

설악산 국립공원 산림식생구조¹

- 신흥사~와선대지역 -

최송현² · 권전오² · 이경재³

Plant Community Structure in the Sinhŭngsa-Wasŏndae Area, Sŏraksan National Park¹

Song-Hyun Choi², Jeon-O Kwon², Kyong-Jae Lee³

요 약

설악산 국립공원 신흥사-와선대 지역의 산림군집구조를 분석하여 국립공원 관리를 위한 기초자료를 제공하고자 60개의 조사구를 설정하였으며, DCA분석결과 소나무군집과 졸참나무군집으로 분리되었다. 소나무군집은 장기적으로 아교목층과 관목층에서 세력이 우세한 졸참나무로의 천이진행이 예상되었으며, 졸참나무군집은 대경목 위주인 소나무의 세력은 계속 감소되고 졸참나무와 신갈나무를 중심으로 한 참나무류로 유지될 것으로 판단되었다. 소나무군집과 졸참나무군집에서 Shannon의 종다양도지수는 각각 1.2554, 1.1134, 조사구 100m²당 종수는 7~26종, 평균종수는 13종이었다.

주요어 : 생태적 천이, 소나무군집, 졸참나무군집, Shannon의 종다양도지수

ABSTRACT

This investigation was performed to provide basic data for the management program of the Sŏraksan national park. Sixty plots were set up and surveyed in the Sinhŭngsa-Wasŏndae Area. The vegetation was divided into two communities, *Pinus densiflora* community and *Quercus serrata* community, according to the analysis of DCA ordination. It was found out that the succession of the *Pinus densiflora* community would proceed to *Quercus serrata* community of which components was dominant in understory layer and shrub layer. And it was found out that in the *Quercus serrata* community the *Pinus densiflora* being mainly big size in DBH would be declined, and *Quercus* spp. mainly *Quercus serrata* and *Quercus mongolica* would become dominant continuously. Shannon's diversity of both community were 1.2554 and 1.1134 respectively. The numbers of woody species per 100m² ranged 7 to 26, and the average number of woody species was 13.

KEY WORDS : ECOLOGICAL SUCCESSION, PINUS DENSIFLORA, QUERCUS SERRATA, SHANNON'S SPECIES DIVERSITY

1 접수 1월 22일 Received on Jan. 22, 1997

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

3 서울시립대학교 도시과학대학 College of Urban Science, Seoul City Univ., Seoul 130-743, Korea

서론

설악산 국립공원은 태백산맥의 북부에 위치하고 있으며 남으로는 오대산, 태백산과 이어지고 북으로는 금강산과 이어지고 있다. 지리적으로는 북위 $38^{\circ} 5' 25'' \sim 38^{\circ} 12' 35''$, 동경 $128^{\circ} 18' 6'' \sim 128^{\circ} 30' 43''$ 에 위치하고 있다. 면적은 373km^2 로서 강원도 속초시, 양양군, 인제군, 고성군 등 4개 시군에 걸쳐 있으며, 1970년 3월 24일에 우리나라 제 5호 국립공원으로 지정되었고 1982년에 UNESCO로부터 생물권보존지로 지정되어 생물다양성 보전지역으로 중요성이 부각된 곳으로 앞으로 자연자원의 관리방안이 중점적으로 제시되어야 할 것이다.

본 연구에서는 설악산 국립공원의 4개 지구(설악동, 오색, 백담, 장수대) 중에서 설악동지구 신흥사에서

에서 와선대에 이르는 계곡부의 산림군집구조를 분석하여, 설악산 국립공원에 대한 식물자원관리를 위한 기초자료 제시를 목적으로 하였다.

조사지 설정 및 연구방법

1. 조사지 설정

조사지역은 설악산 국립공원 외설악 지역중 가장 많은 이용객이 방문하는 천불동계곡 입구지역이며 신흥사 입구에서 와선대에 이르는 등산로를 따라 Figure 1과 같이 $10\text{m} \times 10\text{m}$ (100m^2)의 조사구(plot) 60개를 설치하였다. 예비조사는 96년 2월, 본조사는 96년 8월에 실시하였다.

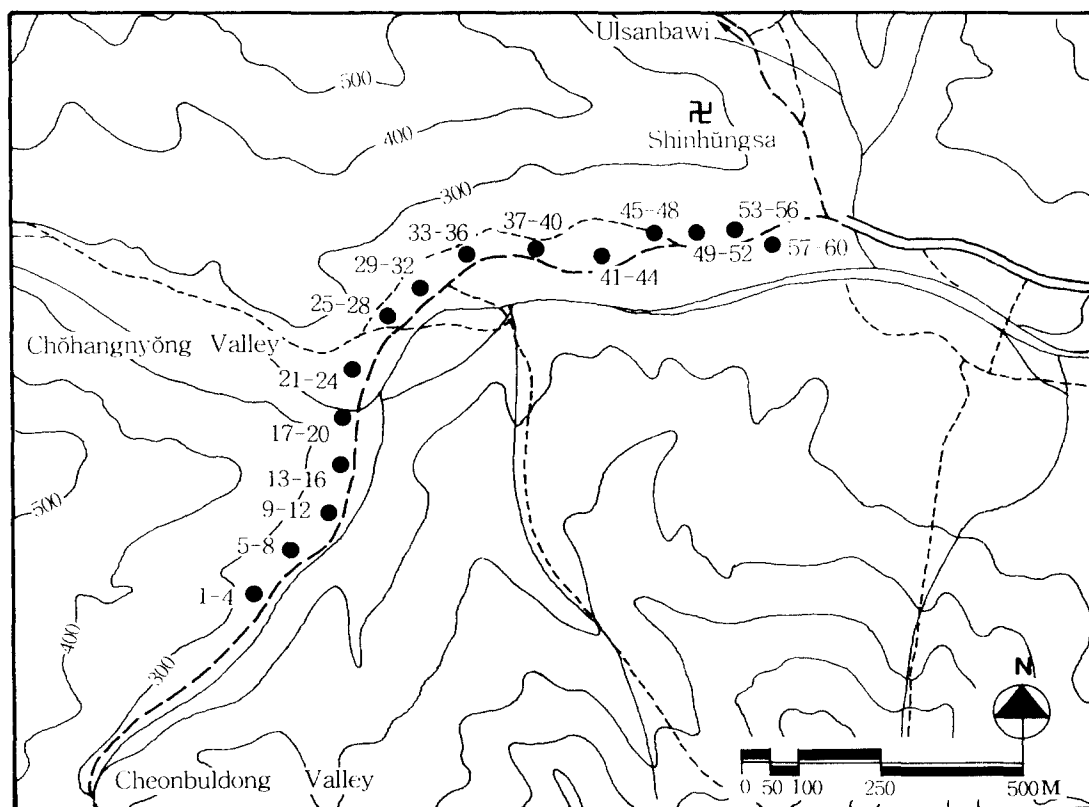


Figure 1. The location of sixty survey plots in the Sinhŭngsa-Wasŏndae Area, Sŏraksan National Park

2. 환경조사

조사대상지에 대한 환경요인으로는 일반적 개황과 토양특성을 조사·분석하였다. 일반적인 개황은 조사구별로 해발고, 방위, 경사도, 수목의 평균수고, 평균흉고직경 및 울폐도를 조사하였으며, 토양분석은 낙엽층을 제거하고 표토층에서 1kg 정도의 시료를 채취하여 농업기술연구소(1988)의 방법으로 토양 pH와 유기물함량을 측정하였다.

