	60	60	60	70	60	60	50	
Cover of shrub(%)	20	40	30	30	20	20	30	40	20	30	40	60	
Number of woody species	28	19	28	24	27	23	31	23	28	21	13	18	
Soil pH	4.96	5.12	5.01	5.39	5.14	5.23	5.29	5.06	5.43	5.47	5.08	5.45	
Soil water content(%)	22.95	29.47	22.57	19.89	11.52	12.93	17.32	10.30	31.48	14.30	16.04	16.92	
Soil organic matter(%)	7.17	5.22	4.39	5.80	4.47	6.31	8.54	4.12	7.59	4.73	3.72	5.16	

Table 1. (Continued)

Community Site number	II					III					
	26	28	30	31	32	10	22	23	24	40	44
Altitude(m)	1017	1042	1100	1123	1127	1123	1236	1160	1155	1240	1092
Aspect	S35W	S40W	S55W	N50E	N45E	N20E	N30E	N10E	N50E	N40E	N 5W
Slope(°)	10	15	5	5	5	10	5	5	10	5	5
Height of canopy(m)	25	25	18	30	25	35	25	25	35	30	30
Mean DBH of canopy(cm)	35	40	30	30	30	50	45	40	40	50	50
Cover of canopy(%)	70	80	75	85	75	80	60	60	60	70	70
Height of understory(m)	10	10	8	8	10	10	10	10	10	12	7
Mean DBH of understory(cm)	10	10	10	10	10	15	10	10	15	10	10
Cover of understory(%)	60	60	50	50	40	60	50	50	50	60	50
Cover of shrub(%)	40	40	85	60	40	40	90	90	80	80	40
Number of woody species	20	20	11	11	21	24	20	30	27	21	18
Soil pH	4.90	4.83	5.13	4.81	4.90	5.41	5.36	4.92	5.68	5.21	4.95
Soil water content(%)	19.44	17.00	14.06	17.92	20.00	21.25	20.36	23.03	14.70	16.29	37.29
Soil organic matter(%)	4.34	4.09	3.63	6.63	5.48	7.34	6.48	6.25	5.70	2.72	11.14

Table 1. (Continued)

Community Site number	IV										
	11	12	14	17	18	21	34	37	38	39	43
Altitude(m)	1162	1190	1225	1325	1340	1270	1163	1180	1180	1190	1369
Aspect	N20E	N40E	N55E	N75E	N70E	N20E	N10W	N55E	N10E	N20E	S 5E
Slope(°)	10	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Height of canopy(m)	35	22	25	25	25	20	25	25	22	30	22
Mean DBH of canopy(cm)	50	30	35	35	35	40	50	40	40	50	40
Cover of canopy(%)	80	80	80	70	60	60	70	70	75	70	70
Height of understory(m)	10	10	12	12	12	10	10	12	12	12	7
Mean DBH of understory(cm)	15	15	15	15	15	10	10	10	10	10	10
Cover of understory(%)	60	60	50	40	30	50	50	70	70	60	50
Cover of shrub(%)	30	60	40	80	80	85	40	75	85	80	70
Number of woody species	24	17	19	19	23	21	20	22	27	22	20
Soil pH	5.23	4.67	5.01	5.08	4.76	5.09	4.85	4.93	4.75	5.39	4.95
Soil water content(%)	24.54	22.45	23.11	16.85	21.41	16.21	24.97	19.47	23.09	22.71	22.18
Soil organic matter(%)	5.11	5.34	4.66	7.47	4.82	4.91	7.16	5.83	7.57	5.33	5.69

Table 1. (Continued)

Community Site number	V						VI				
	13	15	19	20	42	45	16	30	35	36	41
Altitude(m)	1208	1257	1360	1346	1329	1081	1288	1100	1203	1163	1287
Aspect	N70E	N60E	N50E	N25E	S10E	N20E	N70E	S55W	S25W	S25W	S20W
Slope(°)	5	5	5	5	10	5	5	5	5	5	10
Height of canopy(m)	22	25	18	20	22	30	22	18	22	22	22
Mean DBH of canopy(cm)	35	35	35	40	40	40	35	30	35	35	40
Cover of canopy(%)	80	80	60	60	70	70	70	75	70	70	70
Height of understory(m)	10	12	10	12	7	7	10	8	10	10	8
Mean DBH of understory(cm)	15	15	10	10	10	10	15	10	10	10	10
Cover of understory(%)	60	50	60	60	50	50	40	50	70	70	60
Cover of shrub(%)	70	50	90	85	80	70	90	85	70	70	80
Number of woody species	16	17	18	17	17	23	16	11	8	11	16
Soil pH	4.77	5.08	5.24	4.48	5.21	5.52	4.76	5.13	4.65	4.77	4.55
Soil water content(%)	26.34	16.85	27.48	25.97	15.71	19.18	21.41	14.06	17.31	19.94	11.59
Soil organic matter(%)	6.38	7.47	7.57	9.71	8.45	7.12	4.82	3.63	5.13	4.57	4.54

1,342.3mm로서 월정사지역의 강수량이 많았다(건설부, 1987).

조사된 45개의 조사구는 TWINSpan을 이용하여 분석한 결과 6개의 군집으로 나누어졌다. 분리된 군집에 따라 각각의 조사구에 대한 일반적이 개황을 Table 1에 나타내었다. 조사구의 해발고는 975~1,369m이었고 교목층 수목의 평균수고는 18~40m, 평균흉고직경은 30~70cm로서 흉고직경급이 상당히 컸다. 각 조사구별 출현종수는 8~31종으로 다양하게 출현하였다. 토양 pH는 4.55~5.68로서 산성토양이었고, 수분함량은 11.52~37.29%로서 비교적 습윤한 상태이며 유기물함량은 2.72~11.14%이었다.

2. Classification 분석

TWINSpan분석을 통한 총 45개 조사구의 분리 결과는 Figure 2와 같다. 주요 수종의 평균상대우점치에 따라 제 1 division에서 나누어진 2개의 그룹 중 제 1 그룹은 4개의 식물군으로 분리할 수 있었고, 제 2 그룹은 2개의 식물군으로 분리되어 총 6개의 식물군으로 분리되었다(Figure 2). 분리된 6개의 식물군 중 I 군집은 전나무-까치박달군집, 군집 II는 전나무-신갈나무군집, 군집 III은 피나무군집, 군집 IV는 신갈나무-피나무군집, 군집 V는 신갈나무군집, 군집 VI는 신갈나무-잣나무군집이었다. TWINSpan분석을 통해 분리된 6개 군집에 대한 수관층위별 상대우점치를 나타낸 것이 Table 2이다.

군집 I (전나무-까치박달군집)은 전나무의 교목층 상대우점치가 37.69%로서 우점종이었고, 이외에 교목층 주요 구성수종은 신갈나무(I.V. 15.43%), 까치박달(I.V. 13.73%), 피나무(I.V. 6.34%) 등이었다. 아교목층은 당단풍(I.V. 21.94%)이 우점종이었고 그밖에 까치박달, 전나무, 시달나무가 주요 수종이었으며 관목층은 조릿대(I.V. 30.39%), 산겨릅나무, 참빗살나무가 주를 이루었다. 전나무는 모든 층위에 걸쳐 골고루 분포하고 있으며, 까치박달 역시 교목층 및 아교목층에서 비교적 세력이 컸다. 그러나 신갈나무는 교목층에서만 세력이 컸고, 아교목층 및 관목층에서는 중요치가 낮은 분포양상을 보이고 있었다.

군집 I의 토양산도는 5.22로 전체 토양산도 평균 5.03와 비슷하였으며, 토양수분함량은 18.81%로 상대적으로 건조한 군집이었다(Table 3). 또한 토양 중 유기물함량은 5.6%로 전체 평균 5.86%과 비슷하였고, 군집 I은 주로 능선부에 위치하고 있다(Table 1).

