

# 오대산국립공원 신성암~중대사 전나무림 식물군집구조 특성<sup>1</sup>

김동욱<sup>2</sup> · 한봉호<sup>3\*</sup> · 김종엽<sup>4</sup> · 염정현<sup>2</sup>

## Plant Community Structure of *Abies holophylla* Community from Sinseongam to Jungdaesa in Odaesan National Park<sup>1</sup>

Dong-Wook Kim<sup>2</sup>, Bong-Ho Han<sup>3\*</sup>, Jong-Yup Kim<sup>4</sup>, Jung-Hun Yeum<sup>2</sup>

### 요 약

본 연구는 오대산국립공원 신성암에서 중대사 구간을 대상으로 식물군집구조를 밝히고 향후 전나무림 관리를 위한 기초자료를 구축하고자 하였다. 조사구는 총 20개 조사구(400m<sup>2</sup>)를 설정하였다. 연구대상지 주변지역에 대한 현존식생 현황을 파악하였고, 군집분류는 TWINSpan에 의한 classification과 DCA에 의한 ordination 분석을 하였으며, 식물군집구조 분석은 상대우점치, 흉고직경급별 분포, 표본목 수령 및 성장량, 종다양도 분석 등을 실시하였다. 현존식생 유형은 총 14개 유형으로 구분되었으며, 해발고가 낮은 계곡부에는 전나무-신갈나무림과 낙엽활엽수림이, 해발고가 높은 사면부에는 신갈나무림이 주요 식생이었다. 군집분류 결과, 총 네 개의 군집으로 분류되었으며, 교목층에서는 네 개의 군집 모두 전나무가 우점하였고, 군집 IV를 제외한 3개 군집에서 전나무가 차대를 형성하고 있었다. 군집 I, II, III의 경우 전나무가 우점하는 현재의 군집이 지속적으로 유지되면서, 까치박달 등 낙엽활엽수의 세력이 확장될 것으로 판단되며, 군집 IV의 경우 장기적으로 전나무의 세력약화와 까치박달-낙엽활엽수 군집으로의 변화가 예상되었다. 전나무는 79~128년생, 잣나무는 75~87년생, 느릅나무는 190년생이었으며, 전나무의 생장은 시간이 지남에 따라 다소 둔화되었다. Shannon의 종다양도지수는 0.3889~1.3332이었다.

주요어: 해발고, 현존식생, 천이경향, 종다양도

### ABSTRACT

This study was carried out to the structure of plant community from Sinseongam to Jungdaesa in Odaesan National Park, furthermore, it seeks to curate the basic data for planning of the *Abies holophylla*'s forest management in Odaesan National Park. In order to identify the current ecological environment, this study explored the actual vegetation as primary research and set to twenty plots(i.e. 400 m<sup>2</sup>) for analysing detailed structure of plant communities. The research methodology was qualitative analysis, therefore it used TWINSpan and DCA analysis tools. Especially, TWINSpan performed well in several comparisons of classification techniques, DCA is one of the ordination technique showed that the plant communities. The plant community was analysed classification and ordination by TWINSpan and DCA, moreover it was analysed the structure of plant community such as importance percentage of woody species, DBH class distribution, the

1 접수 2015년 9월 13일, 수정 (1차: 2015년 12월 2일, 2차: 2015년 12월 9일), 게재확정 2015년 12월 10일

Received 13 September 2015; Revised (1st: 2 December 2015, 2nd: 9 December 2015); Accepted 10 December 2015

2 서울시립대학교 대학원 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Graduate School, Univ. of Seoul, Seoul 02504, Korea

3 서울시립대학교 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Univ. of Seoul, Seoul 02504, Korea

4 (재)환경생태연구재단 Environmental Ecosystem Research Foundation, 239, Garak-ro, Songpa-gu, Seoul 05643, Korea

\* 교신저자 Corresponding author: Tel: +82-2-6490-2844, Fax: +82-2-6490-2839, E-mail: hanho87@uos.ac.kr

index of diversity and rate of sample tree growth. The main vegetation was *A. holophylla-Quercus mongolica* forest and Deciduous broad-leaved forest in the communities where located in low altitude and valley, whereas main vegetation where located in high altitude and slope was *Q. mongolica* forest. The research site's plant communities were classified four groups. In all of communities, *A. holophylla* was dominant species in main canopy layer, furthermore, the three communities (community I, II, III) are growing up next generation of *A. holophylla* excluding community IV. The communities (community I, II, III) can be sustained current status which dominates the *A. holophylla* communities, simultaneously, there might be expanded the Deciduous broad-leaved communities by *Carpinus cordata*, *Betula schmidtii* and so on. While, it showed that the community IV tended to be weaken the forces of *A. holophylla*, therefore the community IV can be transferred to *C. cordata*-Deciduous broad-leaved communities in the future. The age of sample trees was 79~128(i.e. *A. holophylla*), 75~87(i.e. *Pinus koraiensis*) and 190 years(i.e. *Ulmus davidiana* var. *japonica*). The index of Shannon's Species diversity (H') were ranged from 0.3889 to 1.3332 in the communities.

**KEY WORDS: ALTITUDE, ACTUAL VEGETATION, SUCCESSIONAL TREND, SPECIES DIVERSITY**

## 서론

1975년 지정된 오대산국립공원은 우리나라 핵심생태축인 백두대간이 통과하는 7개 국립공원 중 하나이며, 계곡이 깊고 다양한 식생이 분포하는 지역이다. 기후대는 온대북부와 아한대림의 경계에 있는 지역이다. 전나무는 온대북부와 아한대림을 연결하는 수종으로 알려져 있는데 수고가 30m에 이르는 거목이다(Kim and Yim, 1996). 전나무는 대체로 고산지대의 수종으로 보고 있으며, 한대림을 구성하는 주요 수종으로 분비나무와 비슷한 분포권을 갖고 잣나무보다 낮은 곳에 분포하기도 한다(Yim, 1985). 오대산 월정사의 전나무가 유명하고, 각 사찰 주변에 잘 보호되어 있다(Yim, 1991).

전나무림에 대한 연구는 천연림과 사찰 인접지역의 인위적 관리가 되고 있는 전나무림에 대한 식생구조 및 분포환경 특성 등에 대한 다양한 연구가 진행되었다. 주요 연구대상지는 1,000m 이상 해발고도가 높아 자연 상태의 전나무 식생이 유지되고 있거나 사찰주변에 식재되어 전나무 대경목이 관리되고 있는 오대산국립공원, 설악산국립공원, 수도산, 광릉 일대의 전나무림 등이다. 오대산국립공원은 우리나라의 대표적 전나무림이 분포하는 지역으로 전나무림에 대한 다양한 연구가 진행되었다. Lee et al.(2008)은 월정사 일대의 관리된 전나무림을 대상으로 전나무의 수령 분포 및 밀도를 분석하였으며, 전나무가 피나무, 고로쇠나무 등의 낙엽활엽수와 지속적으로 경쟁할 가능성이 있다고 하였다. Nam et al.(2000)은 월정사 일대 전나무림의 상대우점치를 분석하여 하층식생 중 단풍나무류, 참나무류, 피나무류 등의 경쟁에 의하여 천이가 발생할 것으로 추정하였다.

Ko et al.(2014)은 계방산 가문비나무 및 전나무 임분의 산림식생 유형분류에서는 종간 연관성에 대한 분석을 통해, 식물종을 구분하였으며, 가문비나무군락에서 출현하는 종과 전나무군락에서 주요 출현하는 종을 구분 후 상관관계 분석결과 생육환경이 비슷한 종끼리 정의 상관관계를 규명한 바 있다. Youn(2009)은 설악산국립공원 길골에서 저항령까지의 전나무림 연구에서 인간간섭의 정도에 따라 임분의 천연갱신을 분석하였는데, 천연갱신(세대교체)은 인공적 교란이 심한 곳에서 발생한다고 하였다. 점봉산 일대의 전나무림 자연흔효임분에 대한 갱신 및 무육방법 연구에서 Lim et al.(1992)은 전생수의 유묘 및 증소교목의 생장이 느리며 치수의 경우, 조릿대의 유무, 토양수분 및 습도 등의 영향을 받는다고 하였다. 수도암 전나무 개체군의 분포현황과 연령구조분석 연구에서 Choi and Lee(2014)는 수도암 전나무 개체군의 지형적 특성으로 해발고 990~1,000m에서 가장 많은 개체가 출현하였고, 연령구조는 호리병구조를 보인다고 하였다. 15~80cm의 어린 연령의 개체군이 출현 빈도가 낮다고 하였으며, 이들의 제한요소로 천이진행, 인위적요인, 기후변화 등을 제시하였다. 광릉의 전나무 생장의 정량적 분석 연구에서 Park and Choi(1980)는 전나무에 대한 세 가지의 S자형 성장식을 통해 정량적으로 분석하고 이를 비교·검토하였다.