3. 식물군집구조 조사

식생조사는 조사구내에서 흉고직경(DBH) 2cm이상의 목본식물을 대상으로 층위별로 수종명과 DBH를 측정하였으며, 층위는 교목층, 아교목층, 관목층으로 구분하였다. 조사된 자료는 Curtis & McIntosh(1951), Pielou(1977)의 방법에 따라 상대우점치(importance value ; I.V.), 종다양성지수, 유사도지수를 계산하였고 ordination은 Hill(1979a)의 DCA를 이용하였다.

Table 1. Description of the physical features and the stratum of each plot for classified type by DCA in the Sinhŭngsa-Wasŏndae Area, Sŏraksan National Park

Community	I															
	Plot Number	4	7	8	11	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Altitude(m)		293	295	293	280	260	260	261	261	253	253	253	253	255	255	255
Aspect		S30E	S20E	S20E	S50E	S60E	S60E	S60E	S60E	S10E	S10E	S10E	S10E	S20E	S20E	S20E
S20E Slope (°)		30	20	20	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Height of canopy(m)		18	23	23	22	20	23	23	20	12	15	15	15	25	25	22
Mean DBH of canopy(cm)		30	60	40	23	25	50	50	50	18	20	22	22	45	40	40
Cover of canopy(%)		90	70	80	95	80	60	60	70	60	70	70	40	60	70	70
Height of understory(m)		6	10	10	6	10	10	7	8	5	6	6	8	5	8	7
Mean DBH of understory(cm)		5	15	11	8	12	15	10	12	5	7	5	8	3	4	3
Cover of understory(%)		50	70	70	50	80	80	70	50	30	20	30	40	30	50	50
Height of shrub(m)		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2	1.5	1.2	1.2	1.2	1.2	1.0	1.0	1.5
Cover of shrub(%)		90	20	10	100	70	90	80	50	70	80	70	70	20	40	40
Number of woody species		12	9	12	7	12	16	15	11	16	8	13	16	19	13	16

Table 1. (Continued)

Community	I															
	Plot Number	36	37	38	39	40	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58
Altitude(m)		255	252	252	252	252	243	243	243	243	238	238	238	238	240	240
Aspect		S20E	S	S	S	S	S20W	S20W	S20E	S20W	S15E	S15E	S15E	S15E	S	S
Slope (°)		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Height of canopy(m)		25	25	25	25	25	22	22	22	22	22	22	22	22	20	18
Mean DBH of canopy(cm)		40	30	30	40	40	35	45	40	35	30	20	35	40	45	20
Cover of canopy(%)		60	60	50	60	50	60	70	60	50	60	90	60	60	70	80
Height of understory(m)		6	7	8	5	7	9	9	7	8	8	7	8	8	6	6
Mean DBH of understory(cm)		4	10	5	4	4	6	13	6	8	6	4	7	6	7	7
Cover of understory(%)		60	80	80	60	70	80	80	70	60	80	70	70	70	70	80
Height of shrub(m)		1.2	1.0	1.0	1.2	1.2	0.8	0.8	1.0	1.0	1.2	1.2	0.8	0.8	1.7	1.0
Cover of shrub(%)		30	90	70	60	40	35	30	40	50	30	20	30	50	100	100
Number of woody species		26	13	18	12	15	13	19	17	16	14	14	16	14	17	15

이상의 분석은 서울시립대학교 환경생태연구실의 PDAP(plants data analysis package)와 SPSS/PC+를 사용하였다.

본 연구대상지는 설악산 국립공원 외설악지역으로 신흥사입구에서 와선대에 이르는 계곡부이었다. 대상지에서 약 10km 떨어진 속초의 30년간(1961~1990년) 연평균기온은 11.9℃이었으며 월평균 최저기온은 1월에 -5℃, 월평균 최고기온은 8월에 23.8℃이었다. 강우량은 연간 1330.1mm로서 7~9월에 전체강우량의 약 53%가 내린다(기상청, 1991). 임경빈(1989)의 수평적 삼림대 구분에 의하면 본 대상지는 온대 중부림에 속한다.

Table 1은 전체 60개 조사구의 일반적인 개황으

결과 및 고찰

1. 조사지 개황

Table 1. (Continued)

Community Plot Number	II														
	1	2	3	5	6	9	10	12	13	14	15	16	17	18	19
Altitude(m)	298	298	293	293	295	280	280	280	276	276	276	276	267	267	266
Aspect	S30E	S30E	S30E	S20E	S20E	S50E	S50E	S50E	S50E	S50E	S50E	S50E	S70E	S70E	S70E
Slope (°)	30	30	30	20	20	5	5	5	10	10	10	10	5	5	10
Height of canopy(m)	18	18	18	20	23	20	20	22	22	20	20	20	22	23	22
Mean DBH of canopy(cm)	30	25	30	40	50	25	22	25	40	50	35	30	20	15	20
Cover of canopy(%)	90	95	95	90	70	90	90	95	90	95	90	85	90	85	95
Height of understory(m)	5	10	7	6	9	12	10	10	8	7	12	5	10	10	7
Mean DBH of understory(cm)	2	7	4	5	7	12	8	7	6	6	13	3	8	5	4
Cover of understory(%)	20	30	30	70	70	60	60	70	70	70	80	60	80	70	70
Height of shrub(m)	0.8	0.8	1.0	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.2	1.0	1.2	1.2	1.2	1.5
Cover of shrub(%)	80	100	100	65	30	100	100	100	80	60	50	90	90	100	95
Number of woody species	16	19	13	14	15	9	8	8	11	11	12	17	13	13	10

Table 1. (Continued)

