

오대산 국립공원 소나무림의 식물군집구조¹

이경재² · 조 우³ · 한봉호³

Plant Community Structure of *Pinus densiflora* Forests in Odaesan National Park¹

Kyong-Jae Lee², Woo Cho³, Bong-Ho Han³

요 약

오대산 국립공원 소금강과 월정사지역의 소나무림에 총 40개의 조사구(10m×10m)를 설정하고 TWINSpan과 DCA기법을 이용하여 식물군집구조 분석을 실시하였다. TWINSpan과 DCA분석결과 소나무림은 5개의 군집유형으로 분리되었다. 이들 군집유형은 소나무를 포함하는 박달나무-당단풍-쪽동백나무, 굴참나무-쪽동백나무, 졸참나무-굴참나무, 신갈나무, 전나무의 군집유형이었다. 소나무림에서는 참나무류로의 천이진행 도중상에 있었고 월정사 지역에서 소나무는 전나무와 경쟁관계에 있는 것으로 나타났다. 따라서, 오대산 국립공원 산림경관자원의 다양성 및 우량형질 소나무의 보전을 위한 관리가 요구된다.

주요어: 오대산 국립공원, 소나무림, 산림경관자원관리

ABSTRACT

To investigate the plant community structure in *Pinus densiflora* forests of Odaesan National Park, forty plots(each size was 100m²) were set up in Sogumgang and Woljongsu area. The classification by the TWINSpan and DCA ordination techniques were applied to the survey area. *Pinus densiflora* forests were divided into five community types, which were *Betula schmidtii*-*Acer pseudo-sieboldianum*-*Styrax obassia*, *Quercus variabilis*-*S. obassia*, *Q. serrata*-*Q. variabilis*, *Q. mongolica*, *Abies holophylla*. The successional trend of *Pinus densiflora* forests was seem to be seral stage from *Pinus densiflora* to *Quercus* spp.. And *Abies holophylla* was competition species with *Pinus densiflora* in Woljongsu area. So, management of *Pinus densiflora* forests requires to conserve for the diversity of mountain landscape resource and gene science.

KEY WORDS : ODAESAN NATIONAL PARK, *Pinus densiflora*, MOUNTAIN LANDSCAPE RESOURCE MANAGEMENT

1 접수 1월 15일 Received on Jan. 15, 1996

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

서론

오대산 국립공원은 행정구역상 강원도 평창군 진부면, 도암면, 용평면, 홍천군 내면과 강릉시 연곡면 등 3개군 5개면에 걸쳐 있으며 총면적은 298.5km²에 달하며 1975년 국립공원으로 지정되었다. 국립공원지역내에는 자연환경지구 255.67km², 자연보존지구(비로봉과 소금강지역) 41.24km², 취락지구 0.85km², 집단시설지구가 0.74km²에 이르고 있고 공원보호구역(1.98km²), 진입도로(97.6km), 등산로(56.6km), 야영장(4개소), 대피소(4개동) 등의 시설이 있다. 오대산은 태백산맥의 지맥인 설악산맥에서 갈라진 곳으로서 동대산(1,434m), 두로봉(1,422m), 상왕봉(1,493m), 노인봉(1,338m), 비로봉(1,563m), 호령봉(1,531m), 황명산(1,407m) 등의 고봉이 중심으로 이루고 있다. 특히 공원면적의 55%가 해발 900m 이상인 고지이며 비로봉 자연보존 지구는 90% 이상이 1,100m 이상의 고산지역이며 경

사 20° 이상이 전체 면적의 70%에 달하는 험준한 산악공원이다(김 등, 1995).

오대산 국립공원 지역은 기후인자와 식생과의 관계를 고려할 때 냉온대 낙엽활엽수림대에 속하며(임, 1989) 신갈나무, 물푸레나무, 난티나무, 거제수나무, 까치박달 등이 주요 군집을 이루고 있으며 해발 700m 이상의 고지대 능선부 및 계곡부에 전나무, 잣나무, 분비나무, 주목 등 침엽수종이 분포하고 있다. 오대산 국립공원의 식생에 대한 연구는 정과 유(1971), 이(1971), 박과 오(1971)에 의해 실시된 바 있고 김(1992) 등에 의한 오대산 활엽수 및 전나무 혼효림의 생태학적 연구가 있으나 그외의 연구는 거의 없는 상태이다.

소나무림은 한반도에서 그 분포 면적이 가장 넓다고 알려져 있는(이, 1986) 주요 임분이나 오대산 국립공원내에는 소금강과 월정사지역에 제한적으로 분포하고 있어 국립공원 산림경관의 다양성 확보 측면에서 그 가치가 크다고 할 수 있다. 또한, 소금강과 월정사 지역의 소나무는 Uyeki(1928)가 분류한 우리나라 소나무의