군집 II (전나무-신갈나무군집)의 교목층은 전나무(I.V. 33.85%), 신갈나무(I.V. 32.73%)의 두 수종이 거의 주를 이루고 있었으며 아교목층은 당단풍(30.94%)이 우점종이었고 그밖에 전나무, 피나무, 까치박달이

주요수종이었으며 전나무가 군집 I과 마찬가지로 교목층, 아교목층, 관목층에서 골고루 출현하고 있었다.

군집 II의 토양요인은 토양산도, 토양수분함량, 토양 유기물함량이 각각 4.91, 17.68%, 4.83%로 전체 조사구중 제일 열악한 환경을 나타내었다. 이러한 원인은 이 군집에 포함되는 조사구가 주로 능선 및 능선사면에 위치하기 때문으로 판단되었다.

군집 III (피나무군집)은 피나무(I.V. 42.90%)의 세력이 컸으며, 이 외에 전나무, 까치박달 순이었고, 아교목층은 시달나무, 산겨릅나무, 당단풍 순으로 비슷한 세력을 형성하고 있었다(Table 2). 관목층은 미역줄나무, 피나무, 철쭉나무, 전나무 순으로 나타났다. 군집 III은 제일 비옥한 군집으로 토양수분함량이 22.15%로 가장 높았으며, 토양산도 역시 낮은 값을 보였다(Table 3).

군집 IV (신갈나무-피나무군집)는 신갈나무(I.V. 40.75%)가 우점종이었으며 피나무(I.V. 20.65%), 전나무(I.V. 12.75%)가 그 다음을 차지하였다. 아교목층은 당단풍(I.V. 21.33%)이 우점종이었으며 이외에 우세종은 시달나무(I.V. 17.28%), 참개암나무(7.80%), 전나무(I.V. 5.31%)순이었고, 관목층은 시달나무(I.V. 15.91%), 철쭉나무(I.V. 11.53%), 당단풍(I.V. 9.63%)순으로 나타났다. 군집 IV의 토양인자는 전체조사구의 측정치에서 중간 정도의 값을 보였다(Table 3). 이 군집은 주로 해발고 1,000m 이상에 분포하고 있었다.

군집 V (신갈나무군집)의 교목층에서는 신갈나무(I.V. 62.75%)가 우점종이었고 이외에 우점치가 큰 수종은 잣나무(I.V. 11.22%), 피나무(I.V. 8.61%)순이었다 아교목층에서는 당단풍(I.V. 26.12%), 철쭉나무(I.V. 24.29%)가 비슷하게 나타났고 참개암나무(I.V. 7.80%), 분비나무(I.V. 7.43%)순이었으며, 관목층은 철쭉나무(I.V. 24.29%), 개회나무(I.V. 15.80%), 참개암나무(I.V. 9.79%)순이었다. 군집 V의 환경요인은 군집 IV와 유사한 값을 보였으며(Table 3), 해발고 역시 높은 곳에 위치하고 있었고, 전형적인 신갈나무 노령임분으로 분리되었다.

군집 VI (신갈나무-잣나무군집)의 교목층은 신갈나무(I.V. 67.28%), 잣나무(I.V. 29.36%)가 우점종이고 다른 수종은 거의 출현하지 않았다(Table 2). 아교목층은 잣나무(I.V. 30.26%), 진달래(I.V. 24.31%), 철쭉나무(I.V. 23.22%)순으로 나타났으며 아교목층의 신갈나무(I.V. 8.10%)는 세력이 약해 신갈나무에서 잣나무로 세력이 바뀌어질 것으로 생각된다. 관목층은 철쭉나무(I.V. 17.39%), 당단풍(I.V. 15.24%), 정금나무(I.V. 14.27%)순으로 비슷한 수준이었다. 군집 VI의 분포양상은 주로 남사면에 위치하고 있어 건조하고 척박한 곳이었다.

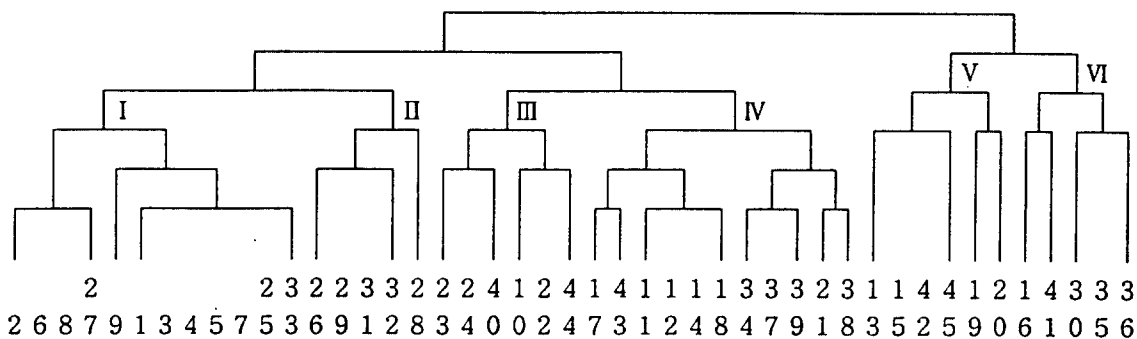


Figure 2. The dendrogram of TWINSpan stand classification of sample sites in Odaesan National Park

Table 2. Importance value of major woody plant species by the stratum in each community classified by TWINSpan in Odaesan National Park

Community Type Species Name	I				II			
	C	U	S	M	C	U	S	M
<i>Pinus koraiensis</i>	0.76	0.88	0.52	0.76	12.01	4.70	1.08	7.75
<i>Abies holophylla</i>	37.69	14.86	2.44	24.21	33.86	11.49	8.56	22.19
<i>Populus davidiana</i>	0.27	0.00	0.00	0.14				
<i>P. maximowiczii</i>	0.25	0.00	0.00	0.13				
<i>Ulmus parvifolia</i>	0.00	0.26	0.00	0.09				
<i>Juglans mandshurica</i>	0.51	0.05	0.00	0.27	1.72	0.00	0.00	0.86
<i>Betula costata</i>	6.60	0.67	0.00	3.52				
<i>B. schmidtii</i>					2.30	0.98	0.00	1.48
<i>Carpinus cordata</i>	13.73	16.00	2.21	12.57	1.78	7.71	0.00	3.46
<i>C. laxiflora</i>					0.62	0.10	0.00	0.34
<i>Corylus heterophylla</i>	0.00	0.06	0.00	0.02				
<i>C. sieboldiana</i>	0.00	2.78	1.52	1.18	0.00	1.26	10.81	2.22
<i>Quercus acutissima</i>	0.00	0.00	0.13	0.02				
<i>Q. mongolica</i>	15.43	0.43	0.44	7.93	32.73	4.81	0.11	17.99
<i>Ulmus laciniata</i>	2.58	1.84	0.18	1.93	0.00	0.29	0.00	0.10
<i>U. davidiana</i>	0.28	0.06	0.00	0.16	0.00	0.00	1.21	0.20
<i>Zelkova serrata</i>	0.00	0.00	0.07	0.01				
<i>Magnolia sieboldii</i>	0.00	3.46	0.47	1.23	0.00	3.55	0.98	1.35
<i>Lindera obtusiloba</i>	0.00	0.06	0.15	0.05				
<i>Deutzia parviflora</i>	0.00	0.00	0.43	0.07				
<i>D. glabrata</i>	0.00	0.10	0.81	0.17				
<i>Philadelphus schrenckii</i>	0.00	0.24	4.00	0.75	0.00	0.00	0.54	0.09
<i>Neillia uyekii</i>	0.00	0.05	4.60	0.78	0.00	0.00	0.51	0.09
<i>Stephanandra incisa</i>	0.00	0.05	0.89	0.17				
<i>Pyrus pyrifolia</i>	0.75	0.11	0.00	0.41				
<i>Sorbus commixta</i>	0.00	0.15	0.06	0.06				
<i>S. alnifolia</i>	0.00	0.79	0.66	0.37	1.28	1.22	0.00	1.05
<i>Prunus maackii</i>					0.00	0.00	0.20	0.03
<i>P. padus</i>	0.23	0.34	0.00	0.23				
<i>P. maximowiczii</i>	0.32	0.58	0.00	0.35	3.87	0.78	0.00	2.20
<i>P. sargentii</i>	2.02	1.91	0.56	1.74	0.00	0.13	0.00	0.04

* C: Canopy Importance Value, U: Understory Importance Value, S: Shrub Importance Value, M: Mean Importance Value.

