

주왕산국립공원 주왕계곡의 식물군집구조¹

이 경 재² · 조 재 창² · 강 현 경³

Plant Community Structure of Chuwang Valley in Chuwangsan National Park¹

Kyong-Jae Lee², Jae-Chang Jo², Hyun-Kyong Kang³

요 약

본 연구는 주왕산국립공원내 주왕계곡의 식물군집구조를 밝히기 위하여 30개소에 조사구(1개 조사구당 100m²)를 설치하여 식생조사를 실시하였으며 군집구조분석에는 상대우점치, 흉고직경급 분포, 종다양도지수, DCA, CCA 및 TWINSpan분석을 적용하였다. 30개 조사구의 우점수종은 소나무, 졸참나무, 신갈나무, 굴참나무이었으며 전체 조사구는 TWINSpan에 의해 신갈나무-소나무-서어나무군집, 소나무-굴참나무군집, 졸참나무-굴참나무군집, 활엽수혼효림의 4개군집으로 분리되었다. 본 조사지의 종다양도는 1.17~1.32로 높게 나타났다. 천이계열은 교목상층에서 소나무→참나무류로의 천이가 진행될 것으로 예측되었다.

주요어 : 주왕계곡, 식물군집구조, 천이계열

ABSTRACT

To investigate the forest structure of Chuwang valley of Chuwangsan National Park, thirty plots were set up and surveyed. Importance values, DBH class distribution, species diversity indices, DCA ordination, CCA ordination and TWINSpan classification were used for vegetational structure analysis. *Pinus densiflora*, *Quercus serrata*, *Q. mongolica*, *Q. variabilis* were appeared to be dominant species in thirty plots. According to the analysis of classification by TWINSpan, the thirty plots divided four groups. Groups were *Q. mongolica*-*P. densiflora*-*Carpinus laxiflora* community (I), *P. densiflora*-*Q. variabilis* community (II), *Q. serrata*-*Q. variabilis* community (III), broad-leaved mixed community (IV). Species diversity (H') of investigated area was calculated 1.17~1.32. The successional trend was seemed to be from *P. densiflora* to *Q. spp.* in the canopy layer.

KEY WORDS : CHUWANG VALLEY, COMMUNITY STRUCTURE, SUCCESSIONAL TREND

서 론

국립공원은 국토내의 원시지역 또는 역사적, 학술적으

로 가치가 있는 지역의 보존을 위하여 국가에서 지정하는 일종의 자연공원이다. 이러한 국립공원의 취지에 따라 1872년 Yellowstone 국립공원의 지정을 효시로 지금까지

1 접수 1월 15일 Received on Jan. 15, 1995

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

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

140여개국에 걸쳐 1,200개소에 달하고 있다(Tilden, 1968). 우리나라에서도 1967년 공원법이 제정되어 지리산을 효시로 20개 국립공원이 지정되었고, 앞으로도 자연보호의 인식증대에 따라 국립공원의 수는 계속 증가되리라고 생각된다. 국립공원의 양적증가와와는 달리 학술적 연구, 관리체제의 질적인 미비로 인해 국립공원의 체계적인 보호 및 관리에 있어 많은 문제점이 야기되어졌다. 국립공원지역의 충분한 학술적 연구를 수행하여 자연환경의 이용 및 보호관리대책을 세워야 관리의 근본문제가 해결될 것이다.

경상북도 청송군 부동면에 위치하고 있는 주왕산국립공원은 1976년 3월 30일 12번째로 지정된 국립공원으로 현재까지는 자연생태계의 원형이 잘 보존된 곳이라 할 수 있다. 면적은 105.4km²로 청송군과 영덕군지역에 걸쳐 있으며 북측으로는 태행산(933.1m), 대둔산(905m)이 솟아 있고, 남측으로는 벽구등(846.2m), 별바위(745.2m) 등이 있으며, 중앙부에 금은광이(812.4m)가 주축을 이루어 경관의 특색을 나타낸다. 주왕산의 희귀식물로는 천연기념물 207호로 지정된 망개나무군락이 제 1폭포와 제 2폭포 인근에 서식하고 있으며, 1983년 천연보호림으로 지정된

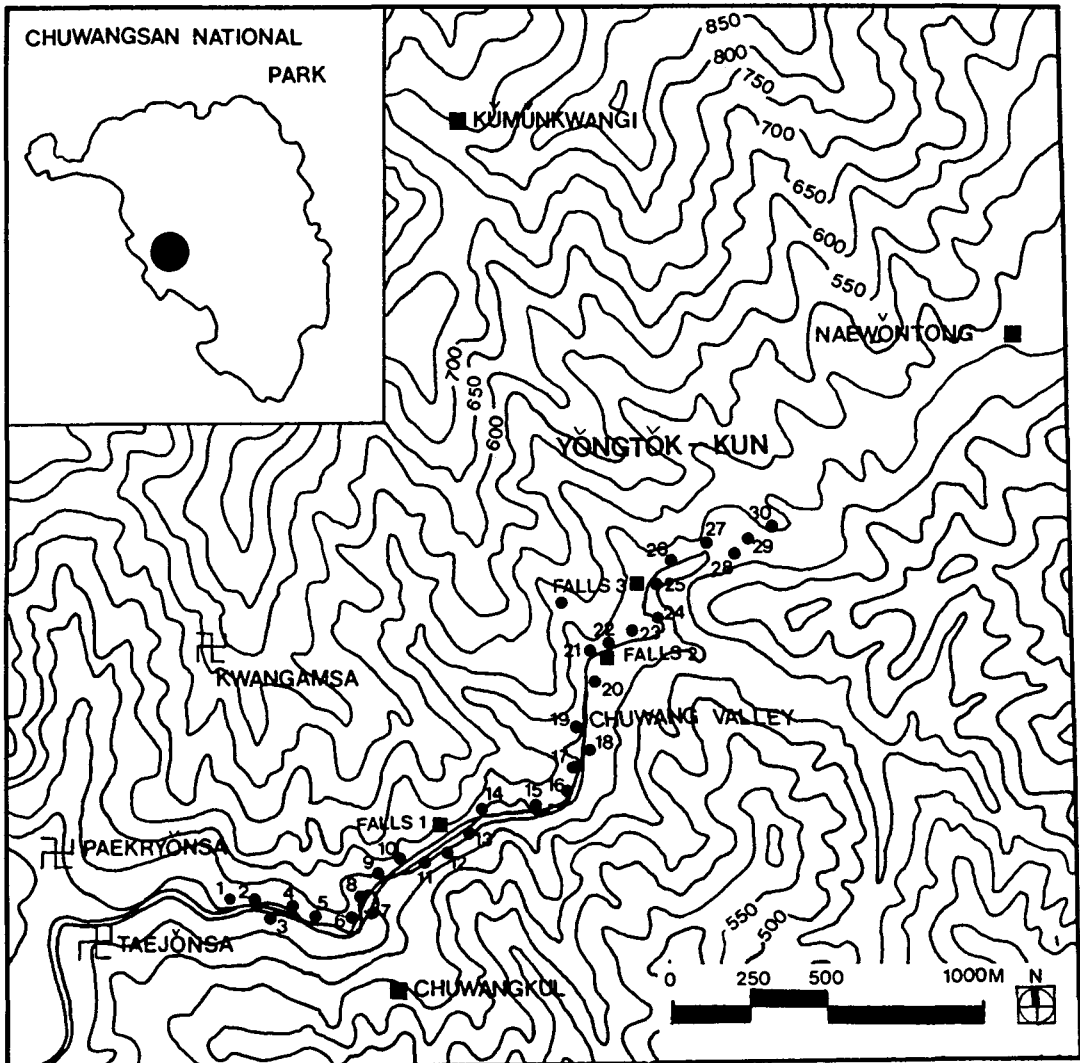


Figure 1. The location map of the survey area in Chuwang valley (Falls 1-Falls 2-Falls 3), Chuwangsan National Park.

소나무군락이 제 2폭포에서 제 3폭포쪽으로 계곡 좌측사면에 위치하고 있다. 이 지역 일대의 모암은 주로 화강편마암과 화강암으로 형성되어 있으며, 기암을 비롯하여 연화봉, 시루봉, 향로봉, 주왕굴, 무장굴, 연화굴 그리고 망월대, 별바위 등 뛰어난 자연경관요소가 많이 위치하고 있다. 문화재로는 천년전 고려 태조 2년 보조국사가 세운 대전사, 선경에 자리잡고 있는 청운사, 주왕의 딸 백운공주의 이름을 딴 백운암 등을 들 수 있다(건설부, 1987). 주변에 많은 인구를 가진 대도시가 없을 뿐 아니라, 교통이 불편하여 다른 국립공원보다 관광객의 수가 상대적으로 적어 자연훼손과 환경오염으로부터 비교적 안전지대였다. 그러나 주왕산 인접지역에 대규모건설공사인 구안국도 4차선 확장과 중앙고속도로의 개통에 따라 인파가 주왕산국립공원으로 집중될 것이다. 이에 본 연구는 주왕산국립공원 중 대부분 탐방객들이 이용하는 대전사 주변과 주왕계곡을 중심으로 식물군집구조를 통하여 삼림생태계의 속성을 밝히고, 국립공원관리의 기본적인 자료를 제시하고자 하였다.

