

## 설악산국립공원의 산림군락유형과 군락구조

# Forest Community Type and Community Structure of the Seoraksan National Park

박희권<sup>1</sup> · 윤충원<sup>1</sup> · 이종효<sup>2</sup> · 김혜진<sup>1</sup> · 신학섭<sup>1</sup> · 이서희<sup>1</sup> · 강혜진<sup>1</sup> · 한상학<sup>1</sup>

<sup>1</sup>공주대학교 산림자원학과, <sup>2</sup>국립환경과학원

## 서론

생태계란 군락 속에서 살아가는 모든 생물과 각종 영양단계 및 생물다양성, 그리고 물질순환과 같은 에너지순환이 일어나는 환경과의 상호작용을 하는 단위이고(Odum, 1971), 산림생태계는 생물종 다양성 보유 및 유지 기능뿐만 아니라 양질의 수자원, 토양침식 보호 및 높은 질의 경관유지 등의 기능을 하고 있다(Kimmins, 1987; 조현재 등, 2006). 산림생태계의 기반을 이루고 있는 식생은 그 외형적인 모습인 상관(physiognomy)은 같아도 군락의 구조나 생태적 특징이 달라 유지 및 관리 방안에 있어 식생의 구체적 특성에 대한 연구가 요구되고 있다(Kimmins, 1987; 조현재, 2009; 윤충원 등, In press).

본 연구는 설악산국립공원 일대에 대하여 산림식생의 군락유형을 밝히고 군락유형 환경인자와의 상관관계 및 군락유형별 종조성의 특징과 식생구조 특징 등을 구명하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 야외조사

2010년 5월부터 2010년 11월까지 설악산국립공원을 크게 3개 구역으로 대간령~저항령, 저항령~한계령, 한계령~점봉산 구간의 산림을 대상으로 식생분석 자료를 얻기 위하여 총 84개소를 Z-M(Zürich-Montpellier)학파의 식물사회학적 방법(Ellenberg, 1956; Braun-Blanquet, 1964;鈴木兵二 등, 1987; 김충원과 이윤경, 2006; 윤충원 등, In press)에 따라 지형, 생태적 밀도, 해발 등의 생육환경을 고려하여 84개소(10m×10m)에 대하여 조사구를 선정하였다.

### 2. 분석방법

군락유형 분석은 84개소의 식생자료를 이용하여 각각 군집사이의 분산을 최소화하는 기초이론에 바탕을 둔 cluster 방법(Ward's Method)으로 본 연구에서 사용하였다(Ward, 1963).

Cluster 분석결과에 대해 구체적으로 식생과 환경과의 상관관계를 검토하기 위하여 CCA(canonical correspondence analysis) 방법을 이용하여, 해발(m), 방위(°), 경사도(°), 토양노출도(%), 암석노출도(%), 낙엽층 깊이(cm), 출현종수를 이용하여 그래프로 나타내었다.

조사지역 층위별 종의 점유율을 파악하기 위하여 식물사회학적 방법으로 조사된 우점도계급을 우점도 범위 중앙치로 환산하여 상대우점도(Dierssen, 1990)와 상대빈도의 평균으로 각 층위별 중요치를 산출 후 평균상대중요치를 계산하였다.

각 군락별 종(種)들 사이의 유사도를 분석하기 위하여 Sørensen의 유사계수(CC)를 이용하여 군락유사도 분석을 하였다(Brower and Zar, 1977).

## 결과 및 고찰

### 1. Cluster 분석

설악산국립공원 일대 84개소의 식생자료를 토대로, cluster 방법에 의해 군락유형을 위해 분석하였던 바, 신갈나무군락(I community), 쪽버들군락(II community), 소나무군락(III community), 털진달래군락(IV community), 사스래나무군락(V community), 잣나무군락(VI community), 눈썹백군락(VII community)의 총 7개 군락유형으로 분류되