이상의 연구결과에서 우리나라에 자연적, 인공적으로 분포하는 전나무림에 대한 생육 및 분포 특성, 치수발생 및 제한요인, 천이경향에 대한 연구가 지속적으로 연구되고 있다. 하지만, 기존의 연구 대상지 외 전나무림의 생육 및 분포 특성이 규명되지 않은 자연림지역이 다수 분포하고 있어 이에 대한 지속적인 연구가 후속될 필요성이 있으며, 특히

오대산국립공원의 경우, 월정사 일대 전나무림에 대한 연구의 해발고 1,000m 일대의 전나무림에 대한 식물군집구조 연구는 전무하였다.

따라서, 본 연구에서는 우리나라의 대표적 전나무림 분포지인 오대산국립공원을 대상으로 산림 고지대 사찰 주변에 분포하는 전나무림의 식물군집구조를 분석하고, 전나무림의 생육 특성, 천이경향 및 향후 전나무림 관리를 위한 자료 구축을 목적으로 하였다.

## 연구방법

### 1. 연구대상지

오대산국립공원은 1975년 11번째로 지정된 국립공원으로서 총 면적 326km<sup>2</sup>이다. 기후대는 온대북부지역으로 온량지수는 65.6(℃·월, 2012년 기준)이다. 본 연구의 대상지는 오대산국립공원 신성암에서 상원사, 중대사로 이어지는 구간인 계곡부에 위치한 전나무림이며 해발고는 830~1,050m에 분포하였다.

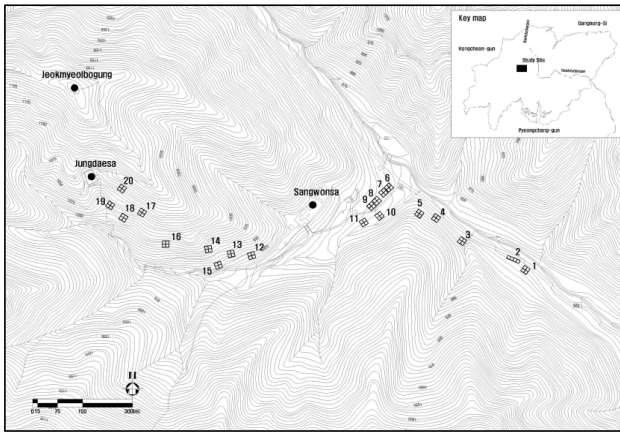


Figure 1. Location map of survey area and investigated plots from Sinseongam to Jungdaesa in Odaesan National Park

### 2. 현존식생 및 식생구조 조사분석

#### 1) 현존식생

현존식생 조사는 연구 대상지가 위치하고 있는 계곡부를 포함한 유역권을 대상으로 하였으며, 대상 유역권은 오대산의 주봉인 비로봉과 상왕봉의 남동쪽에 위치하고 있다. 현존식생 유형은 산림지역의 경우, 교목층 수종의 식생상관(vegetational physiognomy)을 바탕으로 분류하였고 사찰, 조경수목식재지 등 산림 외 유형은 토지이용 현황을 기준으

로 분류하였다. 현존식생도를 작성하기 위해 항공사진을 활용하여 침엽수 등과 토지이용지를 추출하였고 이를 기반으로 1/1,000 수치지형도를 이용하여 현장에서 식생 유형과 토지이용 유형별로 블록으로 구획하고 속성을 기록하였다. 현장 조사 결과는 Autocad Map 2004와 ArcMap 10프로그램을 이용하여 헤드업(Head-up) 디지털라이징 방법으로 도면화하였고, 현존식생 유형별 면적과 비율을 산출하였다.

#### 2) 식물군집구조

조사구는 400m<sup>2</sup> 크기의 방형구 20개소를 설정하였으며, 신성암에서 중대사까지의 구간 중 전나무림에 설치하였다. 식생조사는 조사구 내 목본을 대상으로 교목층과 아교목층은 흉고직경 2cm 이상, 수고 2.5m 이상인 수목의 흉고직경, 수고, 지하고, 수관폭을 조사하였고, 관목층은 흉고직경 2cm 미만 또는 수고 2.5m 미만인 수목의 수고와 지하고, 수관폭을 조사하였다. 조사구의 입지환경을 파악하기 위하여 해발고, 향, 경사도, 지형특성과 층위별로 수고, 흉고직경, 피도를 조사하였다. 식생조사를 토대로 각 수종의 상대적 우세를 비교하기 위하여 Curtis and McIntosh(1951)의 중요치(importance value: I.V.)를 통합하여 백분율로 나타낸 상대우점치(Brower and Zar, 1977)를 수관층위별로 분석하였다. 상대우점치(importance percentage: I.P.)는 (상대밀도+상대피도)/2로 계산하였으며 수관피도는 흉고단면적을 기준으로 하였다. 개체들의 크기를 고려하여 수관층위별로 가중치를 부여한 평균상대우점치(M.I.P.: mean importance percentage)를  $\{(3 \times \text{교목층 I.P.}) + (2 \times \text{아교목층 I.P.}) + (1 \times \text{관목층 I.P.})\} / 6$ 으로 구하였다(Yim *et al.*, 1980; Park *et al.*, 1987). 군집분류는 TWINSpan에 의한 classification 분석(Hill, 1979b)과 DCA에 의한 ordination 분석(Hill, 1979a)을 이용하였고, 층위별로 상대우점치에 의한 종조성 특성을 고려하여 분류하였다. 수령 및 임분동태의 간접적인 표현으로 산림천이 양상을 추정할 수 있는 흉고직경급별 분포(Harcomb and Marks, 1978)를 분석하였다. 조사구별로 대표규격의 표본목을 선정하여 지상으로부터 1.2m 높이에서 생장추(increment borer)를 이용하여 목편을 추출한 후 수령을 분석하여 군집별 생성의 역사성을 파악하였다. 군집간 유사성의 정도를 측정하기 위해 Whittaker(1956)의 수식을 이용하여 유사도지수(Similarity Index: S.I.)를 분석하였으며, Pielou(1975)의 방법으로 군집별 Shannon의 종다양도(H'), 균재도(J'), 우점도(D), 최대종다양도(H'max)를 산출하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 현존식생

Table 1. The distribution area and ratio of actual vegetation types from Sinseongam to Jungdaesa in Odaesan National Park

Code	Vegetation types	Area(m <sup>2</sup> )	Ratio(%)
Tc	<i>Taxus cuspidata</i>	11,498	0.1
AhQm	<i>Abies holophylla-Quercus mongolica</i>	884,025	11.2
AhD	<i>Abies holophylla-Deciduous broad-leaved forest</i>	374,295	4.7
An	<i>Abies nephrolepis</i>	29,211	0.4
Pk	<i>Pinus koraiensis</i>	125,914	1.6
Pd	<i>Pinus densiflora</i>	6,510	0.1
Qm	<i>Quercus mongolica</i>	4,638,676	58.8
QmD	<i>Quercus mongolica-Deciduous broad-leaved forest</i>	216,301	2.7
D	<i>Deciduous broad-leaved forest</i>	899,165	11.4
Dah	<i>Deciduous broad-leaved forest-Abies holophylla</i>	641,200	8.1
Lk	<i>Larix kaempferi</i>	1,719	0.0
S	Shrub	21,895	0.3
R	River	21,856	0.3
Ro	Road	10,962	0.1
Total		7,883,229	100.0

