

백두대간 피재-도래기재구간의 능선부 식생구조¹

오구균² · 박석곤³

Vegetation Structure of Mountain Ridge from Pijae to Doraegijae in the Baekdudaegan, Korea¹

Koo-Kyoon Oh², Seok-Gon Park³

요 약

백두대간상의 피재-도래기재구간 능선부에서 43개소 조사지(면적 500m²)를 설정하여 식생구조를 파악하였다. TWINSpan 분석에 의하여 조사지의 식물군집을 분류한 결과, 아고산대 혼효림, 신갈나무-당단풍군집, 신갈나무-소나무군집, 신갈나무군집, 일본잎갈나무림으로 분리되었다. 백두대간 피재-도래기재구간의 능선부는 대부분 신갈나무가 우점하고 있었으며, 국지적으로 분비나무, 주목 등의 한대 기후대 침엽수와 낙엽수종들이 혼효하고 있었다. 조사지의 산림군집의 종다양성지수(면적 1,000m²)는 2.0149~3.0139로서 백두대간에 위치한 국립공원들의 능선부 식생구조와 유사하였다.

주요어 : 신갈나무, 일본잎갈나무, 아고산대

ABSTRACT

To investigate the vegetation structure of mountain ridge from Pijae to Doraegijae in Baekdudaegan, forty-three sites(size 500m²) were set up and surveyed. By using TWINSpan classification, the plant community was divided into five groups, those are mixed forest on sub-alpine zone, *Quercus mongolica* - *Acer pseudo-sieboldianum* community, *Q. mongolica*-*Pinus densiflora* community, *Q. mongolica* community, and *Larix leptolepis* forest. *Quercus mongolica* was found as a major woody plant species in the ridge area. And partly the subalpine zone in low elevation was occupied by deciduous tree species and mixed a few conifer such as *Abies nephrolepis* and *Taxus cuspidata* etc.. Species diversity index(area 1,000m²) in the showed calculated 2.0149~3.0139 and it was similar to those of the ridge area of the national parks in Baekdudaegan.

KEY WORDS: *Quercus mongolica*, *Larix leptolepis*, SUBALPINE ZONE

1 접수 12월 15일 Received on Dec. 15, 2001

2 호남대학교 환경디자인공학부 School of Environmental Design Engineering, Honam Univ., Gwangju, 506-714, Korea(landeco@mail.honam.ac.kr)

3 호남대학교 대학원 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Graduate School, Honam Univ., Gwangju, 506-714, Korea(landeco@mail.honam.ac.kr)

서론

우리나라 산줄기의 근간을 이루고 있는 백두대간은 지리산국립공원의 천왕봉에서 시작하여 덕유산, 속리산, 월악산, 소백산, 오대산, 설악산의 7개 국립공원을 거쳐 백두산까지 이어지고 있다. 남북방향으로 길게 걸쳐 있는 백두대간은 행정구역상 6개도, 32개 시·군을 통과하고 있으며, 도상길이는 672km, 실제거리는 1,240km로 알려져 있다.

백두대간은 생물종의 이동통로 및 우리나라 국토의 자연환경보전상 핵심축으로서 중요성이 강조되고 있지만, 실제로 백두대간의 자연생태계 연구는 체계적으로 수행되지 못하였으며, 백두대간상 국립공원과 주요 산의 식물구성이나 식생에 대한 조사가 국지적으로 보고된 바 있다(산림청과 녹색연합, 1999; 정연숙, 1998).

근래에 백두대간에 대한 중요성이 인식되면서, 백두대간의 개념 정립과 실태조사 연구를 시작으로(산림청과 대한지리학회, 1997), 백두대간의 산림실태(산림청과 녹색연합, 1999) 및 관리범위 설정 연구(국토연구원, 2000), 백두대간 자연생태계 보전 및 훼손지 복원방안(산림청, 2001) 등의 조사연구가 수행되어져 왔다. 백두대간 마루금의 식생은 대부분 신갈나무가 우점하고 있으며, 국지적으로 소나무군집이 분포하고 있다(정연숙, 1998; 녹색연합, 1998). 백두대간상 국립공원 능선부의 주요 식물군집으로 신갈나무군집, 소나무군집, 신갈나무-소나무군집, 신갈나무-당단풍군집, 구상나무군집 등이 보고된 바 있다(박인협 등, 1989; 1993; 김갑태 등, 1996a; 1997; 1998; 2000).

본 연구의 대상지인 피재-도래기재구간은 해발 920m인 피재에서 매봉산(해발 1,303m), 금대봉(해발 1,418m), 싸리재(해발 1,208m), 함백산(해발 1,573m), 태백산(해발 1,561m), 구룡산(해발 1,346m), 도래기재(해발 780m)까지 마루금을 따라 이어지고 있으며, 연장길이는 약 76km이다. 강수량은 1,300mm/년 내외이고, 연평균기온은 4~8℃이며 온량지수가 43~70℃/month(기상청, 2001)로 냉온대 낙엽활엽수림 기후대 특성을 나타내며, 국지적으로 아한대 내지 아고산대 기후특성을 나타내는 곳도 있다.

본 연구는 백두대간 피재-도래기재구간 마루금의 식생구조 및 특성을 밝히는데 그 목적이 있다.

대상지 설정 및 연구방법

1. 조사범위 및 시기

백두대간 마루금 중 피재-도래기재구간을 대상으로 예비조사는 2001년 2월에, 본 조사는 7월에 식생 조사를 실시하였다. 피재를 시작으로, 매봉산, 금대봉, 싸리재, 함백산, 태백산, 구룡산, 도래기재까지 총 43개소의 조사지를 그림 1과 같이 설정하였다.

2. 조사 및 연구방법

(1) 식생 및 환경요인 조사

백두대간 피재-도래기재구간의 대표적인 식생 및 입지환경의 변화가 있는 지역에서 조사지를 설정하고, 조사지마다 10m×10m 크기의 방형구 5개소씩 설치하고 주요 환경인자, 토양특성 및 식생을 조사하였다. 교목층, 아교목층, 관목층으로 나누어 수관층 위별로 식생을 조사하였으며, 상층수관을 이루는 수목을 교목층으로, 흉고직경 2cm이하의 수목을 관목층으로, 기타 수목을 아교목층으로 구분하였다. 단, 아고산대의 능선부 식생 중 교목층과 아교목층의 구분이 어려운 경우, 교목층과 관목층으로만 수관층위를 구분하였다. 교목층과 아교목층에서의 수목은 10m×10m크기 방형구에서 수목의 흉고직경을, 관목층에서는 각 방형구에 5m×5m크기로 중첩해서 설치한 소형방형구 1개소에서 수목의 수관폭(장변×

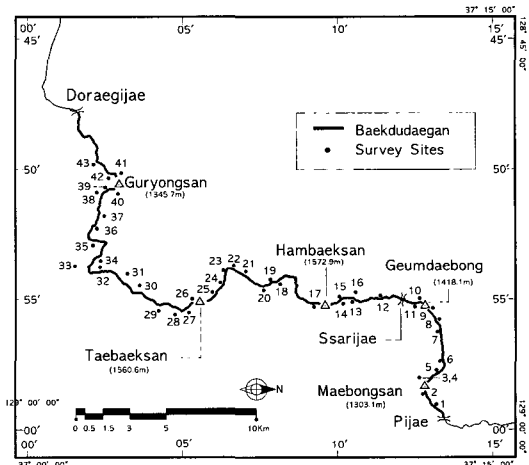


Figure 1. The location map of the survey sites in Baekdudaegan

단변)을 조사하였다.