Community Plot Number	II														
	20	21	22	23	24	41	42	43	44	45	46	47	48	59	60
Altitude(m)	266	268	268	267	267	251	251	251	251	253	253	253	253	240	240
Aspect	S70E	W	W	W	W	S10E	S10E	S10E	S10E	S20W	S20W	S20W	S20W	S	S
Slope (°)	5	10	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Height of canopy(m)	20	17	17	17	17	17	17	17	17	15	15	15	15	15	15
Mean DBH of canopy(cm)	13	15	13	15	15	22	25	30	25	18	20	20	15	20	18
Cover of canopy(%)	85	85	90	90	85	90	80	60	70	80	70	70	80	60	70
Height of understory(m)	7	7	10	12	8	5	6	7	7	7	8	6	7	5	5
Mean DBH of understory(cm)	7	4	6	7	5	5	6	4	5	5	5	5	5	3	3
Cover of understory(%)	60	30	50	50	60	80	80	70	60	70	80	40	40	80	60
Height of shrub(m)	1.0	1.2	1.5	1.5	1.5	1.0	1.2	1.2	1.2	1.4	1.1	1.0	1.0	1.2	1.0
Cover of shrub(%)	90	100	90	100	100	100	95	100	100	100	100	100	100	100	100
Number of woody species	11	10	8	12	11	9	12	13	7	9	8	9	12	13	7

로서 DCA분석에 따라 2개 군집으로 나누어 나타내었다. 전체 조사구의 해발고는 238~298m로 고도는 차이가 크지 않았고 경사도는 5~30°이나 경사 5° 내의 완경사지가 대부분이었다.

교목층의 평균수고와 평균흉고직경은 각각 12~25m, 13~60cm로 다양한 흉고직경의 수목들이 분포하였고 교목층의 평균울폐율은 40~95%이었다. 아교목층의 평균수고와 평균흉고직경은 각각 5~12m, 2~15cm 이었고 평균울폐도는 20~80%에 이르렀다. 관목층은 평균수고 0.8~1.5m 이었고 평균울폐도는 10~60%이었으며, 조릿대가 생육하는 지역에서 피복도는 35~100%이었다. 각 조사구 중 교목층과 아교목층에 출현한 종수는 100m²당 7~26종이었고 평균 13종이었다.

2. 조사지의 ordination분석

Figure 2는 60개 조사구를 DCA기법을 이용하여 ordination 분석을 실시한 것이다. DCA분석결과 제 1축과 제 2축의 eigenvalue가 각각 44.4%, 15.5%이었다.

DCA 분석결과, 제 1축의 좌측에는 졸참나무군집이었으며, 전체 60개 조사구중 30개의 조사구가 포함되었고, 제 1축의 우측에는 역시 30개의 조사구가

포함되는 소나무군집이었다.

Table 2는 DCA에 의해 분리된 조사구별 주요수종의 I.V.를 구한 것이며 Table 3은 각 군집의 교목층, 아교목층, 관목층의 I.V.와 평균 I.V.를 나타낸 것이다.

군집 1은 소나무군집으로 교목층에서는 소나무의 I.V.가 66.04%로서 우점종이었으며 졸참나무는 I.V.가 16.24%로 부수종이었다. 그외 주요수종으로는 굴참나무(I.V. 7.08%)와 물푸레나무(I.V. 2.37%)를 들 수 있었다. 아교목층에서는 졸참나무 I.V.가 15.41%로 우점종이었고 생강나무(I.V. 12.67%), 쪽동백나무(I.V. 11.93%), 당단풍(I.V. 7.15%), 물푸레나무(I.V. 6.87%) 등이 주요종이었다. 관목층에서는 생강나무 I.V.가 22.24%로 우점종이었으며 조릿대는 I.V.가 18.77%로 부수종이었다.

교목층에서 우점종인 소나무의 세력이 아교목층에서는 I.V.가 4.84%로 낮은 값이었고 관목층에서는 치수가 관찰되지 않았다. 반면 교목층과 아교목층에서는 졸참나무 I.V.가 각각 16.24%, 15.4%로 높았으며 생강나무와 쪽동백나무가 아교목층에서 I.V.가 각각 12.67%와 11.93%로 높은 값을 나타내었다. 소나무의 세력이 아교목층과 관목층에서 약화되고 있는 반면, 졸참나무의 세력은 커지고 있는

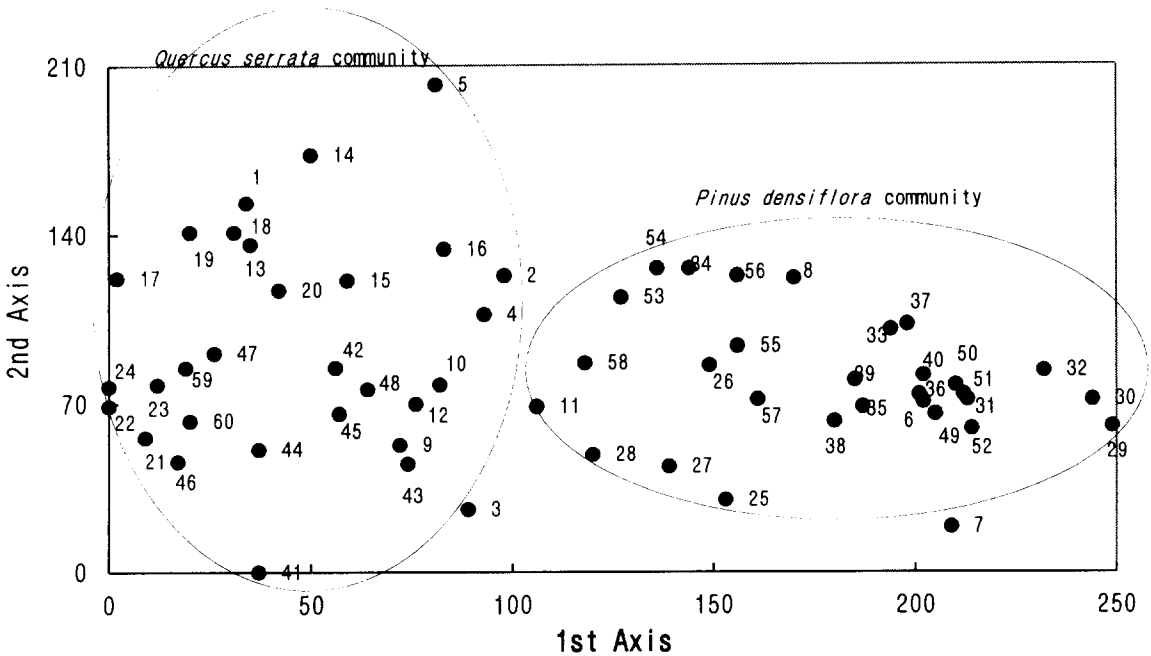


Figure 2. DCA ordination of sixty plots in the Sinhŭngsa-Wasŏndae Area, Sŏraksan National Park

