

덕유산국립공원 산림 식생의 생태학적 연구

-적상산 산림 식생을 중심으로-

김현숙 · 이상명* · 김호준** · 지윤의*** · 정종덕**** · 송호경

충남대학교 산림자원학과 · *국립중앙과학관 · **한국수자원공사 ·

한국한의학연구원 · *아주대학교 생물학과

Ecological Study of the Forest Vegetation in the Deogyusan National Park

-The Forest Vegetation in the Jeoksangsan-

KIM, Hyoun Sook · Sang Myong LEE* · Ho Joon KIM** · Yun Ui JI*** ·
Jong Duk CHUNG**** · Ho Kyung SONG

Department of Forest Resources, Chungnam National University

*National Science Museum, **Korea Water Resources Corporation

***Korea Institute of Oriental Medicine

****Department of National Science, Ajou University

ABSTRACT

This study was carried out to classify forest vegetation structure of Jeoksansan in Deogyusan National Park from September 2007 to July 2008 using the DCCA ordination and phytosociological method.

The vegetation of the Jeoksangsan was classified into *Quercus mongolica* community, *Pinus densiflora* community, *Q. variabilis* community, *Q. serrata* community, *Carpinus laxiflora* community and *Fraxinus mandshurica* community. Ecological characteristics such as species composition, layer structure, vegetation ratio, and the distribution of individual trees by DBH were significantly different among communities.

The order of important value of the forest community with DBH 2cm above plants was *Q. mongolica*(63.31), *P. densiflora*(40.47), *Q. variabilis*(34.75), *Q. serrata*(24.37), *C. laxiflora*(16.35), *Carpinus cordata*(14.81), *Styrax obassia*(14.50), *F. mandshurica*(13.88) and *Acer pseudo-sieboldianum*(12.99).

Size-frequency distribution(DBH) of *P. densiflora* had a binomial distribution, suggesting a continuous domination of these species over the other species for the time being. In contrast, *Q. serrata* had a higher frequency of young individuals. *C. laxiflora*, *C. cordata* and *F. mandshurica* is likely that the dominance of these species will be increased in the future. *Q. mongolica* and *Q. variabilis* had a higher frequency of young individuals and middle frequency, suggesting a continuous domination of these species over the other species for the time being. In contrast,

This study examined the correlation between each community and the environment according to DCCA ordination. The *Q. mongolica* community and *Fraxinus mandshurica* community predominated in the highest elevation highest altitude which had a fertile soil whereas the *P. densiflora* community mainly occurred in the low elevation habitats which had an infertile soil. *Q. variabilis* community and *Q. serrata* community predominated in the low elevation and on the southern slope of the park habitats which had an infertile soil. The *C. laxiflora* community appeared on the northern slope of the park in the middle elevation.

Key words : DCCA, important value, ordination, phytosociology

서 론

덕유산국립공원은 영·호남의 2개도 4개군에 걸쳐 있으며, 지리산과 더불어 우리나라 남부지방을 대표하는 명산으로서 1969년에 국민관광지로, 1971년 전라북도 도립공원으로, 면적 231,650km²을 대상으로 1975년 2월에 국립공원으로 지정되었다. 덕유산국립공원은 국토의 서남쪽으로 뻗어 있는 태백산맥의 중심부에 위치하고 있으며, 동쪽에는 가야산, 서쪽에 운장산과 내장산, 남쪽에는 백운산과 지리산, 북쪽으로는 계룡산과 속리산 등으로 둘러싸여 있다.

본 조사지역인 적상산(1,029m)은 덕유산국립공원의 북서쪽의 동경 127°41'~127°42', 북위 35°56'~35°57' 사이에 위치하고 있다. 이 지역은 식물구계학적으로 남부아구에 속하며(이와 임, 1978), 식물군계로는 냉온대 남부에 속한다(Yim and Kira, 1976).

적상산 지역의 식물상 및 식생에 관한 연구는 김(1987)의 적상산의 식물상에 관한 연구, 김(1991) 등의 적상산의 식생, 국립공원 관리공단(1992)의 덕유산국립공원 자원조사, 오(1994)의 덕유산 국립공원 적상산성 일원의 식물군집구조, 국립공원관리공단의 덕유산국립공원 자연자원조사(2004), 덕유산국립공원 자원모니터링(2004, 2005) 등이 있다. 그러나 최근에 적상산 지역의 산림식생 군집구조 및 식물사회학적 조사는 없었다.

덕유산국립공원지역은 백두대간을 연결하는 등산로와 스키장을 비롯한 종합 레저 시설의 건설, 적상산 정상부 일대의 양수댐 건설과 전망대 설치, 구천동 계곡과 적상산 정상부의 유명 사찰의 존재와 이에 따른 진입로의 확, 포장 개설 등 이를 이용하는 등산객과 행락객들의 증가로 인한 주요 능선부와 계곡을 중심으로한 탐방로 주변의 식물의 서식지가 심하게 훼손되고 있다.

따라서 본 조사에서는 덕유산국립공원지역중 적상산 지역을 대상으로 비교적 산림 생태계가 잘 유지되어 있는 지역을 대상으로 식물군락을 구분하고, 각 군락의 식생 구조와 입지 특성을 조사 관찰하여 식생의 생태학적 보존 대책과 덕유산국립공원지역의 환경친화적인 개발 및 이용에 필요한 기초자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

1. 조사지의 개황

적상산 지역은 지리적으로 동경 127°41'~127°42', 북위 35°56'~35°57'에 위치하고 태백산맥에서

남서 방향으로 갈라진 소백산맥의 소백산(1,421m)과 지리산(1,915m)의 중간지점에 위치하고 있으며, 덕유산 지역의 주봉인 향적봉(1,614m)을 중심으로 북으로 설천봉, 두문산(1,051.2m), 적상산(1,029.2 m), 거칠봉(1,177.6m), 남으로 중봉(1,593.3m), 무릉산(1491.9m), 남덕유산(1,507.4m)을 포함하여 지정되어 있다. 본 조사지인 적상산 지구에는 판상절리가 산출되었는데, 판상절리(sheeting)는 하중의 제거로 인하여 지표면과 평행하게 동심원으로 발달되는 절리를 말한다. 이것은 도움 지형을 잘 이루는 화강암에 잘 나타나지만 그 밖의 암석(예: 사암)에서도 나타난다. 판상절리가 잘 발달되어 있으면 기반암에서 양파 껍질처럼 떨어져 나오는데, 이러한 현상을 박리라고 한다. 또한, 암괴류와 암석단에 및 퇴적층도 나타났다(김 등, 1991).

이 지역의 기후는 무주의 climate-diagram을 보면 연평균 기온은 11.5℃, 7월의 평균 기온은 27.4℃, 2월의 평균기온은 0.1℃이며, 연강수량은 1,105mm로서 여름철에 전체의 40% 정도가, 겨울철에 20% 정도의 강수량을 나타내고 있다. 또한, 온량지수(WL)는 101.3, 한랭지수(CL)는 -20.9를 나타내고 있다. 식물구계로 보면 남부아구에 속하며, 식물군계로는 냉온대 남부에 속한다. 이 지역의 식물상은 전체적으로 보아 신갈나무가 우점하며, 소나무, 굴참나무, 졸참나무가 분포하며, 서어나무, 까치박달, 들메나무, 층층나무도 다수 분포하고 있다.