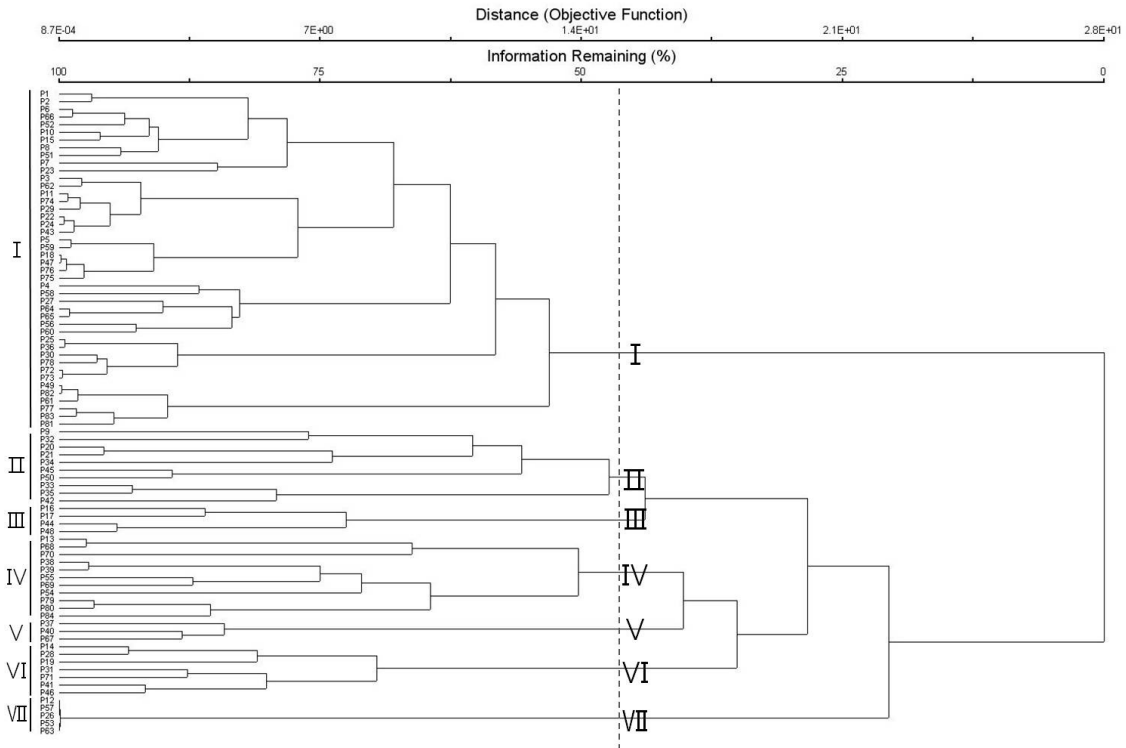


Figure 1. Dendrogram of the 84 plots for the forest vegetation of the Seoraksan National Park on hierarchical cluster analysis. Where, linkage method used with Ward's method and distance measure with sorenson(I. *Quercus mongolica* community, II. *Salix maximowiczii* community, III. *Pinus densiflora* community, IV. *Rhododendron mucronulatum* var. *ciliatum* community, V. *Betula ermani* community, VI. *Pinus koraiensis* community, VII. *Thuja koraiensis* community)

었다(Figure 1).

## 2. 군락유형과 환경인자와의 상관관계

Cluster 분석에 의하여 구분된 7개의 군락유형과 7개의 환경인자의 상관관계를 비교분석하기 위해 CCA ordination 방법으로 분석한 결과를 1축과 2축으로 나타내었다(Table 1,

Figure 2). 눈측백군락(VII), 털진달래군락(IV), 사스래나무군락(V)은 해발이 높은 곳과 암석노출이 높은 곳에 분포하는 정의 상관관계를 가지는 경향을 나타내고 있었다.

눈측백군락의 평균해발고는 1,368m, 평균암석노출도는 93%로 나타나 홍문표(2004)의 보고와 마찬가지로 본 군락은 주로 해발 1,000m 이상에서 분포하는 것으로 사료된다. 사스래나무군락의 평균해발고는 1,445m, 평균암석노출도

Table 1. Environmental characteristics related to 7 community types in study area

Community	I	II	III	IV	V	VI	VII
Relevé	44	10	4	11	3	7	5
Altitude(m)	1,089	799	451	1,405	1,445	1,122	1,368
Aspect(°)	168	145	154	226	294	246	178
Slope degree(°)	20	17	22	20	22	24	31
Topography	US	V	LS	US, R	US	US	US
Bare rock(%)	19	78	24	60	60	30	93
Litter layer(cm)	7	7	9	2	8	6	1
Present species	25	27	22	18	17	22	5