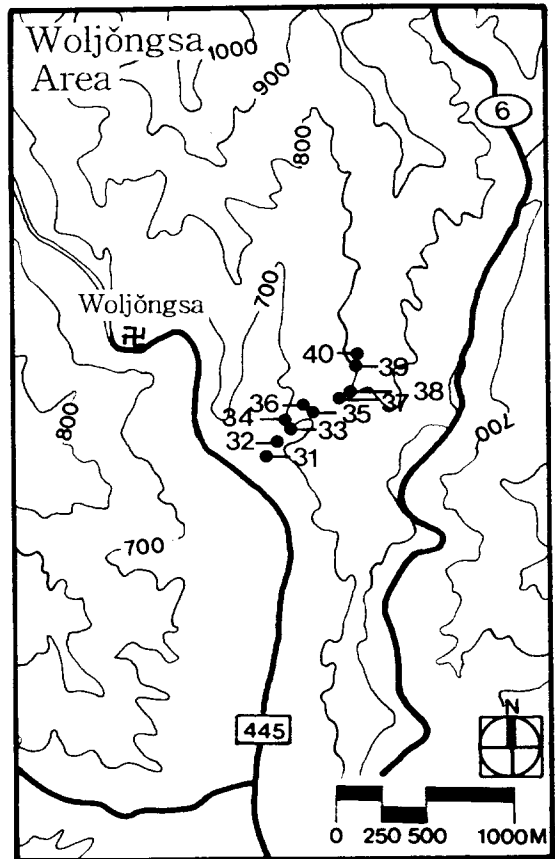
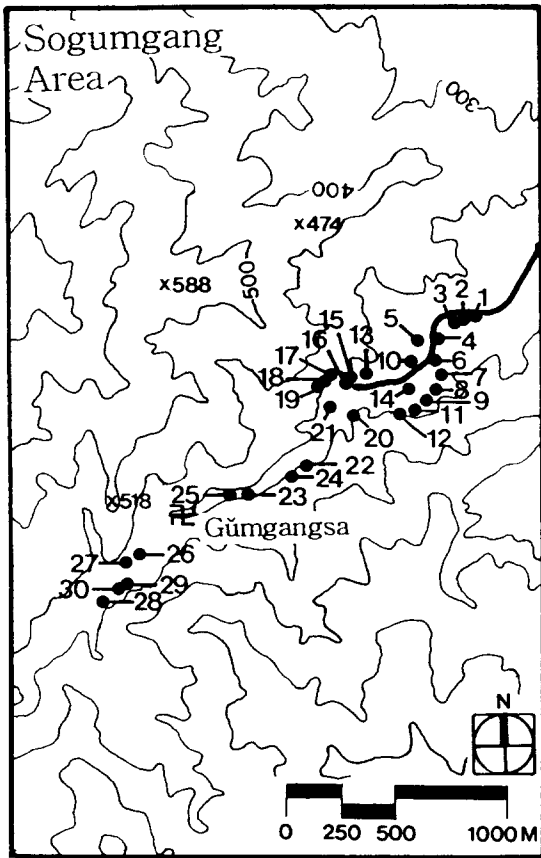


Figure 1. Location of survey plots in *Pinus densiflora* forests at Odaesan National Park

생태형 중 금강형에 속하며 금강소나무(*Pinus densiflora* for. *erecta*)라고 명명된 것으로서 수간이 곧고 비교적 좁으며 지하고가 높아 임업적 가치가 높은 품종이라 할 수 있다(임, 1989).

본 연구는 산림경관자원 및 우량임목자원으로서 그 가치가 큰 오대산 국립공원 소금강 및 월정사 일원의 소나무림에 대한 식물군집구조 분석을 통해 소나무림 관리를 위한 기초자료 제공을 목적으로 하였다.

조사지 설정 및 연구방법

조사대상지는 소금강의 무릉계곡→청학산장→금강사→청심대에 이르는 소나무림과 월정사 일주문 우측 사면부의 소나무림에 총 40개의 조사구를 Figure 1과 같이 설정하고 1995년 7월에 조사를 실시하였다.

각 조사구의 크기는 10m×10m로 하였으며 조사구 내에 출현하는 목본수종을 교목층, 아교목층, 관목층으로 구분하여 식생조사를 실시하였다. 식생조사에서 얻은 자료로서 Curtis & McIntosh(1951) 방법으로 상대우점치(importance value) 및 평균상대우점치(mean importance value)를 구하였고 식생조사 자료를 바탕으로 DCA ordination(Hill, 1979a) 및 TWINSPLAN에 의한 classification분석(Hill, 1979b)을 실시하였다. 이상의 분석은 서울시립대학교 환경생태연구실에서 개발한 PDAP(plant data analysis package)를 사용하여 실시하였다. 한편, 조사구의 일반적 개황, 토양 pH, 토양수분함량 그리고 주요 수종의 목편을 추출하여 연륜을 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 조사지의 일반적 개황과 수목 연륜생장

본 조사지역은 연평균기온이 소금강지역 12.6℃, 월정사지역이 6.4℃로서 기온의 차이가 심하였고 연평균 강수량은 소금강지역이 1,342.3mm, 월정사지역이 1,467.4mm로서 월정사 지역의 강수량이 많았다.

Table 1은 각 조사구의 일반적 개황을 나타낸 것으로서 조사구 1~30은 소금강지역, 조사구 31~40은 월정사지역의 조사구이다.

소금강지역의 조사구는 무릉계곡 하천주위에 설정하였으며 해발고는 240~330m 사이이고 교목층 수목의 평균수고는 12~23m, 평균흉고직경은 25~50cm로서 대경목이 많이 포함되어 있다. 월정사지역은 해발 680~800m의 고지대이었으며 교목층 수목의 평균수고는 19~23m, 평균흉고직경은 26~40cm로서 소금강지역보다 교목층 수목의 흉고직경급이 작았다. 각 조사구별의 출현종수는 다양하였는데 적게는 6종 많게는 28종까지 출현하였다. 토양 pH는 소금강지역이 pH 4.69~5.75, 월정사지역 pH 4.54~5.74의 범위로서 양지역 모두 산성토양이었다. 토양수분함량은 소금강지역이 평균 9.60%, 월정사지역이 평균 7.70%으로서 건조한 토양조건을 나타내고 있었다.