조사지 설정 및 방법

1. 조사지 설정

주왕산 국립공원 주왕계곡의 해발 200~500m구간의 계곡부 및 산정조사로 Figure 1과 같이 10 × 10m(100m²)의 조사구(plot) 30개를 설치하였다. 예비조사는 94년 3월에, 본조사는 8월에 실시하였다.

2. 환경요인조사

본 조사대상지에 대한 환경요인으로는 일반적 개황과 토양성질을 조사하였다. 일반적인 개황은 조사구별로 해발고, 방위, 경사도, 수목의 평균수고, 평균흉고직경 및 평균울폐도 등을 측정 조사 하였다. 토양분석은 낙엽층을 제거하고 표토층에서 각 조사구별로 1kg정도의 토양을 채취한 후 실험실로 운반하여 수분함량, 토양산도, 유기물함량, 치환성양이온함량(Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺)을 측정하였다.

3. 식물군집구조분석

식생조사는 조사구내에서 흉고직경(DBH) 2cm이상의 목본식물을 대상으로 층위별로 수종명, 흉고직경을 측정

하였으며(박, 1985), 층위는 교목상층, 교목하층, 관목층으로 구분하였다. 측정된 자료는 Curtis & McIntosh(1951), Pielou(1977)의 방법에 따라 상대우점치(importance value:I.V.), 종다양성지수, 유사도지수를 계산하였다. 식생자료를 정리하여 classification은 TWINSPAN(Hill, 1979b), ordination은 DCA(detrended correspondence analysis) 방법(Hill, 1979a)과 CCA(canonical correspondence analysis) 방법(Ter Braak, 1987)을 이용하였고, 모든 분석은 서울시립대학교 환경생태연구실에서 PDAP(plant data analysis package)와 SPSS를 사용하였다.

결과 및 고찰

1. 조사지 개황

본 연구대상지는 대전사에서 제 1폭포-제 2폭포-제 3폭포에 이르는 주왕계곡이며 주왕산국립공원의 지리적 위치는 동경 129°25' 과 북위 35°32' 이고, 주왕산에서 가까운 영덕지역의 1961~1990년의 30년간 기상현황을 살펴보면 연평균기온은 12.6°C, 최고기온은 25.6°C, 최저기온은 1.7°C이다. 연평균 강우량은 1,021mm로 6~9월에 전체 강우량의 약 50%가 집중되고 있다(기상청, 1991).

Table 1은 각 조사구의 일반적 개황을 나타낸 것으로 전체 30개 조사구는 TWINSPAN에 의하여 4개의 군집으로 분리·정리하였다. 30개 조사구가 모두 해발 275~435m에 이르며 경사는 5~15°, 교목상층군의 평균수고와 평균흉고직경은 각각 10~16m, 15~20cm에 이른다. 교목상층군의 평균울폐도는 70~90%로 높았고, 교목하층군의 평균수고와 평균흉고직경은 각각 5.5~8m, 4~7cm, 평균울폐도는 40~60%이었다. 관목층군은 평균수고 1.5~2m, 평균울폐도 15~70%이었다.

2. 조사구의 classification 및 ordination 분석

전체 30개 조사구에 대한 TWINSPAN에 의한 classification 분석을 실시하였다(Figure 2).

TWINSPAN에 의한 군집분리는 토양습도, 방위, 해발고, 산불영향 등이 환경인자로서 작용하여 군집이 분리되는 것으로 보고되었으나(이 등, 1993), 본 조사구들의 입지 환경이 유사하여 분리 경향이 뚜렷하지 않았다. 군집분리는 제 1 division에서 느티나무의 유무에 의해 2개의 그룹으로 나뉘었고 제 2 division에서 1그룹은 2개의 군

Table 1. Description of the physical features for each plot and community type classified by TWINSpan in Chuwang valley, Chuwangsan National Park.

Community	I									II						
	17	18	19	20	22	27	28	29	30	3	4	5	6	21	23	24
Altitude(m)	345	345	335	335	325	430	430	385	385	285	285	285	285	325	355	355
Aspect	N5W	N5W	N50W	N50W	N10W	N55E	N55E	N25E	N25E	S80W	S80W	S40W	S40W	N10W	S60E	S60E
Slope(°)	15	15	10	10	10	5	5	5	5	5	5	10	10	10	10	10
Height of tree layer(m)	16	16	12	12	12	13	13	14	14	10	10	10	10	10	12	12
Mean DBH of tree layer(cm)	15	15	15	15	15	20	20	20	20	20	20	20	20	20	15	15
Cover of tree layer(%)	70	70	75	75	75	80	80	80	80	85	85	80	80	80	70	70
Height of subtree layer(m)	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6	6	6	6	6	6.5	6.5
Mean DBH of subtree(cm)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	4.5	4.5	5	5	5	6	6
Cover of subtree layer(%)	40	40	40	40	40	60	60	60	60	40	40	50	50	50	60	60
Height of shrub layer(m)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1.5	1.5	2	2	2	2	2
Cover of shrub layer(%)	40	40	40	40	40	15	15	40	40	70	70	60	60	60	40	40

Table 1. (Continued)

Community	III									IV				
	1	2	7	8	13	15	16	25	26	9	10	11	12	14
Altitude(m)	275	275	285	285	320	340	340	435	435	300	300	305	305	320
Aspect	S5E	S5E	S20W	S20W	N85W	N55W	S55W	N45E	N45E	N50W	S5E	N40W	N40W	N85E
Slope(°)	10	10	10	10	7	10	10	10	10	10	10	7	7	7
Height of tree layer(m)	12	12	12	12	15	10	15	16	16	16	16	12	12	15
Mean DBH of tree layer(cm)	15	15	15	15	20	20	20	20	20	20	20	15	15	20
Cover of tree layer(%)	85	85	85	85	85	80	80	70	70	90	90	90	90	85
Height of subtree layer(m)	6	6	5.5	5.5	6.5	8	8	6.5	6.5	7	7	6.5	6.5	6.5
Mean DBH of subtree(cm)	4	4	5	5	7	7	7	6	6	7	7	6	6	7
Cover of subtree layer(%)	40	40	50	50	50	50	50	60	60	40	40	50	50	50
Height of shrub layer(m)	1.5	1.5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Cover of shrub layer(%)	40	40	40	40	30	40	40	40	40	30	30	30	30	30

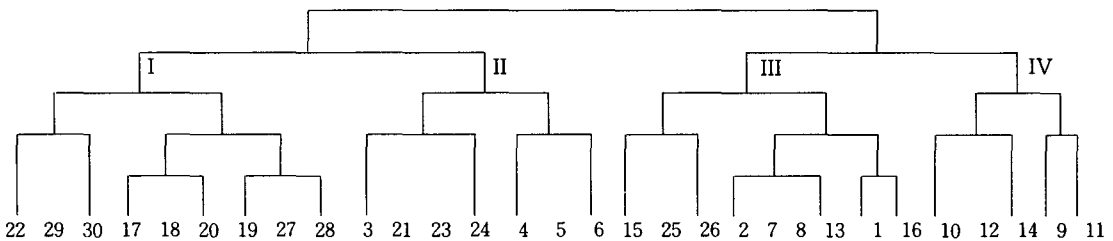


Figure 2. The dendrogram of stand classification by TWINSpan, using thirty plots in Chuwang valley, Chuwangsan National Park.

집, 제 2그룹에서도 2개의 군집으로 나뉘어져 총 4개의 군집으로 분리되었다. 군집 I은 신갈나무-소나무-서어나무군집, 군집 II는 소나무-굴참나무군집, 군집 III은 졸참나무-굴참나무군집, 군집 IV는 졸참나무, 느티나무가 우점종인 활엽수혼효림으로 분리되었다.