Table 2. (Continued)

Community Type Species Name	I				II			
	C	U	S	M	C	U	S	M
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	0.00	0.00	25.06	4.18				
<i>Maackia amurensis</i>	0.23	0.00	0.09	0.13	0.00	0.38	0.00	0.13
<i>Phellodendron amurense</i>	0.25	0.11	0.00	0.16				
<i>Rhus succedanea</i>	0.00	0.05	0.70	0.13				
<i>Euonymus oxyphyllus</i>	0.00	1.88	3.51	1.21	0.00	0.84	12.89	2.43
<i>E. sieboldianus</i>	0.00	0.28	4.96	0.92	0.00	0.00	3.11	0.52
<i>Tripterygium regelii</i>	0.00	0.00	2.05	0.34	0.00	0.15	2.12	0.40
<i>Acer mono</i>	2.53	4.20	1.48	2.91	4.00	3.42	0.85	3.28
<i>A. tegmentosum</i>	2.49	4.73	11.39	4.72	0.00	0.10	2.00	0.37
<i>A. tschonoskii</i>								
var. <i>rubripes</i>	0.00	5.18	1.66	2.00	0.00	4.72	7.65	2.85
<i>A. barbinerve</i>	0.00	3.35	0.35	1.18	0.00	1.23	0.00	0.41
<i>A. ukurunduense</i>	0.23	2.45	2.58	1.36				
<i>A. pseudo-sieboldianum</i>	0.91	21.94	3.78	8.40	0.00	30.94	3.73	10.94
<i>A. triflorum</i>	0.00	0.05	0.00	0.02				
<i>A. mandshuricum</i>	0.35	0.72	0.07	0.43	0.00	0.00	0.26	0.04
<i>Tilia rufa</i>	6.34	2.60	2.35	4.43	4.71	10.51	5.28	6.74
<i>Actinidia arguta</i>	0.00	1.23	0.00	0.41	0.00	0.63	0.00	0.21
<i>Kalopanax pictum</i>	1.88	0.14	0.64	1.09	1.13	1.45	0.00	1.05
<i>Aralia elata</i>	0.00	0.10	0.00	0.03				
<i>Cornus controversa</i>	3.08	1.58	0.00	2.07	0.00	0.51	0.00	0.17
<i>Rhododendron fauriei</i>								
for. <i>rufescens</i>	0.00	0.06	0.00	0.02				
<i>R. mucronulatum</i>					0.00	1.32	0.00	0.44
<i>R. schlippenbachii</i>	0.00	0.05	1.19	0.22	0.00	4.68	0.89	1.71
<i>Symplocos chinensis</i>								
for. <i>pilosa</i>	0.00	0.17	1.05	0.23				
<i>Styrax obassia</i>	0.00	1.98	1.13	0.85	0.00	0.14	0.00	0.05
<i>S. japonica</i>	0.00	0.00	3.27	0.55				
<i>Fraxinus mandshurica</i>	0.32	0.00	0.00	0.16	0.00	0.90	0.00	0.30
<i>F. rhynchophylla</i>	0.00	0.05	1.54	0.27	0.00	0.00	0.21	0.04
<i>Syringa reticulata</i>								
var. <i>mandshurica</i>	0.00	1.05	1.79	0.65	0.00	0.10	5.14	0.89
<i>Callicarpa japonica</i>	0.00	0.00	0.62	0.10				
<i>Viburnum wrightii</i>	0.00	0.10	0.44	0.11	0.00	0.20	0.93	0.22
<i>V. dilatatum</i>	0.00	0.00	1.18	0.20				
<i>Weigela florida</i>	0.00	0.10	0.00	0.03	0.00	0.30	0.21	0.14
<i>Lonicera maackii</i>	0.00	0.00	0.92	0.15				
<i>Smilax china</i>	0.00	0.00	0.14	0.02				
<i>Sasa purpurascens</i>	0.00	0.00	30.39	5.07	0.00	0.00	4.72	0.79
<i>Euonymus oxyphyllus</i>	0.00	0.14	0.62	0.15	0.00	0.32	0.94	0.26
<i>Sambucus williamsii</i>								
var. <i>coreana</i>					0.00	0.10	0.00	0.03

Table 2. (Continued)

Community Type Species Name	Ⅲ				Ⅳ			
	C	U	S	M	C	U	S	M
<i>Taxus cuspidata</i>					0.00	0.93	0.00	0.31
<i>Pinus koraiensis</i>	2.64	0.38	1.59	1.71	6.54	5.31	1.63	5.31
<i>Abies holophylla</i>	14.01	2.48	0.27	7.88	12.75	4.11	0.47	7.82
<i>A. nephrolepis</i>	3.25	1.71	0.55	2.29	4.87	4.17	0.32	3.88
<i>Juglans mandshurica</i>	2.02	0.00	0.00	1.01				
<i>Betula costata</i>	1.94	0.00	0.00	0.97	2.89	0.00	0.00	1.45
<i>Carpinus cordata</i>	7.38	1.74	0.00	4.27	0.00	1.32	0.07	0.45
<i>C. laxiflora</i>	0.00	0.48	0.00	0.16				
<i>Corylus sieboldiana</i>	0.00	5.29	1.45	2.01	0.00	7.80	6.57	3.70
<i>Quercus mongolica</i>	2.10	0.00	0.00	1.05	40.75	2.47	0.49	21.28
<i>Ulmus davidiana</i>	0.00	0.60	0.00	0.20	0.00	0.04	0.00	0.01
<i>Berberis amurensis</i>					0.00	0.00	0.47	0.08
<i>Magnolia sieboldii</i>	0.00	8.01	3.82	3.31	0.00	1.44	3.22	1.02
<i>Deutzia parviflora</i>	0.00	0.00	0.55	0.09	0.00	0.00	0.89	0.15
<i>D. glabrata</i>	0.00	0.00	0.20	0.03				
<i>Philadelphus schrenckii</i>	0.00	0.00	3.31	0.55	0.00	0.04	2.70	0.46
<i>Ribes fasciculatum</i>	0.00	0.00	1.35	0.23				
<i>Stephanandra incisa</i>	0.00	0.00	2.06	0.34				
<i>Sorbus commixta</i>	3.13	0.00	0.00	1.57	0.45	2.17	0.54	1.04
<i>S. alnifolia</i>					0.00	0.89	0.08	0.31
<i>Prunus padus</i>	0.00	2.20	1.64	1.01	0.00	0.25	0.00	0.08
<i>P. maximowiczii</i>	0.00	0.42	0.00	0.14	0.82	0.92	0.31	0.77
<i>P. sargentii</i>	0.00	1.39	0.29	0.51	1.17	2.72	0.96	1.65
<i>Maackia amurensis</i>	0.00	0.27	0.00	0.09	0.40	0.00	0.00	0.20
<i>Phellodendron amurense</i>	0.00	0.11	0.00	0.04				
<i>Rhus succedanea</i>					0.00	0.12	0.00	0.04
<i>Euonymus oxyphyllus</i>	0.00	0.96	2.53	0.74	0.00	0.65	6.89	1.37
<i>E. sieboldianus</i>	0.00	1.04	6.95	1.51	0.00	0.33	2.97	0.61
<i>Tripterygium regelii</i>	0.00	0.11	12.21	2.07	0.00	0.04	5.48	0.93
<i>Acer mono</i>	3.38	0.49	0.00	1.85	0.98	2.11	0.83	1.33
<i>A. tegmentosum</i>	1.47	18.82	8.99	8.51	0.00	1.80	2.26	0.98
<i>A. tschonoskii</i>								
var. <i>rubripes</i>	1.50	18.98	6.65	8.19	0.00	17.28	15.91	8.41
<i>A. barbinerve</i>	0.00	0.59	0.00	0.20	0.00	0.73	1.11	0.43
<i>A. ukurunduense</i>	0.90	0.58	0.00	0.64				
<i>A. pseudo-sieboldianum</i>	1.66	18.06	0.75	6.98	0.00	21.33	9.63	8.72
<i>A. mandshuricum</i>	1.78	2.92	5.72	2.82	0.00	0.68	1.23	0.43
<i>Tilia rufa</i>	42.90	3.41	11.07	24.43	20.65	5.66	3.79	12.84
<i>Actinidia arguta</i>	0.00	0.40	0.00	0.13				
<i>Kalopanax pictum</i>	7.31	0.00	0.00	3.66	6.90	0.18	0.00	3.51
<i>Aralia elata</i>	0.00	0.00	0.24	0.04	0.00	0.04	0.00	0.01
<i>Cornus controversa</i>	1.70	0.86	0.53	1.23	0.84	0.95	0.00	0.74
<i>Rhododendron fauriei</i>								
for. <i>rufescens</i>	0.00	0.50	2.75	0.63	0.00	1.67	5.23	1.43
<i>R. mucronulatum</i>					0.00	0.60	0.00	0.20
<i>R. schlippenbachii</i>	0.00	2.49	9.42	2.40	0.00	9.20	11.53	4.99