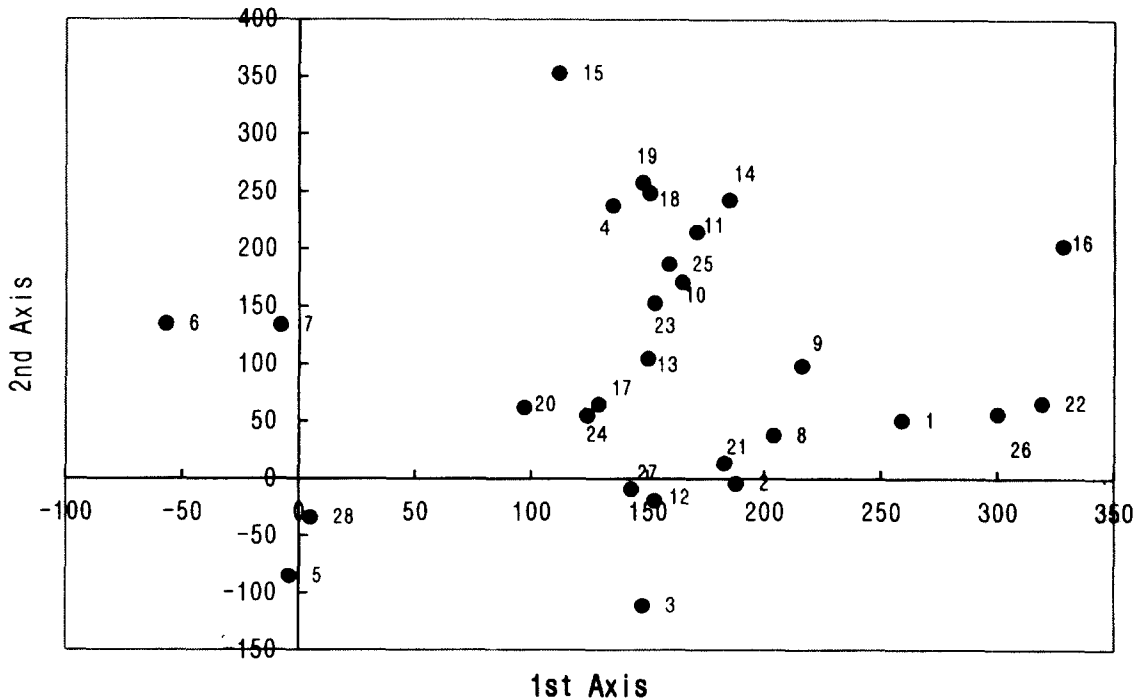


Figure 3. Species ordination on the first two axes, using DCA

1. *Pinus densiflora*, 2. *Ulmus davidiana* var. *japonica*, 3. *Carpinus laxiflora*, 4. *Corylus sieboldiana*, 5. *Quercus variabilis*, 6. *Q. mongolica*, 7. *Q. serrata*, 8. *Morus bombysis*, 9. *Aristolochia manshuriensis*, 10. *Lindera obtusiloba*, 11. *Stephanandra incisa*, 12. *Prunus sargentii*, 13. *Lespedeza maximowiczii*, 14. *Zanthoxylum schinifolium*, 15. *Sapium japonicum*, 16. *Rhus chinensis*, 17. *R. trichocarpa*, 18. *Stathylea bumalda*, 19. *Acer truncatum*, 20. *A. pseudo-sieboldianum*, 21. *Ampelopsis brevipedunculata* var. *heterophylla*, 22. *Parthenocissus tricuspidata*, 23. *Symplocos chinensis* for. *pilosa*, 24. *Styrax obassia*, 25. *Fraxinus rhynchophylla*, 26. *Syringa reticulata* var. *mandshurica*, 27. *Lonicera subhispidata*, 28. *Sasa purpurascens*

것으로 보아 장기적으로 졸참나무군집으로 천이진행이 예측되었다.

군집 II는 졸참나무군집으로 교목층에서 졸참나무 I.V.가 55.82%로 우점종이었으며 소나무 I.V.가 19.12%로 부수종이었고, 이외에 굴참나무(I.V. 8.51%)와 신갈나무(I.V. 7.19%)가 주요종이었다. 아교목층에는 졸참나무 I.V.가 13.87%로 우점종이었으며 당단풍(I.V. 13.44%), 쪽동백나무(I.V. 12.83%), 신갈나무(I.V. 10.65%) 등이 주요종이었다. 관목층은 조릿대 I.V.가 45.77%로 우점종이었으며 생강나무 I.V.가 16.22%로 부수종이었다.

졸참나무는 교목층에서 I.V.가 55.82%로 우점종이었으며 아교목층에서도 I.V. 13.87%로 우점종이

었고, 신갈나무는 교목층과 아교목층에서 I.V.가 각각 7.19%, 10.65%로 높은 값을 나타내었다. 한편 소나무는 아교목층과 관목층에서 관찰되지 않았으므로 계속 세력이 감소될 것으로 판단되었다.

온대 중부림의 기후극상수종으로 보고되고 있는 서어나무(이경재 등, 1994)의 I.V.는 교목층, 아교목층, 관목층에서 각각 1.84%, 2.67%, 1.09%로 낮은 값을 나타내어, 본 조사지역에서는 서어나무가 우점종인 기후극상림의 출현여부를 판단하기 곤란하였다.

군집 I과 군집 II의 유사도 지수는 62.62%로 양 군집이 종구성에 있어 유사성이 높았는데, 이경재 등(1991)은 천이 계열상 인접군집간은 유사도지

Table 2. Mean importance value of woody plant species in each plot for classified type by DCA in the Sinhungs-a-Wasöndae Area, Söraksan National Park