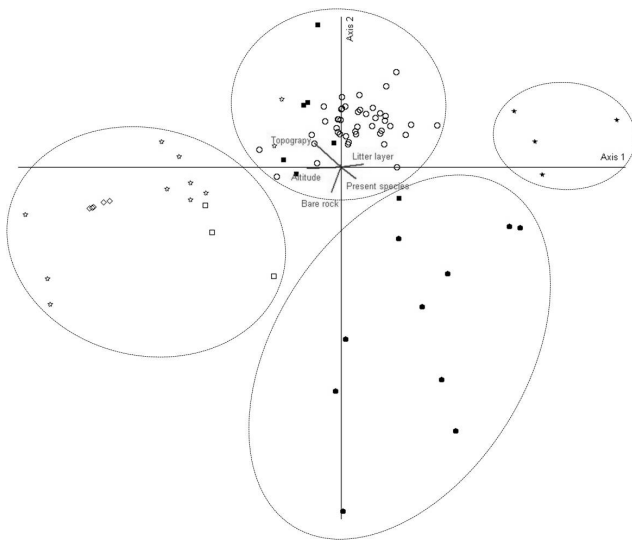


Figure 2. CCA ordination diagram showing community and major environmental variable(arrows) against the axis 1 and axis 2. Plot symbol ○: *Quercus mongolica* community, ●: *Salix maximowiczii* community, ★: *Pinus densiflora* community, ☆: *Rhododendron mucronulatum* var. *ciliatum* community, □: *Betula ermani* community, ■: *Pinus koraiensis* community, ◇: *Thuja koraiensis* community

는 60%로 높게 나타났으며, 이러한 결과는 윤충원 등(2009)이 보고한 화악산 사스래나무군락이 해발고가 높은 지역에 분포한다는 결과와 일치하였다. 털진달래군락의 해발고는 1,405m, 암석노출도는 60%로 눈쭈백군락 및 사스래나무군락과 유사한 경향을 나타내고 있었다.

소나무군락은 해발이 451m로 가장 낮게 나타나 부의 상관관계를 가지는 경향을 나타냈다. 소나무군락의 낙엽층 깊이는 9cm로 가장 깊게 나타났으며, 낙엽층 깊이와 정의 상관관계가 있는 경향으로 나타났다.

쪽버들군락은 출현종이 27종으로 출현종수와 정의 상관관계를 가지는 경향을 보이고 있었고, 이는 계곡부에 주로 분포하고 있어 적합한 환경조건을 가지고 있어 다양한 식물종의 생육조건이 다른 군락에 비해 양호하거나(김혜진과 윤충원, 2009) 계곡의 빈번한 교란(disturbance)에 의한 결과인 것으로 생각되었다(윤충원 등, In press). 그러나 출현종들의 질(quality)적인 측면도 고려되어야 정확한 판단을 할 수 있을 것으로 사료된다.

### 3. 군락별 평균상대우점도

Cluster 분석에 의하여 구분된 식생단위 7개의 군락을 주요 수종에 대한 수종별 평균상대우점치를 분석하였다(Table 2). 신갈나무군락(I)은 신갈나무의 평균상대우점치는 38.80%로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로는 당단풍이 14.40%로 나타났고, 그 다음으로는 잣나무 4.28%, 철쭉 3.19%, 뽕잎피나무 2.91%, 분비나무 2.46%의 등의 순으로 나타났다.

쪽버들군락(II)은 쪽버들의 평균상대우점치가 6.64%로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 당단풍 6.11%, 물푸레나무 5.80%, 함박꽃나무 5.80%, 전나무 5.05%, 졸참나무 4.98%, 층층나무 4.18%, 들메나무 4.16% 등의 순으로 나타났다.

소나무군락(III)은 소나무의 평균상대우점치가 27.66%로 가장 높게 나타났고, 그 다음으로 굴참나무 8.12%, 쪽동백나무 5.73%, 생강나무 5.32%, 서어나무 4.79% 등의 순으로 나타났다.

털진달래군락(IV)은 털진달래의 평균상대우점치가 14.25%로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 분비나무 12.89%, 신갈나무 7.93%, 눈잣나무 7.72%, 산앵도나무 4.12% 등의 순으로 나타났고, 층위별 구조를 보면 교목층은 분비나무와 신갈나무가 우점하고 있었고, 관목층에는 주로 털진달래와 눈잣나무가 우점하고 있는 구조로 나타났다(Table 3).

사스래나무군락(V)은 사스래나무가 33.19%로 가장 높게 나타났고, 함박꽃나무가 9.69%, 부계꽃나무 8.05%, 청시닥나무 7.54%, 미역줄나무 4.56%, 텀불오리나무 4.05%, 거제수나무 3.65% 등의 순이었다. 본 군락(V)은 털진달래군락(IV)과 유사하게 아고산성 수종구성을 이루고 있었고, 털진달래군락은 주로 털진달래, 눈잣나무 등 관목성 수종의 중요치 값이 높게 나타나는 경향이었고, 사스래나무군락은 사스래나무, 부계꽃나무 등 교목성 수종의 중요치 값이 높은 경향이였다.