우점수종인 소나무와 대상수종으로 출현하고 있는 참나무류의 연륜측정 내용을 살펴보면 소금강지역의 소나무는 수령 30~78년에 이르고 있었고, 참나무류의 경우 신갈나무는 수령 29년, 굴참나무는 수령 25~32년, 졸참나무는 24년의 수령을 나타내었다. 또한, 월정사지

Table 1. General description of each plots in *Pinus densiflora* forests at Odaesan National Park

Area	Sogumgang											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Plot Number												
Altitude(m)	246	246	246	246	246	246	256	256	254	264	264	255
Aspect	S25E	S30E	S15E	S45W	S20W	N30E	N20E	N10E	N50W	N45W	N45W	N25W
Slope(°)	15	7	5	5	10	10	15	15	2	5	5	2
Height of canopy(m)	12	16	15	18	16	18	20	18	17	22	22	20
Mean DBH of canopy(cm)	25	30	30	40	30	35	35	40	35	35	35	40
Cover of canopy(%)	65	65	65	60	70	65	70	65	75	70	70	70
Height of understory(m)	6	8	6	8	6	6	8	10	6	8	8	5
Mean DBH of understory(cm)	6	8	8	8	7	8	8	10	8	8	8	6
Cover of understory(%)	50	60	40	60	60	60	60	60	70	60	60	60
Cover of shrub(%)	40	40	70	40	40	40	50	50	50	60	60	30
Number of woody species	19	13	18	20	12	19	19	14	16	16	16	20
Soil pH	4.82	5.26	5.43	5.35	4.95	4.90	5.23	5.41	4.95	4.98	4.94	4.77
Soil water content(%)	4.01	5.66	7.03	10.64	9.31	5.22	13.35	9.75	11.04	6.92	12.02	10.51

Table 1. (Continued)

Area	Sogumgang											
Plot Number	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Altitude(m)	253	264	262	261	275	267	270	274	275	289	288	289
Aspect	S65E	S80E	S10E	S70E	S70E	N70E	S50E	S50E	S40E	S50E	S60E	S20E
Slope(°)	15	15	5	10	7	7	5	7	10	15	5	7
Height of canopy(m)	22	22	20	20	20	22	17	20	13	22	22	20
Mean DBH of canopy(cm)	45	50	45	45	50	50	30	45	30	35	50	40
Cover of canopy(%)	65	65	70	70	65	60	65	65	70	65	70	75
Height of understory(m)	8	8	8	8	8	8	12	10	8	10	10	10
Mean DBH of understory(cm)	8	7	7	8	7	8	8	7	7	7	7	7
Cover of understory(%)	50	60	30	60	40	70	80	60	40	50	60	60
Cover of shrub(%)	40	30	60	40	40	30	20	25	40	25	15	40
Number of woody species	10	12	16	14	11	16	11	12	10	11	8	6
Soil pH	-	5.37	5.48	5.29	4.99	5.43	5.44	5.06	4.69	5.13	5.47	4.82
Soil water content	10.21	11.21	9.33	7.68	8.60	9.19	-	6.31	8.70	11.74	10.52	15.17

Table 1. (Continued)

Area	Sogumgang						Woljongsas					
Plot Number	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Altitude(m)	292	324	318	328	328	327	680	680	685	685	720	720
Aspect	S65E	S50E	S70E	N25W	N40W	N25W	S40W	S10W	S30W	S30W	NW	NW
Slope(°)	7	5	5	10	10	15	2	3	2	2	18	18
Height of canopy(m)	18	22	20	22	20	23	19	19	19	23	23	23
Mean DBH of canopy(cm)	40	40	40	30	25	40	26	35	30	40	40	40
Cover of canopy(%)	65	60	65	60	65	75	50	50	60	50	60	60
Height of understory(m)	8	8	8	10	8	8	9	7	8	8	8	8
Mean DBH of understory(cm)	7	8	10	10	7	10	5	10	4	7	8	8
Cover of understory(%)	60	60	50	50	60	50	50	40	30	30	30	30
Cover of shrub(%)	40	40	60	60	50	40	20	20	30	20	10	10
Number of woody species	13	14	13	20	15	17	28	19	16	16	14	16
Soil pH	5.75	5.16	4.78	-	-	5.14	5.74	4.93	5.04	5.14	4.54	4.59
Soil water content	10.57	13.01	9.20	-	-	12.42	6.35	4.06	9.17	11.33	6.88	7.40

Table 1. (Continued)

Area	Woljongsas				Area	Woljongsas			
Plot Number	37	38	39	40	Plot Number	37	38	39	40
Altitude(m)	780	780	800	800	Mean DBH of understory(cm)	3	3	7	7
Aspect	NW	S10W	NW	NW	Cover of understory(%)	60	60	40	40
Slope(°)	16	16	25	25	Cover of shrub(%)	40	40	20	20
Height of canopy(m)	23	23	23	23	Number of woody species	15	13	14	15
Mean DBH of canopy(cm)	35	35	35	35	Soil pH	4.74	5.03	4.74	5.00
Cover of canopy(%)	40	40	50	50	Soil water content	7.51	7.02	9.74	7.56
Height of understory(m)	5	5	7	7					

역의 소나무는 수령 35~50년, 전나무는 수령 40년생이 주를 이루고 있어 소금강지역의 소나무림의 역사가 더 긴 것으로 판단된다. Figure 2는 소금강지역의 수령 36~49년생, 수령 60~78년생 소나무와 수령 25~32년생 굴참나무 그리고 월정사지역의 수령 43~53년생 소나무에 대한 평균 연륜생장량을 도시화 한 것이다.

소나무는 각 연륜급별에서 초기 성장량이 컸으나 그 후 계속적으로 연륜생장량이 감소하는 경향을 보이고 있고 소나무에 비해 연륜이 적은 굴참나무는 성장량의 변동이 계속되고 있었다. 또한, 소나무와 참나무류의 최근 절대 연륜생장량은 1~2mm에 이르고 있었다.