Figure 3은 30개 조사구에 대하여 DCA에 의한 ordi-

nation분석을 실시한 것이다. DCA분석결과 DCA 제 1축과 2축의 eigen value가 각각 49.9, 26.8%로써 total variance에 대한 집중률이 높아 본 기법의 이용이 타당하였다. Figure 3을 살펴보면 제 1축의 왼쪽에는 소나무의 우점치가 높은 군집(군집 II), 오른쪽에는 참나무류군집(군집 III)으로 건조지성식물의 우점치가 높은 군집으로 분

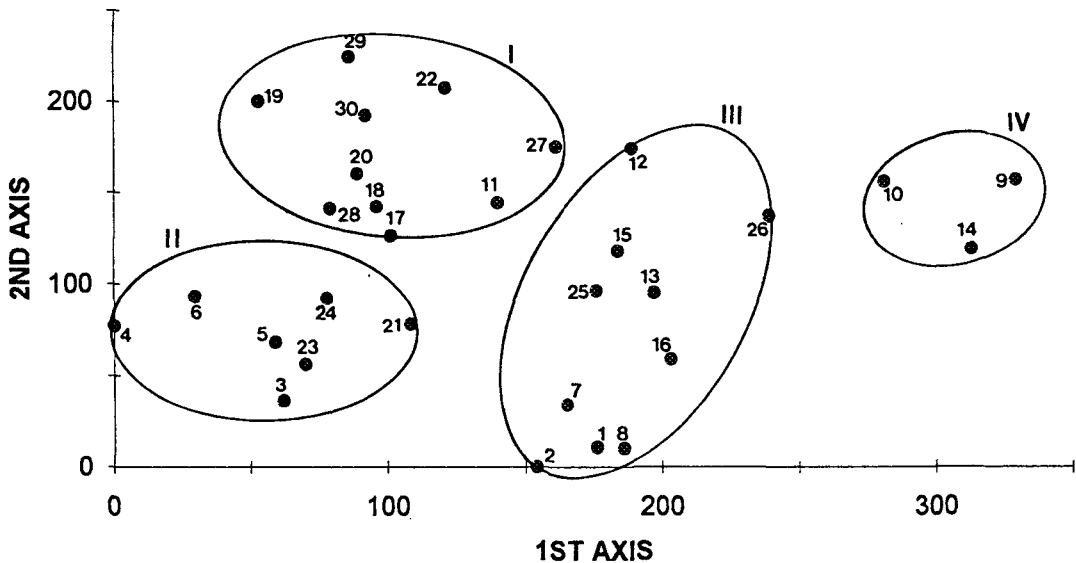


Figure 3. Ordination of the thirty plots along the first two DCA axes, in Chuwang valley, Chuwangsan National Park.

리되었고, 제 2축의 위쪽에는 신갈나무-소나무-서어나무 군집(군집 I), 오른쪽에는 졸참나무, 느티나무, 고로쇠나무, 당단풍 등 대체적으로 습윤지를 선호하는 활엽수혼효림(군집 IV)으로 뚜렷히 구분되지 않고 제 1축으로 넓게 분포하였다. TWINSpan에 의해 분리된 조사구별로 주요 수종에 대한 I.V.를 구한 것은 Table 2이며 Table 3은 각 군집별 교목상·하층의 I.V.를 구한 것이다. Table 2, 3을 종합하여 살펴보면 군집 I은 9개의 조사구(17, 18, 19, 20, 22, 27, 28, 29, 30)가 포함되며 교목상층군에서 신갈나무의 I.V.가 30.41%로써 우점종이었고, 소나무와 서어나무의 I.V.는 각각 23.85, 19.25%이었다. 우리나라의 다른지역에서는 극상수종으로 알려진 서어나무(송과 신, 1985; 박 등, 1987; 이 등, 1987, 1989)가 신갈나무, 소나무등과 혼효되어 있었다. 교목하층군은 쪽동백나무 I.V.가 23.86%로써 가장 높았고, 당단풍 16.13%, 신갈나무 12.77%, 서어나무 6.62%로써 부수종을 이루었다. 교목하층 및 관목층에서는 소나무가 나타나지 않아 소나무의 도태와 함께 참나무류로의 천이이행이 예측되며, 장기적으로는 교목상층·하층, 관목층에서 출현하는 극상수종인 서어나무로의 천이진행이 예상된다. 군집 II는 7개의 조사구(3, 4, 5, 6, 21, 23, 24)가 포함되었으며 교목상층군에서 소나무 I.V.가 52.93%로 우점종이었고 굴참나무 및 신갈나무 I.V.는 각각 25.72%, 12.15%이었으며, 교목하층군에서는 졸참나무 I.V.가 26.94%로써 우점종이었고 소나무 및 굴참나무, 쇠물푸레 등이 주요수종이었다. 교목

상층 및 하층에서 소나무의 세력이 크고 성장상태도 양호하므로 소나무의 세력이 지속될것으로 판단되나, 관목층에서 졸참나무 I.V.가 20.24%에 비해 소나무 I.V.가 0.0%로 후계림형성이 거의 이루어지고 있지 않은 상태로서 결과적으로 소나무에서 참나무류로의 천이가 예상되는 군집이다. 군집 III은 9개 조사구(1, 2, 7, 8, 13, 15, 16, 25, 26)가 포함되었으며 교목상층군에서 졸참나무와 굴참나무 I.V.가 각각 34.10, 28.92%로 전형적인 참나무류 군집이었다. 교목하층군에서도 졸참나무 I.V.가 19.46%로 우점종이였으며 생강나무와 갈참나무 I.V.가 각각 15.98, 9.44%로 부수종을 형성하였다. 군집 IV는 5개의 조사구(9, 10, 11, 12, 14)가 포함되었으며 교목상층군에서 소나무 I.V.가 11.03%로 비교적 높은 수치를 보였으나 교목하층 및 관목층에서는 출현하지 않았으며 참나무류와 팽나무, 느릅나무 등이 공존하고 있는 활엽수혼효림이었다. 교목상층군에서 느티나무와 졸참나무 I.V.가 각각 27.04, 14.30%로 우점치를 보였고, 교목하층군에서도 참나무류가 골고루 분포하였다. 현재 소나무의 도태현상이 뚜렷한 군집으로서 소나무→참나무류의 천이 이행단계로 예측되는 군집이었다.

3. 수종의 classification 및 ordination 분석

전체 30개 조사구에서 5회 이상의 출현빈도를 갖는 수종에 대하여 TWINSpan과 ordination기법 중 DCA분석

Table 2. Importance value of each plot surveyed and community type classified by TWINSpan in Chuwang valley, Chuwangsan National Park.

Community Plot Number	I									I						
	17	18	19	20	22	27	28	29	30	3	4	5	6	21	23	24
<i>Pinus densiflora</i>	16.5	.	21.4	.	.	6.8	25.0	10.7	18.5	24.6	35.1	39.2	54.1	.	16.4	13.7
<i>Quercus aliena</i>	.	1.9	.	.	3.9	.	2.8	.	.	.	.	0.5	2.3	.	.	.
<i>Q. mongolica</i>	14.8	40.0	10.7	33.9	25.8	8.9	10.7	19.7	22.3	3.0	0.2	0.3	0.8	21.1	13.3	27.2
<i>Q. serrata</i>	31.7	12.0	9.9	18.0	12.1	6.9	2.4	4.2	0.3	27.9	7.8	22.1	13.6	20.6	4.7	.
<i>Q. variabilis</i>	.	.	.	4.0	.	8.2	8.8	.	0.9	28.2	28.1	14.7	5.0	12.0	32.9	24.9
<i>Q. dentata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	0.2	.	7.3	1.1	.	.	25.4	.
<i>Zelkova serrata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Styrax obassia</i>	7.1	5.3	6.9	3.5	3.0	29.6	14.2	1.1	.	.	.	2.9	1.8	3.2	7.1	4.6
<i>Acer mono</i>	.	.	.	.	4.3	.	4.5	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.
<i>A. pseudo-sieboldianum</i>	2.5	1.4	1.9	1.9	11.0	7.7	11.0	19.6	15.5	.	.	0.4	.	.	.	.
<i>A. triflorum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carpinus laxiflora</i>	3.0	8.3	25.9	8.5	20.6	6.7	3.7	19.7	5.4	.	.	.	.	.	.	.
<i>Prunus sargentii</i>	.	.	.	.	.	.	.	7.1	13.0	.	.	2.2	0.9	1.1	.	.
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	2.6	4.7	4.8	12.2	0.9	0.7	0.6	3.4	5.5	1.5	0.6	3.9	10.3	14.6	.	.
<i>F. rhynchophylla</i>	.	.	0.1	.	1.9	7.4	.	.	.	0.4	0.3	0.5	.	0.5	0.4	0.5
<i>Celtis sinensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.1	.	.	.	.
<i>Maackia amurensis</i>	.	.	.	.	0.1	.	6.9	.	.	.	0.5	2.4	0.2	.	.	.
<i>Platycarya strobilacea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2.0	.	.	.	.	.	.
<i>Philadelphus schrenskii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Securinega suffruticosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	0.1	.	.	.	.	.	.	0.1	.
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	0.4	.	0.6	1.4	1.6	.	0.9	1.4	1.9	.	7.7	.	2.5	3.2	.	10.8
<i>L. cyrtobotrya</i>	.	.	0.3	0.1	.	.	.	.	.	0.3	.	0.2	.	.	.	.
<i>Spiraea fritschiana</i>	.	6.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	9.5	0.3
<i>Rhus trichocarpa</i>	1.1	4.9	5.4	5.8	1.1	1.3	1.1	2.6	5.8	1.4	4.7	.	0.5	.	3.3	3.6
<i>Lindera obtusiloba</i>	16.6	3.9	2.8	4.0	4.7	3.8	0.7	3.2	6.0	.	.	0.1	0.4	11.2	4.4	8.7
<i>Berchemia berchemiaefolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.6	.	.	5.0
<i>Symplocos chinensis for. pilosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	1.5	1.1	.	.	.	.	.	.	0.8
<i>Euonymus oxyphyllus</i>	0.1	.	1.1	1.6	1.7	1.5	0.6	1.1	.	.	0.1	.	0.2	.	.	.
<i>Celastrus orbiculatus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ampelopsis brevipedunculata</i>	.	.	.	.	.	.	.	0.2	.	.	.	.	.	.	0.6	.
<i>Actinidia arguta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	1.5	3.9	3.0	3.6	0.5	.	2.0	.	0.2	6.5	0.9	0.1	.	3.7	.	.
<i>Rh. yedoense</i>	1.4	.	1.0	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rh. schlippenbachii</i>	.	6.3	1.2	.	1.9	.	.	.	.	.	.	.	.	8.3	.	.
<i>Callicarpa japonica</i>	0.6	.	.	.	0.1	.	.	.	.	.	.	0.7	0.4	.	.	.
<i>Corylus heterophylla var. thunbergii</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>C. heterophylla</i>	.	.	.	.	.	.	.	0.1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>C. sieboldiana</i>	.	.	.	.	.	.	.	0.7	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	.	0.5	0.1	.	.	.	0.6	.	.	.	0.2	.	0.6	.	.	.
<i>Stephahnandra incisa</i>	0.2	0.6	.	.	0.1	10.4	3.4	2.2	.	.	0.4	1.5	4.1	.	.	.
<i>Buxus microphylla var. koreana</i>	.	.	3.0	1.5	2.8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Smilax sieboldii</i>	.	.	.	.	0.6	.	.	.	.	0.2	.	.	0.2	.	.	.
<i>Lindera glauca</i>	.	.	.	.	.	.	0.3	.	.	.	.	6.8	.	.	.	.
<i>Ligustrum obtusifolium</i>	.	.	.	.	.	.	0.2	.	.	.	0.2	0.1	.	.	.	.
<i>Rhamnus davurica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.2	.	.	.	.	.	.
<i>Lonicera chrysantha</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.3	.	.	.	.
<i>Deutzia prunifolia</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Viburnum erosum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Staphylea bumalda</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
others	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	2.4	4.2	6.1	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0