Table 2. (Continued)

Community Type Species Name	Ⅲ				Ⅳ			
	C	U	S	M	C	U	S	M
<i>Vaccinium oldhami</i>					0.00	0.00	3.97	0.66
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	0.00	0.11	0.00	0.04	0.00	0.36	0.09	0.14
<i>Fraxinus mandshurica</i>	0.95	1.25	0.00	0.89	0.00	0.06	0.00	0.02
<i>F. rhyndophylla</i>	0.00	0.17	0.18	0.09				
<i>Syringa reticulata</i> var. <i>mandshurica</i>	0.00	2.72	5.63	1.85	0.00	0.74	1.84	0.55
<i>Callicarpa japonica</i>					0.00	0.03	0.00	0.01
<i>Viburnum wrightii</i>	0.00	0.12	6.77	1.17	0.00	0.33	6.28	1.16
<i>V. sargentii</i>					0.00	0.03	0.00	0.01
<i>Weigela florida</i>	0.00	0.11	2.13	0.39	0.00	0.37	0.00	0.12
<i>Lonicera maackii</i>					0.00	0.07	0.00	0.02
<i>Euonymus oxyphyllus</i>	0.00	0.24	0.39	0.15	0.00	0.07	2.25	0.40

Table 2. (Continued)

Community Type Species Name	V				VI			
	C	U	S	M	C	U	S	M
<i>Pinus koraiensis</i>	11.22	5.83	2.06	7.90	29.36	30.26	5.05	25.61
<i>Abies holophylla</i>	1.63	0.23	2.04	1.23	1.73	1.95	3.63	2.12
<i>A. nephrolepis</i>	11.18	7.43	6.29	9.12	1.62	3.47	1.43	2.21
<i>Betula costata</i>	0.59	0.12	0.00	0.34				
<i>Betula ermanii</i>	0.56	0.22	0.00	0.35				
<i>Salix hultenii</i>					0.00	0.08	0.00	0.03
<i>Betula schmidtii</i>	0.59	0.00	0.00	0.30	0.00	0.12	0.00	0.04
<i>Corylus sieboldiana</i>	0.00	7.80	9.79	4.23	0.00	0.14	2.66	0.49
<i>Quercus mongolica</i>	62.75	2.36	0.00	32.16	67.28	8.10	8.08	37.69
<i>Magnolia sieboldii</i>	0.00	0.40	1.93	0.46				
<i>Philadelphus schrenckii</i>	0.00	0.00	0.34	0.06	0.00	0.00	3.26	0.54
<i>Sorbus commixta</i>	0.00	3.24	0.00	1.08	0.00	0.14	0.00	0.05
<i>S. alnifolia</i>	0.56	0.09	0.00	0.31	0.00	0.68	0.00	0.23
<i>Prunus maximowiczii</i>	0.66	0.22	0.00	0.40				
<i>P. sargentii</i>	0.00	1.73	0.00	0.58	0.00	0.20	1.41	0.30
<i>Euonymus oxyphyllus</i>	0.00	0.64	8.13	1.57	0.00	0.00	0.16	0.03
<i>E. sieboldianus</i>	0.00	0.00	0.54	0.09	0.00	0.00	0.32	0.05
<i>Tripterygium regelii</i>	0.00	0.00	5.09	0.85				
<i>Acer mono</i>	0.60	0.80	0.00	0.57				
<i>A. tegmentosum</i>	0.00	0.00	0.61	0.10				
<i>A. tschonoskii</i> var. <i>rubripes</i>	0.00	2.29	6.00	1.76				
<i>A. barbinerve</i>	0.00	1.24	1.34	0.64				
<i>A. ukurunduense</i>	0.00	0.55	0.00	0.18				
<i>A. pseudo-sieboldianum</i>	0.00	26.12	5.00	9.54	0.00	5.83	15.24	4.48
<i>A. mandshuricum</i>	0.00	0.00	0.64	0.11				
<i>Tilia rufa</i>	8.61	7.86	4.73	7.71	0.00	0.70	5.00	1.07

Table 2. (Continued)

Community Type Species Name	V				VI			
	C	U	S	M	C	U	S	M
<i>Kalopanax pictum</i>	1.08	0.00	0.00	0.54				
<i>Cornus controversa</i>	0.00	0.45	0.00	0.15				
<i>Rhododendron fauriei</i> for. <i>rufescens</i>	0.00	0.12	0.00	0.04				
<i>Aralia elata</i>					0.00	0.20	0.00	0.07
<i>R. mucronulatum</i>	0.00	2.19	0.00	0.73	0.00	24.31	9.25	9.65
<i>R. schlippenbachii</i>	0.00	25.54	24.29	12.56	0.00	23.22	17.39	10.64
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	0.00	0.99	0.00	0.33				
<i>Vaccinium oldhami</i>					0.00	0.00	14.27	2.38
<i>Fraxinus mandshurica</i>	0.00	0.08	0.00	0.03				
<i>Syringa reticulata</i> var. <i>mandshurica</i>	0.00	1.10	15.80	3.00	0.00	0.07	0.00	0.02
<i>Viburnum wrightii</i>	0.00	0.06	0.00	0.02	0.00	0.00	0.99	0.17
<i>Weigela florida</i>	0.00	0.00	2.26	0.38				
<i>Lonicera maackii</i>	0.00	0.00	0.44	0.07	0.00	0.46	6.48	1.23
<i>Euonymus oxyphyllus</i>	0.00	0.30	2.70	0.55	0.00	0.07	5.40	0.92

Table 3. Soil characteristics for each community in Odaesan National Park

Soil Variables	Community					
	I	II	III	IV	V	VI
Soil pH	5.22±0.18a	4.91±0.12b	5.25±0.29a	4.97±0.21b	5.05±0.37a	4.77±0.21b
Soil moisture (%)	18.81±6.74	17.68±2.35	22.15±8.01	21.54±2.88	21.92±5.26	16.86±4.06
Soil organic matter(%)	5.60±1.51bc	4.83±1.21bc	6.61±2.72ab	5.81±1.08bc	7.78±1.15a	4.54±0.56c

Note: Values in the same row followed by different letters are significantly different at the $p < .05$ level

3. 종다양성 분석

TWINSPAN에 의해 분리된 6개의 군집에 대하여 각종 종다양성분석을 실시한 결과는 Table 4와 같다. 군집 III의 Shannon의 종다양도지수가 가장 높아 1.25이었다. 이 군집은 피나무가 우점종이며 군재도 역시 높아 다양한 종이 골고루 분포하고 있었다. 또한 이들 군집에 교목층에 나타나는 전나무, 까치박달, 야고목 및 관목층에 나타나는 전나무, 시닥나무, 산겨릅나무 등은 내음성이 강한 수종이어서 안정된 군집으로 판단된다. Shannon의 종다양도지수가 가장 낮은 값을 보인 군집은 군집 VI로 1.0287이었다. 군집 VI은 신갈나무-잣나무군집으로 건조한 남사면에 주로 위치하고

있어, 야고목 및 관목층에는 건조한 곳에 출현하는 진달래와 철쭉나무가 주로 나타나고 있었다. 본 조사지 전체의 각종 종다양성지수는 덕유산(이경재 등, 1994), 광릉(이경재 등, 1990), 가야산(이경재 등, 1989) 등의 연구결과와 비교할 때 낮은 값이었다.