2. 식물군집구조 분석

총 40개 조사구에 대하여 TWINSpan에 의한 classification 분석을 실시한 것은 Figure 3과 같다. TWINSpan의 제 1, 2 division에 걸쳐 소금강지역과 월정사지역의 조사구들이 분리되었으며 분리에 영향을 끼친 환경인자는 해발고 이었다. 또한, 소금강지역의 조사구들은 제 3, 4 division에서 3개의 군집유형으로 분리되어 총 5개의 군집유형으로 묶을 수 있었다. 이들 군집유형은 모두 소나무가 우점종 이었고 소나무 이외에 교목층과 아교목층에서 상대우점치가 높은 수종들의 차이에 따라 분리된 것이었다. 군집유형 I은 박달나

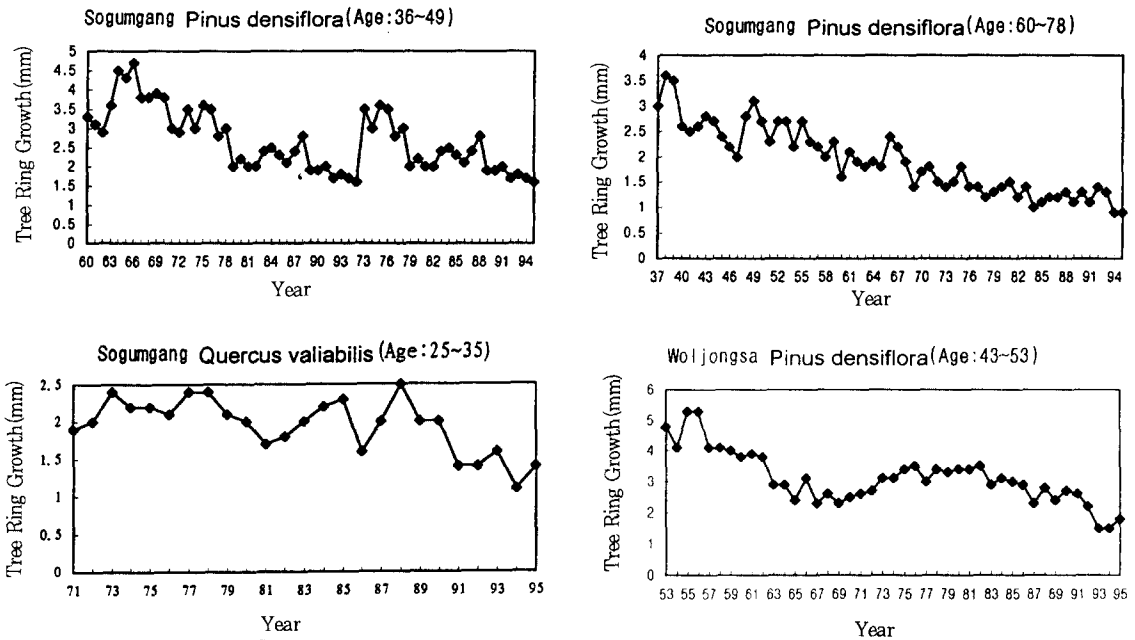


Figure 2. Mean annual ring growth of major canopy species in *Pinus densiflora* forests at Odaesan National Park

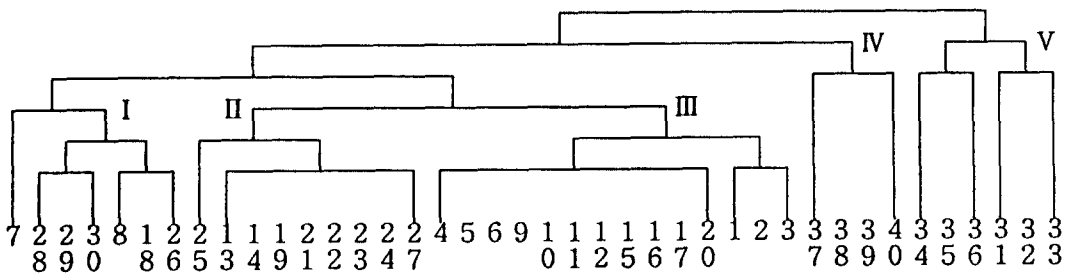


Figure 3. The dendrogram of TWINSpan stand classification of forty plots in *Pinus densiflora* forests, Odaesan National Park

무-당단풍-쪽동백나무, 군집유형 II는 굴참나무-쪽동백나무, 군집유형 III은 졸참나무-굴참나무, 군집유형 IV는 신갈나무, 군집유형 V는 전나무가 우점종이었다. DCA ordination에서도(Figure 4) TWINSpan과 같은 경향이었는데 DCA의 제 1축의 왼쪽에 소금강지역의 조사구, 오른쪽에 월정사지역의 조사구가 분포하였고 다시 소금강과 월정사지역은 3개와 2개의 군집유형으로 분리할 수 있었다.

따라서, TWINSpan에 의해 분리된 소나무림의 5개 군집유형에 대한 수관층위별 상대우점치를 분석한 내용은 Table 2와 같다.

군집유형 I은 7개의 조사구가 포함되며 소나무가 교목층에서만 출현하였고 박달나무의 교목층 상대우점치가 20.05%로서 세력이 컸으며 교목층 구성수종은

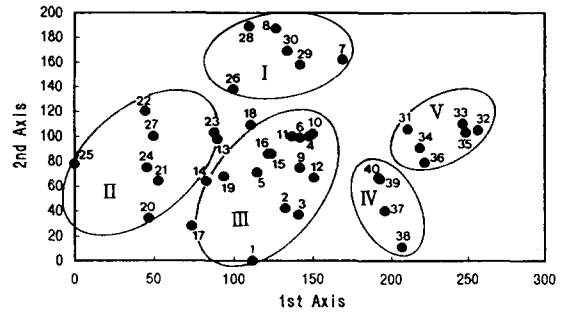


Figure 4. DCA ordination of the sample plots in *Pinus densiflora* forests at Odaesan National Park