Table 2. (Continued)

Community Plot Number	Ⅲ										Ⅳ				
	1	2	7	8	13	15	16	25	26	9	10	11	12	14	
<i>Pinus densiflora</i>	2.4	.	.	.	23.3	.	.	
<i>Q. aliena</i>	24.0	24.1	.	11.8	.	.	5.4	.	.	.	4.1	4.6	8.9	.	
<i>Q. mongolica</i>	.	5.7	1.9	.	.	11.8	5.3	13.7	8.5	.	9.5	15.7	6.0	.	
<i>Q. serrata</i>	30.0	14.0	29.2	13.5	58.0	22.0	20.0	21.5	.	4.7	.	4.6	19.2	11.9	
<i>Q. variabilis</i>	17.6	40.1	17.5	20.0	0.5	6.8	15.4	16.2	8.9	.	.	.	.	3.6
<i>Q. dentata</i>	
<i>Zelkova serrata</i>	5.1	.	0.2	.	6.3	2.0	6.2	.	.	26.2	16.2	7.6	1.7	21.8	
<i>Styrax obassia</i>	.	.	9.8	9.6	11.0	1.8	6.3	1.3	5.4	.	13.4	2.7	9.7	15.4	
<i>Acer mono</i>	0.1	6.9	0.6	8.8	29.1	12.4	0.8	9.5	6.0	6.7	
<i>A. pseudo-sieboldianum</i>	0.5	12.4	.	0.7	4.3	4.4	10.9	7.0	13.3	0.4	
<i>A. triflorum</i>	0.1	6.3	0.3	.	.	.	6.0	.	.	.	
<i>Carpinus laxiflora</i>	0.3	.	.	0.8	.	.	.	
<i>Prunus sargentii</i>	.	.	0.4	.	0.5	2.9	6.7	.	10.0	14.9	.	.	.	.
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	.	.	1.1	.	.	1.8	.	2.6	4.3	.	.	.	.	.
<i>F. rhynchophylla</i>	.	5.7	3.9	.	0.8	6.1	0.2	3.3	.	4.3	10.8	.	.	.	
<i>Celtis sinensis</i>	0.4	0.5	.	.	.	.	.	1.5	.	7.0	
<i>Maackia amurensis</i>	.	.	1.2	0.6	.	.	0.2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Platycarya strobilacea</i>	.	.	9.3	12.7	.	.	.	.	.	.	2.3	0.5	.	0.4
<i>Philadelphus schrenkii</i>	5.9	.	1.2	.	3.8	.	1.2	0.3	.	
<i>Securinega suffruticosa</i>	.	.	0.2	.	.	0.2	.	0.9	1.1	.	.	.	.	.
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	1.0	2.5	5.0	0.2	6.4	1.7	2.0	6.4	.	.	0.6	0.5	.	1.5	
<i>L. cyrtobotrya</i>	
<i>Spiraea fritschiana</i>	1.0	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rhus trichocarpa</i>	.	.	1.4	.	0.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lindera obtusiloba</i>	10.8	3.5	14.2	15.0	9.2	5.8	7.2	6.4	13.2	2.4	1.4	3.4	2.7	3.9	
<i>Berchemia berchemiaefolia</i>	.	.	.	3.5	.	.	.	.	.	.	.	.	8.3	.
<i>Symplocos chinensis for. pilosa</i>	.	0.2	.	0.7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euonymus oxyphyllus</i>	0.2	0.8	7.0	8.6	.	1.5	2.2	.	0.7	
<i>Celastrus orbiculatus</i>	.	.	0.2	.	.	.	.	2.1	.	.	.	.	.	.
<i>Ampelopsis brevipedunculata</i>	3.2	.	0.7	5.4	0.2	0.4	.	0.2	1.3	0.5	0.8	0.5	.	0.4	
<i>Actinidia arguta</i>	3.7	.	6.2	4.6	1.4	.	.	
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	0.3	.	.	.	.	.	.
<i>Rh. yedoense</i>	
<i>Rh. schlippenbachii</i>	
<i>Callicarpa japonica</i>	.	.	1.1	2.8	1.8	0.8	2.0	1.0	.	5.4	4.2	3.3	6.1	4.1	
<i>Corylus heterophylla var. thunbergii</i>	.	.	.	0.9	.	.	.	.	4.4	.	.	.	1.4	.
<i>C. heterophylla</i>	1.6	
<i>Corylus sieboldiana</i>	.	.	0.9	.	1.4	1.6	.	.	.	1.2	.	5.2	.	.	
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	.	.	.	0.9	.	.	0.1	.	1.1	.	.	.	.	.
<i>Stephahnandra incisa</i>	.	2.2	.	0.8	.	.	2.1	.	.	1.5	1.0	.	0.9	.	
<i>Buxus microphylla var. koreana</i>	4.9	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Smilax sieboldii</i>	.	.	.	1.8	.	.	0.2	.	.	.	0.3	0.5	.	.	
<i>Lindera glauca</i>	4.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ligustrum obtusifolium</i>	0.3	.	.	.	
<i>Rhamnus davurica</i>	1.0	.	.	.	.	0.4	.	.	.	.	.	.	1.0	.
<i>Lonicera chrysantha</i>	.	1.3	.	.	2.4	2.8	0.1	.	.	2.1	.	1.9	2.4	.	
<i>Deutzia prunifolia</i>	.	.	.	0.4	.	.	.	.	.	6.8	2.1	.	.	.
<i>Viburnum erosum</i>	0.8	2.3	0.8	.	
<i>Staphylea bumalda</i>	1.1	.	0.5	1.3	.	
others	0.4	0.8	2.0	0.0	1.6	0.5	10.7	0.0	0.0	2.3	7.7	0.5	11.3	7.4	

Table 3. Mean importance value of tree species according to the stratum in each community type classified from TWINSPLAN in Chuwang valley, Chuwangsan National Park.