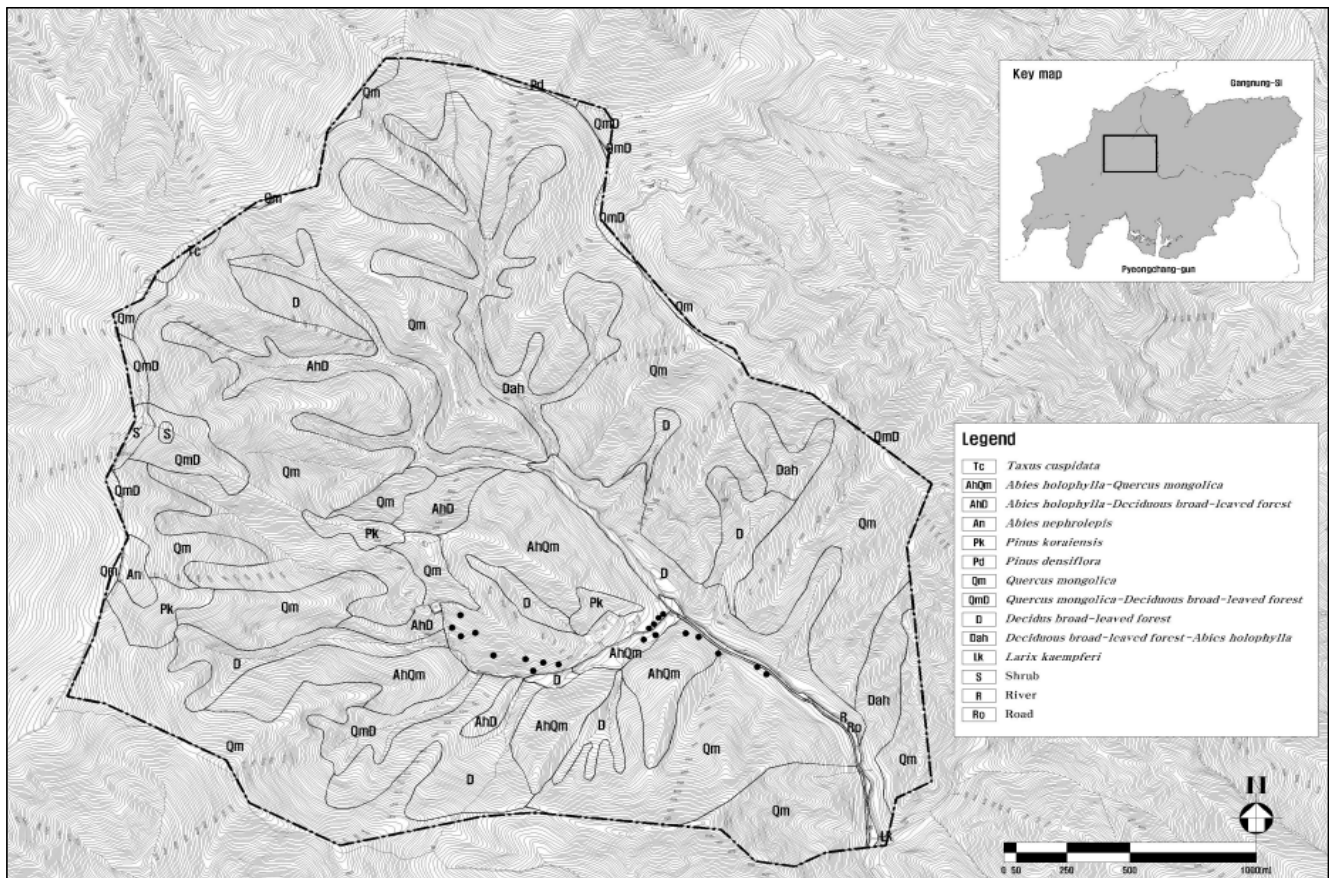


Figure 2. Actual vegetation map from Sinseongam to Jungdaesa in Odaesan National Park

\* ● : Location of plots

현존식생 조사분석 결과(Table 1, Figure 2), 연구대상지의 현존식생 유형은 주목림, 전나무-신갈나무림, 전나무-낙엽활엽수림, 분비나무림, 잣나무림, 소나무림, 신갈나무림, 신갈나무-낙엽활엽수림, 낙엽활엽수림, 낙엽활엽수-전나무림, 일본잎갈나무림, 관목림, 하천, 도로 등 총 14개 유형으로 구분되었다. 현존식생 유형별 면적을 살펴보면, 신갈나무림이 전체 면적의 58.8%로 가장 넓게 분포하였고, 낙엽활엽수림(11.4%), 전나무-신갈나무림(11.2%), 낙엽활엽수-전나무림(8.1%), 전나무-낙엽활엽수림(4.7%)의 순이었다.

비로봉, 상왕봉 등 주요 봉우리를 비롯하여 해발고가 높은 지역에 위치하고 있는 능선부와 산림 사면부는 주로 신갈나무가 분포하였고, 뱀골, 큰소명골, 작은소명골, 원동골 등 주요 계곡부를 비롯하여 해발고가 낮은 지역에 위치한

신성암~상원사 주변지역은 전나무-신갈나무림, 낙엽활엽수림이 주요 식생이었다. 식물군집구조 조사를 실시한 신성암-상원사-중대사 일대의 원동골 계곡과 소명골 계곡부의 주요 식생은 주로 전나무-신갈나무림, 전나무-낙엽활엽수림, 낙엽활엽수림, 신갈나무림 등이었다.

2. 식물군집구조

1) 조사구의 Classification 및 Ordination 분석

오대산 국립공원 신성암~중대사 구간에 설정한 20개 조사구에 대한 TWINSpan에 의한 Classification 분석을 실시한 결과(Figure 3) 1~5 division의 지표종에 의해 총 6개의 그룹으로 구분되었다. 제 1단계(level 1) 제 1 division에

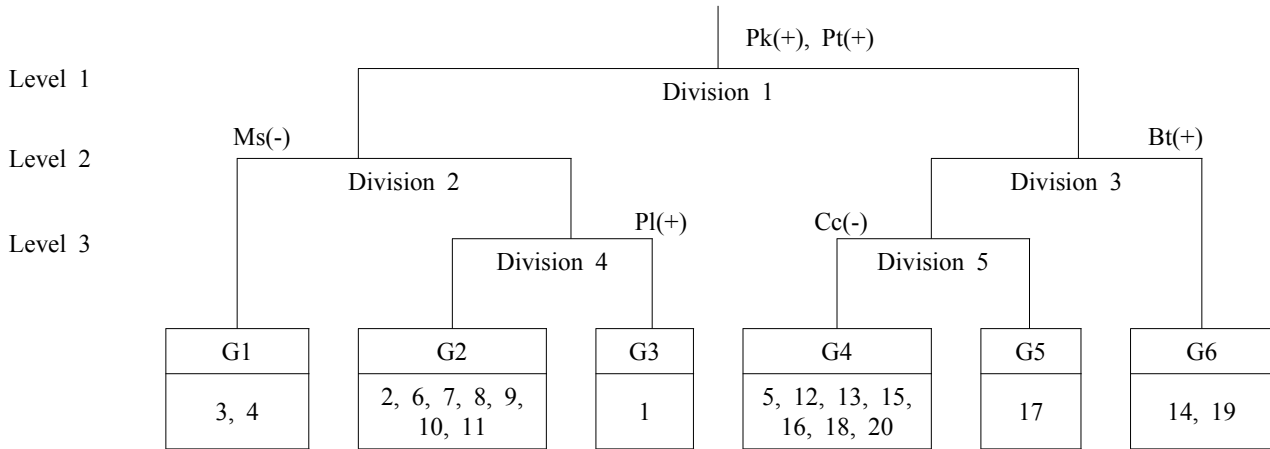


Figure 3. Dendrogram of classification by TWINSpan using twenty plots from Sinseongam to Jungdaesa in Odaesan National Park(Pk: *Pinus koraiensis*, Pt: *Pueraria thunbergiana*, Ms: *Magnolia sieboldii*, Pl: *Prunus leveilleana*, Bt: *Betula costata*, Cc: *Carpinus cordata*)

Table 2. Mean importance percentage of main woody plants by twenty plots from Sinseongam to Jungdaesa in Odaesan National Park

Community*	I				II								III					IV		
Plot	14	16	17	19	1	5	10	12	13	15	18	20	2	6	7	8	9	11	3	4
<i>Abies holophylla</i>	56.74	45.83	35.68	13.83	41.31	50.97	51.78	48.30	25.58	54.86	28.83	51.05	30.26	54.61	21.24	39.37	45.68	13.92	26.49	28.66
<i>Pinus koraiensis</i>	-	0.32	14.16	5.75	0.78	6.14	3.36	11.28	10.92	-	14.54	15.50	-	-	2.35	-	-	-	-	-
<i>Betula schmidtii</i>	-	7.77	10.10	10.43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.58	-	-	-	-	-	0.28
<i>Quercus mongolica</i>	-	6.56	1.22	6.47	14.77	-	-	4.08	14.15	2.83	8.20	-	-	-	-	-	-	7.51	-	-
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	1.52	-	-	-	0.96	-	2.16	0.72	0.93	1.70	-	-	5.93	0.07	17.90	5.17	-	38.59	-	-
<i>Carpinus cordata</i>	-	2.34	-	0.00	6.46	9.38	-	5.72	8.26	2.01	3.73	2.19	0.67	0.50	3.95	3.17	2.30	12.33	15.78	9.43
<i>Kalopanax septemlobus</i>	-	-	-	-	0.10	-	-	1.10	-	-	-	-	3.04	-	1.41	-	6.88	-	8.70	4.99
<i>Acer mono</i>	2.34	2.77	1.22	11.70	2.34	0.78	1.65	-	2.39	1.87	-	1.35	4.91	7.09	14.00	12.53	6.54	5.97	4.85	-
others	39.40	34.41	37.62	51.82	33.28	32.73	41.05	28.80	37.77	36.73	44.70	29.91	55.19	36.15	39.15	39.76	38.60	21.68	44.18	56.64