Community Plot Number	I														
	6	7	8	11	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
<i>Pinus densiflora</i>	39.19	44.59	39.23	27.54	27.16	34.15	34.51	30.44	48.76	62.79	55.61	59.30	45.83	21.97	45.69
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	.	.	.	.	17.34	8.14	.	.	0.15	.	2.29	2.96	2.52	.	.
<i>Carpinus laxiflora</i>	12.56	25.66	1.68	.	.	.	.	.	3.25	.	3.39	1.13	0.85	.	.
<i>Corylus sieboldiana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus variabilis</i>	.	.	.	.	6.32	.	15.87	18.32	.	0.51	.	.	1.33	.	2.87
<i>Q. mongolica</i>	3.09	.	.	.	.	2.77	.	.	.	.	.	.	0.21	.	.
<i>Q. serrata</i>	1.11	.	13.32	26.73	4.87	18.15	11.27	15.37	0.26	1.37	3.16	0.37	10.44	18.08	12.65
<i>Morus bombysis</i>	3.46	1.67	0.72	.	4.14	.	.	.	0.20	.	.	.	4.62	.	2.58
<i>Aristolochia manshuriensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.57	.	.	.	.
<i>Lindera obtusiloba</i>	13.71	4.02	6.70	5.88	2.27	11.93	8.43	6.50	1.89	3.53	7.91	9.79	13.34	17.04	7.11
<i>Stephanandra incisa</i>	0.64	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.86	.	2.42	.
<i>Prunus sargentii</i>	.	.	.	.	.	6.03	6.37	.	4.16	.	8.17	1.13	2.86	1.90	1.82
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	.	.	.	.	.	0.84	2.47	.	1.37	4.80	0.85	2.13	1.66	0.63	4.57
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	3.72	.	.	.	.	0.83	.	.	.	.	.	.	0.21	.	.
<i>Sapium japonicum</i>	3.50	3.03	15.25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rhus japonica</i>	.	.	2.41	.	.	.	.	.	0.73	.	.	2.42	.	.	.
<i>R. trichocarpa</i>	.	.	.	.	.	.	3.11	3.40	.	.	.	.	1.61	.	.
<i>Staphylea bumalda</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	0.86	.	.	.	1.13	3.91	.
<i>Acer truncatum</i>	.	.	.	.	0.64	1.83	.	.	.	.	4.27	3.27	1.22	.	.
<i>A. pseudo-sieboldianum</i>	.	1.51	.	10.77	7.10	4.91	3.18	10.31	.	0.32	2.16	.	6.27	11.54	2.88
<i>Ampelopsis brevipedunculata</i> var. <i>heterophylla</i>	.	0.67	.	.	.	.	2.08	.	.	.	.	.	.	.	0.33
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	0.87	.	.	0.99	1.06	.	5.15
<i>Symplocos chinensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
for. <i>pilosa</i>	1.07	1.58	3.08	.	.	.	1.24	.	.	.	.	0.56	.	.	1.51
<i>Styrax obassia</i>	4.89	.	12.53	10.90	.	.	1.37	1.80	.	.	.	.	1.33	.	.
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	.	.	0.65	.	3.23	2.76	1.89	5.18	9.30	8.48	7.56	8.00	3.20	16.48	1.60
<i>Syringa reticulata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
var. <i>mandshurica</i>	11.42	.	1.69	.	2.50	0.89	.	.	.	.	3.77	4.93	.	.	.
<i>Callicarpa japonica</i>	1.14	1.78	.	1.53	.	1.72	.	.	.	.	0.29	.	.	2.56	1.51
<i>Lonicera subhispidata</i>	.	0.71	.	.	.	.	3.80	4.37	.	.	.	.	.	.	1.69
<i>Sasa purpurascens</i>	.	.	.	16.67	11.62	4.03	4.08	3.26	.	.	.	.	.	.	.

수가 높게 나타난다고 하여 본 연구에서도 소나무→참나무류로의 천이진행에 따라 유사도가 높은 것으로 판단되었다.

군집 I 과 II 의 Shannon의 종다양도 지수는 각각 1.2554, 1.1134로 소나무군집이 참나무 군집보다 높게 나타났다(Table 4). 군집 I의 P.I.E.와 Simpson의 지수는 각각 10.5937, 0.9056이었고 군집 II의 P.I.E.와 Simpson의 지수는 각각

5.9715와 0.8325로서 소나무군집이 참나무군집보다 생물종다양성이 높았다.

3. 수종간 ordination 분석 및 수종간 상관관계 분석

전체 60개 조사구중 5회 이상 출현하는 수종을 중심으로 DCA 기법을 이용하여 ordination분석을

Table 2. (Continued)

Community Plot Number	I														
	36	37	38	39	40	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58
<i>Pinus densiflora</i>	44.4342	9741.4240	3050.0050	0050.0050	0050.0050	0050.0050	0050.0050	0050.0050	0050.0050	22.73	24.11	40.9441	5550.00	31.84	
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	.	.	.	.	.	0.55	.	.	.	.	7.56	0.87	.	.	1.26
<i>Carpinus laxiflora</i>	1.56	8.38	4.14	2.91	.	.	.	.	2.15	.	.	.	.	.	.
<i>Corylus sieboldiana</i>	.	0.61	8.59	.	1.93	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus variabilis</i>	1.87	.	.	3.67	5.36	.	.	1.60	0.41	.	.	0.33	.	.	.
<i>Q. mongolica</i>	1.56	.	.	.	.	.	0.23	1.60	.	7.78	10.01	11.55	8.39	4.38	.
<i>Q. serrata</i>	2.14	1.25	5.05	2.46	1.39	.	3.24	0.40	.	13.35	10.98	5.19	13.59	15.33	28.79
<i>Morus bombycis</i>	3.92	.	.	.	.	13.31	1.46	8.75	1.63	.	.	.	.	.	.
<i>Aristolochia manshuriensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lindera obtusiloba</i>	10.8223	1310.4033	1512.7511	6111.5810	90.213	8.62	7.34	8.22	5.54	0.65	0.20				
<i>Stephanandra incisa</i>	0.56	.	.	.	.	0.30	.	.	.	.	.	1.68	1.12	0.72	
<i>Prunus sargentii</i>	2.78	.	1.27	.	.	.	2.91	1.60	0.93	.	1.97	1.30	1.40	.	.
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	0.76	.	1.22	.	2.02	.	.	.	1.23	.	.	.	0.71	1.99	1.26
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	.	.	0.85	3.26	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sapium japonicum</i>	.	4.35	.	.	.	.	.	.	.	8.80	6.17	4.67	7.27	.	1.41
<i>Rhus japonica</i>	.	.	.	1.80	4.27	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>R. trichocarpa</i>	1.29	4.82	4.62	1.28	.	.	2.56	4.67	7.89	0.38	.	0.87	0.55	.	.
<i>Staphylea bumalda</i>	.	.	.	.	.	.	2.19	.	.	.	.	.	.	0.31	.
<i>Acer truncatum</i>	1.58	7.03	.	.	0.32	.	0.96	.	0.81	.	11.39	.	.	.	.
<i>A. pseudo-sieboldianum</i>	3.41	.	.	.	.	0.41	.	0.32	.	5.94	2.30	7.64	.	1.50	6.70
<i>Ampelopsis brevipedunculata</i> var. <i>heterophylla</i>	0.29	.	.	.	.	.	.	1.39	.	.	.	1.01	0.90	.	.
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	2.30	.	1.05	0.58	1.32	0.43	5.74	4.18	8.57	.	.	.	.	.	.
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	0.79	1.89	3.04	0.87	1.34	1.26	.	0.40	.	.	.	3.65	4.12	0.99	.
<i>Styrax obassia</i>	3.42	.	1.11	.	7.33	4.30	11.59	2.48	17.62	24.18	7.97	7.22	0.30	.	.
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	1.88	1.23	4.74	7.93	9.06	2.28	1.45	8.01	2.33	1.43	3.27	1.62	13.32	1.70	1.34
<i>Syringa reticulata</i> var. <i>mandshurica</i>	.	.	2.29	.	.	1.56	.	.	0.40	1.81	0.95	.	.	.	0.24
<i>Callicarpa japonica</i>	0.93	.	4.94	.	0.43	4.75	1.52	0.75	2.53	.	4.08	.	0.69	.	0.27
<i>Lonicera subhispidia</i>	0.99	.	4.50	1.80	2.26	.	0.60	1.77	0.56	.	1.92	2.11	.	.	2.69
<i>Sasa purpurascens</i>	.	.	.	.	.	8.12	.	.	.	.	.	.	.	7.54	11.41

실시하였다(Figure 3).