	C	U	S	M		C	U	S	M
Community I					<i>Lindera obtusiloba</i>	0.00	2.96	8.71	2.44
<i>Pinus densiflora</i>	23.85	0.00	0.00	11.93	<i>L. grauca</i>	0.00	4.71	0.92	1.72
<i>Carpinus laxiflora</i>	19.25	6.62	1.08	12.01	<i>Ribes mandshuricum</i>				
<i>Corylus heterophylla</i>	0.00	0.00	0.11	0.02	var. <i>villosum</i>	0.00	0.00	0.19	0.03
<i>C. sieboldiana</i>	0.00	0.22	0.00	0.07	<i>Spiraea fritschiana</i>	0.00	0.00	8.37	1.40
<i>Quercus variabilis</i>	3.39	0.83	0.00	1.97	<i>Stephanandra incisa</i>	0.00	0.00	7.03	1.17
<i>Q. dentata</i>	0.00	0.00	0.10	0.02	<i>Prunus sargentii</i>	0.00	0.98	2.12	0.68
<i>Q. aliena</i>	0.94	1.69	0.00	1.03	<i>Lespedeza maximowiczii</i>	0.00	1.50	18.59	3.60
<i>Q. mongolica</i>	30.41	12.77	2.31	19.85	<i>L. cyrtobotrya</i>	0.00	0.00	0.34	0.06
<i>Q. serrata</i>	14.96	6.62	0.26	9.73	<i>Maackia amurensis</i>	0.00	0.76	1.91	0.57
<i>Lindera obtusiloba</i>	0.00	2.20	28.33	5.46	<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	0.00	0.00	0.97	0.16
<i>L. grauca</i>	0.00	0.00	0.17	0.03	<i>Securinega suffruticosa</i>	0.00	0.00	0.11	0.02
<i>Cinnamomum japonicum</i>	0.00	0.00	1.52	0.25	<i>Rhus trichocarpa</i>	0.00	2.67	0.80	1.02
<i>Ribes mandshuricum</i>					<i>Euonymus oxyphyllus</i>	0.00	0.00	0.34	0.06
var. <i>villosum</i>	0.00	0.24	0.00	0.08	<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	0.00	0.30	0.00	0.10
<i>Spiraea fritschiana</i>	0.00	0.00	3.26	0.54	<i>A. ginnala</i>	0.00	0.00	0.10	0.02
<i>Stephanandra incisa</i>	0.00	0.00	7.58	1.26	<i>Ampelopsis</i>				
<i>Prunus sargentii</i>	1.88	5.13	0.00	2.65	<i>brevipedunculata</i>	0.00	0.00	0.54	0.09
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	0.00	0.00	5.67	0.95	<i>Rhododendron</i>				
					<i>mucronulatum</i>	0.00	1.12	6.44	1.45
<i>L. cyrtobotrya</i>	0.00	0.00	0.35	0.06	<i>Rh. schlippenbachii</i>	0.00	2.59	0.00	0.86
<i>Maackia amurensis</i>	1.44	0.00	0.09	0.74	<i>Symplocos chinensis</i>	0.00	0.00	0.27	0.05
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	0.00	0.22	0.38	0.14	<i>Styrax obassia</i>	0.00	3.33	6.24	2.15
<i>Securinega suffruticosa</i>	0.00	0.00	0.09	0.02	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	0.00	0.35	1.50	0.37
<i>Buxus microphylla</i>					<i>F. sieboldiana</i>	0.00	13.05	8.03	5.69
var. <i>koreana</i>	0.00	0.00	5.98	1.00	<i>Ligustrum obtusifolium</i>	0.00	0.00	0.36	0.06
<i>Rhus trichocarpa</i>	0.00	8.47	2.21	3.19	<i>Callicarpa japonica</i>	0.00	0.54	0.49	0.26
<i>Euonymus oxyphyllus</i>	0.00	0.73	3.57	0.84	<i>Smilax sieboldii</i>	0.00	0.00	0.35	0.06
<i>Acer mono</i>	0.70	1.35	0.26	0.84	<i>Platycarya strobilacea</i>	0.79	0.00	0.00	0.40
<i>A. pseudo-sieboldianum</i>	0.00	16.13	13.13	7.57	<i>Betula davurica</i>	0.00	0.00	0.97	0.16
<i>Ampelopsis</i>					<i>Alnus hirsuta</i>	2.16	0.00	0.00	1.08
<i>brevipedunculata</i>	0.00	0.00	0.13	0.02	<i>Lonicera maackii</i>	0.00	0.00	0.23	0.04
<i>Rhododendron</i>					<i>Smilax china</i>	0.00	0.00	1.21	0.20
<i>mucronulatum</i>	0.00	3.52	4.34	1.90	<i>Rhamnus davurica</i>	0.00	0.00	0.12	0.02
<i>Rh. yedoense</i>					<i>Malus baccata</i>	0.00	0.61	0.00	0.20
var. <i>poukhanens</i>	0.00	0.94	0.32	0.37	<i>Celtis sinensis</i>	0.00	0.00	0.10	0.02
<i>Rh. schlippenbachii</i>	0.00	2.06	3.62	1.29	<i>Berberis amurensis</i>	0.00	0.00	0.13	0.02
<i>Symplocos chinensis</i>	0.00	0.46	0.44	0.23	<i>Berchemia berchemiaefolia</i>	1.51	1.68	0.00	1.32
<i>Styrax obassia</i>	1.47	23.86	1.22	8.89					
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	1.72	0.42	0.09	1.02	Community II				
<i>F. sieboldiana</i>	0.00	5.29	12.08	3.78	<i>Pinus densiflora</i>	0.56	0.00	0.00	0.28
<i>Ligustrum obtusifolium</i>	0.00	0.00	0.08	0.01	<i>Carpinus laxiflora</i>	0.00	0.00	0.39	0.00
<i>Callicarpa japonica</i>	0.00	0.00	0.55	0.09	<i>Corylus sieboldiana</i>	0.00	1.21	0.00	0.40
<i>Weigwela subsessilis</i>	0.00	0.22	0.00	0.07	<i>C. heterophylla</i>				
<i>Smilax sieboldii</i>	0.00	0.00	0.49	0.08	var. <i>thunbergii</i>	0.00	1.41	0.00	0.47
					<i>Quercus varibilis</i>	28.92	2.15	0.62	15.28
Community III					<i>Q. aliena</i>	6.87	9.44	1.88	6.90
<i>Pinus densiflora</i>	52.93	13.45	0.00	30.95	<i>Q. mongolica</i>	9.65	0.73	0.46	5.15
<i>Quercus variabilis</i>	25.72	13.09	1.16	17.42	<i>Q. serrata</i>	34.10	19.46	3.28	24.08
<i>Q. dentata</i>	0.00	1.60	0.00	0.53	<i>Lindera obtusiloba</i>	0.00	15.98	20.68	8.77
<i>Q. aliena</i>	0.00	2.77	0.00	0.92	<i>L. grauca</i>	0.00	1.80	0.00	0.60
<i>Q. mongolica</i>	12.15	3.14	1.01	7.20	<i>Spiraea fritschiana</i>	0.00	0.00	1.16	0.19
<i>Q. serrata</i>	4.74	26.94	20.24	14.72					

Table 3. (Continued)