각 조사지의 일반적 개황으로는 지형적 위치, 고도, 경사도, 울폐도, 수고, 수간지의피복율(樹幹地衣被覆率), 낙엽퇴, 토심(A층) 등을 조사하였다. 방형구(10m×10m)안에 출현하는 참나무류 중 대표목 10주이상을 임의 선정하여, 가슴높이 지점에서 지의류 출현이 가장 많은 수간에 크기 10cm×15cm의 투명 점격자판(dot-grid)을 대고 수간지의피복율을 조사하였다. 지피층을 걷어내고 간이산도측정기로 토양산도를 측정하였으며, 식생조사자료를 활용하여 6cm이상 수목의 흉고직경으로 흉고단면적(Basal area)을 산출하였다.

(2) 식물군집구조 분석

식생조사 자료를 토대로 각 수종의 상대적 우세를 비교하기 위하여 Curtis and McIntosh(1951)의 중요치(Importance Value; I.V.)를 통합하여 백분율로 나타난 상대우점치(Brower and Zar, 1997)를 수관층위별 분석하였다. 상대우점치(Importance Percentage; I.P.)는 (상대밀도+상대피도)/2로 계산하였으며, 개체들의 크기를 고려하여 수관층위별로 가중치를 부여한 (교목층I.P.×3+아교목층I.P.×2+관목층I.P.×1)/6으로 평균상대우점치(Mean Importance Percentage; M.I.P.)를 구하였다. 단, 아고산지대의 교목층과 관목층만으로 이루어진

식물군집은 (교목층I.P.×3+관목층I.P.×1)/4로 평균상대우점치를 구하였다.

상대우점치 분석 자료를 토대로 TWINSpan에 의한 classification분석(Hill, 1979b)과 DCA ordination(Hill, 1979a)분석을 실시하였다. 구분된 식물군집 중 대표적인 조사지 2개소(단위면적 1,000m²)의 식생자료를 토대로 종다양도와 유사도를 비교, 분석하였다. 자연로그를 사용하여 Shannon의 종다양도(Pielou, 1977) 및 균재도(J')를 계산하였으며, Whittaker(1956)의 수식을 이용하여 유사도 지수(Similarity Index)를 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 조사지 개황

TWINSpan 분석에 의하여 분리된 5개 식물군집별, 조사지별 식생 및 환경현황은 Table 1과 같다.

조사지 14, 25, 26, 27은 해발고 1,360~1,530m의 산정상 주변에 입지하고 있는 지역으로 신갈나무, 부개꽃나무, 철쭉꽃, 분비나무 등이 우점하는 아고산대 혼효림이며, 교목층의 수고는 4~10m, 흉고직경은 6~50cm, 교목층 울폐도는 약 50%로 나타났다. 조사지 8, 9, 13, 15, 16은 해발고 1,300~1,450m

Table 1. General description of the physical features and vegetation of the surveyed sites

Community	I				II				III			IV		
	14	25	26	27	8	9	13	15	16	33	35	43	1	2
Site No.	14	25	26	27	8	9	13	15	16	33	35	43	1	2
Altitude(m)	1460	1360	1520	1530	1300	1390	1390	1450	1399	1130	1210	990	1130	1280
Slope(°)	18	15	16	16	12	15	10	20	23	34	40	30	8	11
Height of canopy layer(m)	6	10	4	6	10	6	7	7	9	18	18	13	8	8
DBH of canopy tree(cm)	10-34	10-50	8-40	6-22	6-58	4-30	14-40	5-72	12-62	6-52	12-53	3-70	6-23	7-24
Cover of canopy layer(%)	50	51	54	50	69	76	28	20	24	58	60	76	38	43
Height of sub-canopy layer(m)	-	4	3	-	-	-	-	-	6	14	10	9	6	6
Cover of sub-canopy layer(%)	30	38	38	-	13	8	50	-	27	58	50	30	38	5
No. of woody plant species	29	28	21	18	19	18	21	20	27	14	16	25	10	8
No. of woody plants	191	338	266	375	195	227	213	442	490	307	868	1149	697	904
Lichen coverage on trunk(%)	34	-	6	-	35	37	37	42	36	6	20	15	30	25
Litter depth(cm)	2.6	7.0	4.4	5.2	5.0	5.8	3.4	2.2	3	7.0	7.2	5.0	3.8	5.2
Soil depth(cm)	13	20.0	11.0	13.0	13.0	15.0	15.4	Rock	Rock	4.2	11.4	25.0	14.4	13.6
Soil pH	6.1	6.5	6.5	6.3	6.1	6.1	5.9	5.7	5.7	6.6	6.7	-	6.4	6.5
Basal area(m ² /ha)	24.74	42.30	24.53	12.52	33.36	29.99	31.46	41.38	42.32	45.91	36.80	70.84	24.78	31.10

Table 1. (Continued)

Site No.	Community		IV											
	3	4	5	6	10	11	12	17	18	19	20	22	23	24
Altitude(m)	1270	1260	1150	1150	1140	1300	1400	1240	1220	1200	1410	1110	1170	1180
Slope(°)	14	14	5	10	10	10	10	14	24	23	15	10	14	12
Height of canopy layer(m)	10	11	13	13	6	6	4	12	12	13	6	12	15	12
DBH of canopy tree(cm)	10-36	12-73	11-62	5-72	4-24	4-24	6-20	4-25	4-36	9-30	8-40	6-52	8-22	10-36
Cover of canopy layer(%)	30	37	40	30	74	75	78	42	36	32	56	51	74	61
Height of sub-canopy layer(m)	7	7	6	7	-	-	-	6	7	8	3	7	4	5
Cover of sub-canopy layer(%)	37	28	20	25	9	5	-	13	22	18	42	37	36	31
No. of woody plant species	21	20	16	20	18	19	10	19	17	21	16	21	25	39
No. of woody plants	305	419	467	545	335	223	223	1467	663	912	985	276	291	253
Lichen coverage on trunk(%)	14	21	21	14	30	35	36	-	-	-	-	29	26	28
Litter depth(cm)	3.6	2.2	2.2	3.8	5.0	4.6	2.0	4.8	3.8	4.2	4.8	8.0	8.6	9.0
Soil depth(cm)	9.8	16.2	13.8	15.0	15.0	12.5	6.6	16.4	7.8	5.2	5.6	21.0	19.0	21.0
Soil pH	6.6	6.6	6.4	6.3	6.1	6.4	6.2	6.8	6.8	6.7	6.7	6.4	6.4	6.4
Basal area(m ² /ha)	33.67	55.37	34.78	33.75	17.49	13.62	12.47	26.55	26.89	25.96	19.12	26.32	26.29	51.02

Table 1. (Continued)

Site No.	Community		IV												V	
	28	29	30	31	32	34	36	37	38	39	40	41	42	7	21	
Altitude(m)	1488	1410	1360	1150	1110	1200	1100	1300	1270	1250	1070	1300	1280	1250	1000	
Slope(°)	25	24	17	31	29	31	33	22	22	28	24	22	30	28	19	
Height of canopy layer(m)	7	14	15	16	19	18	12	12	6	13	15	13	13	20	20	
DBH of canopy tree(cm)	9-17	5-22	13-46	8-35	8-23	12-30	12-33	8-45	4-33	5-58	7-46	10-42	10-43	36	8-30	
Cover of canopy layer(%)	60	76	79	78	76	30	80	85	95	90	90	90	80	90	79	
Height of sub-canopy layer(m)	4	9	6	12	9	11	7	6	-	6	9	7	7	-	5	
Cover of sub-canopy layer(%)	48	40	26	32	58	50	30	30	-	40	60	60	50	-	34	
No. of woody plant species	13	24	11	20	27	24	19	11	10	9	19	20	13	10	32	
No. of woody plants	211	1178	227	210	513	532	395	761	614	860	600	866	722	109	316	
Lichen coverage on trunk(%)	30	31	20	8	-	12	20	21	8	16	16	16	23	-	-	
Litter depth(cm)	3.9	4.8	5.4	4.8	6.2	5.8	5.0	2.0	2.0	4.0	10	5.0	5.0	5.0	10.0	
Soil depth(cm)	4.4	3.8	8.0	5.6	5.4	7.4	5.4	5.0	12.0	20.0	30.0	20.0	15.0	15.0	22.0	
Soil pH	6.4	6.2	6.4	6.6	6.9	6.8	-	-	-	-	-	-	-	6.2	6.6	
Basal area(m ² /ha)	22.78	27.68	29.50	21.55	19.38	28.32	22.94	29.09	28.69	25.79	27.08	32.78	33.36	33.75	28.98	