제 1축의 좌측에는 참나무류인 졸참나무, 신갈나무, 굴참나무와 조릿대, 당단풍, 쪽동백나무 등이, 제 1축의 우측에는 소나무, 개회나무, 담쟁이덩굴, 붉나무 등이 인접하여 분포하였다.

수종간 상관관계를 살펴보면(Table 5) 졸참나무는 당단풍, 조릿대와 각각 1% 정의 상관관계를, 굴참나무, 신갈나무와는 5% 정의 상관관계가 인정되었다. 또한 졸참나무는 소나무, 생강나무, 개회나무,

산뽕나무, 담쟁이덩굴과는 1% 부의 상관관계를 보였으며 붉나무, 개머루와는 5% 부의 상관관계를 보여 수종간 ordination 분석결과와 유사하게 나타내었다.

소나무는 생강나무와 1% 정의 상관관계가, 졸참나무, 당단풍, 굴참나무, 신갈나무, 조릿대와 1% 부의 상관관계가 인정되었다.

Table 2. (Continued)

Community Plot Number	II																		
	1	2	3	4	5	9	10	12	13	14	15	16	17	18	19				
<i>Pinus densiflora</i>	52.17	.	.	.	.	15.90	17.23	14.16	51.70	.	.	.	.	12.20	.
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	.	7.08	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carpinus laxiflora</i>	.	.	17.38	.	.	.	.	.	.	.	1.96				
<i>Corylus sieboldiana</i>	.	0.46	.	1.32	.	.	.	1.43	.	1.67	.	1.55	.	.	.				
<i>Quercus variabilis</i>	.	7.08	.	.	.	8.79	.	8.26	.	.	.	.	0.98	.	.
<i>Q. mongolica</i>	.	.	.	8.65	.	.	3.02	.	.	10.89	.	1.36	34.08	.	11.81				
<i>Q. serrata</i>	.	22.98	22.16	16.96	38.60	33.57	34.02	31.02	.	39.11	51.41	37.20	33.26	46.72	50.78				
<i>Morus bombycis</i>	0.48	0.40	4.96	13.92	.	.	.	.	1.30	.	.	4.21	.	.	.
<i>Aristolochia manshuriensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lindera obtusiloba</i>	2.60	5.27	2.48	6.04	15.32	4.12	5.16	7.43	4.63	12.03	8.87	7.65	4.60	9.50	4.13				
<i>Stephanandra incisa</i>	0.98	.	.	1.01	.	.	.	.	.	.	.	0.95	.	.	.
<i>Prunus sargentii</i>	.	5.13	.	.	.	8.17	.	.	.	.	.	.	0.83	.	.
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	0.33	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3.15	6.06	.	0.52	.
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	0.98	2.07	.	.	1.96	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sapium japonicum</i>	.	.	.	.	24.55	.	.	.	9.23	11.57	1.54	0.85	5.06	3.53	10.04
<i>Rhus japonica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>R. trichocarpa</i>	.	.	.	.	.	1.31	0.91	.	.	.	4.78	.	2.90	5.59	3.72
<i>Staphylea bumalda</i>	3.25	5.19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Acer truncatum</i>	12.25	12.69	.	.	2.90	.	.	.	.	.	.	0.83	.	.	.
<i>A. pseudo-sieboldianum</i>	.	3.87	2.18	10.27	.	6.71	5.07	20.82	4.46	4.95	13.07	9.82	1.07	7.41	4.96				
<i>Ampelopsis brevipedunculata</i> var. <i>heterophylla</i>	.	.	.	2.74	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	2.05	6.77	.	.	.	.	.	.	1.59	.	3.59	2.82	0.52	.	.
<i>Styrax obassia</i>	2.80	3.71	11.03	.	4.24	4.76	21.51	6.37	9.12	.	3.49	5.61	5.41	2.25	.				
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	.	7.58	.	21.05	11.40	.	.	.	.	.	3.03	4.50	17.15	.	5.28
<i>Syringa reticulata</i> var. <i>mandshurica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Callicarpa japonica</i>	0.98	0.53	5.88	1.01	0.60	.	.	.	1.43	7.92	2.52	1.29	.	0.55	1.43				
<i>Lonicera subhispidata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sasa purpurascens</i>	6.86	.	8.40	9.05	.	16.67	13.09	10.51	9.30	.	1.12	0.59	9.22	.	8.04				

4. 군집별 흉고직경분석

DCA에 의해 분리된 2개 군집은 각각 30개씩 ($100m^2 \times 30$)의 조사구를 포함하고 있으며, 각 군집별 흉고직경급 분포는 Figure 4에 나타내었다. 군집 I에서 소나무는 흉고직경 2cm에서 52cm 이상의 대경목에 이르기까지 고른 분포를 보였으며 이중 27~32cm에 이르는 흉고직경급의 소나무가 31개체

로 가장 많았다. 졸참나무는 흉고직경 42cm 이하까지 출현하였으며 관목층에서는 140개체, 2~7cm 흉고직경급에서는 42개체로 가장 많이 분포하였다. 흉고직경(DBH)분포를 통한 군집의 생태적 천이과정의 추론이 기왕의 많은 연구에서(이경제 등, 1992, 1993a, 1993b, 1994) 있었는데, 본 군집은 장기적으로 보았을 때 소나무림에서 졸참나무림으로 천이진행이 예상되었다.

Table 2. (Continued)