	C	U	S	M		C	U	S	M
<i>Stephanandra incisa</i>	0.00	0.00	3.65	0.61	Community IV				
<i>Prunus sargentii</i>	3.95	0.28	2.24	2.44	<i>Pinus densiflora</i>	11.03	0.00	0.00	5.52
<i>P. davidiana</i>	0.00	0.30	0.00	0.10	<i>Carpinus laxiflora</i>	0.00	0.58	0.00	0.19
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	0.00	0.00	19.82	3.30	<i>Corylus heterophylla</i>	0.00	0.64	0.00	0.21
<i>Maackia amurensis</i>	0.00	0.37	0.32	0.18	<i>C. sieboldiana</i>	0.00	1.26	2.29	0.80
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	0.00	0.59	0.11	0.22	<i>C. heterophylla</i>				
<i>Securinega suffruticosa</i>	0.00	0.00	1.41	0.24	var. <i>thunbergii</i>	0.00	0.67	0.86	0.37
<i>Buxus microphylla</i>					<i>Quercus variabilis</i>	1.56	0.00	0.00	0.78
var. <i>koreana</i>	0.00	0.77	0.62	0.36	<i>Q. aliena</i>	3.60	5.14	0.00	3.51
<i>Rhus trichocarpa</i>	0.00	0.44	0.20	0.18	<i>Q. mongolica</i>	7.54	6.35	0.00	5.89
<i>Euonymus oxyphyllus</i>	0.00	4.49	1.49	1.75	<i>Q. serrata</i>	14.30	2.95	0.00	8.13
<i>A. pseudo-sieboldianum</i>	0.00	2.58	1.11	1.05	<i>Q. accutissima</i>	1.48	0.00	0.00	0.74
<i>Acer mono</i>	6.40	3.56	3.43	4.96	<i>Lindera obtusiloba</i>	0.00	1.32	15.67	3.05
<i>A. triflorum</i>	1.36	0.00	0.22	0.72	<i>Prunus sargentii</i>	5.57	0.00	0.00	2.79
<i>Ampelopsis</i>					<i>P. mandshurica</i>	1.91	0.00	0.00	0.96
<i>brevipedunculata</i>	0.00	0.00	3.63	0.61	<i>Lespedeza maximowiczii</i>	0.00	0.00	3.35	0.56
<i>Rhododendron</i>					<i>Euonymus oxyphyllus</i>	0.00	0.00	3.89	0.65
<i>mucronulatum</i>	0.00	0.00	0.25	0.04	<i>Acer mono</i>	8.36	6.90	1.33	6.70
<i>Symplocos chinensis</i>	0.00	0.00	0.26	0.04	<i>A. pseudo-sieboldianum</i>	0.00	20.50	6.67	7.95
<i>Styrax obassia</i>	0.56	13.98	2.84	5.41	<i>A. triflorum</i>	2.15	4.84	2.43	3.09
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	1.72	3.00	5.29	2.74	<i>Ampelopsis</i>				
<i>F. sieboldiana</i>	0.00	1.65	1.85	0.86	<i>brevipedunculata</i>	0.00	0.00	2.34	0.39
<i>Callicarpa japonica</i>	0.00	1.88	4.89	1.44	<i>Styrax obassia</i>	2.01	20.29	0.00	7.77
<i>Smilax sieboldii</i>	0.00	0.00	0.68	0.11	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	3.62	3.69	0.00	3.04
<i>Platycarya strobilacea</i>	3.93	2.14	0.57	2.77	<i>Ligustrum obtusifolium</i>	0.00	0.00	0.36	0.06
<i>Rhamnus davurica</i>	0.00	0.44	0.33	0.20	<i>Callicarpa japonica</i>	0.00	1.21	27.76	5.03
<i>Celtis sinensis</i>	0.00	0.00	0.29	0.05	<i>Smilax sieboldii</i>	0.00	0.00	0.76	0.13
<i>C. aurantiaca</i>	0.00	0.00	0.48	0.08	<i>Platycarya strobilacea</i>	0.00	1.62	0.98	0.70
<i>Berchemia</i>					<i>Celtis sinensis</i>	3.15	0.81	0.00	1.85
<i>berchemiaefolia</i>	0.00	1.45	0.00	0.48	<i>C. aurantica</i>	0.00	0.00	1.25	0.21
<i>Euonymus alatus</i>	0.00	0.00	1.58	0.26	<i>Zelkova serrata</i>	27.04	4.64	0.40	15.13
<i>Zelkova serrata</i>	1.22	4.61	0.89	2.30	<i>Deutzia prunifolia</i>	0.00	1.93	4.57	1.41
<i>Deutzia prunifolia</i>	0.00	0.00	0.28	0.05	<i>Lonicera maackii</i>	0.00	0.28	2.33	0.48
<i>Pyrus ussuriensis</i>	0.00	1.97	0.00	0.66	<i>Staphylea bumalda</i>	0.00	0.00	3.67	0.61
<i>Rosa multiflora</i>	0.00	0.00	0.10	0.02	<i>Berchemia</i>				
<i>Meliosma myriantha</i>	0.00	0.44	0.00	0.15	<i>berchemiaefolia</i>	2.59	0.00	0.00	1.30
<i>Celastrus orbiculatus</i>	0.00	0.76	0.11	0.27	<i>Actinidia arguta</i>	0.00	7.49	0.00	2.50
<i>Parthenocissus</i>					<i>Alangium platanifolium</i>	0.00	0.00	0.98	0.16
<i>tricuspidata</i>	0.00	0.00	0.62	0.10	<i>Viburnum erosum</i>	0.00	1.19	2.33	0.79
<i>Actinidia arguta</i>	0.00	1.31	0.00	0.44	<i>Castanea crenata</i>	1.87	0.00	0.00	0.94
<i>Acanthopanax sessiliflorus</i>	0.00	0.00	0.50	0.08	<i>Morus bombycis</i>	0.00	0.71	0.00	0.24
<i>Diospyros lotus</i>	0.76	0.00	0.00	0.38	<i>Philadelphus schrenskii</i>	0.00	1.16	2.78	0.85
<i>Lonicera maackii</i>	0.00	0.62	6.77	1.34	<i>Sorbus alnifolia</i>	0.00	2.87	0.00	0.96
<i>Ulmus davidiana</i>	2.22	0.64	4.43	2.06					

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

을 실시하였고, 그 결과를 Figure 4와 5에 나타내었다. 수종별 TWINSpan 분석 (Figure 4)에서 교목층만을 살펴 보면 소나무는 신갈나무, 굴참나무, 서어나무와 함께 분리되었고, 산벚나무는 졸참나무, 물푸레나무 등과 분리되었는데, DCA 분석(Figure 5)에서는 TWINSpan에서 하나의 그룹으로 분리된 소나무, 신갈나무, 서어나무가 각기 독립된 그룹으로 분리되어 보다 더 구체적이었다. 그러므로 본 지역의 소나무림은 신갈나무림, 졸참나무림, 굴

참나무림의 단계를 거쳐 서어나무, 물푸레나무가 우점종인 산림으로 천이가 진행될 것이다.

수종과 환경인자간의 관계를 나타낸 CCA 분석(Figure 6)에서는 물푸레나무는 토양내의 Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺ 함량이 풍부한 곳에 위치하며 진달래, 소나무, 다릅나무, 노린재나무, 갈참나무, 서어나무, 졸참나무 등은 함량이 적은 곳에, 그리고 생강나무, 당단풍, 산벚나무, 쪽동백나무, 고로쇠나무는 중간에 위치하였다. 수분함량이 균질특성의 중

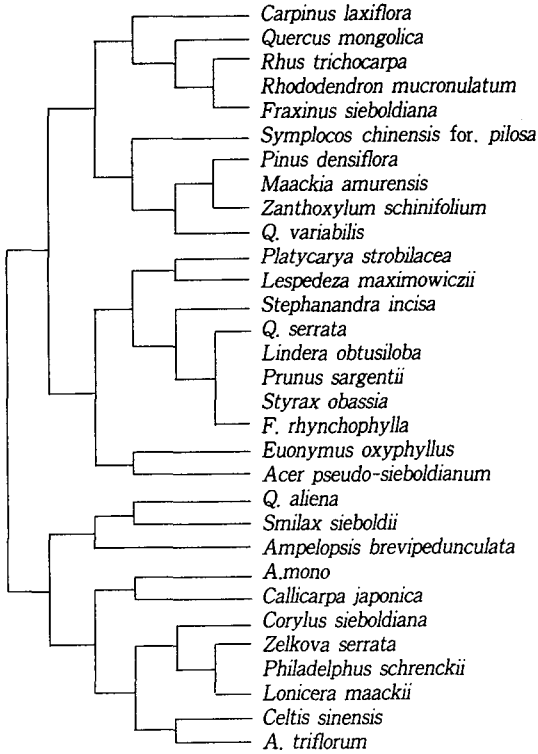


Figure 4. The dendrogram of TWINSpan species classification of thirty one woody species in Chuwang valley, Chuwangsan National Park.

요인자로 작용하고 있는 것은 많은 연구에서 볼 수 있었는데(이 등, 1990a) 이 분석에서도 고로쇠나무, 당단풍과 소나무, 진달래, 서어나무, 굴참나무 등의 수분함량에 따른 위치적 특성을 보여 주었다. 이러한 자료는 현 시기의 상태만을 나타내고 있으므로, 장기적인 조사를 통해 다른 양상으로의 변화를 파악할 수 있는 연구가 꾸준히 수행되어야 할 것이다.

Table 4는 몇 수종의 우점치에 대한 상관관계를 나타낸 것이다. 소나무는 다릅나무와 정의 관계를, 물푸레나무와 부의 상관관계를 보인 반면, 신갈나무는 물푸레나무와 진달래와는 정의 상관, 느티나무와는 부의 상관관계를 나타냈다. 그리고 서어나무는 신갈나무, 당단풍과 정의 상관, 졸참나무와는 부의 상관관계를 나타내었다.

4. 군집별 흉고직경분석

TWINSpan에 의해 분리된 4개의 군집별로 500m²의 면적이 되도록 조사구 5개씩을 선정하여 주요수종에 대한 직경급분포를 분석한 것이 Figure 7이다. 군집 I은 신갈나무-소나무-서어나무군집으로 소나무가 DBH 22cm 이상에서 다수 출현하였고, DBH 32cm이상의 대경목도 출현하여 소나무의 세력이 컸으나, 22cm이하에서 참나무류 및 서어나무의 출현개체수가 많았으며 소나무의 출현율은 저조하였다. 본 군집은 현재 소나무의 DBH 47cm 이상의 대경목이 출현하는 것으로 보아 소나무 세력이 유

Table 4. Correlation coefficients matrix among the importance values of the major woody species in Chuwang valley, Chuwangsan National Park.

	Pd	Cl	Qs	Qm	Qa	Qv	Prs	Zs	Ps	Ma	Fr	Fs	Am	Aps	So	At	Rm
Cl	.																
Qs	.	.															
Qm	.	++	.														
Qa													
Qv	.	-	.	.	+												
Prs	.	.	-	.	.	.											
Zs	.	.	.	-	.	-	+										
Ps									
Ma	+								
Fr	-							
Fs	.	.	.	+	.	.	.	-	.	.	.						
Am	++					
Aps	.	+	-	.	.	--	+				
So	-	.	.	.	+	.	.	.			
At	++	+		
Rm	.	.	.	+	++	
Sc	.	.	-	.	.	.	+	++	.	.	.	