\* I : *Abies holophylla* Comm.(*Betula schmidtii*), II : *A. holophylla* Comm.(*Pinus koraiensis*-*Quercus mongolica*-*Carpinus cordata*), III : *A. holophylla* Comm.(*Ulmus davidiana* var. *japonica*-*C. cordata*-*Acer Mono*), IV: *A. holophylla* Comm.(*C. cordata*-*Kalopanax septemlobus*)

서는 잣나무(+), 칩(+),의 출현유무에 따라 2개의 그룹으로 나뉘어졌다. 제 2단계(level 2) 제 2 division에서는 함박꽃나무(-)의 출현유무에 따라 2개의 그룹으로 분리되었고, 제 3 division에서는 거제수나무(-)의 출현유무에 따라 2개 그룹으로 분리되었다. 제 3단계(level 3) 제 4 division에서는 개벚나무(+),의 출현유무에 따라 2개의 그룹으로 분리되었으며, 제 5 division에서는 까치박달(-)의 출현유무에 따라 2개 그룹으로 분리되었다. Group 1은 조사구 3, 4(2개 조사구), Group 2는 조사구 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11(7개 조사구), Group 3은 조사구 1(1개 조사), Group 4는 조사구 5, 12, 13, 15, 16, 18, 20(7개 조사구), Group 5는 조사구 17(1개 조사구), Group 6은 조사구 14, 19(2개 조사구)가 해당되었다. Group 1~6은 모두 전나무가 우점하는 가운데 부수종별 차이가 있었다.

조사구 간의 상이성을 바탕으로 조사구를 배치하는 Ordination 분석(Hill, 1979a) 결과(Figure 4) 왼쪽 상단부터 4개 군집으로 분류되었다. 조사구별 평균 상대우점치와 연계하여 군집명을 부여한 결과, 군집 I~IV는 모두 전나무 군집으로 군집의 입지적 특성에 따른 주요 출현수종 차이에 의해 분류되었다. 군집 I은 전나무군집으로 교목층에 박달나무가 주요 출현종인 군집이었고, 조사구 14,16,17,19의 4개 조사구가 포함되었다. 군집 II는 전나무 군집으로 교목층에 잣나무, 신갈나무, 까치박달이 주요 출현종이었으며, 조사구 1, 5, 10, 12, 13, 15, 18, 20등 8개 조사구가 해당되었다. 군집 III은 조사구 2, 6, 7, 8, 9, 11가 포함되는 군집으로 군집명은 전나무군집이며, 교목층에 느릅나무, 까치박달, 고로쇠나무가 함께 출현하는 군집이었다. 군집 IV 역시 전나무 군집으로 조사구 3과 4가 해당되었으며, 교목층의 주요 출현

종은 까치박달, 음나무 등이었다. DCA 제1축과 제2축의 eigenvalue가 각각 0.345, 0.166로서 3개 축 전체 합 0.612의 83.51%에 해당하여 total variance에 대한 집중률이 높았다.

조사구별 종 조성과 상대우점치, 조사구간 유사도지수 등을 고려하였을 때 TWINSPLAN에 의한 Classification 분석보다 DCA에 의한 Ordination 분석이 타당하다고 판단되어 본 연구에서는 DCA 기법에 의하여 군집을 분류하였다.

### 2) 조사구의 일반적 개황

Table 3은 DCA Ordination 분석을 통해 구분한 각 군집별 일반적 개황을 나타낸 것이다. 군집 I은 해발 970~1,035m 사이에 위치하였으며, 주로 사면부에 위치하였고, 경사도는 30~35°, 향은 남동, 남서향이였다. 교목층은 평균수고 20~27m, 평균 흉고직경 50~70cm, 식피율 60~65%이었고, 아교목층은 평균수고 8~12m, 평균흉고직경 10~16cm, 식피율 15~70%, 관목층은 수고 3.0m이하, 식피율 15~60%이였다. 군집 II는 사면부와 계곡부에 위치한 군집으로 해발 830~1,050m사이에 분포하였으며, 경사도는 2~35°, 주향은 평지, 북동, 남동, 남서향이였다. 교목층은 평균수고 20~43m, 평균흉고직경 35~100cm, 식피율 50~80%이었고, 아교목층은 평균수고 8~14m, 평균흉고직경 10~21cm, 식피율 25~70%, 관목층은 수고 2.0m이하, 식피율 20~80%이였다. 군집 III은 해발 830~860m사이의 계곡부에 분포하였으며, 경사도는 2~10°, 주향은 평지, 남동향이였다. 교목층은 평균수고 20~40m, 평균흉고직경 45~90cm, 식피율 70~85%이었고, 아교목층은 평균수고 6~10m, 평균흉고직경 6~20cm, 식피율 10~60%, 관목층은 수고 0.8m이하, 식피율 40~90%이였다. 군집 IV는 해발 850m의 계곡부에 분포하였으며, 경사도는 16~17°, 주향은 북동향이였다. 교목층은 평균수고 28~35m, 평균흉고직경 60~70cm, 식피율 60~85%이었고, 아교목층은 평균수고 8m, 평균흉고직경 12cm, 식피율 60%, 관목층은 수고 2.0m이하, 식피율 30~40%이였다. 분류된 군집별 입지특성을 종합해보면 군집 I(조사구 14, 16, 17, 19)은 해발 970m 이상의 고지대의 사면부 급경사지(남향)에 위치하고, 군집 II(조사구 1, 5, 10, 12, 13, 15, 18, 20)는 저지대~고지대, 완경사지~급경사지, 사면부~계곡부까지 다양한 입지특성을 보이며, 군집 III(조사구 2, 6, 7, 8, 9, 11)은 저지대의 계곡부 평탄지에, 군집IV(조사구 3, 4)는 저지대의 계곡부 경사지(북향)에 위치하였다.

### 3) 상대우점치

군집별로 상대우점치 분석 결과를 살펴보면(Table 4), 군집 I은 해발고가 높은 고지대의 사면부 급경사지(남향)에 위치한 전나무군집으로 교목층에 전나무가 우점하면서 박달나무, 들메나무, 거제수나무 등이 함께 출현하였으며, 아

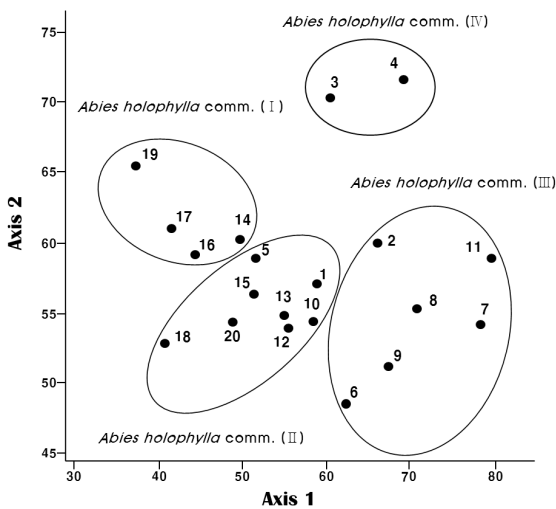


Figure 4. DCA ordination of using twenty plots from Sinseongam to Jungdaesa in Odaesan National Park

Table 3. General description of the physical features and vegetation of the surveyed plots from Sinseongam to Jungdaesa in Odaesan National Park