의 능선부 및 산복부에 입지하는 지역으로 신갈나무, 당단풍 등이 우점하며, 교목층의 수고는 6~10m, 흉고직경은 4~72cm, 교목층 울폐도는 20~80%이었다. 조사지 33, 35, 43은 해발고 990~1,210m로 비교적 낮은 능선부 암석지에 입지하고 있는 지역으로 신갈나무, 소나무 등이 우점하며, 교목층의 수고는 13~18m, 흉고직경은 3~70cm, 교목층 울폐도는 60~80%이었다. 1, 2, 3, 4 등의 총 29개의 조사지는 해발고 1,070~1,490m의 능선부에 위치한 지역으로 신갈나무가 우점하며, 교목층의 수고는 4~19m, 흉고직경은 4~73cm, 교목층 울폐도는 30~95%이었다. 조사지 7, 21은 해발고 1,000~1,250m의 능선부와 산복부에 위치한 지역으로 일본잎갈나무가 우점하며, 교목층의 수고는 16~24m, 흉고직경은 8~36m, 교목층 울폐도는 80~90%이었다.

비교적 해발고가 높은 지역에 위치한 아고산대 혼효림인 조사지(14, 25, 26, 27)와 일본잎갈나무가 우점하는 조사지(17, 21)에서 참나무류의 수간지의 피복율이 매우 낮거나 나타나지 않았으며, 신갈나무와 소나무가 혼효하고 있는 조사지(33, 35, 43)에서 6~15%로 비교적 낮게 나타났다. 한편, 신갈나무와 당단풍이 주로 분포하고 있는 조사지(33, 35, 43)에서 수간지의 피복율이 34~42%로 가장 높게 나타났다.

본 조사지의 토양산도(pH)는 5.7~10.0이었으며, 낙엽퇴의 깊이는 2.0~9.0cm, 토심(A층)은 3.8~30.0cm, 흉고 단면적(Basal area)은 12.47~70.84m²/ha으로 조사지간 심한 차이를 나타냈다.

2. 식물군집구조

(1) 식물군락의 분류

43개 조사지의 대한 TWINSpan 분석으로 분리된 결과는 Figure 2와 같다. 첫번째 단계에서는 귀룽나무의 출현유무에 따라 2개의 그룹으로 나뉘었으며, 제 1그룹은 두번째 단계에서 아고산대 혼효림(I)과 신갈나무-당단풍군집(II)으로 나뉘었다. 제 2그룹은 두번째 단계, 세번째 단계, 네번째 단계에서 신갈나무-소나무군집(III), 신갈나무군집(IV-1, 2, 3), 일본잎갈나무군집(V)으로 세분되어 총 5개의 군집유형으로 묶을 수 있었다. 신갈나무군집(IV-1, 2, 3)으로 묶인 조사지는 모두 신갈나무가 우점종이었고 신갈나무의 수종의 상대우점치의 근소한 차이에 따라 분리되어 같은 군집유형으로 묶였다.

43개 조사지의 DCA ordination 분석 내용을 도식화한 Figure 3에 의하면, 제 1, 2축에서 eigenvalue 값이 각각 46.55%, 25.47%로 집중율이 높게 나타났다. TWINSpan 분석에 의해 분리된 아고산대 혼효림(I), 신갈나무군집(IV), 일본잎갈나무군집(V)의 조사구들은 제 1축을 따라 크게 불연속적으로 분포하였다. 신갈나무-당단풍군집(II), 신갈나무-소나무군집(III), 신갈나무군집(IV)은 제 2축을 따라 연속적으로 배치되었다.

아고산대 혼효림, 신갈나무-당단풍군집, 신갈나무-소나무군집, 신갈나무군집 등의 식생유형은 백두대간 상에 있는 소백산국립공원의 달밭재-비로봉 능선부 지역(박인협 등, 1993) 및 치악산국립공원의 고지대 능선부 지역(박인협 등, 1988), 오대산국립공원의 두노봉-상황봉 지역(김갑태 등, 1996a), 설악산국립

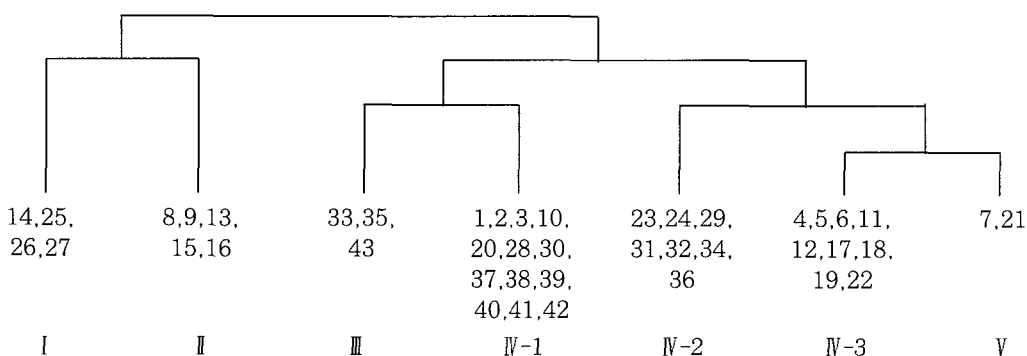


Figure 2. Dendrogram of forty-three sites by TWINSpan

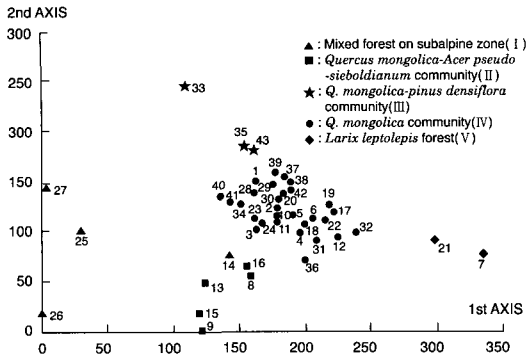


Figure 3. DCA ordination of forty-three sites

공원의 대청봉-소청봉 지역(김갑태 등, 1997)과 대청봉-한계령 지역(김갑태 등, 1998), 덕유산국립공원 향적봉지구의 아고산대(김갑태 등, 1999)에 분포하는 식물군집과 유사하였다.

(2) 상대우점치 분석

43개소의 조사지별 상대우점치 및 평균상대우점치 분석 결과는 Appendix 1과 같으며, TWINSpan 분석에 따라 5개로 분리된 식물군집에 대하여 수관층 위별로 상대우점치가 5%이상인 주요수종을 정리한 것이 Table 2이다.

1) 아고산대 혼효림

4개 조사지가 포함된 식물군집 I은 아고산대 혼효림이다. 신갈나무, 부계꽃나무, 철쭉꽃, 분비나무 등이 혼효하고 있는 태백산 정상부와 함백산 인근의 조사지로 아고산대 식생유형이었다(추갑철 등, 2000). 신갈나무와 부계꽃나무의 평균상대우점치가 14.26%, 11.86%로 비교적 높게 나타났고, 철쭉꽃(9.41%), 분비나무(8.93%) 등의 순으로 높게 나타났다.