1. 1-tail significant : +, - : 5%, ++, --:1%

2. (Pd:Pinus densiflora, Cl:Carpinus laxiflora, Qs:Quercus serrata, Qm:Q. mongolica, Qa:Q. aliena, Qv:Q. variabilis, Prs:Prunus sargentii, Zs:Zelkova serrata, Ps:Platycarya strobilacea, Ma:Maackia amurensis Fr:Fraxinus rhyndophylla, Fs:F. sieboldiana, Am:Acer mono, Aps:A. pseudo-sieboldianum, So:Styrax obassia, At:A. triflorum, Rm:Rhododendron mucronulatum, Sc:Symplocos chinensis for. pilosa)

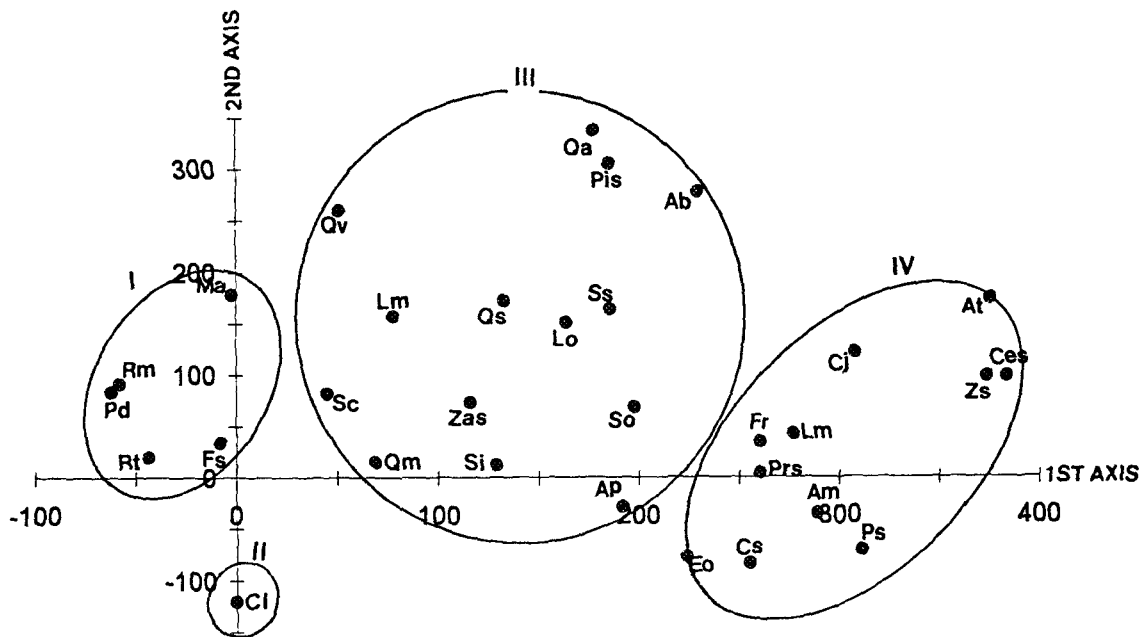


Figure 5. Species ordination on first two axes, using DCA in Chuwang valley, Chuwangsan National Park. (Pd: *Pinus densiflora*, Rm: *Rhododendron mucronulatum*, Rt: *Rhus trichocarpa*, Fs: *Fraxinus sieboldiana*, Ma: *Maackia amurensis*, Cl: *Carpinus laxiflora*, Qv: *Quercus variabilis*, Lm: *Lonicera maackii*, Sc: *Symplocos chinensis* for. *pilosa*, Qm: *Q. mongolica*, Zs: *Zanthoxylum schiniifolium*, Si: *Stephanandra incisa*, Qs: *Q. serrata*, Lo: *Lindera obtusiloba*, Ss: *Smilax sieboldii*, So: *Styrax obassia*, Qa: *Q. aliena*, Pls: *Platycarya strobilacea*, Ab: *Ampelopsis brevipedunculata*, Ap: *Acer pseudo-sieboldianum*, Eo: *Euonymus oxyphyllus*, Cs: *Corylus sieboldiana*, Fr: *F. rhynchophylla*, Lm: *Lespedeza maximowiczii*, Prs: *Prunus sargentii*, Am: *A. mono*, Ps: *Philadelphus schrenckii*, Cj: *Callicarpa japonica*, Zs: *Zelkova serrata*, Ces: *Celtis sinensis*, At: *A. triflorum*)

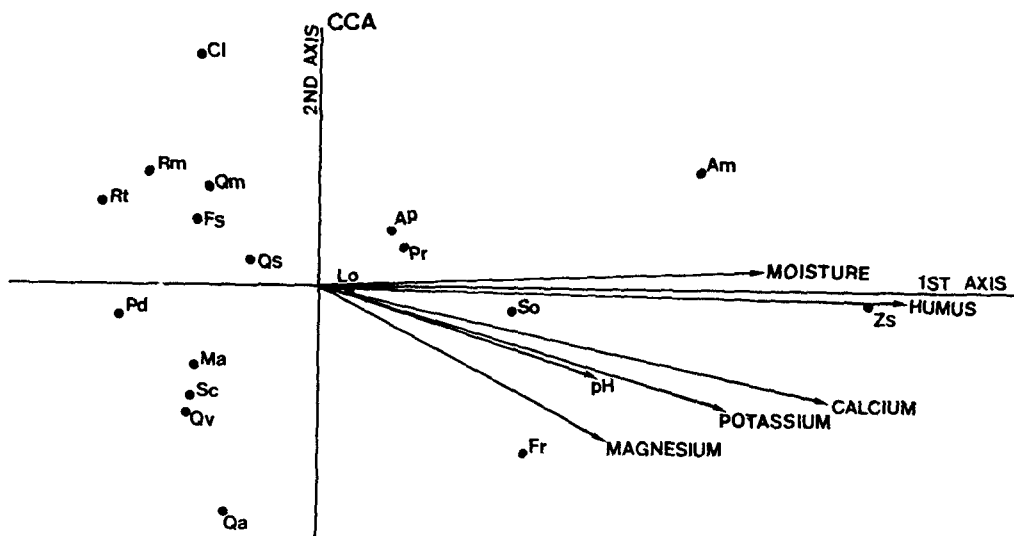


Figure 6. Canonical correspondence analysis (CCA) biplot diagram of environmental variables in relation to species in Chuwang valley, Chuwangsan National Park. The species labels are the same as figure 5.

Table 5. Various species diversity of each community classified by TWINSpan in Chuwang valley, Chuwangsan National Park.

Community	H' (Shannon's)	Simpson	P.I.E.	J' (evenness)	D' (dominance)	H' max
I	1.1668	9.5746	0.8956	0.7334	0.2666	1.5911
II	1.1808	10.1106	0.9011	0.7229	0.2771	1.6335
III	1.2930	11.6577	0.9142	0.7499	0.2501	1.7243
IV	1.3218	13.7775	0.9274	0.8143	0.1857	1.6232

* P.I.E.=the Probability of Interspecific Encounter
 * Shannon's diversity index. Uses logarithms to base exponential

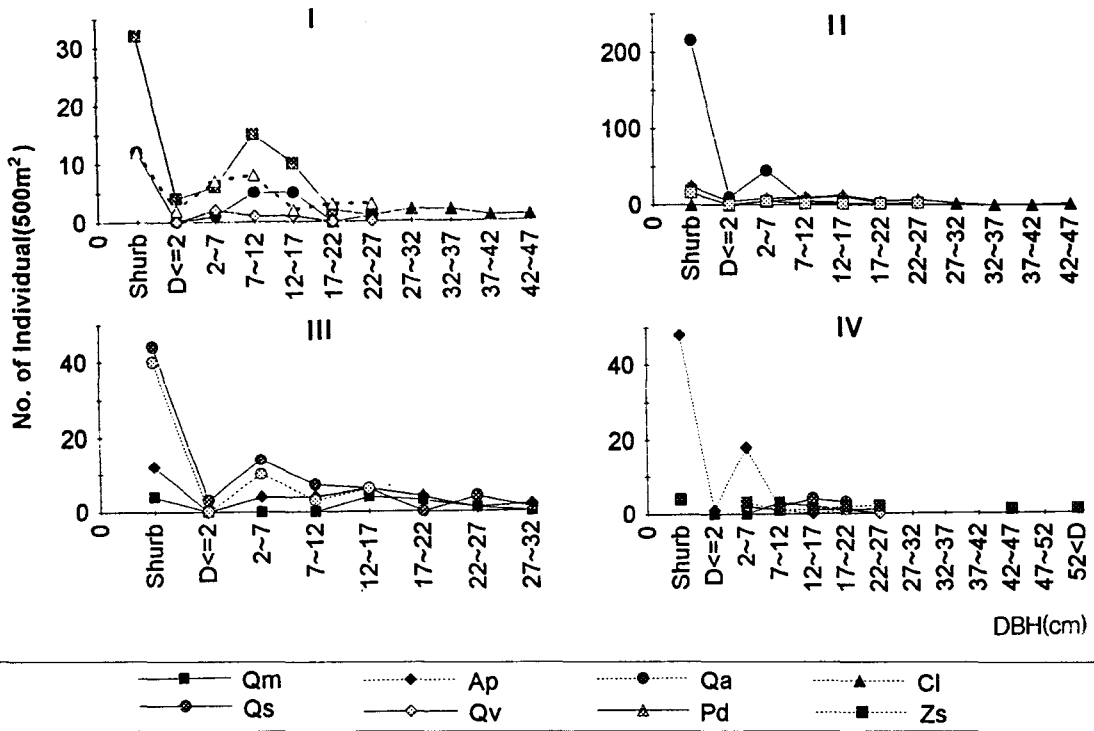


Figure 7. DBH class distribution of major species by community type in Chuwang valley, Chuwangsan National Park. (Qm: *Quercus mongolica*, Qs: *Q. serrata*, Qa: *Q. aliena*, Qv: *Q. variabilis*, Ap: *Acer pseudo-sieboldianum*, Pd: *Pinus densiflora*, Cl: *Carpinus laxiflora*, Zs: *Zelkova serrata*)

Table 6. The similarity indices between communities in Chuwang valley, Chuwangsan National Park.