2. 식생조사

덕유산국립공원내 적상산 지역의 산림 식생을 비교·분석하기 위하여 조사지역 내에서 최근에 인위적인 간섭이 적었던 것으로 판정된 식분이 균질한 지점을 선정하여 2007년 9월부터 2008년 6월 까지 총 53개의 조사구를 설치하여 조사하였다(Fig. 1).

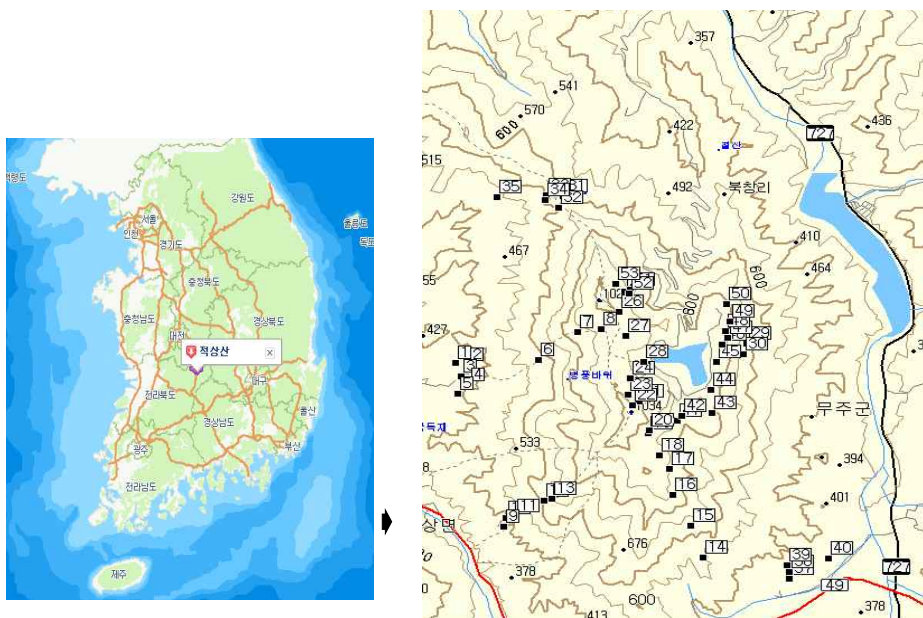


Fig. 1. Sample plots at Jeoksangsan forest.

식물사회학적 조사를 위하여 조사구 내의 출현 식물을 교목층, 아교목층, 관목층, 초본층으로 구분하여 기록하고, 교목층의 평균 수고와 각 층위별 평균 피도를 기록하였으며, 식물종 기록은 이 (1980)의 분류체계를 따랐다. 각 계층별 출현종의 우점도는 Braun-Blanquet(1964)의 7단계 구분을 변형한 Dierssen(1990)의 9단계 구분법을 사용하였다.

조사구 면적은 종수-면적곡선에 기초하여 최소면적 이상의 크기인 15m×15m의 크기로 설치하였고, 각 조사구에서 출현하는 종 중 흉고 직경 2cm 이상의 관목층 이상 목본을 대상으로 매목 조사를 실시하였으며, 조사구 내 교목층의 우점종인 신갈나무, 소나무, 굴참나무, 졸참나무, 서어나무, 들메나무 및 까치박달에 대한 흉고직경급을 분석하기 위하여 실생(seedling)과 치수(sapling)의 개체수를 조사하였다. 실생은 높이가 30cm 이하, 치수는 흉고직경 2cm 이하이고, 높이가 30cm에서 150cm인 개체들을 의미한다. 또한, 관목층 이상의 수목은 개체수를 조사하였다. 산림의 입지 환경요인으로는 조사지의 방위, 경사 및 해발고를 측정하고, 토양시료는 낙엽층과 유기물층을 제거한 뒤 깊이 20cm 내의 토양을 채취하였다.

3. 자료분석방법

총 53개의 조사구에서 얻어진 자료는 Mueller-Dombois and Ellenberg(1956)의 표작성법에 의하여 군락을 구분하였으며, 총합상재도표(Table 1)를 작성하여 군락간의 종 조성을 비교하였다.

적상산의 산림군락의 특징을 보다 정확하게 분석하기 위하여 흉고직경 2cm 이상의 매목 조사에서 얻은 자료를 이용하여 Curtis와 McIntosh(1951)의 방법에 따라 중요치(importance value)를 산출하였고, 흉고직경급을 분석하였다.

토양시료는 상관에 의하여 군락을 결정한 후, 낙엽층을 제거한 뒤 깊이 20cm 내의 토양을 채취하였다. 채취한 시료는 실험실로 밀봉 운반하여, 즉시 상온에서 음건시킨 후 2mm(1,250 mesh)규격체로 쳐서, 분석에 사용하였다. 분석 항목 중 토양 pH는 1:5 증류수 토양현탁액에 대해 pH메타를 이용하여 측정하였으며, 유기물은 Tyurin 법, 전질소는 Kjeldahl 법, 유효인산은 Lancaster 법, 양이온 치환용량은 Brown 간이법, 칼륨은 염광분석법, 칼슘, 마그네슘은 EDTA 저장법으로 측정하였다(농업기술연구소, 1988).

Ordination은 CA(correspondence analysis)의 확장인 DCCA(detrended canonical correspondence analysis)를 사용하였으며(Hill, 1979; Hill and Gauch, 1980), Ter Braak(1987)의 CANOCO program을 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 식물사회학적 방법에 의한 군락 분류

총 53개의 조사구를 대상으로 Ellenberg(1956)의 표작성법에 따라 분석을 실시하였으며, 상재도표를 작성하여 군락간의 종 조성을 비교하였다. 조사구에서 출현한 총 346종류의 종 조성을 중심으로 하여 Zurich-Montpellier school의 식물사회학적 분석방법으로 분류한 결과, 적상산의 식물군락은 신갈나무군락(*Quercus mongolica* community), 소나무군락(*Pinus densiflora* community), 굴참나무군락(*Quercus variabilis* community), 졸참나무군락(*Quercus serrata* community), 서어나무군락(*Carpinus laxiflora*

community), 들메나무군락(*Fraxinus mandshurica* community)으로 구분되었다(Appendix 1).

1) 신갈나무군락(*Quercus mongolica* community)

신갈나무군락은 모든 사면에 고루 분포하였으며, 가장 많은 조사구를 차지하고 있었다. 군락은 해발고 710~1,017m(평균 930m)의 주로 높은 지역에 분포하였으며, 군락의 구분에 이용된 조사구는 19개였다. 경사는 10~31°(평균 18°)로 완만한 지역과 급한 지역 고루 분포하였으며, 교목층의 평균 수고는 16m였다.

군락 구분종으로는 신갈나무, 큰개별꽃, 꽃머느리밥풀이었으며, 평균 출현종수는 26종류이다.