Table 2. Importance value of major woody plant species by the stratum of classified types by TWINSpan in *Pinus densiflora* forests, Odaesan National Park

Community Type Species Name	I				II				III			
	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M
<i>Pinus koraiensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1.05	0.00	0.00	0.53
<i>P. densiflora</i>	63.38	0.00	0.00	31.69	60.94	11.63	0.00	34.35	80.63	14.66	0.00	45.20
<i>Abies holophylla</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Betula schmidtii</i>	20.05	0.00	0.26	10.07	1.00	0.00	0.00	0.50	0.86	0.54	0.00	0.61
<i>Carpinus laxiflora</i>	3.29	4.00	0.00	2.98	0.00	1.50	0.59	0.60	3.27	2.22	1.48	2.62
<i>Quercus variabilis</i>	1.51	2.65	0.00	1.64	31.66	27.21	4.93	25.72	3.51	11.33	0.63	5.64
<i>Q. mongolica</i>	-	-	-	-	0.00	0.61	0.14	0.23	2.20	3.00	1.61	2.37
<i>Q. serrata</i>	0.00	7.81	0.64	2.71	4.20	9.71	1.07	5.52	7.96	19.95	10.23	12.34
<i>Morus bombycis</i>	0.00	3.11	0.00	1.04	0.00	0.00	3.16	0.53	0.00	0.37	0.61	0.23
<i>Lindera obtusiloba</i>	0.00	17.24	31.88	11.06	0.00	13.85	28.32	9.34	0.00	3.61	18.10	4.22
<i>Stephanandra incisa</i>	0.00	0.00	7.73	1.29	0.00	0.00	1.05	0.18	0.00	0.00	8.82	1.47
<i>Prunus sargentii</i>	0.00	0.83	0.00	0.28	-	-	-	-	0.00	1.64	1.39	0.78
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	0.00	0.00	7.94	1.32	0.00	0.00	40.79	6.80	0.00	1.22	20.75	3.87
<i>Rhus trichocarpa</i>	0.00	4.76	2.40	1.99	0.00	1.18	0.28	0.44	0.00	5.70	0.94	2.06
<i>Staphylea bumalda</i>	0.00	1.48	0.33	0.55	0.00	0.22	0.00	0.07	0.00	0.00	0.21	0.04
<i>Acer mono</i>	1.27	5.85	4.05	3.26	1.29	2.40	1.81	1.75	0.00	0.18	0.00	0.06
<i>A. pseudo-sieboldianum</i>	1.49	24.73	3.25	9.53	0.00	1.95	0.28	0.70	0.00	7.33	2.09	2.79
<i>Tilia amurensis</i>	3.15	0.97	0.00	1.90	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cornus controversa</i>	1.40	0.00	0.00	0.70	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	0.00	0.71	3.30	0.79	0.00	0.83	0.46	0.35	0.00	0.96	3.44	0.89
<i>Rh. schlippenbachii</i>	0.00	0.38	0.42	0.20	-	-	-	-	0.00	0.60	7.01	1.37
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	0.00	2.45	0.60	0.92	-	-	-	-	0.00	1.98	2.78	1.12
<i>Styrax obassia</i>	0.00	14.18	4.19	5.43	0.91	26.30	4.82	10.03	0.00	17.75	3.95	6.58
<i>Fraxinus mandshurica</i>	0.00	2.30	0.00	0.77	-	-	-	-	0.52	1.37	0.42	0.79
<i>F. rhynchophylla</i>	0.00	0.72	1.42	0.48	0.00	0.26	0.65	0.20	0.00	1.55	5.25	1.39
<i>Callicarpa japonica</i>	0.00	0.72	13.06	2.42	0.00	2.09	2.54	1.12	0.00	0.70	3.99	0.90

* C: canopy importance value, U: understory importance value, S: shrub importance value, M: mean importance value

Table 2. (Continued)

Community Type Species Name	IV				V			
	C	U	S	M	C	U	S	M
<i>Pinus koraiensis</i>	3.07	1.59	0.00	2.07	0.00	1.30	0.30	0.48
<i>P. densiflora</i>	94.45	7.76	0.00	48.81	88.77	7.78	0.00	46.98
<i>Abies holophylla</i>	0.00	2.75	4.20	1.62	9.86	35.11	24.25	20.68
<i>Betula schmidtii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carpinus laxiflora</i>	2.47	0.41	0.00	1.37	-	-	-	-
<i>Quercus variabilis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Q. mongolica</i>	0.00	37.17	12.18	14.42	0.00	3.46	0.00	1.15
<i>Q. serrata</i>	0.00	11.60	0.00	3.87	0.00	0.85	0.00	0.28
<i>Morus bombysis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lindera obtusiloba</i>	0.00	0.76	14.34	2.64	0.00	0.32	0.27	0.15
<i>Stephanandra incisa</i>	0.00	0.00	11.95	1.99	0.00	0.00	9.54	1.59
<i>Prunus sargentii</i>	0.00	2.54	0.00	0.85	0.00	0.76	0.00	0.25
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	0.00	0.35	3.54	0.71	0.00	0.69	0.00	0.23
<i>Rhus trichocarpa</i>	0.00	1.29	8.21	1.80	0.00	0.32	2.69	0.56
<i>Staphylea bumalda</i>	-	-	-	-	0.00	3.77	11.43	3.16
<i>Acer mono</i>	0.00	0.92	0.00	0.31	0.00	2.58	0.24	0.90
<i>A. pseudo-sieboldianum</i>	0.00	5.00	13.41	3.90	0.00	2.12	3.82	1.34
<i>Tilia amurensis</i>	-	-	-	-	0.00	3.14	0.00	1.05
<i>Cornus controversa</i>	-	-	-	-	0.00	4.98	0.24	1.70
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rh. schlippenbachii</i>	0.00	19.85	7.86	7.93	-	-	-	-
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	0.00	1.73	8.38	1.97	0.00	1.65	0.85	0.69
<i>Styrax obassia</i>	-	-	-	-	0.00	0.68	0.76	0.35
<i>Fraxinus mandshurica</i>	0.00	3.19	1.24	1.27	1.37	0.00	0.00	0.69
<i>F. rhynchophylla</i>	-	-	-	-	0.00	4.41	5.39	2.37
<i>Callicarpa japonica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-