Community*	I				II								III						IV		
Plot	14	16	17	19	1	5	10	12	13	15	18	20	2	6	7	8	9	11	4	3	
Altitude(m)	970	1,000	1,035	1,025	830	860	857	925	945	925	1,025	1,050	830	855	855	860	860	860	850	850	
Slope(°)	33	35	30	30	2	24	20	25	35	20	35	35	2	10	8	6	5	5	17	16	
Aspect	S10E	S15E	S50W	S47W	Plain	N50E	S62E	S20E	S10E	S20E	S60W	S47W	Plain	S35E	S35E	S35E	S35E	S40E	N40E	N55E	
Topography	Slope	Slope	Slope	Slope	Valley	Valley	Valley	Slope	Slope	Valley	Slope	Valley	Valley	Valley	Valley	Valley	Valley	Valley	Valley	Valley	
Height(m)	27	27	24	20	40	28	43	30	32	34	20	30	40	40	20	25	25	35	28	35	
Canopy	Mean DBH(cm)	70	50	55	50	80	90	100	65	65	80	35	80	80	90	45	55	50	65	70	60
	Coverage (%)	65	65	60	65	50	70	75	75	75	60	80	80	80	70	80	85	80	70	85	60
	Height(m)	8	7	10	12	9	8	14	10	12	14	10	12	6	7	8	8	10	10	8	8
Under-story	Mean DBH(cm)	16	10	15	15	15	10	21	15	14	12	15	12	6	7	7	10	12	20	12	12
	Coverage (%)	30	70	70	15	70	60	25	40	50	60	40	30	10	25	45	25	60	30	60	60
	Height(m)	≤2.0	≤3.0	≤3.0	≤1.5	≤0.2	≤2.0	≤0.5	≤0.5	≤0.5	≤0.3	≤1.5	≤1.5	≤2.0	≤1.0	≤1.5	≤1.5	≤1.5	≤0.5	≤2.0	≤2.0
Shrub	Coverage (%)	40	40	15	60	40	30	80	75	80	20	30	20	40	60	60	90	70	70	40	30
	Height(m)	≤0.6	≤0.4	≤0.3	≤0.8	≤0.8	≤0.8	≤0.4	-	-	≤0.3	≤0.4	≤0.5	≤0.8	-	≤0.6	≤0.6	≤0.6	≤0.5	≤0.8	≤0.8
	Coverage (%)	30	10	1	1	60	70	15	-	-	30	20	15	60	-	10	5	5	30	70	60

\*Plant community names are referred from table 2

Table 4. Mean importance percentage of woody plants by four classified communities from Sinseongam to Jungdaesa in Odaesan National Park

Community*	I				II				III				IV			
Layer**	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M
Species																
<i>Abies holophylla</i>	60.4	9.7	5.8	34.4	72.9	12.8	4.1	41.4	69.6	21.7	1.2	42.2	60.5	1.4	4.1	31.4
<i>Pinus koraiensis</i>	-	5.5	-	1.8	9.5	15.3	0.9	1-	8.2	2.8	-	5.0	-	1.2	-	0.4
<i>Sasa borealis</i>	-	-	-	-	-	-	16.7	2.8	-	-	81.9	13.7	-	-	36.2	6.0
<i>Salix maximowiczii</i>	-	8.2	-	2.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Juglans mandshurica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.6	-	-	1.3
<i>Betula costata</i>	7.8	5.2	-	5.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Betula schmidtii</i>	10.3	-	-	5.2	6.2	-	-	3.1	-	-	-	-	-	-	0.2	-
<i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	-	0.2
<i>Carpinus cordata</i>	-	-	-	-	-	8.9	1.9	3.3	-	16.9	0.1	5.7	2.3	16.1	1.3	6.7
<i>Carpinus laxiflora</i>	-	-	-	-	-	4.3	-	1.4	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Corylus heterophylla</i>	-	-	-	-	-	-	1.2	0.2	-	0.4	-	0.1	-	-	-	-
<i>Corylus heterophylla</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	0.1
<i>Corylus sieboldiana</i>	-	-	-	-	-	-	0.9	0.2	-	-	0.1	-	-	-	0.2	-
<i>Quercus mongolica</i>	7.0	-	-	3.5	5.0	4.5	-	4.0	8.2	3.1	-	5.2	4.7	6.9	-	4.7
<i>Ulmus laciniata</i>	-	22.9	4.2	8.3	-	-	-	-	-	1.8	0.8	0.7	4.0	1.6	1.4	2.8
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	-	2.2	1.1	0.9	-	-	-	-	10.7	3.7	0.2	6.6	2.4	3.1	0.2	2.3
<i>Morus bombycis</i>	-	-	1.0	0.2	-	-	-	-	-	1.4	0.3	0.5	-	-	-	-
<i>Aristolochia manshuriensis</i>	-	-	2.4	0.4	-	-	3.8	0.6	-	-	0.2	-	-	-	-	-
<i>Magnolia sieboldii</i>	-	2.8	3.8	1.5	-	5.3	9.4	3.3	-	0.6	0.1	0.2	-	2.1	0.6	0.8
<i>Schisandra chinensis</i>	-	-	3.2	0.5	-	-	-	-	-	-	1.0	0.2	-	-	-	-
<i>Lindera obtusiloba</i>	-	1.3	23.4	4.3	-	0.4	6.9	1.3	-	-	0.9	0.1	-	0.4	0.5	0.2
<i>Deutzia glabrata</i>	-	-	7.7	1.3	-	-	-	-	-	-	0.4	0.1	-	-	2.7	0.5

(Table 4. Continued)

Community*	I				II				III				IV			
	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M
<i>Ribes fasciculatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6	0.1	-	-	0.6	0.1
<i>Stephanandra incisa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.8	0.1
<i>Rubus oldhamii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-	-	-
<i>Rubus crataegifolius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-
<i>Prunus maackii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.2	0.7	1.5
<i>Prunus padus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.6	18.9	4.0
<i>Prunus verecunda</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.3	0.5	0.5
<i>Prunus serrulata</i> var. <i>spontanea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.8	-	0.6
<i>Prunus sargentii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.1	-	0.7	-	2.6	1.3	1.1
<i>Sorbus alnifolia</i>	-	-	-	-	-	-	0.8	0.1	-	1.1	-	0.4	-	1.3	0.2	0.5
<i>Maackia amurensis</i>	-	-	-	-	-	1.3	-	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phellodendron amurens</i>	-	4.0	-	1.3	-	-	-	-	-	0.7	-	0.2	-	-	-	-
<i>Euonymus alatus</i> f. <i>ciliatodentatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.4	0.2
<i>Euonymus oxyphyllus</i>	-	-	1.0	0.2	-	-	0.6	0.1	-	0.4	1.1	0.3	-	2.4	0.8	0.9
<i>Euonymus sachalinensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-	0.8	0.1
<i>Euonymus macropterus</i>	-	1.3	20.9	3.9	-	0.4	4.5	0.9	-	-	0.1	-	-	-	-	-
<i>Euonymus hamiltonianus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.1	-	0.6	-	0.2
<i>Celastrus orbiculatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-	0.7	0.1
<i>Tripterygium regelii</i>	-	-	2.0	0.3	-	-	1.7	0.3	-	-	-	-	-	-	2.1	0.4
<i>Staphylea bumalda</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	1.1	0.3	-	-	-	-
<i>Acer mono</i>	4.8	11.2	2.0	6.4	-	3.2	1.2	1.3	-	6.6	1.4	2.4	2.4	8.1	0.4	4.0
<i>Acer tegmentosum</i>	-	-	-	-	-	-	1.5	0.3	-	-	0.1	-	-	-	-	-
<i>Acer komarovii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-
<i>Acer barbinerve</i>	-	-	-	-	-	0.4	9.4	1.7	-	0.8	1.7	0.5	-	5.5	9.8	3.5
<i>Acer ukurunduense</i>	-	-	-	-	-	0.5	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	-	10.2	1.8	3.7	-	23.8	13.3	10.1	-	18.6	3.1	6.7	2.6	13.2	1.1	5.9
<i>Acer mandshuricum</i>	-	7.0	1.4	2.6	-	-	0.6	0.1	-	3.1	0.7	1.2	5.4	4.9	2.1	4.7
<i>Tilia amurensis</i>	-	7.4	1.0	2.6	4.8	13.1	1.0	6.9	3.4	6.8	0.3	4.0	-	5.2	-	1.8
<i>Actinidia polygama</i>	-	-	5.2	0.9	-	-	0.6	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Actinidia arguta</i>	-	-	0.9	0.1	-	-	1.1	0.2	-	-	0.1	-	-	0.5	1.1	0.4
<i>Alangium platanifolium</i> var. <i>trilobum</i>	-	-	5.4	0.9	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-
<i>Kalopanax septemlobus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.8	-	0.3	5.1	4.3	0.2	4.0
<i>Aralia elata</i>	-	-	1.1	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cornus controversa</i>	-	-	-	-	-	1.6	-	0.6	-	-	0.9	0.2	-	3.1	-	1.0
<i>Cornus walteri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.4	-	-	2.2
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	-	-	-	-	-	-	1.5	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	-	-	-	-	-	-	11.3	1.9	-	-	-	-	-	-	0.5	0.1
<i>Symplocos chinensis</i> f. <i>pilosa</i>	-	-	-	-	-	-	0.3	0.1	-	-	-	-	-	-	1.0	0.2
<i>Styrax obassia</i>	-	-	-	-	-	3.8	1.8	1.6	-	2.4	0.6	0.9	-	-	-	-
<i>Fraxinus mandshurica</i>	9.9	-	-	4.9	-	0.5	-	0.2	-	-	0.1	-	3.6	-	0.7	1.9
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	-	-	-	-	1.6	-	1.0	0.9	-	4.0	0.2	1.4	-	2.8	1.4	1.2
<i>Ligustrum obtusifolium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	0.1
<i>Syringa reticulata</i> var. <i>mandshurica</i>	-	1.3	1.6	0.7	-	-	1.9	0.3	-	-	-	-	-	1.3	-	0.4
<i>Syringa wolfii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	0.4
<i>Callicarpa japonica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.4	0.7
<i>Sambucus williamsii</i> var. <i>coreana</i>	-	-	-	-	-	-	0.3	0.1	-	-	0.1	-	-	-	-	-
<i>Weigela subsessilis</i>	-	-	3.6	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