전체적으로 쪽동백나무, 당단풍, 철쭉꽃, 까치박달, 단풍취가 타군락에 비해 출현빈도가 높게 나타났다으며, 특히 교목층과 관목층에서 잣나무의 출현 빈도가 높게 나타났다.

조와 길(1987)은 대둔산 식생의 분류학적 특성과 수직분포를 통해 800m 부근에 신갈나무군락이 있다고 보고하였으며, 송 등(2001)은 계룡산국립공원 내 군사보호구역 일대의 조사에서 신갈나무군락은 타 군락과 비교하여 해발고가 높은 지역(685m)에 분포하고 있다고 보고한 바 있다. 또한, 유(1988)는 계룡산 국립공원 해발 약 600m 이상의 사면에서 신갈나무군락이 분포한다고 보고하였으며, Yee(1998)는 오대산 지역에서 해발고가 증가함에 따라 신갈나무의 빈도와 피도가 증가한다고 보고한 바 있다. 김과 오(1993)는 무등산의 식생에 대한 식물사회학적 연구에서 700m에서 1,100m까지는 신갈나무가 분포하고 있다고 하였는데, 이는 본 조사에서 신갈나무군락의 해발고가 높게 나타난 것과 일치한다.

신갈나무는 우리나라에서 위도가 높은 지역인 설악산에서는 해발 약 200m 이상(임과 백, 1985), 소백산에서는 해발 약 400m 이상(김 등, 1989), 그리고 위도가 설악산보다 낮은 덕유산에서는 해발 약 900m 이상에서 분포하고 있다. 따라서 신갈나무군락은 위도가 높아지면 해발고도가 낮은 지역까지 분포하고, 위도가 낮아지면 해발고도가 높은 능선이나 정상에 분포하는 군락으로 위도에 따라 출현되는 고도가 다르게 나타나는 것으로 사료된다.

2) 소나무군락(*Pinus densiflora* community)

소나무군락은 모든 사면(평균 127°)에서 출현하였으며, 해발고 316~750m(평균 438m)에 분포하여 주로 해발고가 낮은 지역에 분포하였다. 경사는 7~29°(평균 18°)로 완만한 지역에 분포하고 있었으며, 군락의 구분에 이용된 조사구는 12개였고, 평균 출현종수는 27종류이다. 교목의 수고는 8~13m(평균 10m)로 조사된 군락 중 가장 낮은 수고를 보였다.

군락 구분종으로는 소나무, 노간주나무, 때죽나무, 진달래, 매화노루발 이었고, 전체적으로 굴참나무, 굴피나무, 졸참나무, 개울나무, 신갈나무, 쇠물푸레, 산벚나무가 혼재하고 있었으며, 점참나무류와 소나무의 경쟁이 심화될 것으로 예측된다.

3) 굴참나무군락(*Quercus variabilis* community)

굴참나무군락은 주로 남사면에 분포하는 것으로 확인되었다(평균 150°). 이 군락은 해발고 319~

950m(평균 638m)로 비교적 넓은 분포 범위를 보이고 있었다. 경사는 15~37°(평균 27°)로 급한 편이었으며, 교목층의 평균 수고는 16m이었다. 군락의 구분에 이용된 조사구는 총 8개였다.

군락 구분종으로는 굴참나무, 굴피나무, 떡갈나무이었으며, 평균 출현종수는 30종류이다. 전체적으로 졸참나무, 쪽동백나무, 산벚나무, 잣나무, 비목나무가 다수 혼생하였다.

4) 졸참나무군락(*Quercus serrata* community)

졸참나무군락은 남사면과 북사면 모두에서 출현하였으며, 해발고 556~688m(평균 648m)에 분포하였다. 군락 구분에 이용된 조사구는 5개이었고, 교목층의 평균 수고는 16m로 조사되었으며, 경사는 15~35°(평균 27°)로 굴참나무군락과 함께 급한 지역에 분포하고 있었고, 평균 출현종수는 25종류로 조사되었다(Table 1).

군락 구분종은 졸참나무이었으며, 전체적으로 개옻나무, 굴참나무가 다수 출현하여 현 상태로 계속해서 군락을 형성할것으로 예상된다.

5) 서어나무군락(*Carpinus laxiflora* community)

서어나무군락은 주로 북사면 30~313°(평균 156°)에 분포하며, 해발고는 850~1,017m(평균 895m)이고, 다소 높은 지역에 분포하고 있었다. 경사는 20~30°(평균 24°)로 중간 정도이었으며, 군락의 구분에 이용된 조사구는 5개였고, 조사구당 평균 출현 종수는 22종류이다. 교목층의 평균 수고는 16m로 조사되었다.

주요 군락 구분종은 서어나무, 단풍취이었으며, 이 군락에서는 당단풍, 쪽동백나무, 철쭉꽃, 신갈나무, 까치박달의 출현이 높게 나타났다.

6) 들메나무군락(*Fraxinus mandshurica* community)

들메나무군락은 주로 북사면 15~130°(평균 49°)에 분포하며, 해발고는 845~940m(평균 883m)로 다소 높은 지역에 분포하고 있었다. 경사는 15~30°(평균 22°)로 중간 정도이었으며, 군락의 구분에 이용된 조사구는 4개였고, 조사구당 평균 출현 종수는 33종류로 조사된 군락중 가장 높게 조사되었다. 교목층의 평균 수고는 15m로 조사되었다. 주요 군락 구분종은 들메나무, 산수국, 산뽕나무, 홀아비꽃대, 관중, 십자고사리, 물봉선, 박쥐나무, 층층나무이었으며, 특히 이 지역은 초본층의 평균 피도가 83%로 높게 나타났으며, 까치박달이 다수 출현하고 있었다.

2. 흉고직경급 분석

각 조사구에서 매목조사를 실시하여 얻어진 자료를 기초로 중요치가 높게 나타난 수종들에 대한 흉고직경 분포 상태를 분석하였다(Fig. 2). 흉고직경급별 분포는 수량 및 산림식생 구조의 간접적인 표현이며, 식생천이의 양상을 추론할 수 있다(김과 오, 1993). 우점종의 경급이 정규분포를 하고 있을 때는 그 산림은 항상성을 유지할 수 있고, 역J자형의 분포를 할 때는 동령림에서는 경쟁이 일어나고, 이령림에서는 극상림으로의 유지가 가능하다고 할 수 있다. 그리고 정규분포형과 역J자형이 공존하고, 역J자형의 개체가 작을 경우 정규분포형 집단은 후자에 의하여 천이가 진행될 것으로 보

Table 1. Synthesized table of forest community on Jeoksangsan

A : *Quercus mongolica* community B : *Pinus densiflora* community C : *Quercus variabilis* community
D : *Quercus serrata* community E : *Carpinus laxiflora* community F : *Fraxinus mandshurica* community