서어나무, 피나무, 고로쇠나무, 굴참나무, 층층나무, 당단풍 등 낙엽활엽수의 출현이 다양하였다. 아교목층은 당단풍, 생강나무, 쪽동백나무가 주요 수종이었고 관목층은 생강나무와 작살나무가 주를 이루었다. 본 군집유형은 5개 군집유형중 소나무의 세력이 가장 약한 상태이었다.

군집유형 II는 9개의 조사구가 포함되며 소나무가 교목층 및 아교목층에서 출현하였으며 교목층에서 굴참나무의 상대우점치가 31.66%로서 매우 높은 값을 보였고 아교목층 및 관목층에서도 상대우점치가 각각 27.21%, 4.93%로서 세력이 컸는데 굴참나무가 소나무의 대상식생으로서 자리를 잡아가고 있는 것으로 판단되는 군집유형이었다. 이밖에 아교목층에서는 쪽동백나무, 관목층에서는 조록싸리와 생강나무가 주요 구성수종이었다.

군집유형 III은 14개의 조사구가 포함되며 소나무의 상대우점치가 매우 높았고 굴참나무가 교목층, 아교목층, 관목층에서 골고루 출현하고 있고 굴참나무와 쪽동

백나무가 아교목층에서 비교적 세력이 컸다.

군집유형 IV는 4개의 조사구가 포함되며 소나무의 교목층 상대우점치가 94.45%로서 절대적인 우위에 있으나 아교목층에서는 신갈나무가 우점종이었고 관목층에서는 교목성 수종 중에서 신갈나무의 상대우점치가 가장 컸다. 또한, 소금강지역에서 출현율이 높았던 쪽동백나무는 출현하지 않았다.

군집유형 V는 월정사지역 소나무림에서 볼 수 있는 대표적 식생구성 상태를 보여주고 있는 것으로서 교목층은 소나무와 전나무 그리고 물푸레나무가 출현하고 아교목층 및 관목층에서는 전나무가 우점종을 이루고 있다. 특히, 관목층에서 소나무는 출현하지 않고 있으나 전나무의 출현율이 높았으며 관목층에서 고추나무의 출현율이 높은 것이 다른 군집유형과의 차이였다.

Table 3은 TWINSPLAN에 의해 분리된 각 군집유형별로 교목층 및 아교목층에서 세력이 큰 수종에 대한 흉고직경급별 빈도분포를 나타낸 것이다. 흉고직경급별 분포는 군집의 구조 이해 그리고 생태적 천이과정을 추

Table 3. DBH class distribution of major woody plant species by the five community types classified by TWINSpan in *Pinus densiflora* forests, Odaesan National Park

Community Type	Species Name	Shrub and Seedling	D≤2	2<D ≤7	7<D ≤12	12<D ≤17	17<D ≤22	22<D ≤27	27<D ≤32	32<D ≤37	37<D ≤42	42<D ≤47	47<D ≤52	52<D
I	Pd	0	0	0	0	0	3	2	2	3	3	5	3	2
	Bs	4	0	0	0	1	4	2	2	1	1			
	Ap	44	0	20	7	1	3							
II	Pd	0	0	2	11	3	2	4	4	1	1	7	3	9
	Qv	52	0	36	17	6	3	4	2	3	2	2	1	1
	So	64	0	60	13	1								
III	Pd	0	0	6	27	13	10	11	9	7	5	9	5	7
	Qv	16	7	39	8	5	1							
	Qm	24	1	11	5	2								
	Qs	204	7	76	12	6	1	2	1	2				
IV	Pd	0	0	2	3	4	5	2	4	7	6	4		
	Qm	68	1	70	2	1								
	Qs	0	2	13	3									
V	Pd	0	0	3	0	1	8	3	4	8	5	6	2	
	Ah	192	0	48	9	4	2	2						

* Pd: *Pinus densiflora*, Ah: *Abies holophylla*, Bs: *Betula schmidtii*, Qv: *Quercus variabilis*, Qm: *Q. mongolica*, Qs: *Q. serrata*, Ap: *Acer pseudo-sieboldianum*, So: *Styrax obassia*

론 할 수 있는 유용한 방법이라 할 수 있는데(이 등, 1990a : 1990b) 그 내용을 살펴보면 다음과 같다.

군집유형 I의 경우 소나무가 DBH 17cm 이상에서 골고루 분포하고 있고 당단풍과 쪽동백나무는 관목층

치수의 출현빈도 및 DBH 12cm 이하에서 출현하고 있는데 이들 수종은 우리나라 냉온대 중부림의 소나무림에서 소나무와 이질적인 층위에서 생태적지위를 함께하여 비교적 안정된 상태로 유지될 것이다. 군집유형 II,