4. Ordination분석

조사된 45개의 조사구를 대상으로 출현하는 식생에 대한 중요치를 이용하여 DCA분석을 하였다(Figure 3). DCA에 의한 조사구 ordination의 결과와 TWINSPAN에 의한 결과를 비교한 바(Figure 3), 서로 잘 일치하였다. 제 1축을 중심으로 왼쪽에서부터 오른쪽으로 전나무-까치박달군집, 전나무-신갈나무군집

Table 4. Values of various diversity indices of each community classified by TWINSpan in study area

Community	H'(Shannon)	Simpson'D	P.I.E.	J'(evenness)	D'(dominance)	H'max
I	1.1587	8.2492	0.8788	0.7051	0.2949	1.6435
II	1.1306	8.2248	0.8784	0.6921	0.3079	1.6335
III	1.2501	12.0372	0.9169	0.7607	0.2393	1.6435
IV	1.1544	9.3161	0.8926	0.7308	0.2692	1.5798
V	1.1092	9.4866	0.8946	0.7184	0.2816	1.5441
VI	1.0287	8.5079	0.8825	0.7555	0.2445	1.3617

*P.I.E. = the probability of interspecific encounter

*Shannon's diversity index uses logarithms to base 10

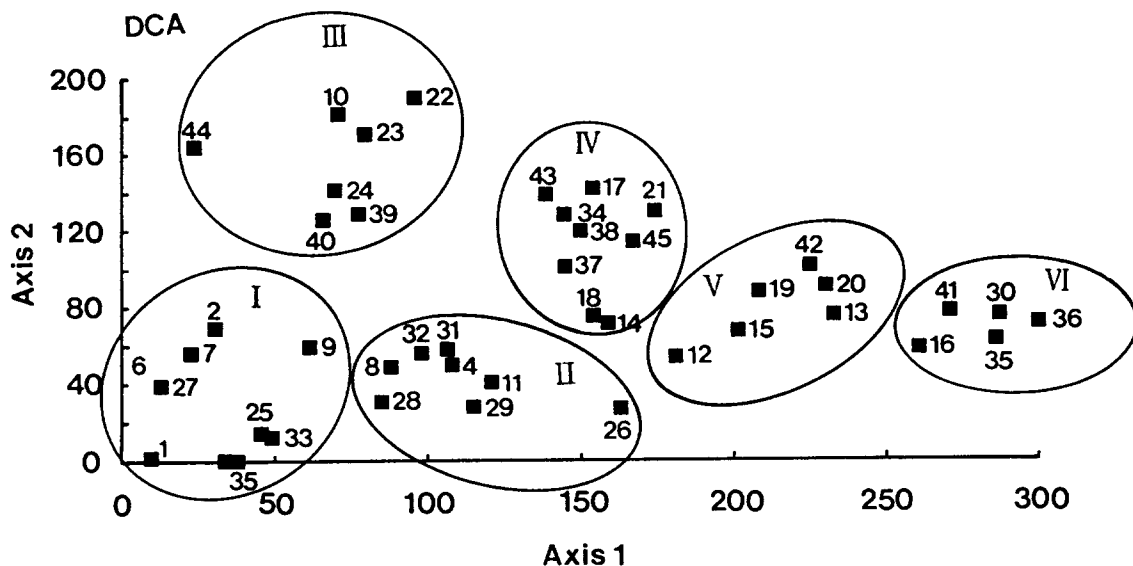


Figure 3. Ordination of sample sites along first two axes. The numbers refer to the six TWINSpan community types shown in Figure 2

Table 5. Correlation coefficients for DCA first and second axis with soil variables

Soil Variables	DCA Scores	
	First Axis	Second Axis
Soil PH	.5041 P = .000	-.1115 P = .466
Soil moisture	.0818 P = .593	-.2559 P = .090
Soil organic matters	.0614 P = .689	-.3984 P = .007

과 피나무군집, 신갈나무-피나무군집, 신갈나무군집, 신갈나무-갯나무군집순으로 배열되었다. 제 1축과 2축의 eigenvalue는 각각 0.47, 0.19으로 제 1축의 설명력이 높았다. DCA의 제 1축과 2축의 생태적인 의미를 해석하기 위하여 제 1축과 2축의 stand score를 토양인자인 토양수분, 토양 산도, 유기물함량과 상관관계분석을 실시한 바(Table 5), 제 1축과 토양인자의 상관관계분석에서 토양산도와 유의성이 인정되었다. 그러나 제 2축과 상관관계분석에서는 토양수분함량과 유기물함량과는 높은 負의 상관관계를 나타냈다(Table 5).

5. 직경급 분석

TWINSpan에 의해 분리된 6개의 군집을 대상으로 주요 상층수종에 대한 직경급 분석을 하였는데, 각 군

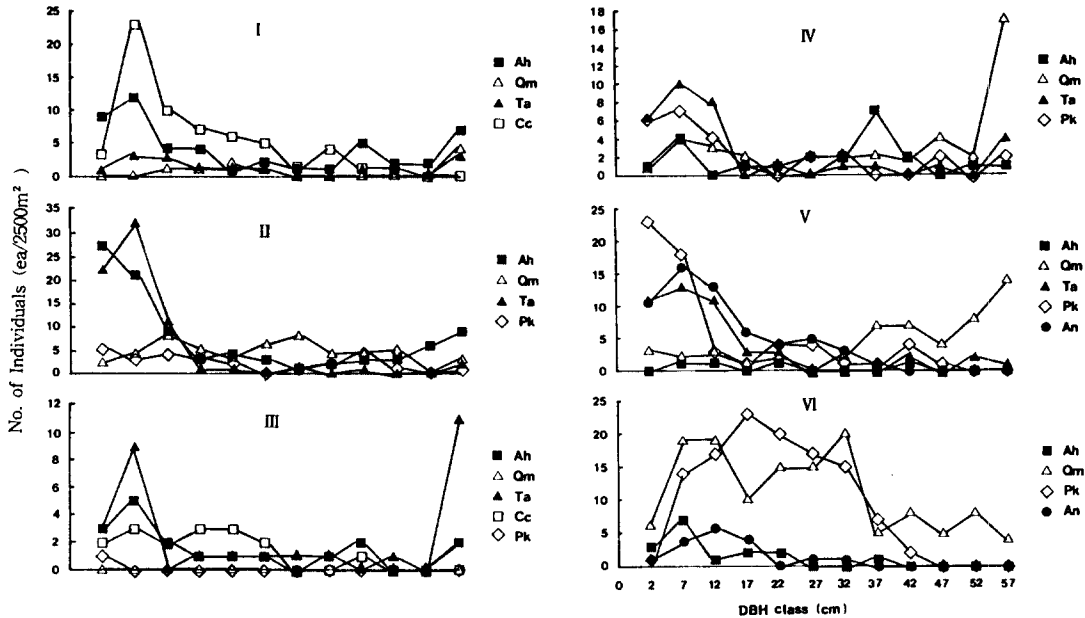


Figure 4. Diameter-class distributions of major canopy species for each TWINSPAN group. Each community types were explained Figure 2 and Table 2 (Ah: *Abies holophylla*, Pk: *Pinus koraiensis*, Qm: *Quercus mongolica*, Ta: *Tilia amurensis*, Cc: *Carpinus cordata*, An: *Abies nephrolepis*)