층위별로 살펴보면, 교목층에서 신갈나무의 상대우점치는 23.36%로 가장 높았으며, 분비나무(13.11%), 사스래나무(9.80%), 부계꽃나무(9.42%), 주목(6.47%) 등의 순으로 높게 나타났다. 아교목층에서도 당단풍(17.95%)의 상대우점치가 가장 높았으며, 당단풍(17.95%), 철쭉꽃(15.66%), 부계꽃나무(13.84%) 등의 순으로 높게 나타났다. 관목층에서는 철쭉꽃(15.55%), 부계꽃나무(15.24%), 미역줄나무(14.09%) 등의 순으로 상대우점치가 높게 나타났다. 아고산대 혼효림은 분

비나무, 주목 등의 상록침엽수와 낙엽활엽수간 경쟁 관계, 교목류와 관목류간 경쟁관계에 따른 식생구조 변화에 대한 지속적인 모니터링이 필요할 것이다.

2) 신갈나무-당단풍군집

5개의 조사지가 포함된 식물군집 II는 신갈나무-당단풍군집이다. 금대봉에서 매봉산구간과 함백산에서 싸리재구간의 능선부와 산복부에 위치한 조사지로 신갈나무와 당단풍이 우세하게 나타나, 냉온대 지역에 넓게 분포하는 대표적인 능선부 식생유형을 나타내고 있었다(김정연 등, 1988; 추갑철, 2000). 교목층에서 신갈나무의 상대우점치가 54.58%로 가장 높았으며, 아교목층에서 당단풍의 상대우점치가 29.04%로 가장 높았으며, 관목층에서 미역줄나무(30.51%), 시달나무(11.98%)의 순으로 상대우점치가 높게 나타났다. 신갈나무-당단풍군집은 능선부의 바람이 적고 토양수분이 많은 분지형의 지형에 음수인 당단풍, 부계꽃나무, 시달나무 등의 낙엽활엽수가 신갈나무와 함께 생육하는 것으로 판단된다.

3) 신갈나무-소나무군집

3개의 조사지가 포함된 식물군집 III은 신갈나무-소나무군집이다. 저지대의 능선부 암석지에 위치한 조사지로 신갈나무, 소나무의 평균상대우점치가 각각 35.93%, 23.49%로 높게 나타난 전형적인 능선부 식생유형을 보이고 있었다(박인협 등, 1988; 1993). 교목층에서 신갈나무, 소나무의 상대우점치가 각각 48.86%, 46.74%로 높게 나타나 교목층을 우점하고 있으며, 아교목층에서 신갈나무와 철쭉꽃의 상대우점치가 각각 32.89%, 22.59%이었으며, 관목층에서 조릿대의 상대우점치가 26.44%로 높게 나타났다.

4) 신갈나무군집

29개 조사지를 포함하고 있는 식물군집 IV는 신갈나무군집이다. 조사구간인 피재-도래기재의 능선부 대부분 지역에 우점하는 신갈나무군집은 우리나라 냉온대 지역의 대표적인 토지극상 수종으로 능선형 식물군집(김갑태 등, 1997)으로 지리산국립공원(김준선 등, 1991), 소백산국립공원(김갑태 등, 1993), 오대산국립공원(김갑태 등, 1996b), 설악산국립공원(김갑태 등, 1997; 1998) 등에 나타났다. 교목층에서 신갈나무의 상대우점치는 80.81%로 가장 높았으며, 아교목층에서는 신갈나무(19.88%), 철쭉꽃(15.50%), 당단풍(15.02%)순으로 우점하

Table 2. Important percentage of the woody plants by the stratum in five plants community classified by TWINSpan

Species	C	U	S	M	Species	C	U	S	M
Plant community I					Plant community IV				
<i>Taxus cuspidata</i>	6.47	0.78	0.00	3.50	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	0.00	22.59	13.89	9.85
<i>Abies nephrolepis</i>	13.11	6.10	2.06	8.93	<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	0.00	2.85	10.15	2.64
<i>Betula ermani</i>	9.80	2.08	0.23	5.63	<i>Sasa borealis</i>	0.00	0.00	26.44	4.41
<i>Quercus mongolica</i>	23.36	7.35	0.77	4.26	Plant community V				
<i>Euonymus macroptera</i>	1.56	7.18	11.06	5.02	<i>Quercus mongolica</i>	80.81	19.88	1.33	47.25
<i>Tripterygium regelii</i>	0.00	0.00	14.09	2.35	<i>Tripterygium regelii</i>	0.00	0.27	24.34	4.15
<i>Acer ukurunduense</i>	9.42	13.84	15.24	11.86	<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	0.71	15.02	1.55	5.62
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	2.60	17.95	2.49	7.70	<i>Tilia amurensis</i>	3.71	7.12	0.60	4.33
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	3.20	15.66	15.55	9.41	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	0.00	15.50	3.78	5.80
<i>Weigela subsessilis</i>	0.00	0.71	5.41	1.14	<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	0.41	8.76	12.89	5.27
Plant community II					<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	4.68	6.27	0.82	4.57
<i>Corylus heterophylla</i> var. <i>thunbergii</i>	0.00	2.77	5.31	1.81	<i>Sasa borealis</i>	0.00	0.00	29.42	4.90
<i>Quercus mongolica</i>	54.58	6.18	0.32	29.40	Plant community V				
<i>Sorbus commixta</i>	1.18	6.65	0.85	2.95	<i>Larix leptolepis</i>	82.72	0.00	0.00	1.36
<i>Prunus padus</i>	5.18	6.99	5.80	5.89	<i>Salix hulteni</i>	0.00	5.82	0.00	1.94
<i>Euonymus macroptera</i>	0.00	4.82	5.19	2.47	<i>Corylus sieboldiana</i>	0.00	8.65	2.37	3.28
<i>Tripterygium regelii</i>	0.00	4.18	30.51	6.48	<i>Quercus mongolica</i>	3.19	19.01	0.00	7.93
<i>Acer tschonoskii</i> var. <i>rubripes</i>	1.33	8.11	11.98	5.37	<i>Morus bombycis</i>	0.00	5.93	4.71	2.76
<i>Acer barbinerve</i>	0.00	6.43	0.81	2.28	<i>Schisandra chinensis</i>	0.00	0.00	7.54	1.26
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	9.98	29.04	7.74	15.96	<i>Sorbaria sorbifolia</i> var. <i>stellipila</i>	0.00	0.00	13.68	2.28
Plant community III					<i>Stephanandra incisa</i>	0.00	0.00	18.53	3.09
<i>Pinus densiflora</i>	46.74	0.36	0.00	23.49	<i>Acer mono</i>	1.26	3.98	6.29	3.01
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	0.81	19.49	10.52	8.66	<i>Rhamnus yoshinoi</i>	0.00	0.00	6.84	1.14
<i>Quercus mongolica</i>	48.86	32.89	3.22	35.93	<i>Tilia amurensis</i>	6.07	0.00	0.88	3.18
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	0.00	1.41	5.52	1.39	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	4.45	30.37	1.84	12.66
<i>Tripterygium regelii</i>	0.00	0.00	8.12	1.35	<i>Sasa borealis</i>	0.00	0.00	7.03	1.17
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	0.00	5.93	0.78	2.11					

*C : I.P. of canopy layer, U : I.P. of understory, S : I.P. of shrub layer, M : M.I.P.

였으며, 관목에서는 조릿대와 미역줄나무의 상대우점치가 각각 29.42%, 24.34%로 높게 나타났다.