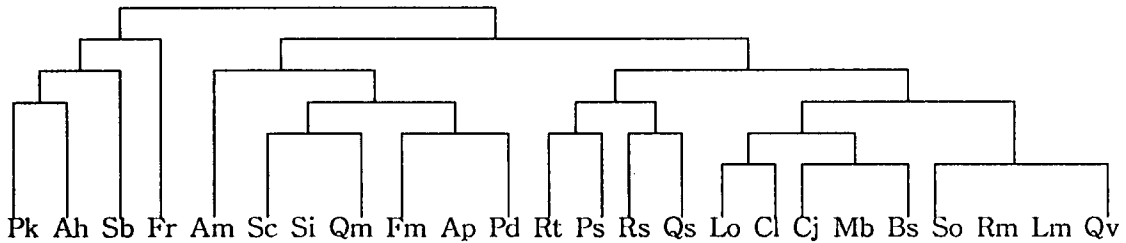


Figure 5. The dendrogram of TWINSpan species classification of twenty-four woody plant species of *Pinus densiflora* forests at Odaesan National Park

(Pk: *Pinus koraiensis*, Pd: *P. densiflora*, Ah: *Abies holophylla*, Bs: *Betula schmidtii*, Cl: *Carpinus laxiflora*, Qv: *Quercus variabilis*, Qm: *Q. mongolica*, Qs: *Q. serrata*, Mb: *Morus bombysis*, Lo: *Lindera obtusiloba*, Si: *Stephanandra incisa*, Ps: *Prunus sargentii*, Lm: *Lespedeza maximowiczii*, Rt: *Rhus trichocarpa*, Sb: *Staphylea bumalda*, Am: *Acer mono*, Ap: *A. pseudo-sieboldianum*, Rh: *Rhododendron mucronulatum*, Rs: *Rh. schlippenbachii*, Sc: *Symplocos chinensis* for. *pilosa*, So: *Styrax obassia*, Fm: *Fraxinus mandshurica*, Fr: *F. rhynchophylla*, Cj: *Callicarpa japonica*)

Ⅲ, Ⅳ는 소나무림에서의 대표적 대상수종인 굴참나무, 신갈나무, 졸참나무 등이 군집유형 Ⅱ의 전 흉고직경급에서 그리고 군집유형 Ⅲ과 Ⅳ에서는 DBH 12cm 이하

에서 출현빈도가 소나무보다 높아 이들 수종에 의한 소나무와의 경쟁이 계속될 것으로 예측할 수 있겠다. 또한, 군집유형 Ⅴ는 전나무가 DBH 12cm 이하에서 출현빈도가 소나무보다 월등히 높았는데 소나무와 전나무의 경쟁관계에 대한 연구가 없으므로 지속적인 관찰이 요구된다. 소나무는 선구수종이 가지고 있는 특성으로 인하여 산불이나 벌채 등 교란에 의해 유지되는 것이 일반적인데(Jo, 1994 ; 조 등, 1995), 본 조사지의 경우 이와 같은 교란의 흔적이 뚜렷히 발견되고 있지 않은 상태에서 종자로 부터의 성장보다는 뿌리나 줄기 등의 무성생식이 가능하여 다른 활엽수들에 비해 공간 점유에 유리한 참나무류가(Suh, 1993 ; 조 등, 1995) 소나무림의 아교목층 및 관목층에서 출현율이 높음을 감안할 때 참나무류로의 식생 변화를 예측할 수 있겠다. 다만 현재 소금강지역에 소나무가 우점종인 것은 계곡주변에 바위위의 토양층위 깊이가 얇아 소나무가 다른 활엽수보다 생존 및 생장률이 높기 때문이다. 그러나, 오대산 국립공원의 현존식생이 낙엽활엽수를 중심으로 구성되어 있음을 고려할 때 해발 800m 이하에

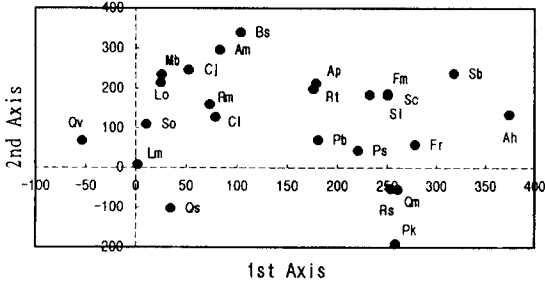


Figure 6. Species ordination on the first two axes, using DCA(Legends of twenty-four woody plant species referred to Figure 5)

Table 4. Correlation between importance value of the major woody species in *Pinus densiflora* forests at Odaesan National Park

	Pd	Ah	Bs	Cl	Qv	Qm	Qs	Lo	Si	Lm	Rt	Sb	Am	Ap	Rm	Rs	Sc	So	Fr	
Ah	.																			
Bs	--	.																		
Cl	.	.	.																	
Qv	--	.	.	.																
Qm															
Qs														
Lo	--	--	+													
Si	--	.	.	.												
Lm	++	.	+	.	-											
Rt	.	.	+	-										
Sb	.	+
Am	-	+
Ap	+
Rm	.	.	.	+
Rs	++
Sc	-	++	-	++
So	-	-	++	-	.
Fr	.	++	--	.	-	.	+	++	-
Cj	-	-	++	+	.	.	++	+	.

1. 1-tailed signif., +, -:p<0.05, ++, --:p<0.01

2. Pd: *Pinus densiflora*, Ah: *Abies holophylla*, Bs: *Betula schmidtii*, Cl: *Carpinus laxiflora*, Qv: *Quercus variabilis*, Qm: *Q. mongolica*, Qs: *Q. serrata*, Lo: *Lindera obtusiloba*, Si: *Stephanandra incisa*, Lm: *Lespedeza maximowiczii*, Rt: *Rhus trichocarpa*, Sb: *Staphylea bumalda*, Am: *Acer mono*, Ap: *A. pseudo-sieboldianum*, Rm: *Rhododendron mucronulatum*, Rs: *Rh. schlippenbachii*, Sc: *Symplocos chinensis* for. *pilosa*, So: *Styrax obassia*, Fr: *Fraxinus rhynchophylla*, Cj: *Callicarpa japonica*

서 볼 수 있는 침엽수 식생경관중 소나무경관은 본 조사지역을 중심으로 분포하므로 국립공원 자연경관의 다양성 보전 측면에서 소나무림 유지를 위한 관리 - 소나무와 경쟁관계에 있는 참나무류의 제거 등 - 가 요구된다. 아울러 본 조사지역의 소나무는 수고 19~23m, 흉고직경 25~50cm, 수령 30~70년생이 주를 이루는 금강형의 우량형질 이므로 경관자원 및 산림자원의 효율적 관리 측면에서도 그 중요성이 크다고 할 수 있겠다.