집에서 5개의 조사구를 임의 선정하여 2,500m² 면적으로 동일하게 분석하였다(Figure 4). 군집 I은 전나무-까치박달군집으로 전나무는 전 직경급에 걸쳐 고루 분포하고 있으며 치수(sapling과 seedling) 역시 90주가 분포하고 있어 전나무군집으로서 안정된 구조를 나타냈다. 까치박달은 흉고직경 2cm에서 42cm까지 분포하고 있으나, 주로 27cm 미만까지 집중분포하고 있어 교목층으로의 발달은 힘들 것으로 판단된다. 또한 까치박달의 특성상 생장이 매우 느린편이며(산림청, 1993), 극상 수종 조건 중 하나인 오랜 기간 동안 균류 등에 대하여 견딜 수 있는 내성(Schowalter, 1985)이 부족하므로 더 이상의 우점종으로 발달하지 않을 것이다. 피나무의 직경분포는 2cm에서 27cm까지 주로 분포하나 52cm 이상의 대경목도 3주가 분포하고 있다. 피나무는 내음성이 매우 강하고(Yang and Wu, 1986) 갱신 형태 역시 교란 후 집중적으로 이루어지지 않고 지속적인 형태를 취하므로 교란이 발생하지 않는다면 피나무의 우점치는 증가할 것으로 보인다.

전나무-신갈나무가 우점종인 군집 II은 전나무가 전 직경급에서 균등하게 분포하였다. 특히 치수가 390주로 전형적인 역 J형의 안정된 군집구조를 나타내고 있다. 신갈나무 역시 교목 및 아교목층에서는 고른 직경급 분포를 보이고 있으나, 치수발생이 매우 적어 신갈나무로의 안정적인 군집구조를 유지하지는 못할 것으로 보인다. 특히 신갈나무는 부정기적인 갱신형태를 취하

고 있고, 산불 등의 대규모 교란 후에 발생하며, 교란에서 생존한 고립된 지역의 대경목에 의해서 전직경급에서 고루 분포하는 양상을 보이고 있다. 피나무 역시 전나무와 유사한 구조를 갖고 있었다.

군집 III은 피나무군집으로 피나무가 치수(430주)와 57cm(11주) 이상에서 주로 분포하였다. 피나무는 교란에 강한 수종인데, 교란 후 무성생식의 형태 즉, 뿌리에서 줄기가 움이 터 번식을 할 수도 있으므로 이러한 갱신의 결과로 직경급 분포에서 양극화 현상이 일어난 것으로 판단된다. 그러나 오랫동안 교란기간을 거쳐 안정된 군집으로 발전된 경우는 피나무의 강한 내음성의 결과로 안정된 직경급 구조를 형성하게 될 것이다.

군집 IV은 신갈나무-피나무군집으로 전나무, 잣나무 역시 높은 우점치를 보이고 있다. 신갈나무는 흉고 52cm 이상이 17주로 전형적인 신갈나무 노령임분으로서 피나무와 잣나무의 치수가 각각 100주, 90주가 분포하고 있는데, 신갈나무의 노령화로 수고생장 및 수관 발달의 정지로 인해 다층구조를 형성하고 있다. 군집 V 역시 군집 IV와 유사한 구조를 갖고 있으나, 군집 V은 분비나무가 치수부터 흉고직경 37cm까지 분포하고 있었다. 연구대상지에서의 분비나무와 전나무는 해발고에 따라 분포양상이 달랐는데, 해발 1,200m를 경계로 높은 해발고에서는 분비나무, 낮은 해발고에서는 전나무가 분포하였다.

신갈나무가 역시 우점종인 군집 VI은 다른 군집과는

달리 치수도 100주가 분포하였으며, 전 직경급에서 고 큰 분포를 보였다. 잣나무 역시 치수(180주)에서부터 중경목(37cm)까지 안정된 직경급분포 형태를 보였다. 이들 두 수종은 전형적인 온대 북부 수종으로 이곳 연구대상지에서부터 백두산 및 우수리지방에 이르는 대표적인 우점종이다(Yang and Wu, 1986; Barnes, 1992). 군집 VII은 연구대상지 중 가장 높은 곳에 분포하고 있었으며, 분비나무 역시 잣나무와 유사한 구조를 갖고 있으나 개체수가 적었다. 군집 VI은 지형적으로 높은 해발고와 남사면의 건조함이 그 특징으로 신갈나무의 분포 특성과 잘 일치하고 있다(서민환 1993).

고 찰

오대산 상원사-비로봉지역의 주요 군집형태는 6개로 TWINSPAN에 의해 분류되었는데, 전나무-까치박달 군집, 전나무-신갈나무군집, 피나무군집, 신갈나무-피나무군집, 신갈나무군집, 신갈나무-잣나무군집이었다. 전체적으로 이곳의 식생은 신갈나무-전나무군집으로 분류될 수 있는데, 피나무가 우점종인 조사구는 5개이어서 다른 지역에서 흔히 볼 수 없는 현상이었다. 그리고 일부지역에서는 잣나무가 우점종을 이루고 있었다.

수평적 산림대로 볼 때 온대중부 및 온대북부에 속하는 이곳 연구대상지를 약 30km 떨어진 인근지역 가리왕산과 비교해 볼 때, 침엽수의 비중이 높은 편이다(산림청, 1992). 동일한 기후대에서 분포식생의 차이는 임분의 역사와 아울러 환경요인과 관계되는 지형적인 차이로 인한 갱신양상의 변화로 인한 것이다(Brokaw, 1985; Runkle, 1985). 이 중 교란은 임분구조에 매우 중요한 영향을 미치는 것으로 특히 온대 활엽수지대에서는 산불이 중요한 요인중 하나로 들 수 있다(조재창, 1994). 본 조사대상지에서의 산불 흔적인 수간의 상흔 및 토양 중 숯 등이 거의 대부분의 조사구에서 관찰되었다.

전통적인 생태적 극상 및 천이개념에 대한 이견이 오늘날 많이 제기되고 있는 바(McIntosh, 1981), 이러한 해결책으로 임분구조를 다양한 견해로 해석하고 있다. 산림경관은 임분의 교란에 대한 반응의 결과로 해석하는 조각 동태(patch dynamics)로 해석하는 것이 지배적인데(Borman과 Likens, 1979; Heinselman, 1981), 본 연구대상지의 산림경관의 다양함은 교란체계에 의한 것으로 해석될 수 있다.

전나무가 다른지역에 비해 본 연구대상지에서 많이 분포하고 있었는데, 전석지(debris)가 발달된 연구대상지의 지형적인 특징이 전나무림 발달에 영향을 미치는 것으로 판단되었다. 전나무의 치수는 강한 내음성을 갖고 있으나, 장기간 초본류와의 경쟁에서는 생존률이 떨

어지는데, 본 지역에서 조사해본 결과, 실생치수(seedling)의 나이가 10년 내외, 2m 내외의 치수(sapling)의 경우 나이가 30~40년 정도이었다. 따라서 갱신초기에 필요한 생육공간의 확보가 용이한 계곡부 전석지나 능선부중 바위가 많은 지역에 다른 식물개체수가 적은 곳에서 전나무가 주로 분포하고 있었다.