5) 일본잎갈나무림

과거 조립한 지역으로 2개의 조사지를 포함한 식물군집 V는 일본잎갈나무림이다. 저지대 사면에 위치한 조사지로 교목층에서 일본잎갈나무의 상대우점치가 82.72%로 절대 우위를 차지하고 있으며, 아교목층에서 물푸레나무와 신갈나무의 상대우점치가 각각 30.37%, 19.01%로 높게 나타났다. 관목층에서는 국수나무(18.53%), 개쉬땅나무(13.68%), 조릿

대(7.03%) 등의 순으로 우세하게 나타났다. 일본잎갈나무가 교목층에서 절대 우위를 차지하고 있으나 아교목층과 관목층에서 출현하지 않고 있었으며, 아교목층에서 신갈나무, 물푸레나무, 고로쇠나무 등의 교목성 수종이 우점도가 높게 나타나고 있어 낙엽활엽수림으로 식생천이가 예상된다. 백두대간의 자연식생을 복원하기 위해서는 단계적으로 일본잎갈나무를 택벌 등으로 자연식생 회복을 촉진시키기 위한 복원사업을 검토해야 할 것이다.

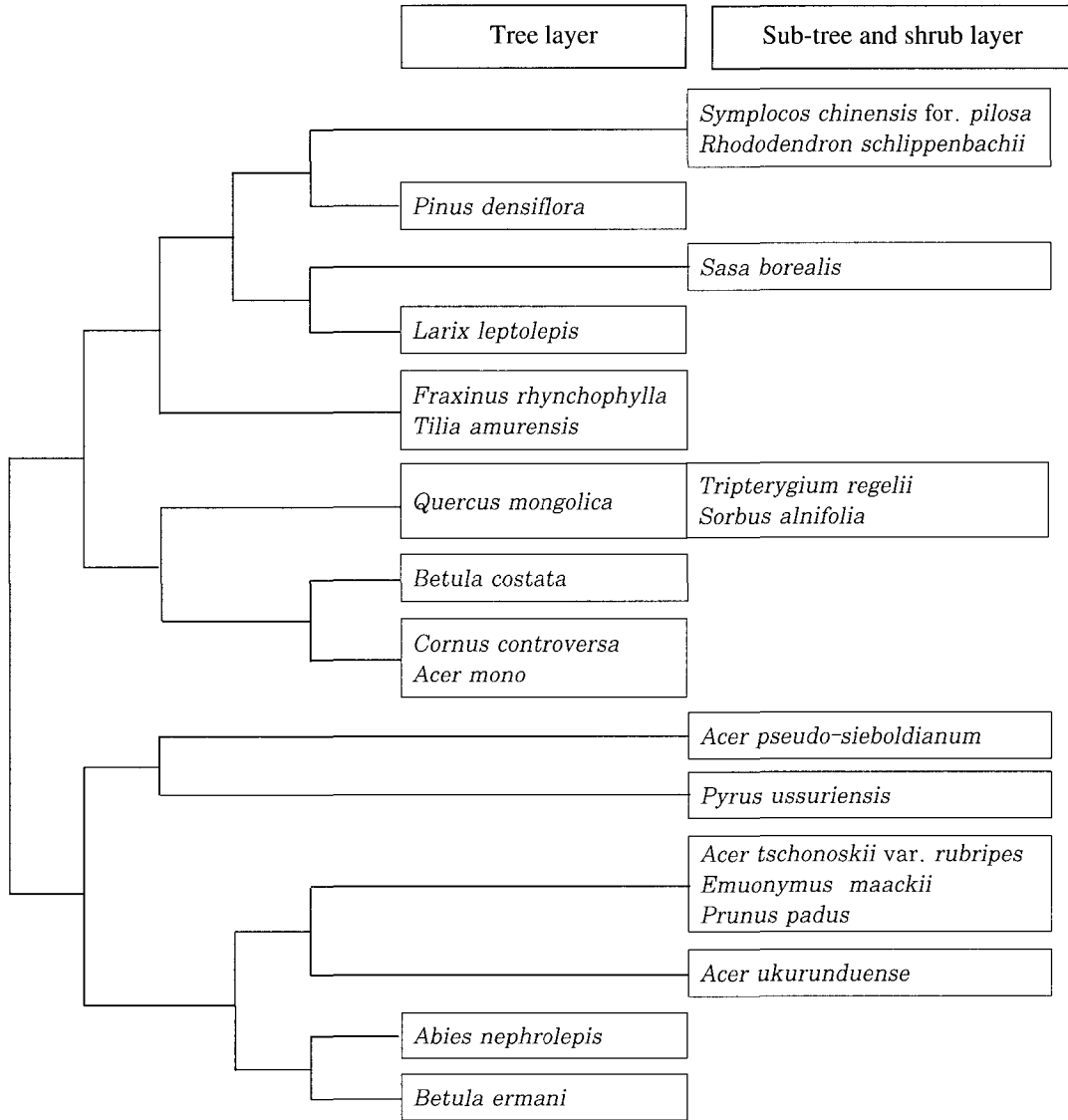


Figure 4. Dendrogram of major woody plants by TWINSpan at mountain ridge in Baekdudaegan

3. 주요수종의 유연관계

43개 조사지에서 출현빈도가 5회 이상 되는 수종 중 평균상대우점치가 10%이상인 주요수종에 대한 TWINSpan 및 DCA 분석결과를 Figure 4, 5와 같이 작성하였다.

21종에 대한 TWINSpan 분석 결과, 대체적으로 아고산대 수종과 그 외 수종으로 대별되었으며, 교목

층에서는 소나무-일본잎갈나무-물푸레나무-피나무군, 신갈나무-거제수나무-층층나무-고로쇠나무군, 분비나무-사스래나무군으로 분리되었다. 아교목층 및 관목층에서는 노린재나무-철쭉꽃-조릿대군, 미역줄나무-팔배나무군, 당단풍-산돌배나무군, 시달나무-나래회나무-귀룽나무-부계꽃나무군으로 분리되었다.

DCA분석 결과는 대체적으로 TWINSpan분석과 비슷했으며, 아고산대 수종과 기타 수종으로 크게 분

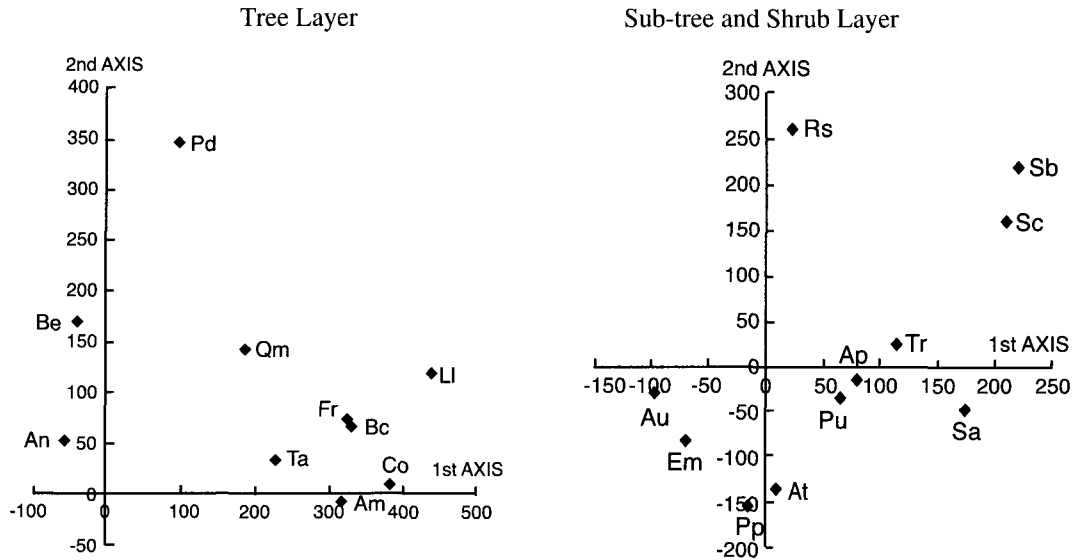


Figure 5. Species ordination on the first two axes, using DCA for major woody plants at mountain ridge in Baekdudaegan