Community type	A	B	C	D	E	F
Number of relevé	19	12	8	5	5	4
Direction(°)	181	127	150	168	156	49
Slope degree(°)	18	18	27	27	24	22
Altitude(m)	930	438	638	648	895	883
Height of tree layer(m)	16	10	16	16	16	15
Coverage of upper tree(T1) layer(%)	91	92	94	91	89	91
Coverage of upper tree(T2) layer(%)	41	37	26	36	51	55
Coverage of shrub(S) layer(%)	30	40	34	25	39	29
Coverage of herb(H) layer(%)	59	18	23	10	36	83
Number of species	26	27	30	25	22	33
Differential species of <i>Quercus mongolica</i> community						
<i>Quercus mongolica</i>	V	IV	II	III	IV	.
<i>Pseudostellaria palibiniana</i>	IV	.	II	.	I	.
<i>Melampyrum roseum</i>	III	.	.	.	.	.
Differential species of <i>Pinus densiflora</i> community						
<i>Pinus densiflora</i>	I	V	III	.	.	.
<i>Juniperus rigida</i>	.	V	.	.	.	.
<i>Styrax japonica</i>	.	III	I	I	.	.
<i>Chimaphila japonica</i>	.	III	.	.	.	.
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	II	IV	I	.	II	.
Differential species of <i>Quercus variabilis</i> community						
<i>Quercus variabilis</i>	I	IV	V	IV	.	.
<i>Platycarya strobilacea</i>	I	I	III	I	.	.
<i>Quercus dentata</i>	.	.	III	.	.	.
Differential species of <i>Quercus serrata</i> community						
<i>Quercus serrata</i>	.	III	III	V	I	.
Differential species of <i>Quercus laxiflora</i> community						
<i>Carpinus laxiflora</i>	II	.	.	.	V	.
<i>Ainsliaea acerifolia</i>	.	.	.	.	V	1
Differential species of <i>Quercus mandshurica</i> community						
<i>Fraxinus mandshurica</i>	I	.	.	.	.	4
<i>Hydrangea serrata</i> for. <i>acuminata</i>	.	.	.	.	.	3
<i>Morus bombycis</i>	I	.	.	.	.	3
<i>Chloranthus japonicus</i>	.	.	.	.	.	3
<i>Dryopteris crassirhizoma</i>	.	.	.	.	.	3
<i>Polystichum tripterum</i>	.	.	.	.	.	3
<i>Impatiens textori</i>	.	.	.	.	.	3
<i>Alangium platanifolium</i> var. <i>macrophyllum</i>	.	.	.	.	.	3
<i>Cornus controversa</i>	.	.	.	.	.	3

Table 1. Continued

A : *Quercus mongolica* community B : *Pinus densiflora* community C : *Quercus variabilis* community
 D : *Quercus serrata* community E : *Carpinus laxiflora* community F : *Fraxinus mandshurica* community

Community type	A	B	C	D	E	F
Companions						
<i>Lindera obtusiloba</i>	V	V	V	V	IV	3
<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i>	IV	IV	IV	IV	III	.
<i>Carex lanceolata</i>	III	V	V	I	.	1
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i>	II	V	II	III	.	.
<i>Carex siderosticta</i>	IV	I	II	IV	II	.
<i>Styrax obassia</i>	V	I	IV	II	IV	3
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	III	III	III	II	I	.
<i>Smilax sieboldii</i>	I	III	II	I	.	.
<i>Smilax china</i>	I	III	II	I	.	.
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	II	.	.	II	IV	.
<i>Carpinus cordata</i>	IV	.	.	.	IV	3
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	V	.	.	II	V	2
<i>Prunus sargentii</i>	II	IV	II	II	I	.
<i>Rhus trichocarpa</i>	I	V	II	V	I	.
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	III	III	.	IV	.	.
<i>Pinus koraiensis</i>	III	II	III	I	I	.

고되고 있다(문, 2001). 소나무는 어린 개체와 큰 개체의 밀도가 낮고, 중간 개체의 밀도가 높아 정규 분포형의 밀도를 나타내고 있는 것으로 보아 당분간은 소나무가 높은 우점도를 유지할 것으로 판단된다. 졸참나무는 역J자형에 가까운 분포를 나타내고 있어 앞으로 이의 중요치가 증가할 것으로 예상되며, 또한 서어나무, 까치박달 및 들메나무는 전체적으로 어린 개체의 밀도가 높아 점차적으로 중요치가 높아질 것으로 예상된다. 신갈나무와 굴참나무는 어린 개체와 중간 개체의 밀도가 높아 앞으로 계속 높은 중요치를 나타낼 것으로 사료된다.

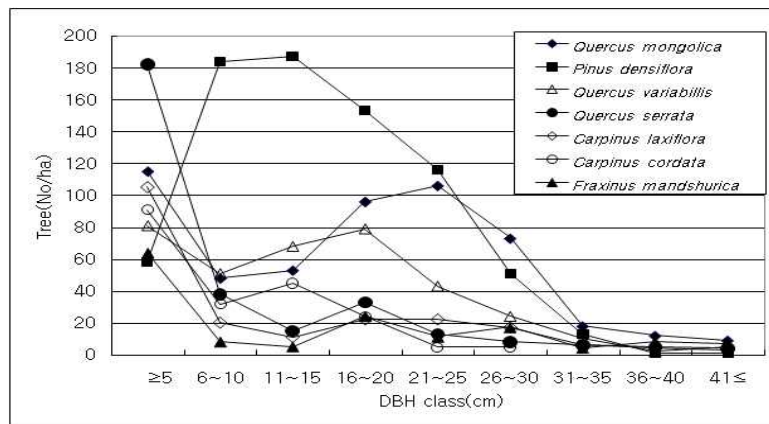


Fig. 2. DBH distribution of major tree species in the Jeoksangsan.

3. 중요치 분석

적상산 지역의 산림군락에서 흉고직경 2cm 이상의 수목을 대상으로 중요치를 분석한 결과, 전체 군락에서 나타난 중요치는 신갈나무가 63.31로 가장 높았고, 다음으로 소나무 40.47, 굴참나무 34.75, 졸참나무 24.37, 서어나무 16.35, 까치박달 14.81, 쪽동백나무 14.50, 들메나무 13.88, 당단풍 12.99, 쇠물푸레 7.64, 산벚나무 7.57, 생강나무 5.78 등의 순으로 나타났다(Table 2). 이러한 결과는 교목층이 신갈나무와 소나무, 굴참나무, 졸참나무, 서어나무가 우점종으로 구성되어 있음을 나타내고 있다. 쪽동백나무와 당단풍 등은 아교목층에서 상당한 우점율을 보이고 있었다.