잣나무군락(VI)의 평균상대중요치는 잣나무가 29.89%로 가장 높게 나타났고, 그 다음으로는 신갈나무가 10.10%로 나타났으며, 사스래나무 9.33%, 당단풍 5.55%, 전나무 4.77%, 마가목 4.09% 순으로 나타났다. 송연희와 윤충원(2006)은 잣나무 천연림이 상층의 잣나무 개체가 하층으로 갈수록 점유정도가 낮아진다고 하였고, 잣나무군락은 암벽 및

Table 2. Mean importance percentage(M.I.P) of major species for each community

Scientific name	I	II	III	IV	V	VI	VII	
<i>Quercus mongolica</i>	38.80	3.74	4.11	7.93	2.78	10.10	-	신갈나무
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	14.40	6.11	4.52	1.08	-	5.55	-	당단풍
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	3.19	0.50	-	0.87	0.59	1.28	-	철쭉
<i>Tilia taquetii</i>	2.91	2.38	-	1.17	-	-	-	뽕잎피나무
<i>Salix maximowiczii</i>	-	6.64	-	-	-	-	-	쪽버들
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	2.09	5.80	3.92	0.39	-	1.02	-	물푸레나무
<i>Fraxinus mandshurica</i>	-	4.16	-	-	-	-	-	들메나무
<i>Carpinus cordata</i>	-	2.77	1.20	-	-	-	-	까치박달
<i>Acer mono</i>	1.17	3.55	2.08	-	-	-	-	고로쇠나무
<i>Pinus densiflora</i>	0.04	0.84	27.66	-	-	4.07	-	소나무
<i>Quercus variabilis</i>	-	-	8.12	-	-	-	-	굴참나무
<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>ciliatum</i>	0.15	-	-	14.25	0.66	0.90	16.22	털진달래
<i>Abies nephrolepis</i>	2.46	1.35	-	12.89	0.34	3.87	6.85	분비나무
<i>Pinus pumila</i>	-	-	-	7.72	-	-	3.42	눈잣나무
<i>Vaccinium koreanum</i>	0.35	0.06	-	4.12	0.71	0.23	2.15	산앵도나무
<i>Syringa wolffi</i>	0.03	-	-	3.19	-	-	-	꽃개회나무
<i>Juniperus chinensis</i> var. <i>sargentii</i>	-	-	-	2.98	-	-	-	눈향나무
<i>Betula ermani</i>	1.08	0.71	-	3.91	33.19	9.33	-	사스래나무
<i>Magnolia sieboldii</i>	1.87	5.80	0.18	0.57	9.69	1.24	-	함박꽃나무
<i>Acer ukurunduense</i>	-	0.96	-	-	8.05	-	-	부계꽃나무
<i>Acer barbinerve</i>	1.65	1.30	-	0.67	7.54	2.95	-	청시닥나무
<i>Betula costata</i>	-	0.90	-	0.88	3.65	-	-	거계수나무
<i>Pinus koraiensis</i>	4.28	1.13	0.33	3.55	0.27	29.89	3.03	잣나무
<i>Sorbus commixta</i>	0.53	0.70	-	2.88	1.33	4.09	1.75	마가목
<i>Thuja koraiensis</i>	0.40	0.18	-	0.83	2.53	-	55.50	눈측백
<i>Spiraea fritschiana</i>	0.35	0.82	0.51	1.64	1.03	0.82	4.83	참조팝나무
<i>Sedum polystichoides</i>	0.01	0.06	-	0.10	-	-	3.82	바위채송화
Others	24.24	49.55	47.37	28.37	27.64	24.66	2.42	
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	

산정, 사면상부에 분포하고 있어 현재의 모습을 유지할 것으로 판단되나 앞으로 잣나무림의 후계림을 위해 잣나무자생지에 대해 모니터링을 통한 보호 관리가 필요할 것으로 사료된다.

눈측백군락은(VII) 55.50%로 가장 높게 나타났으며, 그

다음으로는 털진달래 16.22%, 분비나무 6.85%, 참조팝나무 4.83%의 순으로 나타났다. 눈측백의 자생지는 암피원과 풍충지에 주로 분포하여 다른 종의 서식이 어려운 입지조건을 가지고 있었다.