Community	I	II	III
I	45.58		
II	35.59	45.50	
III	47.58	30.24	45.40

지될 것으로 판단되어지나, 교목 하층 및 관목층의 참나무류의 출현율이 높아 참나무류로의 천이 진행이 예상되

었다. 장기적으로는 교목하층 및 관목층에서 출현빈도를 나타낸 극상수종인 서어나무로의 천이가 예측되었다. 군집 II는 소나무와 참나무류가 22cm 이하에서 출현빈도가 높았으며, 소나무는 27cm 이상에는 1~2주씩 발견되었다. 관목층에서는 압도적으로 참나무류의 세력이 커서 소나무와의 경쟁단계에서 참나무류로의 천이진행이 예상되었다. 군집 III은 소나무의 도태와 함께 참나무류로의 천이가 진행된 단계로 졸참나무와 갈참나무, 굴참나무가 DBH 27cm 이하 및 관목층에서의 출현율이 높아 참나무류 군집이 계속 유지될 것으로 판단된다. 군집 IV는 활엽수혼

Table 7. Soil characteristics of each community type by TWINSpan in Chuwang valley, Chuwangsan National Park.

Community	moisture(%)	pH	Humus(%)	Exchangeable Cations(m.e./100g)		
				Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺
I	7.99	5.01	6.59	1.24	0.20	0.45
II	6.81	5.10	3.82	1.36	0.23	0.57
III	6.14	5.26	6.45	1.90	0.27	0.74
IV	12.63	6.35	12.46	2.88	0.31	1.01

효립으로 참나무류 및 느티나무, 당단풍이 DBH 22cm 이하에서 골고루 분포하였고, 특히 느티나무는 DBH 42cm 이상에서 2주의 출현율을 보였으며, 당단풍은 관목층에서 많은 출현개체수를 보였다. 주왕산국립공원 내 주왕계곡은 소나무 중심의 식생분포에서 신갈나무, 졸참나무, 갈참나무 등 참나무류의 생태적 천이의 이행단계로 추정되었다.

5. 종다양도 및 유사도 지수

TWINSpan에 의해 분리된 4개의 군집에 대한 종다양도를 나타낸 것이 Table 5이다. 군집 I은 종다양도 및 최대종다양도가 4개 군집에서 가장 낮는데, 이는 신갈나무, 소나무가 우점종인 지역으로 생태적 천이가 초기단계인 곳으로 종의 분화가 이제 시작된 곳으로 추론된다. 반면에 군집 IV는 종다양도가 가장 높아 양호한 토양조건으로, 이곳은 활엽수혼효림으로 4개의 군집에서 종의 분화가 발달되지 오래된 지역임을 알 수 있었다.

Table 6은 4개 군집간의 유사도지수를 구한 것이다. 군집 I과 군집 II, IV는 각각 45.58, 47.58%를 나타내어 비교적 높게 나타났고, 군집 I과 군집 III은 35.59%, 군집 II와 군집 IV의 유사도지수가 30.24%로 낮았다. 본 연구에서는 전반적으로 커다란 차이는 보이지 않았고, 비교적 비슷한 유사도지수를 나타내었다. 이 등(1991)은 유사도지수는 천이계열상 인접한 군집간은 높게, 먼 군집 간은 낮게 나타난다고 하였는데, 4개의 군집 중 유사도가 낮은 값을 나타낸 것은 천이계열단계에서 각기 상이한 단계에 위치하고 있음을 알 수 있다.

6. 환경인자의 분석

각 조사구 토양의 화학적 분석을 실시하여 4개 군집의 결과를 정리한 것은 Table 7이다.

Table 8. The correlation coefficient between soil factors and DCA scores.

Soil Factors	DCA scores	
	AXIS1	AXIS2
Organic matter	.8146*	-.3837
pH	.8138*	.0304**
Soil Moisture	.5945**	-.5492**
Ca ⁺⁺	.8294*	.0812
Mg ⁺⁺	.4471	.4400
K ⁺	.7636**	.0560

** and * indicate significant at the 1% and 5% levels, respectively

주왕산 지역 토양의 양료수준은 우리나라 산림토양(이 등, 1990b)에 비하여 양호한 것으로 나타났다. 소나무의 우점치가 높은 군집 II는 유기물 함량과 수분함량이 비교적 낮아 타 군집과는 대조적으로 나타났다. 활엽수혼효림인 군집 IV는 토양수분함량이 12.63%, 토양산도 pH 6.35, 유기물 함량 12.46%로 가장 높았으며 Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺도 각각 2.88, 0.31, 1.01m.e./100g으로 가장 양호한 상태를 나타내어 활엽수혼효림으로 갈수록 양료상태가 양호하게 나타난 기존의 연구결과(오 등, 1994)와 일치한다. Table 8는 DCA의 제 1, 2축의 score와 토양환경인자간의 상관관계를 구한 것이다. 토양분석자료와 DCA 제 1, 2축과의 상관관계는 제 1축에서 유기물함량과 pH, Ca⁺⁺가 높은 값을 보였고, 제 2축은 토양 pH, Mg⁺⁺와는 정의 상관성을, 유기물함량, 수분함량과는 부의 상관성을 보였다. 그리하여 소나무→갈참나무, 신갈나무→물푸레나무, 느티나무로 천이가 진행될수록 토양의 이화학적 성질도 양호해짐을 알 수 있다. 그러므로 생태적 천이의 진행은 구성생물종의 변화뿐만 아니라 환경요인의 변화도 진행된다는 연구결과와 일치한다(이 등, 1990b).

인용문헌

- 기상청 (1991) 한국기후표(Ⅰ). 10쪽.
- 건설부 (1987) 주왕산국립공원 계획. 178쪽.
- 박인협 (1985) 백운산지역 천연림생태계의 삼림구조 및 물질생산에 관한 연구. 서울대학교 대학원 박사학위논문, 48쪽.
- 박인협, 이경재, 조재창 (1987) 북한산지역의 삼림군집구조에 관한 연구. *응용생태연구* 1(1):1-23.
- 송호경, 신창남 (1985) 계룡산 삼림형과 그의 구조에 관한 연구. *충남대학교 환경연구보고* 3(1):19-58.
- 이경재, 오구균, 조재창 (1987) 내장산국립공원의 식물군집 및 이용행태에 관한 연구(Ⅰ) - Ordination방법에 의한 식생구조 분석 -. *한국임학회지* 77(2):169-177.
- 이경재, 조재창, 우종서 (1989) Ordination 및 Classification 방법에 의한 가야산지역의 식물군집구조 분석. *응용생태연구* 3(1):28-41.
- 이경재, 조재창, 류창희 (1990a) Classification 및 Ordination방법에 의한 용문산삼림의 식물군집구조 분석. *한국식물학회지* 33(3):175-180.
- 이경재, 조재창, 이봉수, 이도석 (1990b) 광릉 삼림의 식물군집구조(Ⅰ) - Classification 및 Ordination방법에 의한 소리봉지역의 식생분석. *한국임학회지* 79(2):173-184.
- 이경재, 구관효, 최재식, 조현서 (1991) Classification 및 Ordination방법에 의한 지리산 대원계곡의 삼림군집구조 분석. *응용생태연구* 5(1):54-63.
- 이경재, 조 우, 조재창 (1993) 소백산 국립공원 천동계곡의 식물군집구조분석. *응용생태연구* 6(2):134-146.
- 오구균, 조 우 (1994) 홍도 상록활엽수림의 식물군집구조. *응용생태연구* 8(1):27-40.
- Curtis, J.T. and R.P. McIntosh (1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32:476-496.
- Hill, M.O. (1979a) DECORANA-a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. *Ecology Systematics*, Cornell University, Ithaca, New York, 52pp.
- Hill, M.O. (1979b) TWINSpan-a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two way table by classification of the individuals and attribute. *Ecology and Systematics*, Cornell University. Ithaca, New York, 99pp.
- Pielou, E.C. (1977) *Mathematical ecology*. John Wiley & Sons, New York, 385pp.
- Ter Braak, C.J.F. (1987) Ordination. ed., Jongman, R.H., C.J.F. ter Braak and O.F.R. van Tongeren. *Data analysis in community and landscape ecology*. Pudoc Wageningen, 91-173.
- Tilden, F. (1968) *The national parks*. Alfred A. Knopf Inc., New York, 562pp.