4. Ordination 분석

본 연구에서는 좀더 정량적인 생태학적 정보를 제공하고자 식물사회학적 방법에 의하여 분류된 6개 군락에 대해서 서열법으로 해석하였다. 서열법은 군집 또는 군락의 구조를 해석하고, 식생과 환경과의 상호작용에 대한 가정을 유출해 내는 것이 목적이다. 특히 산림식생은 환경요인에 따라 그 구조가 달라지므로 식생들을 한 개 또는 그 이상의 생태학적 구배에 따라 배열하는 과정으로 다변량 자료군에서 그 유형을 찾아내는 분석법이다(Goodall, 1963). 식생분포에 영향을 미치는 환경인자들 중에서 해발고(즉 온도인자)와 수분요소가 가장 중요한 인자로 알려져 있으며, 환경인자 중 경사, 방위, 해발고 및 토양을 위주로 하여 DCCA ordination에 의한 상관관계를 알아보았다. Fig. 3은 적상

Table 2. Importance value of major tree species in the Jeoksangsan

Species	I.V.	OR		I.V.	OR
<i>Quercus mongolica</i>	63.31	1	<i>Sorbus alnifolia</i>	1.55	24
<i>Pinus densiflora</i>	40.47	2	<i>Rhus trichocarpa</i>	1.33	25
<i>Quercus variabilis</i>	34.75	3	<i>Magnolia sieboldii</i>	1.12	26
<i>Quercus serrata</i>	24.37	4	<i>Quercus acutissima</i>	1.12	27
<i>Carpinus laxiflora</i>	16.35	5	<i>Pinus koraiensis</i>	0.86	28
<i>Carpinus cordata</i>	14.81	6	<i>Maackia amurensis</i>	0.74	29
<i>Styrax obassia</i>	14.50	7	<i>Morus bombycis</i>	0.73	30
<i>Fraxinus mandshurica</i>	13.88	8	<i>Robinia pseudo-acacia</i>	0.64	31
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	12.99	9	<i>Viburnum carlesii</i>	0.63	32
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	7.64	10	<i>Castanea crenata</i>	0.56	33
<i>Prunus sargentii</i>	7.57	11	<i>Euonymus sachalinensis</i>	0.44	34
<i>Lindera obtusiloba</i>	5.78	12	<i>Symplocos chinensis for pilosa</i>	0.40	35
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	4.73	13	<i>Lindera erythrocarpa</i>	0.39	36
<i>Styrax japonica</i>	3.96	14	<i>Euonymus macroptera</i>	0.39	37
<i>Platycarya strobilacea</i>	3.56	15	<i>Celtis sinensis</i>	0.39	38
<i>Cornus controversa</i>	3.36	16	<i>Malus sieboldii</i>	0.37	39
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	2.83	17	<i>Alnus hirsuta</i>	0.36	40
<i>Cornus kousa</i>	2.37	18	<i>Staphylea bumalda</i>	0.35	41
<i>Juniperus rigida</i>	2.04	19	<i>Prunus padus</i>	0.34	42
<i>Quercus dentata</i>	2.02	20	<i>Tilia taquetii</i>	0.34	43
<i>Acer mono</i>	1.76	21	<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	0.33	44
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	1.67	22	<i>Ilex macropoda</i>	0.30	45
<i>Tilia amurensis</i>	1.59	23			

산 지역의 산림식생을 식물사회학적 방법에 의하여 분류된 6개 군락과 11개의 환경 요인으로 DCCA ordination 분석한 결과를 최초 1, 2축에 의한 I/II 평면상에 나타낸 것이다. 제1축에서는 굴참나무군락, 소나무군락, 졸참나무군락, 서어나무군락, 신갈나무군락, 들메나무군락의 순서로 배열되는 경향이며, 제2축에서는 소나무군락과 굴참나무는 뚜렷하게 배열이 되나, 신갈나무군락, 졸참나무군락, 서어나무군락, 들메나무군락은 같은 선상에 배열되었다. Fig. 3에서 보면 제1축에서는 해발고가 가장 높은 상관관계를 보였으며, 그 외에 T-N, K, O.M.도 비교적 높은 상관관계를 보였으나, 사면방향과 pH는 낮은 상관관계를 나타냈다. 경사는 제2축에서 높은 상관관계를 보였으며, Mg, CEC도 높은 상관관계를 보였으나, P_2O_5 는 상관관계가 낮은 걸로 나타났다. 군락과 환경과의 상관관계를 분석해 보면 들메나무군락과 신갈나무군락은 해발고가 높고 양료가 많은 곳에 분포하였으며, 소나무군락은 해발고가 낮고 양료가 적으며 경사가 낮은 지역에 분포하였다. 굴참나무군락과 졸참나무군락은 경사가 높고 해발고는 낮으며 양료가 적은 곳에 분포하였으며, 서어나무군락은 타 군락과 비교해 볼 때 북사면의 중간 정도의 해발고에 분포하였다.

송과 신(1985)의 계룡산 산림의 습도 구배 분석에서 보면 입지의 건습이라든가 군락 내부의 속성을 나타내는 것이 해발고와 높은 상관관계를 나타내는 제 1축이라 추측되는 바, 본 조사에서 들메나무군락과 신갈나무군락이 해발고와 높은 상관관계를 보였고 소나무군락은 낮은 해발고에 분포하였다. 또한, 많은 연구(송과 신, 1985; 송과 장, 1987; 유와 송, 1989; 이 등, 1993, 1995; 변 등, 1998)에서 주장되고 있듯이 소나무군락→굴참나무군락→신갈나무군락의 순으로 토양양분 상태가 좋은 입지에 성립한다는 의견에 따르면 본 조사에서 신갈나무군락이 소나무군락보다 토양양분 상태가 양호한 지역에 분포하는 것과 일치한다.

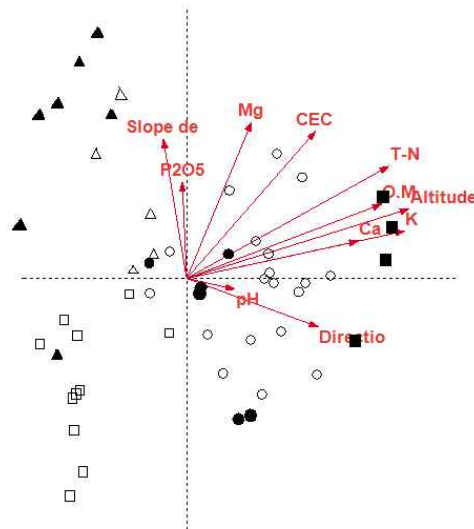


Fig. 3. DCCA ordination diagram of plots in Jeoksangsang forest communities.

The plots are : ○=*Quercus mongolica* community; □=*Pinus densiflora* community; ▲=*Quercus variabilis* community; △=*Quercus serrata* community; ●=*Carpinus laxiflora* community; ■=*Fraxinus mandshurica* community. The environmental variables are : O.M =organic matter concentration ; T-N=total nitrogen concentration ; C.E.C=cation exchange capacity ; Ca=calcium concentration ; Mg=magnesium concentration ; K=potassium concentration ; P_2O_5 =available phosphorus concentration.

결 론

식물사회학적 방법을 실시하여 적상산 지역의 산림을 분석한 결과, 신갈나무군락(*Quercus mongolica* community), 소나무군락(*Pinus densiflora* community), 굴참나무군락(*Quercus variabilis* community), 졸참나무군락(*Quercus serrata* community), 서어나무군락(*Carpinus laxiflora* community), 들메나무군락(*Fraxinus mandshurica* community)으로 구분되었으며, 군락들간에는 종조성, 계층구조 및 식피율 등 생태적 특징에 많은 차이가 있는 것으로 조사되었다.

전체 군락에서 나타난 중요치는 신갈나무가 가장 높고(63.31), 다음으로 소나무(40.47), 굴참나무(34.75), 졸참나무(24.37), 서어나무(16.35), 까치박달(14.81), 쪽동백나무(14.50), 들메나무(13.88), 당단풍(12.99) 등의 순으로 나타났다.