\*Plant community names are referred from table 2

\*\*C: importance percentage in canopy layer, U: importance percentage in understory layer, S: importance percentage in shrub layer, M: mean importance percentage



교목층은 당단풍나무, 전나무, 난티나무, 피나무, 고로쇠나무, 잣나무, 신갈나무 등이 주요 출현종이었고, 관목층은 생강나무, 나래회나무 등이 주요 출현종이었다. 교목층 전나무의 상대우점치가 높고 아교목층과 관목층에서 우점수종인 전나무가 고르게 분포하고 있어 전나무의 경우 지속적으로 유지되겠으나, 교목층의 경쟁수종인 박달나무의 경우 아교목층과 관목층에서 출현하지 않아 향후 박달나무의 세력이 감소하고 아교목층의 난티나무, 피나무, 고로쇠나무 등 낙엽활엽수의 세력이 확대될 것으로 판단되었다.

군집 II는 저지대~고지대, 완경사지~급경사지, 사면부~계곡부까지 다양한 입지특성을 보이는 전나무군집으로 교목층에서 전나무가 높은 비율로 우점하였고, 잣나무, 박달나무, 신갈나무 등이 함께 출현하였다. 아교목층은 당단풍나무, 전나무, 까치박달, 피나무, 잣나무 등이 주요 출현종이었으며, 관목층은 조릿대, 당단풍나무, 철쭉꽃, 함박꽃나무 등이 고르게 출현하였다. 교목층에 전나무의 상대우점치가 높았고, 아교목층과 관목층에서도 전나무가 고르게 분포하고 있으며, 교목층의 경쟁수종 중 잣나무와 신갈나무가 아교목층에서 역시 전나무보다 낮은 우점도를 보이고 있어 현재의 군집이 지속적으로 유지될 것으로 판단되었다. 아교

목층과 관목층에서의 우점종인 당단풍나무, 조릿대 등은 아교목 또는 관목성상의 수목으로 식생군집의 변화에는 영향을 주지 않을 것으로 판단되었다.

군집 III은 해발고가 낮은 계곡부 평탄지에 위치한 전나무군집으로 교목층에서 전나무가 우점하였고, 느릅나무, 잣나무, 신갈나무 등이 출현하였다. 아교목층의 주요 출현수종은 전나무, 당단풍나무, 까치박달, 고로쇠나무 등이며, 관목층은 조릿대가 높은 비율로 우점하였다. 교목층과 아교목층에서 전나무가 우점하고, 주요 우점종의 우점도가 다른 수종과 비교하여 높아 향후 현재의 군집이 지속적으로 유지될 것으로 판단되었다. 현재 전나무와 경쟁 수종인 느릅나무, 고로쇠나무 등 낙엽활엽수의 경우 아교목층에서의 우점도가 높은 것으로 보아 향후 느릅나무, 까치박달, 고로쇠나무를 비롯한 낙엽활엽수의 세력이 점차 확대될 것으로 예상된다.

군집 IV은 해발고가 낮은 계곡부 경사지(북사면)에 위치한 전나무군집으로 교목층에서 전나무가 우점하였고, 복장나무, 말채나무, 음나무, 들메나무 등의 낙엽활엽수가 다양하게 출현하였다. 아교목층은 까치박달, 당단풍나무, 고로쇠나무, 복장나무, 피나무, 음나무 등 다양한 낙엽활엽수가

Table 5. Distribution of diameter of breast height of major woody species in each three communities from Sinseongam to Jungdaesa in Odaesan National Park

Community*	Species	Shrub	D <sub>1</sub> <sup>a</sup>	D <sub>2</sub> <sup>b</sup>	D <sub>3</sub> <sup>c</sup>	D <sub>4</sub> <sup>d</sup>	D <sub>5</sub> <sup>e</sup>	D <sub>6</sub> <sup>f</sup>	D <sub>7</sub> <sup>g</sup>	D <sub>8</sub> <sup>h</sup>	D <sub>9</sub> <sup>i</sup>	D <sub>10</sub> <sup>j</sup>	D <sub>11</sub> <sup>k</sup>	D <sub>12</sub> <sup>l</sup>
I	<i>Abies holophylla</i>	16	-	6	1	-	4	-	-	2	-	1	6	8
	<i>Betula schmidtii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
	<i>Pinus koraiensis</i>	4	-	-	1	1	-	2	-	-	-	-	-	1
	<i>Acer pictum</i> subsp. <i>Mono</i>	8	-	2	3	3	2	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Tilia amurensis</i>	8	-	5	2	2	-	-	1	-	-	-	-	-
	<i>Ulmus laciniata</i>	12	-	1	5	-	2	1	-	-	-	-	-	-
	<i>Quercus mongolica</i>	-	-	-	-	1	1	-	1	-	-	1	-	-
II	<i>Abies holophylla</i>	104	-	6	6	4	4	2	5	2	4	2	1	27
	<i>Pinus koraiensis</i>	8	-	-	-	1	2	2	4	1	1	1	2	2
	<i>Quercus mongolica</i>	-	-	-	1	-	3	5	2	-	-	-	1	1
	<i>Carpinus cordata</i>	20	-	12	12	11	4	1	-	-	-	-	-	-
	<i>Tilia amurensis</i>	12	-	1	9	5	3	3	1	-	1	1	-	1
III	<i>Abies holophylla</i>	4	-	2	1	-	8	3	3	3	-	3	-	15
	<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	20	-	-	1	-	1	1	1	1	-	-	1	6
	<i>Acer pictum</i> subsp. <i>Mono</i>	4	-	-	3	4	1	2	4	-	1	1	-	2
	<i>Carpinus cordata</i>	36	-	4	5	3	3	1	1	-	-	-	-	-
	<i>Cornus controversa</i>	28	-	1	1	1	2	-	1	2	-	-	-	-
	<i>Acer mandshuricum</i>	12	-	2	1	1	1	-	-	-	-	1	-	-
IV	<i>Abies holophylla</i>	4	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
	<i>Carpinus cordata</i>	12	-	3	4	2	1	1	-	-	-	-	-	-
	<i>Kalopanax septemlobus</i>	-	-	-	-	-	1	-	1	-	1	-	-	-
	<i>Acer mandshuricum</i>	20	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-

\*: Plant community names are referred from table 2

<sup>a</sup>: D<sub>1</sub><2, <sup>b</sup>: 2≤D<sub>2</sub><7, <sup>c</sup>: 7≤D<sub>3</sub><12, <sup>d</sup>: 12≤D<sub>4</sub><17, <sup>e</sup>: 17≤D<sub>5</sub><22, <sup>f</sup>: 22≤D<sub>6</sub><27, <sup>g</sup>: 27≤D<sub>7</sub><32, <sup>h</sup>: 32≤D<sub>8</sub><37, <sup>i</sup>: 37≤D<sub>9</sub><42, <sup>j</sup>: 42≤D<sub>10</sub><47, <sup>k</sup>: 47≤D<sub>11</sub><52, <sup>l</sup>: D<sub>12</sub>≥52

출현하였고, 관목층은 조릿대가 우점하면서 귀룽나무, 청시닥나무, 작살나무, 전나무 등이 고르게 분포하였다. 우점수종인 전나무가 교목층 상대우점치는 높지만 아교목층에서의 상대우점치가 낮고, 교목층과 아교목층에서 까치박달, 음나무, 말채나무, 들메나무, 층층나무 등 교목성상의 낙엽활엽수가 높은 우점도를 차지하는 것으로 보아 향후 전나무의 세력이 약화되고 낙엽활엽수의 세력이 점차 확대될 것으로 예상되었다.