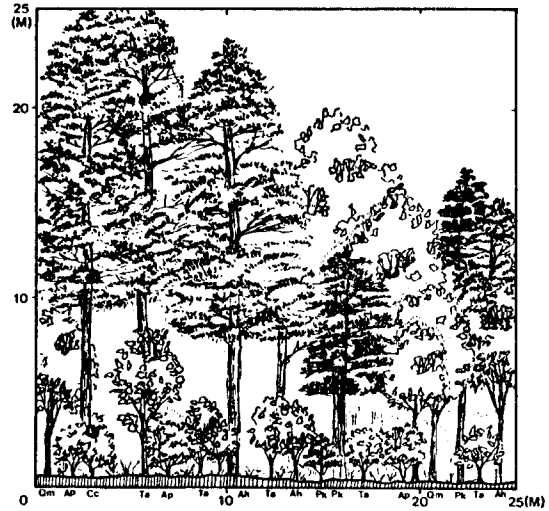
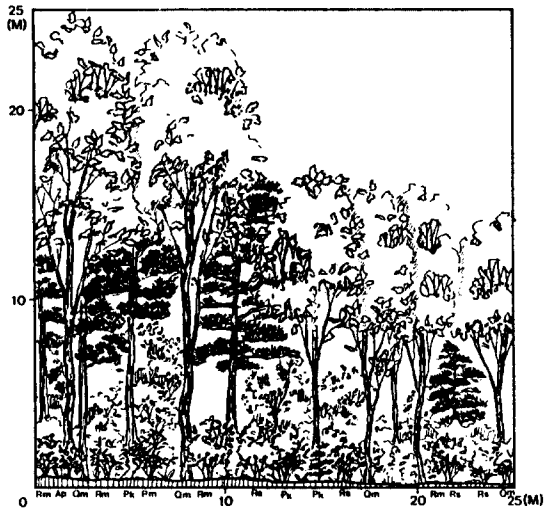
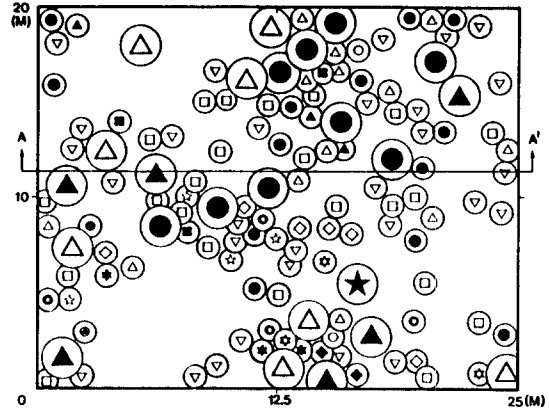
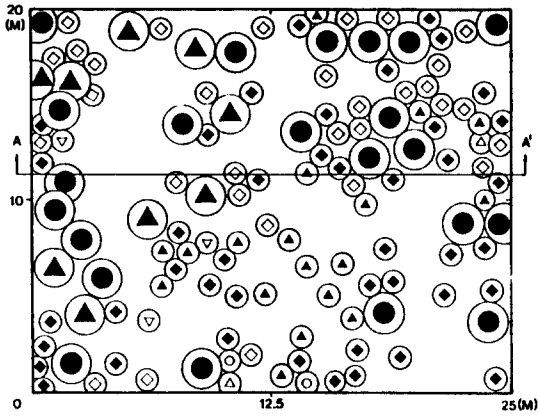
신갈나무 분포 역시 전나무와 유사한 형태를 띠고 있으나, 계곡부에서는 거의 출현하지 않았다. 이것은 신갈나무의 내음성이 이곳 주요 상층수종인 들메나무, 잣나무, 전나무, 피나무와 비교해 가장 낮기 때문이었다(Yang and Wu, 1986). 신갈나무는 대체로 두꺼운 수피를 갖고 있는데, 수피의 두께와 산불 내성과는 매우 밀접한 관계가 있다(Hare, 1965; Harmon, 1984; Bergeron, 1987). 특히 Harmon(1984)의 연구에 의하면 수피의 두께와 생존과는 밀접한 관계가 있으며, 적어도 10년 내외 주기의 지표화에 대하여 참나무류의 내성이 크다고 보고하였다. 신갈나무 대경목이 연구대상지에서 전나무와 더불어 가장 많이 분포하고 있었는데, 신갈나무는 산불에 대한 강한 내성을 지니고 있으며 잣은 교란으로 인해 내음성이 강한 극상수종이 도태되었기 때문에 판단된다. 또한 신갈나무가 주로 분포하는 남사면에는 연료가 되는 유기물의 분해가 빠르기 때문에 강도 높은 산불 발생의 기회 역시 적기 때문이기도 하다.

Figure 5는 대표적인 신갈나무-잣나무 및 잣나무-신갈나무 임분의 수관투영도를 그린 것이다. 이 곳 임분은 전형적인 노령임분으로 분류될 수 있다. 노령임분은 임분발달 단계로 볼 때, 최종 단계이지만 천이계열상의 극상 단계와는 분명 구분되어야 할 것이다. 따라서 노령임분을 임분발달 단계 중 가장 굵은 직경급의 나무들이 분포하고 있기 때문에 극상림으로 부르는 오류는 없어야 할 것이다. 다층구조는 노령임분의 특징 중 하나로서(Kaufman 등, 1992), 본 조사대상지에서도 다층의 구조를 갖고 있었으며(Figure 5), 특히 교목층 수종인 전나무, 잣나무, 피나무 등이 관목층에서도 많은 치수의 발생을 보였다. 이 곳 연구대상지와 식생구조가 유사한 백두산 보호구의 노령임분에 대한 연구에서도 유사한 결과를 보였다(Yang and Wu, 1986; Barnes, 1992).

Barnes 등(1992)의 연구에 의하면 백두산 보호구의 노령임분은 크게 2개로 구분할 수 있었는데, 첫째 피나무, 잣나무, 신갈나무, 들메나무군집이었으며, 둘째 잣나무, 신갈나무군집이었다. 전자와 후자의 차이는 환경요인 및 교란체계의 차이에 의한 것이었다(Barnes 등, 1992). 환경사지인 백두산 보호구와 비교하여 본 연구대상지는 지형구배의 변화가 심한 편이었다. 이 등(1994)은 지형에 따라 크게 계곡형 군집, 사면형 군집, 능선형 군집으로 나누었는데, 본 연구에서도 6개의 군

Quercus mongolica-*Pinus koraiensis*

Pinus koraiensis-*Quercus mongolica*



- *Quercus mongolica*(Qm)
- ★ *Juglans mandshurica*(Jm) ☆ *Acer mono*(Am)
- *Quercus mongolica*(Qm) ▲ *Pinus koraiensis*(Pk)
- ⊗ *Weigela florida*(Wf) ★ *Pinus maximowiczii*(Pm)
- ▲ *Pinus koraiensis*(Pk)
- ◎ *Coylus sieboldiana*(Cs) ◎ *Styrax obassia*(So)
- ▲ *Magnolia sieboldii*(Ms) ■ *Carpinus cordata*(Cc)
- ◆ *Rhododendron mucronulatum*(Rm) ⊗ *R. schlippenbachii*(Rs)
- *Tilla amurensis*(Ta) △ *Abies holophylla*(Ah)
- ▽ *Acer pseudo-sieboldianum*(Ap) ○ *Sorbus alnifolia*(Sa)

- *Quercus mongolica*(Qm)
- ★ *Juglans mandshurica*(Jm) ☆ *Acer mono*(Am)
- *Quercus mongolica*(Qm) ▲ *Pinus koraiensis*(Pk)
- ⊗ *Weigela florida*(Wf) ★ *Prunus maximowiczii*(Pm)
- ▲ *Pinus koraiensis*(Pk)
- ◎ *Coylus sieboldiana*(Cs) ◎ *Styrax obassia*(So)
- ▲ *Magnolia sieboldii*(Ms) ■ *Carpinus cordate*(Cc)
- ◆ *Rhododendron mucronulatum*(Rm) ⊗ *R. schlippenbachii*(Rs)
- △ *Abies holophylla*(Ah)
- *Tilla amurensis*(Ta) △ *Abies holophylla*(Ah)
- ▽ *Acer pseudo-sieboldianum*(Ap) ○ *Sorbus alnifolia*(Sa)

Figure 5. Two profile diagrams of representative sites for *Quercus mongolica*-*Pinus koraiensis* and *P. koraiensis*-*Q. mongolica* in Odaesan National Park. These sites are number of 30 and 37 shown in Table 1

집형 역시 토양수분, 토양산도 등의 토양환경 구배와 더불어 지형적 특징에 의해 설명될 수 있었다.