Table 3. The importance percentage of the dominant species for each layer in the Community type

Community type	Layer				M.I.P
	Tree	Subtree	Shrub	Herb	
I ( <i>Quercus mongolica</i> community)	73.55	22.54	4.43	1.46	38.80
II ( <i>Salix maximowiczii</i> community)	13.83	2.29	-	0.39	6.64
III ( <i>Pinus densiflora</i> community)	61.87	3.55	-	0.91	27.66
IV ( <i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>ciliatum</i> community)	14.23	-	24.90	3.67	14.25
V ( <i>Betula ermani</i> community)	56.99	30.68	-	-	33.19
VI ( <i>Pinus koraiensis</i> community)	57.69	13.31	7.96	1.54	29.89
VII ( <i>Thuja koraiensis</i> community)	64.81	-	46.88	36.19	55.50

Table 4. Community coefficient of similarity in the study area

community	I	II	III	IV	V	VI	VII
I							
II	0.571						
III	0.326	0.309					
IV	0.367	0.361	0.203				
V	0.222	0.341	0.188	0.383			
VI	0.515	0.485	0.327	0.421	0.341		
VII	0.089	0.095	0.088	0.217	0.280	0.139	

4. 군락유사도

설악산국립공원 지역의 7개 군락유형으로 분류된 군락에서 출현하는 모든 구성종을 이용하여 군락간 유사성을 측정하기 위하여 Sørensen의 유사계수(CCs)를 이용하여 군락 유사도 분석을 하였다(Table 4). 신갈나무군락(I)과 쪽버들군락(II)의 군락유사도는 0.571로 가장 높게 나타났으며, 신갈나무군락(I)과 잣나무군락(VI)의 군락유사도는 0.515로 높게 나타났다. 눈측백군락(VII)은 소나무군락(III)과 0.088로 가장 낮게 나타났으며, 눈측백군락(VII)과 신갈나무군락(I), 눈측백군락(VII)과 쪽버들군락(II)이 각각 0.089, 0.095로 낮게 나타났다. 눈측백군락은 다른 군락들의 유사도 지수가 평균 0.15로서 군락간의 이질성이 가장 높은 것으로 판단되었다(Cox, 1972). 이러한 군락유사도 지수 원인을 고찰해 볼 때 여러 입지환경 조건들 중에서 지형(사면상부와 능선부), 해발고(평균 1,368m) 및 암석노출도(평균 93%)의 영향 때문일 것으로 사료 되었다.

이는 눈측백군락이 설악산 아고산지대의 강한바람을 이겨내기 위한 생존전략으로 다른 군락과 다르게 특수한 지형에서 분포하여 군락유사도가 다르게 나타난 것으로 사료된다.

인용문헌

김종원, 이울경(2006) 식물사회학적 식생조사와 평가방법. 월드사이언스. 240pp.  
 김혜진, 윤충원(2009) 문수산, 옥석산 일대의 산림식생유형 분류와 종간연관 분석. 한국임학회지. 98(4): 379-391.  
 송연희, 윤충원(2006) 설악산 국립공원 잣나무 천연림의 군락유형 및 임분구조. 한국환경생태학회지. 24(1): 29-40.

윤충원, 김혜진, 양희문, 임종환, 김영걸, 신준환, 이병천(2009) 화악산의 산림군락과 환경요인의 상관관계 분석. 한국환경과학회지. 18(5): 579-588  
 윤충원 등(In press) 한국의 산림식생.  
 조현제, 이중효, 배관호(2006) 월악산 주요 임분의 종조성과 구조: 국가장기생태연구지소를 중심으로. 한국생태학회지. 29(6): 531-537.  
 홍문표.(2004) 설악산 삼림식생의 생태학적 연구. 건국대학교 박사 학위 논문. 263pp.  
 Braun-Blanquet, J.(1964) Pflanzensoziologie grundzuge der vegetation der vegetation 3. Auf, Springer-Verlag, Wien, New York, 865pp.  
 Brower, J. E. and J. H. Zar.(1977) Field and laboratory methods for general ecology, WM. C. Brown Co. Publ. Dubuque, Iowa, 194pp.  
 Cox, G. W.(1972). laboratory manual of general ecology. WM. C. Brown Co. Publ. Iowa. 232pp.  
 Dierssen, K.(1990). *Einfhrung Pflanzensoziologie*. Akademie-Verlag. Berlin. pp. 241.  
 Ellenberg, H.(1956) Grundlagen der vegetationsgliederung 1. Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde, In : Waltel, H.(Hrsg) Einführung in die Phytologie IV. Stuttgart. 136pp.  
 Kimmins J. P.(1987) Forest ecology. Macumilan publishing company. 530pp.  
 Odum, E.P.(1971) Fundamentals of ecology. 3rd. ed. Saunders Philadelphia, P.A. 574pp.  
 Ward, J.H.(1963) Hierarchical grouping to optimise an objective function, Journal of the American Statistical Association, 58: 236-244.  
 鈴木兵二, 伊藤秀三, 豊原源太郎(1987) 식생조사법 -식물사회학적 연구법-. 일신사. 170pp.