4) 흉고직경급별 분포

흉고직경급별 분포를 통한 식생 천이과정을 예측하는 방법은 기존의 연구(Lee et al., 1990)에서 이용되었으며 4개 군집별 흉고직경급별 분포 결과는 다음과 같다(Table 5). 군

집 I의 경우, 전나무는 Shrub(관목)~D12(흉고직경 52cm이상의 대경목)에 걸쳐 고르게 분포하였고, 박달나무는 D12에만 3주가 분포하였다. 기타 경쟁수종의 경우 잣나무, 고로쇠나무, 피나무, 난티나무, 신갈나무는 중소교목에서 집중 출현하였다. 우점수종인 전나무의 경우 흉고직경급별 분포가 고르고 개체수가 많아 그 세력이 지속적으로 유지되었으며, 박달나무의 경우 차대(the next generation)를 형성할 수 있는 개체가 없어 향후 박달나무의 세력이 약화될 것으로 판단되었다. 군집 II의 경우, 전나무가 관목부터 대경목에 걸쳐 고르게 분포하였고, 잣나무 역시 D4~D12에 고루 분포하였으며, 신갈나무는 D5~D7에 집중되어 있었다. 현재 우점종인 전나무와 잣나무의 경우 흉고직경급별 분포가 고르고 많은 개체수가 출현하고 있어 지속적으로 세력을

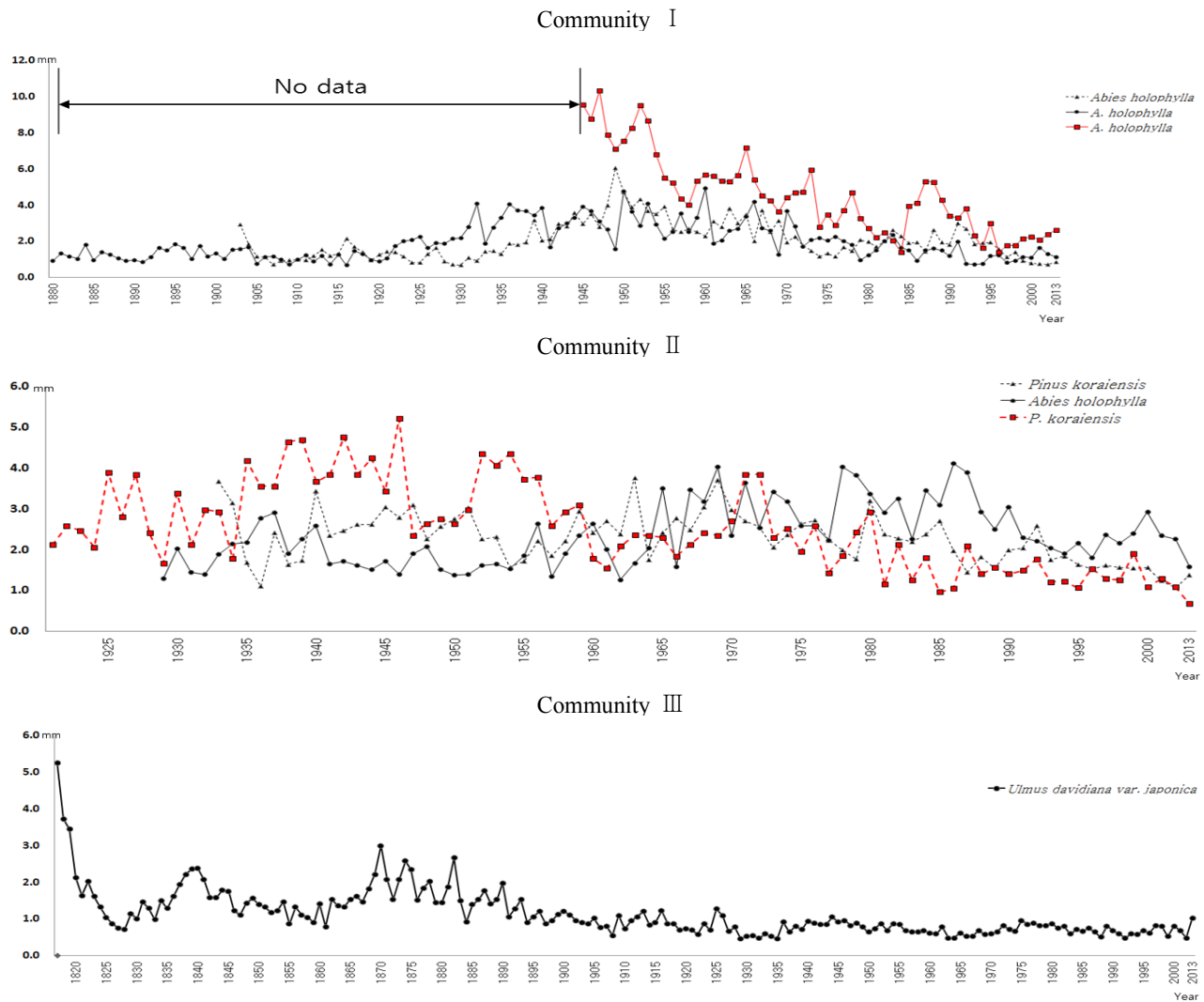


Figure 5. Curve of growth of major woody species in each communities from Sinseongam to Jungdaesa in Odaesan National Park

유지할 것으로 판단되며, 신갈나무의 경우 대경목과 중소경목에 각각 분포하고 있어 현재의 군집이 당분간은 유지되었으나, 장기적으로 세력이 점차 약화될 것으로 판단된다. 장기적으로는 전나무-잣나무-낙엽활엽수가 우점하는 군집으로의 변화가 예상되었다. 군집 III의 경우, 전나무는 관목부터 대경목에 걸쳐 고르게 분포하였고, 느릅나무와 고로쇠나무 역시 D3~D12까지 고르게 분포하였다. 층층나무, 복장나무, 난티나무 등 낙엽활엽수는 개체수가 적었고, 까치박달의 경우 D2~D7에 많은 개체수가 확인되었다. 현재의 우점수종의 흉고직경급별 분포가 고르고 출현 개체수가 많아 현재의 군집이 지속적으로 유지될 것으로 판단되었으며, 장기적으로는 까치박달의 세력이 다소 확장될 것으로 예상되었다. 군집 IV의 경우 우점종인 전나무가 D12에 5주 분포하였고, 차대목을 형성할 수 있는 개체가 확인되지 않았다. 경쟁수종인 까치박달의 경우 D2~D6에 많은 개체수가 확인되었다. 전나무 대경목이 지속되는 동안은 현재의 군집을 유지하겠으나 전나무 세력이 급격히 약화될 우려가 있으며, 이후 까치박달의 세력이 강화될 것으로 예상되었다.

**5) 표본목 수령 및 성장량**

오대산국립공원 신성암~중대사 전나무림은 평균 수령이 100년 내외의 숲으로 우점종인 전나무 표본목의 수령은 100~128년이었고, 잣나무 표본목의 경우 75~87년으로 확인되었다. 군집별 표본목의 수령 및 성장량을 분석한 결과, 군집 I의 흉고직경 87cm 전나무는 최근 성장량을 기준으로 28cm의 목편을 측정하였는데, 측정된 목편의 연륜은 59개이며 측정되지 않은 목편이 약 10~20cm인 것으로 추정된다(약 100년생 내외로 추정). 연간 1~12mm 성장량을 보였으며, 초기에는 연간 3~12mm의 양호한 성장을 보였으며 시간이 지남에 따라 점차 감소하는 추세를 보였다. 전나무(DBH 49cm, 49cm)는 105년, 128년생이었으며, 잣나무(DBH 37cm)는 75년생이었다. 전나무의 성장량은 초기에 0.5~3mm의 성장량을 보이다가 1930~1950년 사이 성장량이 증가하였고 이후 점차 감소하는 추세이었다. 군집 II에서 잣나무(DBH 37cm, 40cm)는 75년생, 87년생이었고, 전나무(DBH 42cm)는 79년생이었다. 잣나무의 연간 성장량은 1~5mm로 초기에 양호한 성장을 보였으며 점차 감소하는 추세이고, 전나무의 경우 초기부터 현재까지 1~4mm의 꾸준한 성장량을 보였다. 군집 III의 경우, 느릅나무(DBH 52cm) 표본목의 수령은 190년생으로 초기에는 양호한 성장을 보였고, 점차 감소하였으며, 1890년(약 70년생) 이후 0.5~1.5mm의 유사한 성장량을 보였다.