각 조사구에서 매목조사를 실시하여 흉고직경급을 분석한 결과, 소나무는 어린 개체와 큰 개체의 밀도가 낮고, 중간 개체의 밀도가 높아 이항분포형의 밀도를 나타내고 있는 것으로 보아 당분간은 소나무가 높은 우점도를 나타낼 것으로 판단된다. 졸참나무는 역J자형에 가까운 분포를 나타내고 있어 앞으로 이의 중요치가 증가할 것으로 예상되며, 신갈나무와 굴참나무는 어린 개체와 중간 개체의 밀도가 높아 앞으로 계속 높은 우점도를 나타낼 것으로 사료된다. 서어나무, 까치박달 및 들메나무는 전체적으로 개체의 밀도가 낮아, 층위 형성에는 큰 영향을 끼치지 않을 것으로 예상된다.

적상산 지역의 산림식생을 식물사회학적 방법에 의하여 분류된 6개 군락과 11개의 환경 요인으로 DCCA ordination 분석한 결과, 제1축에서는 굴참나무군락, 소나무군락, 졸참나무군락, 서어나무군락, 신갈나무군락, 들메나무군락의 순서로 배열되는 경향이며, 해발고가 가장 높은 상관관계를 보였으며, 그 외에 T-N, K, O.M도 비교적 높은 상관관계를 보였으나, 사면방향과 pH는 낮은 상관관계를 나타냈다. 제2축에서는 신갈나무군락, 졸참나무군락, 서어나무군락, 들메나무군락의 분포는 어떤 뚜렷한 요인을 찾을 수 없으나, 굴참나무군락은 소나무군락에 비해 경사가 급한 곳에 분포하는 것으로 나타났다. 경사는 제2축에서 높은 상관관계를 보였으며, Mg, CEC도 높은 상관관계를 보였으나 P_2O_5 는 상관관계가 낮은 걸로 나타났다.

인용문헌

- 국립공원 관리공단. 1992. 덕유산국립공원 자원조사. 부록: 1-69.
- 국립공원 관리공단. 2004. 덕유산국립공원 자연자원조사. p. 785.
- 국립공원 관리공단. 2004. 덕유산국립공원 자원모니터링. pp. 67-126.
- 국립공원 관리공단. 2005. 덕유산국립공원 자원모니터링. pp. 75-140.
- 길봉섭, 김창환. 1994. 국립공원 덕유산의 식물상. 원광대학교논문집. 28: 63-100.
- 김무열. 1987. 적상산의 식물상에 관한 연구. 전북대 기초과학. 9: 105-125.
- 김창환, 강선희, 길봉섭. 1991. 적상산의 식생. 한국생태학회지. 14(2): 137-148.
- 김철수, 오장근. 1993. 무등산 식생에 대한 식물사회학적 연구. 한국생태학회지. 16(1): 93-114.
- 김정언, 임양재, 양권열. 1989. 소백산 국립공원 남동사면의 현존식생. 중앙대 기초과학연구소 논문

집. 3: 101-114.

농업기술연구소. 1988. 토양화학분석법. p. 450.

문현식. 2001. 덕유산 아고산지대의 산림식생구조에 관한 연구. 농업생명과학연구. 35: 47-54.

박영순, 송호경, 이선, 이미정. 2001. 계룡산국립공원 계곡부 식생의 구조와 DCCA에 의한 식생과 환경과의 상관관계분석. 한국임학회지. 90(3).

변두원, 이호준, 김창호. 1998. 오대산 삼림계열의 패턴과 천이계열. 한국생태학회지. 21: 283-290.

송호경, 신창남. 1985. 계룡산 삼림군집형과 그의 구조에 관한 연구. 충남대 환경연구보고. 3(1): 19-58.

송호경, 장규관. 1997. 소나무림과 신갈나무림의 흉고직경급 분석과 천이에 관한 연구. 한국임학회지. 86(2): 223-232.

송호경, 이규석, 이선, 김호정, 이미정, 지윤의. 2001. 계룡산국립공원내 군사보호구역의산림식생. 한국환경생태학회지. 14(4): 332-340.

오구균. 1994. 덕유산 국립공원 적상산성 일원의 식물군집구조. 응용생태연구. 7(2): 172-180.

유재은. 1988. 88자연생태계전국조사(Ⅱ-2). 제3차년도(충남의 식생). 환경처. pp. 33-74.

유재은, 송호경. 1989. Classification과 Ordination에 의한 속리산 삼림군집의 분석. 충남대학교 환경연구보고. 7: 1-8.

이우철, 임양재, 1978. 한반도 관속식물의 분포에 관한 연구. 한국식물분류학회지 8. 부록: 1-33.

이창복. 1980. 대한식물도감. 향문사. p. 990.

이호준, 정홍락, 변두원, 김창호. 1993. 일월산의 삼림식생 분석. 한국생태학회지. 16: 239-259.

이호준, 정홍락, 배병호. 1995. 청량산 삼림식생의 군락분류 및 종간연관 분석. 한국생태학회지. 18: 121-136.

임양재, 백순달. 1985. 설악산의 식생. 중앙대학교 출판국. p. 199.

조중배, 길봉섭. 1987. 대둔산 식생의 분류학적 특성과 수직분포. Korean J. Ecol. 10(2): 53-62.

Braun-Blanquet, J. 1964. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Springer-Verlag, New York. 631pp.

Curtis, J. T. and R. P. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the Prairie Forest Border Region of Wisconsin. J. Ecology. 32: 476-496.

Dierssen, K. 1990. Einführung in die Pflanzensoziologie. Akademie-Verlag Berlin. p. 241.

Ellenberg, H. 1956. Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. Eugen Ulmer, Stuttgart. p. 136.

Hill, M. O. 1979. TWINSpan - A FORTRAN Program for Arranging Multivariate Data in an Order Two-Way Table by Classification of the Individuals and Attributes. Ithaca, N.Y. Cornell Univ. Press. p. 50.

Hill, M. O. and H. G. Jr. Gauch. 1980. Detrended Correspondence Analysis and Improved Ordination Technique. Vegetatio. 42: 47-58.

Ter Braak, C. J. F. 1987. CANOCO - A FORTRAN Program for Canonical Community Ordination by Correspondence Analysis, Principal Components Analysis and Redundancy Analysis(Version 2.1) TNO Institute of Applied Computer Science, Statistics Department, Wageningen, The Netherlands.

- Yee, S. 1998. Waldvegetation und Standorte im Odaesan-National Park (Südkorea). Culterra 25: 182.
- Yim, Y. J. and T. Kira. 1976. Distribution of forest vegetation and climate in Korean peninsula. II. Distribution of climatic humidity/aridity. Jap. J. Ecol. 26: 157-164.

요 약

본 연구는 덕유산국립공원 적상산의 식생구조를 분석하기 위하여 2007년 9월부터 2008년 6월에 걸쳐 식물사회학적 방법과 DCCA를 이용한 ordination 분석을 실시하여 임분의 구조와 특성을 비교하였다. 적상산의 산림을 분석한 결과, 신갈나무군락(*Quercus mongolica* community), 소나무군락(*Pinus densiflora* community), 굴참나무군락(*Quercus variabilis* community), 졸참나무군락(*Quercus serrata* community), 서어나무군락(*Carpinus laxiflora* community), 들메나무군락(*Fraxinus mandshurica* community)으로 구분되었으며, 군락들간에는 종조성, 계층구조 및 식피율 등 생태적 특징에 많은 차이가 있는 것으로 조사되었다.