노령임분의 특징 중 하나는 직경생장의 감소를 들 수 있다. Figure 6은 주요 수종인 신갈나무, 전나무, 잣나무의 연륜생장을 나타낸 것으로 이들 수종 모두 연륜생장 감소를 확인할 수 있었다. 노령임분에서 우세목간의 경쟁은 미미하며, 이들의 수명은 입지 및 환경에 영향을 받게 된다(Moir, 1992). 얼마 정도 나이가 노령임분으로 분류될 수 있는가는 실제의 나이보다는 임분 동태 및 천이상태에 따라 차이가 있으나 대략 200년~300년 정도로 보고 있다. 미국 남서부의 전나무(*Abies lasiocarpa*)는 약 200년 정도이면 노령임분으로 분류되고 있다(Moir, 1992). 전나무는 주로 활엽수와 혼효된 상태에 있어 이들과 경쟁에서 이겨 우세목으로 성장하는데 오랜시간이 걸리기 때문에 노령임분에 도달하는데 이보다 오랜기간이 소요될 것으로 보인다(산림청, 1993). 그러나 임분 내의 전나무는 오랫동안 전생치수(advance regeneration) 상태로 있으며 이때 피압 상태의 햇수를 실제의 나이에서 제외하게 되면(Morris, 1948) 약 200년 정도이면 노령임분으로 변할 것으로 판단된다. 신갈나무의 경우 입지마다 많은 차이가 있으

나 능선부에서 노령임분의 나이는 약 300년 정도이었다(서민환, 1993). 소나무의 경우 200년~500년 정도의 노령임분이 존재하나 노령임분으로 발전하는데 평균 200년 정도이었다(조재창, 1994).

군집은 매우 복잡한 유기체로 외부 혹은 내부의 자극에 대하여 반응을 하게된다. 현재 존재하는 군집은 이러한 자극의 결과로 형성된 것으로 볼 수 있다. 따라서 지속적으로 임분의 형성 요인, 발달상황 및 교란체계에 대하여 계속적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

인 용 문 헌

건설부(1987) 오대산 국립공원. 건설부. 7-10쪽.
 농업기술연구소(1988) 토양화학분석법. - 토양식물체 토양미생물-. 농촌진흥청. 450쪽.
 산림청(1992) 국유림 경영 현대화 산학협동 실연 연구(Ⅲ).
 산림청(1993) 국유림 경영 현대화 산학협동 실연 연구(Ⅳ).
 서민환(1993) 신갈나무의 임분구조 및 갱신양상. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
 이경재, 조재창, 우중서(1989) Ordination 및 Classification방법에 의한 가야산 지구의 식물군집 구조분석. *응생연* 3: 28-41.
 이경재, 조재창, 이봉수, 이도석(1990) 광릉삼림의 군집구조(I) - Classification 및 Ordination방법에 의한 소리봉지역의 식생분석-. *한림지* 79: 173-186.
 이경재, 최송현, 조현서, 이윤원(1994) 덕유산 국립공원의 삼림군집구조분석-백련사- 금포탄 지역을 중심으로 -. *응생연* 7: 135-154.
 이돈구, 서민환, 주광영, 조재창(1994) 해발고가 높은 지역에 자라는 활엽수종의 임분구조 및 천연 갱신. *서울대학교 연습림보고* 30: 52-72.
 조재창(1994) 울진군 소광리지역 소나무의 임분구조 및 성장양상과 산불과의 관계. *서울대학교 대학원 박사학위논문*.
 Barnes, B.V., Xu, Z., and 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: 144-160pp.
 Bereron, Y.(1987) Age structure of redpine (*Pinus resinosa* ait.) at its northern limit in Quebec. *Can. J. For. Res.* 17: 129-137pp.
 Borman, F.H. and Likens, G.E.(1979) Pattern

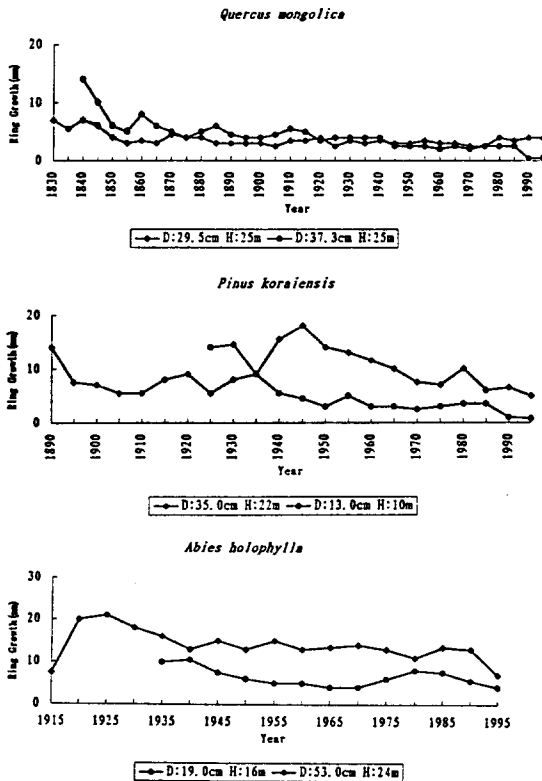


Figure 6. Annual radial growth for major canopy species in Odaesan National Park

- and Process in a forested Ecosystem. Springer-Verlag, Berlin and New York.
- Brokaw, N.V.L.(1985) Treefalls, Regrowth, and community structure in tropical forests. In: The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics. Eds. S.T.A. Pickett and P.S. White Academic Press.
- Cox, C.W.(1985) Laboratory manual of general ecology. Wm. C. Brown Company Publishers. Debuque, Iowa.
- Hare, R.C.(1965) Contribution of bark to fire resistance of southern trees. J. For. 63: 248-251pp.
- Harmon, M.E.(1984) Survival of trees after low-intensity surface fires in Great Smoky Mountains National Park. Ecology 65: 796-802pp.
- Heiselman, M.L.(1981) Fire and succession in the conifer forests of northern North America. In Forest Succession: Concepts and Application "Eds D.C. West, H.H. Shugart, and D.B. Botkin. pp. 374-405. Springer-Verlag, Berlin and New York.
- Hill, M.O.(1979a) DECORANA- a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Ecology Systematics, Cornell University, Ithaca, N.Y., 52pp.
- Hill, M.O.(1979b) TWINSPLAN - 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.
- Kaufmann, M.R., W.H. Moir and W.W. Covington.(1992) Old-growth forests: What Do We Know About Their Ecology and Management in the Southwest and Rocky Mountain Regions. In: Proceedings Old-Growth Forests in the Southwest and Rocky Mountain Regions Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station.
- Krebs, C.J.(1985) Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance. Third Edition. Harper International Edition. 513-562pp.
- Moir, W.H.(1992) Ecological concepts in old-growth forest definition. In: Proceedings Old-Growth Forests in the Southwest and Rocky Mountain Regions Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station.
- Morris, R.F.(1948) Age of balsam fir, Department of Agriculture of Canada Forest Insect Investigation bi-ontly progress report 4. (abstracted in Forestry Abstracts 10: 136-137).
- Oliver, C.D. and B.C. Larson.(1990) Forest stand dynamics. McGraw-hill.
- Runkle, J.R.(1985) Disturbance Regimes in Temperate Forests. In: The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Eds. S.T.A. Pickett and P.S. White Academic Press.
- Schowalter, T.D.(1985) Adaptations of insects ot disturbance. In: The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics. S.T.A. Pickett and P.S. White Eds. Academic Press, Inc.
- Yang Hanxi and Wu Yegang.(1986) Tree composition, age structure and regeneration strategy of the mixed broadleaved/*Pinus koraiensis*(Korean pine) forest in Changbai Mountain Reserve. In: The Temperate Forest Ecosystem. Edited by Yang, Wang, Jeffers and Ward 12-20(ITE symposium no. 20) Antu, Jilin Province.