Pd: *Pinus densiflora*, Ll: *Larix leptolepis*, Fr: *Fraxinus rhynchophylla*, Ta: *Tilia amurensis*, Qm: *Quercus mongolica*, Bc: *Betula costata*, Co: *Cornus controversa*, Am: *Acer mono*, An: *Abies nephrolepis*, Be: *Betula ermani*, Sc: *Symplocos chinensis* for. *pilosa*, Rs: *Rhododendron schlippenbachii*, Sb: *Sasa borealis*, Tr: *Tripterygium regelii*, Sa: *Sorbus alnifolia*, Ap: *Acer pseudo-sieboldianum*, Pu: *Pyrus ussurensis*, At: *Acer tschonoskii* var. *rubripes*, Em: *Euonymus macroptera*, Pp: *Prunus padus*, Au: *Acer ukurunduense*

리되었다. 교목층에서는 사스래나무가 분비나무와, 신갈나무가 물푸레나무, 거제수나무, 일본잎갈나무, 피나무, 층층나무, 고로쇠나무와 근접하고 있어 입지 환경이 유사하거나 경쟁관계에 있는 것으로 판단되었다. 그리고 아교목층과 관목층에서는 시달나무-나래회나무-귀룽나무-부계꽃나무군 등 TWINSpan 분석과 유사하게 분리되었다.

4. 종다양성 및 유사도지수 분석

5개의 식물군집별로 출현종 수, 종다양도지수(H'), 균재도(J')를 Table 3과 같이 나타내었다. 출현종 수는 일본잎갈나무림(V)과 신갈나무-당단풍군집(II)에서 각각 35종, 29종으로 가장 높게 나타났으며, 아고산대 혼효림(I)은 23종, 신갈나무-소나무군집(III)과 신갈나무군집(IV)에서는 22종으로 나타났다. 종다양도지수는 일본잎갈나무림(V)에서 3.0139로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 신갈나무-당단풍군집(II)에서 2.6981, 아고산대 혼효림

(I)에서 2.5135로 순으로 나타났다.

일본잎갈나무림(V)에서의 종다양도지수(3.0139)와 균재도(0.8476)가 가장 높게 나타난 것은 과거 일본잎갈나무 조림지로 육림작업이 이루어지지 않아 다른 지역에서 자생종이 유입되면서 낙엽활엽수림으로 천연갱신되고 있는 상태로 종다양성이 높은 것으로 판단된다. 신갈나무-당단풍군집(II)은 분지형 능선부로 지표수나 수분이 많은 지역이며 신갈나무와 낙엽활엽수가 경쟁관계가 활발한 군집으로 비교적 종다양도지수(2.6981)와 균재도(0.8011)가 높게 나타난 것으로 생각된다. 아고산대 혼효림(I)은 아고산대의 해발고가 비교적 낮은 사면에 분비나무, 주목 등의 상록침엽수와 부계꽃나무, 사스래나무, 신갈나무 등의 낙엽활엽수가 혼효하는 지역으로 종다양도지수가 2.5135로, 균재도가 0.8015로 비교적 높게 나타났다. 반면, 능선부와 사면에 위치한 신갈나무-소나무군집(III), 신갈나무군집(IV)은 신갈나무, 소나무, 쇠물푸레나무 등이 주로 분포하며 종다양성지수가 상대적으로 낮게 나타났다.

Table 3. The number of species and diversity index of the five plant communities

(Unit: 1,000m²)

Plant community	No. of Species	Species Diversity(H')	Evenness(J')
Mixed forest on subalpine zone(I)	23	2.5135	0.8015
<i>Quercus mongolica</i> - <i>Acer pseudo-sieboldianum</i> community(II)	29	2.6981	0.8011
<i>Q. mongolica</i> - <i>Pinus densiflora</i> community(III)	22	2.0163	0.6522
<i>Q. mongolica</i> community(IV)	22	2.0149	0.6517
<i>Larix leptolepis</i> forest(V)	35	3.0139	0.8476

* Plant community referred to Table 2

Table 4. Similarity index among five plant communities by TWINSpan

Plant community	I	II	III	IV
II	42.41			
III	29.32	35.92		
IV	36.43	53.20	57.91	
V	15.48	21.68	13.76	25.33

* I : Mixed forest on subalpine zone, II : *Quercus mongolica* - *Acer pseudo-sieboldianum* community,III : *Q. mongolica*-*Pinus densiflora* community, IV : *Q. mongolica* community, V : *Larix leptolepis* forest

본 조사지의 종다양도지수는 2.0149~3.0139로 서 소백산국립공원의 달밭재-비로봉지역은 1.220~1.643(박인협 등, 1993), 오대산국립공원의 두노봉-상황봉구간은 2.2132~2.8790(김갑태 등, 1996a), 오대산국립공원의 상원사, 비로봉, 호령봉 지역은 2.9870~3.3692(김갑태 등, 1996b), 설악산국립공원의 대청봉-한계령구간은 2.1352~2.8016(김갑태 등, 1998) 및 대청봉-소청봉구간은 1.933~3.0936(김갑태 등, 1997), 지리산국립공원의 명선봉, 덕평봉 일대는 2.4353~2.5181(김갑태 등, 2000) 등으로 국립공원지역과 비슷한 수준으로 나타났다.

결론적으로, 아고산지대의 해발고가 비교적 낮은 사면부의 아고산대 혼효림과 능선부 분지형 지역의 낙엽활엽수림은 종다양도지수가 높게 나타나고, 능선부와 사면부에서 출현종 수가 적어 종다양도지수가 낮은 것을 알 수 있었으며, 설악산국립공원의 대청봉-소청봉구간(김갑태 등, 1997)과 대청봉-한계령 지역(김갑태 등, 1998)의 결과와 동일하였다.

TWINSpan분석에 의해 분리된 5개 식물군집간의 유사도지수를 표 4와 같이 계산한 바 전체적으로 낮은 값을 나타내고 있다. 특히 일본잎갈나무림인 식

물군집 V와 다른 식물군집간의 유사도지수가 14%~25%로 매우 낮게 나타났는데, 이는 일본잎갈나무의 우점도가 매우 높게 나타났기 때문인 것으로 판단된다.