전체 군락에서 나타난 중요치는 신갈나무가 가장 높고(63.31), 다음으로 소나무(40.47), 굴참나무(34.75), 졸참나무(24.37), 서어나무(16.35), 까치박달(14.81), 쪽동백나무(14.50), 들메나무(13.88), 당단풍(12.99) 등의 순으로 나타났다.

흥고직경급을 분석한 결과, 소나무는 이항분포형의 밀도를 나타내고 있어 당분간은 이들 수종의 우점 상태가 계속될 것으로 보이나, 졸참나무의 어린 개체의 밀도가 높아 앞으로 이들의 세력이 확장될 것으로 판단된다. 서어나무와 까치박달과 들메나무는 현 상태에서 층위가 계속 형성할 것으로 예상된다. 신갈나무와 굴참나무는 어린 개체와 중간 개체의 밀도가 높아 앞으로 계속 높은 우점도를 나타낼 것으로 사료된다.

적상산 지역의 산림식생을 식물사회학적 방법에 의하여 분류된 6개 군락과 11개의 환경 요인으로 DCCA ordination 분석한 결과, 들메나무군락과 신갈나무군락은 해발고가 높고 양료가 많은 곳에 분포하였으며, 소나무군락은 해발고가 낮고 양료가 적으며 경사가 낮은 지역에 분포하였다. 굴참나무군락과 졸참나무군락은 경사가 높고 해발고는 낮으며 양료가 적은 곳에 분포하였으며, 서어나무군락은 타 군락과 비교해 볼 때 북사면의 중간 해발고에 분포하였다.

검색어 : DCCA, 중요치, Ordination, 식물사회학

A : *Quercus mongolica* community B : *Pinus densiflora* community C : *Quercus variabilis* community
D : *Quercus serrata* community E : *Carpinus laxiflora* community F : *Fraxinus mandshurica* community

[illegible]

<i>Quercus mongolica</i>	T1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4
<i>Quercus mongolica</i>	T2	3	B	A	A	A	A	A	1	+						A
<i>Quercus mongolica</i>	S	A		+					A							
<i>Quercus mongolica</i>	H	+	1	+		+						+				+
<i>Carpinus cordata</i>	T1			+		A	A					A	B		3	
<i>Carpinus cordata</i>	T2	+	+	1		B						A	B	B	4	3
<i>Carpinus cordata</i>	S	1			+	+								A	B	A
<i>Carpinus cordata</i>	H											+				
<i>Pseudotsellaria palibiniana</i>	H	+	R	M	A	M	M					M	M	A	R	M
<i>Melampyrum roseum</i>	H			A	M	B		+		+	+	A				

<i>Pinus densiflora</i>	T1	A	5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 4
<i>Pinus densiflora</i>	T2		3 B B A A A 1 1 1 3
<i>Pinus densiflora</i>	S	+	
<i>Pinus densiflora</i>	H		1 R + +
<i>Juniperus rigida</i>	T2		A 1 1 + + 1
<i>Juniperus rigida</i>	S		1 + A + 1 A
<i>Juniperus rigida</i>	H		1 + + 1 +
<i>Syrax japonica</i>	T2	1	+ 1 3 B
<i>Syrax japonica</i>	S		1 A 1 B
<i>Syrax japonica</i>	H		++
<i>Chimaphila japonica</i>	H		R R 1 R M
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	S	A 3 3 A 1	1 A B B B B A 1 3
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	H	+ +	1 A 1 M + A + M

<i>Quercus variabilis</i>	T1	1	1	1 A	1 AB + 1	A 1	5 5 5 5 5 5 5 5	A A A + A
<i>Quercus variabilis</i>	T2	+		A	B B	+ A A	3 B A A A	A +
<i>Quercus variabilis</i>	S	+			+	A +	B + B A	+
<i>Quercus variabilis</i>	H	+	+		1 + +	1 1	+ 1 + 1 M	++ +
<i>Platycarya strobilacea</i>	T1	+			+	+	+	++ +
<i>Platycarya strobilacea</i>	T2	+			1 +	1	+	A
<i>Platycarya strobilacea</i>	S				B	1		+
<i>Quercus dentata</i>	T1						+	+
<i>Quercus dentata</i>	T2						A	+
<i>Quercus dentata</i>	S		+				+	+
<i>Quercus dentata</i>	H						+	+ A

Appendix 1. Continued

Community type		A				B				C			D		E		F	
Differential species of <i>Quercus serrata</i> community																		
<i>Quercus serrata</i>	T1				A	A	B +	B	1 + +	++	+	+	+ 1 +	5 5 5 5 4		+ 1		1
<i>Quercus serrata</i>	T2					1	1 1	B 3	A B 1		A B	+ 1 + A	1	A A				
<i>Quercus serrata</i>	S	+					A 3 3	B A	1 1 A		B B 1		B	A 1	+			
<i>Quercus serrata</i>	H	1		1			+ MA + 1 1		+	+ A 1		1	1	1		+ 1		
Differential species of <i>Carpinus laxiflora</i> community																		
<i>Carpinus laxiflora</i>	T1	A A	+		A	B										5 4 4 4 5		
<i>Carpinus laxiflora</i>	T2	1				3										3 3 3 A 1		
<i>Carpinus laxiflora</i>	S					A										B +		
<i>Carpinus laxiflora</i>	H	1				1										1 1 1 +		
<i>Ainsliaea acerifolia</i>	H	+		A B		+ B + A	3 3									MMMA 3		1
Differential species of <i>Fraxinus mandshurica</i> community																		
<i>Fraxinus mandshurica</i>	T1					+						+		1			5 5 5 5	
<i>Fraxinus mandshurica</i>	T2	+				+								+			3 B B B	
<i>Fraxinus mandshurica</i>	S	1															A 1 A B	
<i>Fraxinus mandshurica</i>	H	1															1 1 M 1	
<i>Hydrangea serrata</i> for. <i>acuminata</i>	S																+ A	
<i>Hydrangea serrata</i> for. <i>acuminata</i>	H																B A A	
<i>Morus bombycis</i>	T2																+ 1	
<i>Morus bombycis</i>	S																A A	
<i>Morus bombycis</i>	H																1 +	
<i>Chloranthus japonicus</i>	H	+															M M	
<i>Dryopteris crassirhizoma</i>	H					B 1											3 3 3	
<i>Polystichum tripterum</i>	H																MB M	
<i>Impatiens textori</i>	H																+ M+	
<i>Alangium platanifolium</i> var. <i>macrophyllum</i>	S																1 + 1	
<i>Alangium platanifolium</i> var. <i>macrophyllum</i>	H																B 1 1	
<i>Cornus controversa</i>	T1		A		A									+			A A 1	
<i>Cornus controversa</i>	T2		A											1			+	
<i>Cornus controversa</i>	S					+							+					
<i>Cornus controversa</i>	H																1	
Companions																		
<i>Lindera obtusiloba</i>	T2	+		+		+	+				++	A 3		1 + A			+	+
<i>Lindera obtusiloba</i>	S	+ A B A A	++ A B	+ B + 1 A 1 + A		+		++			3 1 + 1 + B A		3 A A + A		1 1 + 1		1 + A	
<i>Lindera obtusiloba</i>	H	+	A ++	1 A ++ A ++ 1 +++		1 +	++++ 1 +++			+	++++		A + + + +		++ +	+	1 +	
<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i>	H	+	+++	+++	+	++ + R	+ 1 +	++++ 1		+	M+++ +		+++ 1		+++			
<i>Carex lanceolata</i>	H	5 5		4 A 1	B A 4	+		M A B 1 + B MMM	M+	MA	MA + B +		M					+
<i>Peridium aquilinum</i> var. <i>latusculum</i>	H	+		+ 1		1	1 + + 1 + 1 1 M + 1 1 1			+	+	1 +		+++				
<i>Carex siderosticta</i>	H	1		++	B A ++ A	++			1	+		M 1		+	+++		1 +	
<i>Carex okamotoi</i>	H	1		1		1 M M			+	1	+				1 1 M M			+
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	T2	+		+	+	+	B A		1 A 1 A	B				B 1		1		
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	S	1		B A		+	B B		A A A A	B				A		B		
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	H	+		+	+	+	+	M	++ 1	1		+	+	+ 1 +		1		