Community Plot Number	II															
	20	21	22	23	24	41	42	43	44	45	46	47	48	59	60	
<i>Pinus densiflora</i>	.	.	.	.	.	.	.	14.94	.	13.82	.	.	12.87	.	.
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carpinus laxiflora</i>	.	0.26	.	.	.	6.45	7.46	10.62	17.97	2.10	8.20	4.83	1.92	.	.	
<i>Corylus sieboldiana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus variabilis</i>	6.00	2.23	21.52	13.35	12.83	35.97	4.46	10.11	.	19.33	18.46	10.67	8.85	11.00	16.65	
<i>Q. mongolica</i>	.	.	15.24	24.92	21.87	5.42	11.53	4.78	11.95	4.40	21.31	3.81	2.15	16.79	.	
<i>Q. serrata</i>	52.68	49.95	43.59	27.82	31.52	15.23	37.64	24.96	36.85	38.55	23.75	57.36	42.30	40.20	56.34	
<i>Morus bombycis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Aristolochia manshuriensis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lindera obtusiloba</i>	6.12	.	4.99	3.26	1.92	5.01	8.64	1.26	.	2.89	2.09	1.01	5.61	2.52	1.22	
<i>Stephanandra incisa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Prunus sargentii</i>	.	.	.	2.41	.	5.55	.	.	.	.	.	.	1.69	0.58	9.79
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	5.41	.	.	.	0.38	.	1.47	.	.	.	.	.	5.93	2.19	1.24
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sapium japonicum</i>	6.04	.	.	1.10	.	.	.	1.75	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rhus japonica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>R. trichocarpa</i>	2.86	2.90	0.78	1.24	.	2.95	3.70	1.50	.	.	.	1.12	3.53	3.84	.	
<i>Staphylea bumalda</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Acer truncatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.69	2.39
<i>A. pseudo-sieboldianum</i>	10.44	1.69	2.46	4.42	6.94	.	1.60	4.30	5.77	14.57	.	.	10.24	4.27	.	
<i>Ampelopsis brevipedunculata</i> var. <i>heterophylla</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	.	.	.	.	.	.	1.07	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	.	.	.	.	.	.	.	3.90	1.99	.	.	.	.	.	.
<i>Styrax obassia</i>	3.19	6.05	.	7.49	3.84	9.66	13.63	4.84	8.81	1.11	7.40	.	3.12	.	.	
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	1.79	1.81	0.78	2.34	2.32	.	2.14	1.64	.	3.22	4.41	9.04	.	3.23	.	
<i>Syringa reticulata</i> var. <i>mandshurica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Callicarpa japonica</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lonicera subhispidata</i>	.	.	.	.	.	.	6.68	.	.	.	.	.	.	6.20	3.51
<i>Sasa purpurascens</i>	3.79	13.01	10.65	10.81	12.34	13.78	.	15.41	16.67	.	14.38	6.23	5.54	5.22	10.11	

군집 II에서 소나무는 흉고직경 22~52cm까지는 1~4개체만이 분포하였고, 졸참나무는 관목층에서 32개체, 2~52cm까지는 1~42개체의 다양한 개체수를 보였으며 12~17cm 흉고직경 범위에서 42개체로 가장 많이 분포하였다. 군집 II에서 평균상대 우점치가 높은 신갈나무(I.V. 7.40%)는 관목층에서 38개체가 출현하였고, 2~32cm까지 2~22개체,

7~12cm 흉고직경급에서는 22개체로 가장 많이 분포하였다. 이상의 흉고직경급 분포특성을 종합하면 소나무의 쇠퇴현상은 촉진될 것이며 졸참나무가 우점종인 군집으로 지속될 것으로 판단되었다. 아울러 참나무류인 신갈나무의 세력도 지속 성장할 것으로 예측되었다.

Table 3. Importance values of woody plant species by the stratum in both communities for classified type by DCA in the Sinhŭngsa-Wasŏndae Area, Sŏraksan National Park

Community Names of species	I				II			
	C	U	S	M	C	U	S	M
<i>Pinus densiflora</i>	66.04	4.84	-	34.63	19.12	-	-	9.56
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	1.03	2.15	0.29	1.28	0.56	-	-	0.28
<i>Carpinus laxiflora</i>	1.61	3.58	1.40	2.23	1.84	2.67	1.09	1.99
<i>Corylus sieboldiana</i>	-	0.18	0.06	0.07	-	0.55	0.32	0.24
<i>Quercus variabilis</i>	7.08	4.11	0.50	4.99	8.51	3.22	-	5.33
<i>Q. mongolica</i>	2.62	4.87	0.86	3.08	7.19	10.65	1.55	7.40
<i>Q. serrata</i>	16.24	15.41	3.48	13.84	55.82	13.87	1.89	32.85
<i>Morus bombycis</i>	-	2.49	0.64	0.94	0.37	2.40	1.22	1.19
<i>Aristolochia manshuriensis</i>	-	-	0.48	0.08	-	0.14	1.06	0.22
<i>Lindera obtusiloba</i>	-	12.67	22.24	7.93	-	7.89	16.22	5.33
<i>Stephanandra incisa</i>	-	-	1.56	0.26	-	-	0.87	0.15
<i>Prunus sargentii</i>	0.32	4.45	0.26	1.69	0.97	1.78	0.15	1.10
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	-	0.09	7.38	1.26	-	-	3.23	0.54
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	-	0.32	0.19	0.14	-	0.58	1.44	0.43
<i>Sapium japonicum</i>	-	1.67	2.87	1.04	-	9.72	2.65	3.68
<i>Rhus japonica</i>	-	0.64	0.58	0.31	-	-	0.30	0.05
<i>R. trichocarpa</i>	-	4.04	0.68	1.46	-	4.04	0.17	1.38
<i>Staphylea bumalda</i>	-	0.27	1.13	0.28	-	-	0.19	0.43
<i>Acer truncatum</i>	0.39	3.04	0.44	1.28	-	3.93	0.03	1.34
<i>A. pseudo-sieboldianum</i>	-	7.15	3.63	2.99	-	13.44	2.06	4.82
<i>Ampelopsis brevipedunculata</i> var. <i>heterophylla</i>	-	-	0.99	0.17	-	-	0.54	0.09
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	-	-	7.45	1.24	-	-	-	-
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	-	2.13	0.79	0.84	-	2.00	0.80	0.80
<i>Styrax obassia</i>	0.30	11.93	0.33	4.18	-	12.83	0.84	4.42
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	2.37	6.87	8.20	4.84	3.03	2.95	1.40	2.73
<i>Syringa reticulata</i> var. <i>mandshurica</i>	-	1.22	1.63	0.68	-	1.57	0.31	0.58
<i>Callicarpa japonica</i>	-	1.11	2.13	0.73	-	0.49	3.13	0.69
<i>Lonicera subhispidata</i>	-	0.57	4.74	0.98	-	-	3.39	0.57
<i>Sasa purpurascens</i>	-	-	18.77	3.13	-	-	45.77	7.63

* C: Canopy layer, U: Understory layer, S: Shrub layer, M: Mean

Table 4. The species diversity of each community classified by DCA

Community	H'(Shannon)	Simpson	P.I.E.	J'(evenness)	D(dominance)	H'max
I	1.2554	10.5937	0.9056	0.7119	0.2881	1.7634
II	1.1134	5.9715	0.8325	0.6488	0.3512	1.7160

* P.I.E. = the Probability of Interspecific Encounter

* Shannon's diversity index uses logarithms to base 10

Table 5. Correlation between the importance values of the major woody species in the Sinhŭngsa-Wasŏndaŕ Area, Sŏraksan National Park