인용문헌

- 국토연구원(2000) 백두대간의 효율적 관리방안 연구: 관리범위 설정을 중심으로(1차년도), 국토연구원, 63쪽.
- 기상청(2001) 한국기후표, 기상청, 632쪽.
- 김갑태, 김준선, 추갑철(1993) 소백산 도솔봉의 산림군집구조에 관한 연구. 응용생태연구 6(2): 127-133.
- 김갑태, 백길전(1998) 설악산국립공원 대청봉-한계령 지역의 삼림군집구조에 관한 연구. 환경생태학회지 11(4): 397-406.
- 김갑태, 추갑철(1999) 덕유산 아고산지대의 삼림군집구조에 관한 연구-구상나무림-. 한국환경생태학회지 13(1): 70-77.
- 김갑태, 추갑철, 백길전(2000) 지리산국립공원 명선봉, 덕평봉지역의 삼림군집구조에 관한 연구-구상나무림

- 집-. 한국환경생태학회지 13(4): 299-308.
- 김갑태, 추갑철, 엄태원(1996a) 오대산국립공원 두노봉-상양봉 지역의 삼림군집구조에 관한 연구. 한국환경생태학회 10(1): 160-168.
- 김갑태, 추갑철, 엄태원(1996b) 오대산국립공원 상원사, 비로봉, 호령봉 지역의 삼림군집구조에 관한 연구. 환경생태학회지 10(1): 151-159.
- 김갑태, 추갑철, 엄태원(1997) 설악산국립공원 대청봉-소청봉지역의 삼림군집구조에 관한 연구. 환경생태학회지 10(2): 240-250.
- 김정연, 임경재(1988) 내장산 식물군집의 식물사회학적 분류. 한국식물학회지 31: 1-31.
- 김준선, 김갑태, 주혜란(1991) 지리산 자연생태계보전구역의 식생. 응용생태연구 5(1): 9-24.
- 녹색연합(1998) 백두대간 환경대탐사 보고서. 456쪽.
- 박인협, 이경재, 조재창(1988) 치악산국립공원 삼림군집의 구조 -구룡산-비로봉지역을 중심으로-. 응용생태연구 2(1): 1-8.
- 박인협, 조재창, 오충현(1989) 가야산지역 계곡부와 능선부의 해발고와 사면부위에 따른 삼림구조. 응용생태연구 3(1): 42-50.
- 박인협, 최영철, 문광선(1993) 소백산지역의 달밭재-비로봉 능선부의 삼림군집구조. 응용생태연구 6(2): 147-153.
- 산림청(2001) 백두대간 자연생태계 보전 및 훼손지 복원방안 조사 연구. 산림청, 306쪽.
- 산림청, 녹색연합(1999) 백두대간 산림실태에 관한 조사 연구. 602쪽.
- 산림청, 대한지리학회(1997) 백두대간 실태조사 및 합리적인 보전방안 연구.
- 이경재, 류창희, 최송현(1991) 지리산 아고산대 신갈나무-분비나무림 식물군집 구조분석. 응용생태연구 5(1): 32-41.
- 이경재, 임경빈, 조재창, 류창희(1990) 속리산 삼림군집구조에 관한 연구(I)-소나무림 보존계획-. 응용생태연구 4(1): 23-32.
- 정연숙(1998) 백두대간의 현존식생. 자연보존 103: 48-54.
- 추갑철, 김갑태, 백길전(2000) 지리산국립공원 아고산지대의 구상나무림 삼림군집구조에 관한 연구. 한국환경생태학회 14(1): 28-37.
- Brower, J.E. and J.H. Zar(1977) Field and Laboratory Methods for General Ecology. Wm. C. Brown Company, 194pp.
- Curtis J.T. and R.P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie forest border region of Wisconsin. Ecology 32: 476-496pp.
- Gauch, H.G.(1982) Multivariate analysis in community ecology. Cambridge University Press, 298pp.
- Hill, M.O.(1979a) DECORANA-A FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Ecology and Systematics, Cornell University, Press. Ithaca, N.Y., 52pp.
- Hill, M.O.(1979b) TWINSpan-a FORTRAN program for arranging mutivariate data in an ordered two way table by classification of the individuals and attributes. Ecology and Systematics, Cornell University, Ithaca, N.Y. 99pp.
- Pielou, E. C.(1977) Mathematical ecology. John Wiley & Sons, N. Y., 385pp.
- Whittaker, R.H.(1956) Vegetation of the Great Smoky Mountains Ecology Monographs 26: 1-80pp.

Appendix 1. Mean importance percentage of major species at forty-three sites by TWINSpan at mountain ridge in Baekdudaegan

Plant community /Site No.	I				II					III			IV	
	14	25	26	27	8	9	13	15	16	33	35	43	1	2
<i>Taxus cuspidata</i>	-	5.63	5.66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pinus koraiensis</i>	0.53	5.64	1.73	1.83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pinus densiflora</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27.07	15.89	25.32	0.95	0.59
<i>Larix leptolepis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.17	-
<i>Abies nephrolepis</i>	1.90	7.76	4.96	19.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.53	2.15	3.40	1.95	-
<i>Betula costata</i>	-	-	-	-	1.27	0.60	-	-	2.89	-	-	-	-	-
<i>Betula ermani</i>	3.77	13.14	0.17	2.38	-	-	-	-	0.40	-	-	-	-	-
<i>Alnus japonica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.42	-	-	-	-
<i>Carpinus cordata</i>	-	6.36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Corylus heterophylla</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.95	-	-	-
<i>Corylus sieboldiana</i> var. <i>mandshurica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.20	-	-
<i>Quercus mongolica</i>	39.33	6.89	7.59	4.89	37.18	13.51	33.26	27.77	40.07	22.34	40.14	48.87	68.22	74.28
<i>Philadelphus schrenckii</i>	1.74	0.21	-	-	0.79	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Malus baccata</i>	-	-	4.17	6.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pyrus ussuriensis</i>	-	-	-	-	-	-	8.73	-	0.56	-	-	0.03	-	-
<i>Sorbus commixta</i>	-	7.21	1.25	4.66	2.67	2.69	5.10	1.48	2.78	-	-	-	-	-
<i>Sorbus alnifolia</i>	-	-	-	-	0.28	10.56	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Prunus padus</i>	1.26	1.35	6.37	0.18	1.75	6.44	9.60	18.33	0.21	-	-	-	-	-
<i>Lespedeza bicolor</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.41	0.18	-
<i>Euonymus alatus</i>	-	-	-	-	0.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Euonymus macroptera</i>	1.72	1.63	18.82	3.32	0.64	3.86	1.79	3.88	1.87	-	-	-	-	-
<i>Euonymus maackii</i>	-	-	-	-	-	-	-	5.04	0.11	-	-	-	-	-
<i>Tripterygium regelii</i>	2.11	0.18	4.81	2.01	1.44	2.47	6.27	7.33	8.23	-	1.07	1.72	8.45	18.09
<i>Acer mono</i>	3.66	-	-	-	6.66	8.82	0.96	-	1.33	-	-	-	-	-
<i>Acer tschonoskii</i> var. <i>rubripes</i>	5.40	-	2.20	-	-	0.99	2.14	12.38	6.13	-	-	-	-	-
<i>Acer barbinerve</i>	-	-	-	-	-	-	-	7.82	0.32	-	-	-	-	-
<i>Acer ukurunduense</i>	1.51	8.23	24.07	6.87	-	4.24	1.59	-	0.42	-	-	-	-	-
<i>Acer pseudo-</i> <i>sieboldianum</i>	9.73	7.46	5.49	1.04	29.64	37.21	5.23	1.56	10.38	1.05	4.12	1.99	-	-
<i>Acer mandshuricum</i>	0.83	3.23	-	-	-	-	6.83	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tilia amurensis</i>	3.87	1.35	-	-	8.56	-	6.33	-	-	0.58	-	-	-	-
<i>Kalopanax pictus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0.16	1.00	0.43	-	-	-
<i>Cornus controversa</i>	-	-	-	-	0.98	1.40	-	1.19	1.91	-	-	0.33	-	-
<i>Rhododendron</i> <i>schlippenbachii</i>	2.77	8.99	5.59	10.97	-	-	-	-	-	16.94	12.20	6.03	14.54	-
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	-	0.23	-	-	1.71	-	-	1.01	1.72	-	3.13	3.94	-	4.47
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	1.18	-	-	-	0.35	1.79	-	5.69	3.82	-	0.23	1.27	4.62	1.21
<i>Weigela subsessilis</i>	3.27	-	2.52	0.60	1.12	0.66	1.32	-	1.36	-	-	0.57	-	-
<i>Sasa borealis</i>	-	2.89	-	-	-	-	-	-	-	-	10.87	-	-	-

Appendix 1. (Continued)