**6) 유사도지수**

군집 간 유사도지수를 살펴보면(Table 6), 해발고에 따른

군집분포와 연관이 있는 것으로 판단되었다. 각 군집별 해발고가 유사한 지역에 위치한 상대 군집과의 유사도가 가장 높게 나타났으며, 해발고 차가 커질수록 유사도가 낮아지는 것으로 확인되었다. 해발고가 가장 높은 군집 I(970~1,035m)의 경우 해발고의 차이가 가장 적은 군집 II(830~1,050m)와의 유사도가 63.72%로 가장 높았고, 해발고 차이가 큰 군집 III, IV와의 유사도는 50.89%, 47.09%로 낮게 나타났다. 군집 II의 경우에는 해발 830m~1,050m까지 넓게 분포하는 군집으로 군집 I, III과의 유사도가 63.72%, 62.53%로 비슷하였고, 군집 IV와의 유사도(44.67%)는 낮게 나타났다. 군집 III은 군집 II와 가장 유사하였고(62.53%), 군집 I(50.89%), 군집 IV(52.46%)와는 다소 상이하였다. 군집 IV는 군집 III과 가장 유사한 값(52.46%)을 나타내었고, 군집 I(47.09%), 군집 II(44.67%)는 상이한 것으로 나타났다.

전체적으로 군집 I, 군집 II간의 유사도가 가장 높았으며, 군집 IV는 모든 군집과 가장 이질적인 군집이었고, 군집 II는 군집 I과 군집 III의 중간적인 성격을 나타내는 것으로 판단된다. 군집 III과 군집 IV는 유사한 해발고에 위치하였지만 향과 지형적 특징이 다르기 때문에 서로 상이한 군집특성을 보이는 것으로 판단된다.

Table 6. Similarity index(%) between each communities from Sinseongam to Jungdaesa in Odaesan National Park

Community*	I	II	III
II	63.72		
III	50.89	62.53	
IV	47.09	44.67	52.46

\*: Plant community names are referred from table 2

**7) 종다양도**

신성암~중대사 전나무림 내 4개 군집의 종다양도 분석결과 Table 7과 같다. 군집 I은 400m<sup>2</sup> 당 조사구별 Shannon의 종다양도(H')가 1.2659 이었다. 군집 II는 0.8740, 군집 III은 0.3889, 군집 IV는 1.3332이었다. 종다양도는 해발고가 낮은 계곡부 사면부에 위치한 군집 IV와 해발고가 높은 계곡부에 위치하고 있는 군집 I에서 1.3332, 1.2659로 높게 나타났고, 해발고가 낮은 계곡부에 위치한 III에서 0.3889로 가장 낮았다. 해발고와 지형특성이 다양한 조사구가 포함되어 있는 군집 II의 경우 중간적인 값(0.8740)을 나타내었다. 군집 III과 군집 II의 낮은 종다양도는 관목층에서 조릿대의 우점도와 출현 개체수가 81.1%(4,172개체), 63.2%(1,896개체)로 다른 종과 비교하여 매우 높았기 때문으로 판단된다. 흉고직경급별 분포현황 및 출현 종수를 비교하였을 때 다른 군집과 비교하여 출현 종수 및 개체수가

Table 7. The species diversity of three communities from Sinseongam to Jungdaesa in Odaesan National Park(Unit area: 400 m<sup>2</sup>)

Community*	H' (Shannon)	J' (evenness)	D (dominance)	H'max
I	1.2659	0.8266	0.1734	1.5315
II	0.8740	0.5045	0.4955	1.7324
III	0.3889	0.2367	0.7633	1.6435
IV	1.3332	0.8858	0.1142	1.5051

\*: Plant community names are referred from table 2

많은 것으로 보아 군집의 훼손이나 인위적인 간섭의 영향으로 인한 결과는 아닌 것으로 판단되었다.

해발고가 높은 지역의 군집 I (970~1,035)의 경우 Lee *et al.*(1996)의 선행연구에서 분석된 해발 950m 이상 전나무가 우점하는 군집의 종다양도(1.1306~1.1587)와 비교하여 종다양도가 높게 나타났으며, 해발고가 낮은 지역의 군집 IV (850m)의 경우에도 Lee *et al.*(2008)의 연구에서 밝힌 월정사 주변 전나무림(해발 650~700m)의 종다양도(1.1042~1.2651)와 비교하여 높게 나타났다. 군집 II, III의 경우 출현종수는 다양하나 조릿대의 우점도가 높아 불안정한 상태이며, 이에 따른 영향으로 종다양도가 낮게 측정된 것으로 판단된다.

## REFERENCES

- Brower, J.E. and J.H. Zar(1977) Field and laboratory methods for general ecology. Wm. C. Brown Company, 194pp.
- Choi, B.K. and C.W. Lee(2014) Distribution status and age structure of *Abies holophylla* population in Sudo-Am Temple Forest. KJEE 47(3): 160-166. (in Korean with English abstract)
- Curtis, J. T. and R. P. MacIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32(3): 476-496.
- Harcomb, P.A. and R.H. Marks(1978) Tree diameter distribution and replacement processes in southeast Texas Forests. For. Sci. 24(2): 153-166.
- Hill, M.O.(1979a) DECORANA - a FORTRAN Program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Ecology and Systematics, Cornell Univ., 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 attributes. Ecology and Systematics, Cornell Univ., Ithaca, New York, 99pp.
- Kim, C.H. and K.B. Yim(1996) The distributional pattern of natural *abies holophylla* Maxim. forest in Mt. Odaesan. Dongguk Journal: Natural Sciences 35: 135-146. (in Korean with English abstract)
- Ko, S.Y., S.H. Han, W.H. Lee, S.H. Han, H.S. Shin and C.W. Yun(2014) Forest vegetation classification and quantitative analysis of *picea jezoensis* and *abies holophylla* stand in Mt. Gyeong. Kor. J. Env. Ecol. 28(2): 182-196. (in Korean with English abstract)
- Lee, K.J., J.C. Jo and Y.C. Choi(1996) The community structure in old-growth forest of the Sangwonsa-Birobong area, Odaesan National Park, Kor. J. Env. Ecol. 9(2): 166-181. (in Korean with English abstract)
- Lee, K.Y., J.S. Kim, J.W. Choi and B.H. Han(2008) Vegetation structure of *abies holophylla* forest near Woljeong Temple in Odaesan National Park. Kor. J. Env. Ecol 22(2): 173-183. (in Korean with English abstract)
- Lee, K.J., K.B. Yim, J.C. Jo and C.H. Ryu(1990) A study on forest Sokrisan (Mt.) studies on the structure of the forest community in Mt. Sokri(1) - The conservation planning of *Pinus densiflora* community - Korean J. Environ. Ecol. 4(1): 23-32. (in Korean with English abstract)
- Lim, J.H., M.Y. Shin, C.Y. Lee, Y.Z. Ko and Y.W. Chun(1992) Regeneration methods and tending practices for *quercus mongolica* - *abies holophylla* natural mixed stands II. population structure of *abies holophylla* in old - aged mixed stand. Journal of Forest Science 4: 29-44. (in Korean with English abstract)
- Nam, S.Y., S.I. Yoo, W.G. Park and S.S. Han(2000) Ecological research of *abies holophylla* forest at Wol-jong Temple (Mt. Odae, Kangwon-do). Journal of Forest Science 16: 69-81. (in Korean with English abstract)
- Orloci, L.(1978) Multivariate analysis in vegetation research, 2nd ed. W. Junk, The Hague, 468pp.
- Park, B.K. and H.S. Choi(1980) Studies of quantitative analysis of the product of *abies holophylla* in Kwangnung. Journal of Korean Research Institute for Better Living 25: 65-75. (in Korean with English abstract)
- Park, I.H., K.J. Lee and J.C. Jo(1987) Forest community structure of Mt. Bukhan area. Journal of Korean applied ecology 1(1): 1-23. (in Korean with English abstract)
- Pielou, E. C.(1975) Mathematical ecology. John Wiley & Sons, New York, 385pp.
- Yim, K.B.(1985) The theory of forestry. Hyangmunsa, 491pp. (in Korean)
- Yim, K.B.(1991) The point body of forestry. Hyangmunsa, 340pp. (in Korean)
- Yim, K.B., I.H. Park and K.J. Lee(1980) Phytosociological changes of *Pinus densiflora* forest induced by insect damage in Kyonggi-do Area. Journal of Korean Forestry 50: 56-71. (in Korean with English abstract)
- Youn, Y.G.(2009) Analysis of stand structure for natural mixed stands of *abies holophylla* - *quercus mongolica* by site position. Korean J. Env. Biol 27(2): 176-182. (in Korean with English abstract)