Community type		A				B				C			D		E		F	
<i>Smilax china</i>	H				R	R	R	+	+	+	+	R						
<i>Smilax china</i>	S		+					+	A	+	+	+	+					
<i>Smilax china</i>	H		1			+	1	+	1	+	1	+	+	M	+	A	+	
<i>Prunus sargentii</i>	T1	A	1	B	1	+	1	1		+	A				+	1		+
<i>Prunus sargentii</i>	T2		3			+					+	B	1	+		+	1	+
<i>Prunus sargentii</i>	S									1	+	+	+	+	+	1		
<i>Prunus sargentii</i>	H	R	+			+	+	R	+	R		+	+		R			+
<i>Styrax obassia</i>	T1	+		1	+	A												
<i>Styrax obassia</i>	T2	1	B	A	A	A	A	B	B	+	A	1	B	A		A		
<i>Styrax obassia</i>	S	1	A	1	+	+	A	+	+	1	A	1	+		+	1	A	+
<i>Styrax obassia</i>	H	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+				+	+	+	+
<i>Acer mono</i>	T1					1	1											+
<i>Acer mono</i>	T2	+													1			A
<i>Acer mono</i>	S	+	+			+				+							+	+
<i>Acer mono</i>	H	+	+			+	M								+			+
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	T2		A	A		B												
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	S		B	B	+	B	A	A								B	B	B
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	H		+	1		+	1									1	1	1
<i>Pinus koraiensis</i>	T1	A																
<i>Pinus koraiensis</i>	T2	1				+									+			
<i>Pinus koraiensis</i>	S	A				+	1	+	A									
<i>Pinus koraiensis</i>	H	1		R		+	R	R	+	+	R	+		+	+	+	+	
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	T1					+												+
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	T2	B	+	+	A	+	+	+	+	+	B	B	B	B			+	1
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	S	1	1		+	+	+	+	+	1	1	A				+	1	+
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	H	+		+		+	+	1	1	+						+	+	+
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	T1				A													
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	T2	+	A	A		B	+				1	1	+		+		+	+
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	S	+	+					+			1				+	+	+	
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	H		+	+		+	+			+	R	+	+		+	+	+	+
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	S	+	+	A	A	+		+		+	+	+	+				+	
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	H	+	+	+	+		+			+	+	+				+		+
<i>Rhus trichocarpa</i>	T2			1				+					1	+				
<i>Rhus trichocarpa</i>	S			1						+	1	1	1	+	+	+	A	+
<i>Rhus trichocarpa</i>	H			1	R		+	1	R	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Lindera erythrocarpa</i>	T2														A			
<i>Lindera erythrocarpa</i>	S														A		A	
<i>Lindera erythrocarpa</i>	H			1					R		R	+	R		+	+	1	
<i>Rhus chinensis</i>	S									+				+	+			
<i>Rhus chinensis</i>	H						+											

Appendix 1. Continued

Community type		A					B				C		D		E		F		
<i>Lonicera maackii</i>	S	+ B +			I									+		+			
<i>Lonicera maackii</i>	H	+ + + +			+			+							R				
<i>Smilax riparia</i> var. <i>ussuriensis</i>	H	+ I	+	+	+	+	++	+	+					+	+	++		+	
<i>Smilax nipponica</i>	H	+	+			I			+	+	+ R		+	+ R		+			
<i>Cocculus trilobus</i>	S						+								+				
<i>Cocculus trilobus</i>	H	+						+	+	R R	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Miscanthus sinensis</i>	H	+			M			+	I + M	R I	+	+	+	M	R I		M		
<i>Artemisia keiskeana</i>	H	+			R			M A + M		I	M + + +				I A				
<i>Stephanandra incisa</i>	S	+		I	+						+					+		I +	
<i>Stephanandra incisa</i>	H	+		I	+		+	+	+	+	R				R +		I	I I I	
<i>Dioscorea septemloba</i>	H	+	+	+ R															
<i>Spodiopogon cotulifer</i>	H	+ M	A +		I M			I					I	I +	A	+	B M	M	3
<i>Pyrola japonica</i>	H	R		+	+ + +			+	I	R	+	+	R		+	+	+	I	R
<i>Viola dissecta</i> var. <i>chaerophylloides</i>	H	R											+						
<i>Viola orientalis</i>	H	+	R			R	M + R	R				R +		R				+	M
<i>Viola variegata</i>	H						+				M								
<i>Viola mandshurica</i>	H	M		I	+	+													
<i>Viola acuminata</i>	H	+	+			+	R	+								+			
<i>Viola verecunda</i>	H	M			+	+													
<i>Viola albida</i>	H	+	+	+			M									M +			
<i>Astilbe chinensis</i> var. <i>davidii</i>	H	+ +		+	+							+				I +			
<i>Actinidia arguta</i>	S	+											+		+				
<i>Actinidia arguta</i>	H	A	B B			+	+					R				I A			
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	T2						A												
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	S						A				A	+	+						
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	H	+			+	+			+	+	I I	A +	++						
<i>Dioscorea quinqueloba</i>	H	R									++				+	+	I		
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	S	+					+	+	+										
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	H						R +				I	M	R						
<i>Cynanchum paniculatum</i>	H	A	+	+ A															
<i>Atractylodes japonica</i>	H	+ +			I			+	R +	R +	I +	++	+	+	R	+			
<i>Quercus acutissima</i>	T1	A											+						
<i>Asarum sieboldii</i>	H	++	++	++	M + R	R R	R + +					I	+	I	+	R + R		R	+
<i>Hemerocallis fulva</i>	H	R	R	R			R				R R R	R + R	+	+	R	+	R		

M:2m, A:2a, B:2b