식생조사 결과 출현한 총 85종의 수종 중 40개 조사구에서 출현빈도가 5회 이상되는 24수종에 대한 TWINSpan 및 DCA분석을 실시한 내용은 Figure 5, 6과 같다.

TWINSpan분석 결과 교목층 수목은 잣나무-전나무-물푸레나무군, 고로쇠나무-신갈나무-들메나무-소나무군, 산벚나무-졸참나무군, 서어나무-산뽕나무-박달나무-쪽동백나무-굴참나무군으로 분리되었다. 아교목층 및 관목층 수목은 고추나무, 노린재나무-국수나무-당단풍나무군, 개웃나무-철쭉군, 생강나무-작살나무-진달래-조록싸리군으로 분리되었다. DCA분석에서는 DCA 제 1축의 왼쪽에서부터 교목층의 굴참나무, 졸참나무, 쪽동백나무와 아교목층 및 관목층의 생강나무, 작살나무를 중심으로 한 군, 교목층의 소나무, 신갈나무와 아교목층 및 관목층의 당단풍, 철쭉을 중심으로 한 군 그리고 교목층의 전나무와 아교목층의 고추나무군으로 분리되어 TWINSpan분석결과와는 약간 상이하였다.

Table 4는 총 40개 조사구에 대하여 21개의 주요 출현수종의 상대우점치를 가지고 상관관계 분석을 실시한 결과이다. Ludwig & Reynolds(1988)는 식물군집내에서 수종간의 상관관계는 이들 수종이 서로 같은 서식처를 선택하거나 같은 유기 및 무기환경을 요구하게 될 때 생기게 된다고 한 바 오대산 국립공원 소나무림의 수종간의 생태적 지위(niche)를 파악할 수 있는 것이라 할 수 있다. Table 4에서 전나무와 물푸레나무, 신갈나무와 철쭉 등은 1% 수준에서 전나무와 고추나무, 박달나무와 생강나무, 고로쇠나무와 생강나무 등은 5% 수준에서 정의 상관관계 있는 생태적 지위가 유사한 수종이었다. 반면에 소나무와 박달나무, 소나무와 굴참나무는 1%수준에서 소나무와 고로쇠나무, 소나무와 쪽동백나무, 굴참나무와 물푸레나무 등은 5%수준에서 부의 상관관계에 있는 생태적 지위가 이질적인 수종으로 나타났다. 따라서, 이와 같은 결과는 TWINSpan과 DCA에 의한 수종간의 분리경향의 타당성을 뒷받침해 주고 있는 것이었다.

인 용 문 헌

- 김지홍(1992) 추이행열 모델에 의한 오대산 활엽수-젓나무속 혼효림의 천이 경향 분석. 한국임학회지 81(4):325-336.
- 김철민, 이준우, 권태호(1995) 수치고도모델을 이용한 오대산 국립공원지역의 지형분석. 응용생태연구 9(1):70-76.
- 박봉규, 오지영(1971) 오대산의 식생(한국자연보존연구회, '오대산 및 소금강 종합 학술 예비조사 보고서' 131-138), 서울.
- 이경재, 조재창, 류창희(1990b) Classification 및 Ordination 방법에 의한 용문산 삼림의 식물군집구조 분석. 한국식물학회지 33(3):173-182.
- 이경재, 조재창, 이봉수, 이도석(1990a) 광릉 삼림의 식물군집구조(I). - Classification 및 Ordination 방법에 의한 소리봉지역의 식생분석 -. 한국임학회지 79(2):173-186.
- 이영노(1986) 한국의 송백류. 이화여대 출판부.
- 이창복(1971) 소금강 및 오대산의 식생 (한국자연보존연구회, '오대산 및 소금강 종합 학술 예비조사 보고서' 117-131), 서울.
- 임경빈(1989) 조림학원론. 향문사, 서울, 481쪽.
- 정영호, 유광일(1971) 오대산의 식물상(한국자연보존연구회, '오대산 및 소금강 종합 학술 예비조사 보고서' 99-115), 서울.
- 조재창, 조우, 한봉호(1995) 주왕산 국립공원의 소나무림 군집구조. 응용생태연구 8(2):121-134.
- Curtis, J.T. and R.T. 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, N.Y., 52pp.
- Hill, M.O.(1979b) TWINSpan-a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two way by classification of the individuals and attributes. Ecology and Systematics. Cornell University, Ithaca, N.Y., 99pp.
- Jo, J.C.(1994) Stand structure and growth pattern of *Pinus densiflora* S. et. Z. and their relationship to forest fire in Sokwang-Ri, Uljin-Gun. Dissertation for the Ph.D., Seoul

- National Univ., 101pp.
- Ludwig, J.A. and J.F. Reynolds(1988) Statistical ecology - a primer on methods and computing. Jhon Wiley & Sons Publ, N.Y., 337pp.
- Suh, M.H.(1993) Stand structure and regeneration pattern of *Quercus mongolica* forests. Dissertation for the Ph.D., Seoul National Univ..
- Uyeki, H.(1928) On the physiognomy of *Pinus densiflora* growing in Korea and silvicultural treatment for its improvement. Bull. Agri. For. Coll. Suwon, Chosen 3. 269pp.