Plant community /Site No. Species	Ⅳ													
	3	4	5	6	10	11	12	17	18	19	20	22	23	24
<i>Taxus cuspidata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pinus koraiensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.94	1.54
<i>Pinus densiflora</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.41	5.13	-	-
<i>Larix leptolepis</i>	-	-	-	-	-	-	-	0.61	-	-	-	-	-	-
<i>Abies nephrolepis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.72
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	-	-	2.01	1.56	-	-	-	-	1.96	1.93	-	9.87	-	0.62
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	0.34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.18
<i>Betula costata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Betula ermani</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.09
<i>Alnus japonica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carpinus cordata</i>	-	0.38	-	-	-	-	-	-	3.57	-	-	-	-	0.79
<i>Corylus heterophylla</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Corylus sieboldiana</i> var. <i>mandshurica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Quercus mongolica</i>	45.84	50.25	62.11	62.35	54.52	58.17	50.86	46.77	47.87	47.83	57.57	32.81	39.44	33.77
<i>Philadelphus schrenckii</i>	1.23	-	-	-	-	0.37	-	0.04	-	5.98	-	-	-	-
<i>Malus baccata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.65	-	-
<i>Pyrus ussuriensis</i>	-	-	1.24	0.50	-	1.49	-	-	-	1.35	0.34	-	-	0.86
<i>Sorbus commixta</i>	-	0.13	-	-	2.59	-	-	-	-	-	0.31	2.32	-	0.84
<i>Sorbus alnifolia</i>	1.18	1.25	0.87	1.44	0.88	2.54	1.25	-	-	-	1.41	-	0.43	0.66
<i>Prunus padus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.35
<i>Lespedeza bicolor</i>	0.29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.41	-	-
<i>Euonymus alatus</i>	-	-	-	-	2.35	0.37	5.82	-	-	0.18	-	-	-	0.40
<i>Euonymus macroptera</i>	-	0.15	-	-	-	4.99	-	-	0.16	-	-	-	-	1.33
<i>Euonymus maackii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tripterygium regelii</i>	0.85	6.09	11.69	7.99	5.52	1.10	2.04	2.29	4.77	0.25	1.27	0.37	1.96	0.83
<i>Acer mono</i>	0.94	2.96	-	1.58	1.62	-	10.12	2.89	2.63	2.36	0.34	4.78	0.44	5.82
<i>Acer tschonoskii</i> var. <i>rubripes</i>	1.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.96	-	-	0.43
<i>Acer barbinerve</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acer ukurunduense</i>	-	-	-	-	-	1.45	-	-	-	-	-	-	1.28	1.90
<i>Acer pseudo-</i> <i>sieboldianum</i>	12.68	5.75	1.42	0.19	2.02	2.39	-	3.71	9.46	2.23	6.40	4.63	11.72	5.13
<i>Acer mandshuricum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tilia amurensis</i>	13.74	13.26	4.44	-	8.95	-	10.69	4.07	8.27	4.23	-	7.44	10.98	9.39
<i>Kalopanax pictus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.65	-	-	0.21	1.27
<i>Cornus controversa</i>	-	0.90	-	0.38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.91
<i>Rhododendron</i> <i>schlippenbachii</i>	9.06	0.89	-	-	5.21	1.20	-	-	-	-	4.23	-	13.35	6.27
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	1.52	6.79	-	-	9.06	13.04	3.97	2.47	1.11	6.13	4.90	5.22	2.45	1.01
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	-	5.26	5.03	7.96	1.40	1.49	11.02	18.63	9.58	11.44	5.58	14.71	6.13	2.03
<i>Weigela subsessilis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.34	-	-	0.31	-
<i>Sasa borealis</i>	-	-	-	-	-	-	-	10.83	5.12	7.95	12.38	3.08	2.10	6.46

Appendix 1. (Continued)

Plant community /Site No. Species	IV													V	
	28	29	30	31	32	34	36	37	38	39	40	41	42	7	21
<i>Taxus cuspidata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pinus koraiensis</i>	0.72	0.11	-	8.12	-	0.64	-	-	-	-	-	-	-	-	0.34
<i>Pinus densiflora</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	0.38	-	-	-	-	-	-
<i>Larix leptolepis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48.20	34.79
<i>Abies nephrolepis</i>	-	1.67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.19
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	-	-	-	0.76	-	-	-	-	0.32	-	-	1.60	-	-	-
<i>Betula costata</i>	5.93	-	-	-	36.30	6.44	3.28	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Betula ermani</i>	-	5.73	-	-	-	1.59	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Alnus japonica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carpinus cordata</i>	-	-	-	-	2.68	7.90	-	-	-	-	4.16	-	-	-	-
<i>Corylus heterophylla</i>	6.93	1.61	1.35	6.94	0.27	0.40	5.93	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Corylus sieboldiana</i> var. <i>mandshurica</i>	-	-	-	-	-	-	-	0.25	-	1.49	6.53	0.97	0.71	-	-
<i>Quercus mongolica</i>	45.41	44.79	51.13	29.34	5.89	20.43	30.33	60.14	79.08	68.30	30.17	40.82	61.20	12.24	7.32
<i>Philadelphus schrenckii</i>	-	-	-	6.14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Malus baccata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.73
<i>Pyrus ussuriensis</i>	0.96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sorbus commixta</i>	-	-	-	-	1.95	3.64	-	-	-	-	3.39	-	-	-	-
<i>Sorbus alnifolia</i>	-	1.16	-	1.17	-	2.15	0.81	-	-	-	-	1.21	-	1.48	-
<i>Prunus padus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lespedeza bicolor</i>	-	-	-	-	-	-	-	2.17	6.88	2.85	1.54	0.19	0.14	-	0.79
<i>Euonymus alatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Euonymus macroptera</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Euonymus maackii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tripterygium regelii</i>	-	0.68	7.02	3.56	0.44	-	2.89	-	2.30	3.18	1.28	7.78	5.68	0.52	0.67
<i>Acer mono</i>	0.85	3.25	-	3.47	0.63	5.99	8.94	-	-	-	15.97	-	-	6.89	2.31
<i>Acer tschonoskii</i> var. <i>rubripes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acer barbinerve</i>	-	-	-	-	0.57	0.17	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acer ukurunduense</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.94
<i>Acer pseudo-</i> <i>sieboldianum</i>	3.49	2.74	5.85	4.16	3.61	8.59	13.45	4.96	-	-	-	11.06	-	-	1.62
<i>Acer mandshuricum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tilia amurensis</i>	1.51	3.99	2.68	3.91	5.67	7.57	3.72	0.85	-	-	6.34	0.56	-	-	6.47
<i>Kalopanax pictus</i>	-	-	-	-	-	5.83	-	-	-	-	2.64	1.45	-	-	-
<i>Cornus controversa</i>	-	-	-	-	11.84	0.95	7.48	-	-	-	0.97	-	-	16.01	-
<i>Rhododendron</i> <i>schlippenbachii</i>	11.50	8.42	3.12	2.82	0.59	11.53	1.12	4.36	-	9.34	14.57	16.67	1.09	-	-
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	14.62	7.06	23.65	-	0.37	-	0.75	10.68	5.07	10.23	0.26	0.56	24.17	-	-
<i>Fraxinus</i> <i>rhynchophylla</i>	0.23	0.31	-	22.94	2.30	-	4.87	-	-	-	-	5.57	-	3.59	15.30
<i>Weigela subsessilis</i>	6.66	0.14	-	0.70	0.28	-	0.52	0.70	1.72	-	-	1.90	0.30	-	-
<i>Sasa borealis</i>	-	13.66	-	-	13.12	7.88	-	12.89	1.15	-	9.96	-	-	-	1.59