	Qs	Ap	Qv	Qm	Sp	Rt	So	Cl	Lm	Ls	Lo	Ps	Sc	Fr	Ab	Cs	Sj	Cj	Mb	Si	Pd	Ud	At	Zs	Sb	Sr	Rc		
Ap	++																												
Qv	+																												
Qm	+																												
Sp	++		++	+																									
Rt																								
So																							
Cl																						
Lm																					
Ls	++	.	.	.																				
Lo	--	.	.	.	--																			
Ps	.	.	+																		
Sc																	
Fr	--	.	--	.	+	.	+	.	.																
Ab	-	++															
Cs	.	+	++	.														
Sj	.	.	-													
Cj	.	.	-	+	.										
Mb	--	++++	.	.	.	+											
Si	++										
Pd	--	--	--	--	--	++									
Ud
At	+	++
Zs	++	.	+	+
Sb	++	+	.	.	++	.	+	.	.	.
Sr	--	++	.	.	++
Rc	-	-	+	++	++
Pt	--	-	.	.	--	++	+	++

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

2. Qs: *Quercus serrata*, Ap: *Acer pseudo-sieboldianum*, Qv: *Q. variabilis*, Qm: *Q. mongolica*, Sp: *Sasa purpurascens*, Rt: *Rhus trichocarpa*, So: *Styrax obassia*, Cl: *Carpinus laxiflora*, Lm: *Lespedeza maximowiczii*, Ls: *Lonicera subhispidata*, Lo: *Lindera obtusiloba*, Ps: *Prunus sargentii*, Sc: *Symplocos chinensis* for. *pilosa*, Fr: *Fraxinus rhynchophylla*, Ab: *Ampelopsis brevipedunculata* var. *heterophylla*, Cs: *Corylus sieboldiana*, Sj: *Sapium japonicum*, Cj: *Callicarpa japonica*, Mb: *Morus bombycis*, Si: *Stephanandra incisa*, Pd: *Pinus densiflora*, Ud: *Ulmus davidiana* var. *japonica*, At: *A. truncatum*, Zs: *Zanthoxylum schinifolium*, Sb: *Staphylea bumalda*, Sr: *Syringa reticulata* var. *mandshurica*, Rc: *R. chinensis*, Pt: *Parthenocissus tricuspidata*

Table 6. Soil characteristics of each community for classified type by DCA

Community	pH			Organic Matter		
	Average	Minimum	Maximum	Average	Minimum	Maximum
I	4.94	4.61	5.72	7.02	2.02	14.49
II	4.67	4.15	5.15	8.88	4.18	15.93
Total	4.79	4.15	5.72	8.04	2.02	15.93

5. 환경인자 분석

60개 조사구중 33개 조사구에 대한 토양의 화학적 분석을 실시한 것이 Table 6이다. 군집 I (소나무군집)의 토양조사구는 15개소이며 토양산도는 최소값 pH 4.61에서 최대값 pH 5.72이었고 평균값은 pH 4.94로 산성토양이었다. 유기물함량은 최소값 2.02%에서 최대값 14.49%이었으며 평균값은 7.02%이었다. 군집 II의 토양조사구는 18개소이며 토양산도는 최소값 pH 4.15에서 최대값 pH 5.15이었으며 평균값은 pH 4.57로 산성토양이었다. 유

기물 함량은 최소값 4.18%에서 최대값 15.93%이었으며 평균값은 8.88%이었다.

인용 문헌

강원도(1984) 천연보호구역 설악산-설악산 학술조사 보고서-. 457쪽.
 기상청(1991) 한국기후표-월별 평균값(1961~1990)-. 418쪽.
 농업기술연구소(1988) 토양화학분석법-토양·식물체·토양미생물-. 농촌진흥청. 450쪽.
 이경재, 구관효, 최재식, 조현서(1991) Classification 및 Ordination방법에 의한 지리산 대원계곡의 삼림군집구조분석. 응용생태연구 5(1): 54-67.
 이경재, 조우, 한봉호(1994) 덕유산 국립공원내 무주리조트 골프장에정지 식물군집구조. 응용생태연구 7(2): 118-134.
 이경재, 조우, 한봉호(1996) 오대산 국립공원 소나무림의 식물군집구조. 환경생태학회지 9(2): 115-125.
 이경재, 최송현, 조현서, 이운원(1994) 덕유산국립공원의 삼림군집구조분석-백련사·금포탄지역을 중심으로-. 응용생태연구 7(2): 135-154.
 이수욱(1981) 한국의 삼림토양에 관한 연구(II). 한국임학회지 54: 25-35.
 임경빈(1989) 조림학 원론. 향문사, 서울, 481쪽.
 Curtis, J.T. and R.P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie forest border region of Winsconsin. Ecology 32: 476-496.
 Hill, M.O.(1979a) DECORANA-a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averageing. Ecology and Systematics, Cornell Univ., Ithaca, New York, 99pp.
 Ludwig, J.A. and J.F. Reynolds(1988) Statistical ecology-a primer on methods and computing John Wiley & Sons Publ, N.Y., 337pp.
 Pielou, E.C.(1975) Ecological diversity. John Wiley & Sons, Inc, New York, 165pp.
 Whittaker, R.H.(1956) Vegetation of the great Smoky Mountain. Ecol. Monogra 26: 1-80.

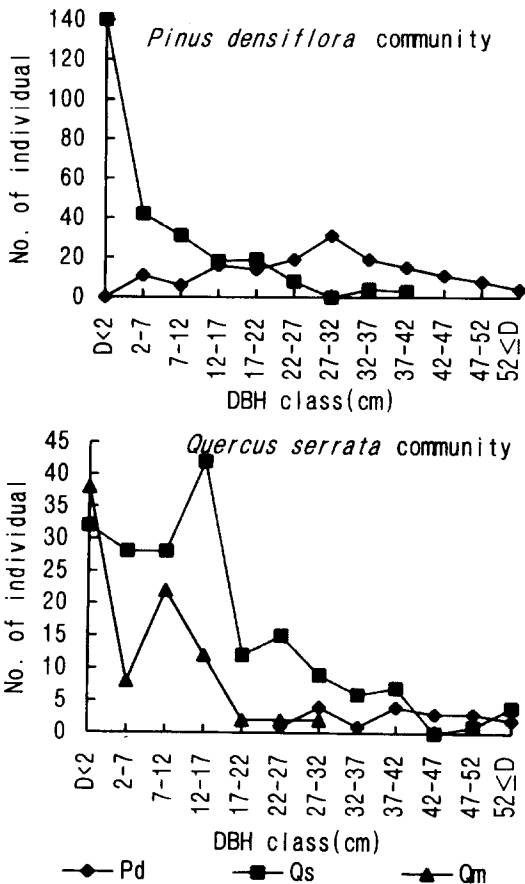


Figure 4. DBH class distribution of major tree species for two communities(Pd: *Pinus densiflora*, Qs: *Quercus serrata*, Qm: *Quercus mongolica*)