

# 월악산국립공원의 산림군집구조<sup>1</sup>

- 영봉 및 도락산 일원을 중심으로 -

오구균<sup>2</sup> · 최송현<sup>3</sup> · 김성현<sup>4</sup> · 최우경<sup>4\*</sup>

## Analysis of the Forest Community Structure in the Woraksan National Park<sup>1</sup>

- Case Study of Yeongbong and Doraksan Region -

Koo-Kyoon Oh<sup>2</sup>, Song-Hyun Choi<sup>3</sup>, Sung-Hyun Kim<sup>4</sup>, Woo-Kyong Choi<sup>4\*</sup>

### 요 약

월악산국립공원에 덕주사·영봉·신록사구간과 도락산·상선암구간의 산림군집구조 분석을 실시하기 위해 22개 조사구를 설치하고 classification기법중 하나인 TWINSpan을 이용하여 군집 분리를 한 결과 소나무·졸참나무군집, 신갈나무·졸참나무군집, 신갈나무·물박달나무군집, 소나무·신갈나무군집, 신갈나무군집, 신갈나무·당단풍군집의 6개 식물군집으로 최종 분리되었다. 산림군집구조분석 결과 추정되는 천이계열은 교목층에서 소나무가 졸참나무, 신갈나무로 천이진행이 예상되었고, 아교목층에서는 철쭉꽃이 쇠물푸레나무, 당단풍나무로 천이진행이 예측된다. 그러나 일부지역에서는 신갈나무가 우점하는 토지극상단계로 유지할 것으로 예상된다.

주요어 : 천이계열, 식생구조, 토지극상

### ABSTRACT

To investigate the vegetation structure of the Woraksan National Park, twenty-two plots were set up and surveyed. According to the analysis of classification by TWINSpan, the communities were divided by six groups: *Pinus densiflora-Quercus serrata*, *Q. mongolica-Q. serrata*, *Q. mongolica-Betula davuieica*, *P. densiflora-Q. mongolica*, *Q. mongolica*, *Q. mongolica-Acer pseudosieboldianum*. Successional sere of the forest vegetation in the surveyed area were proceeding from *Pinus densiflora* to *Quercus serrata*, *Quercus mongolica* in the canopy layer group and from *Rhododendron schlippenbachii* to *Fraxinus sieboldiana* and *Acer pseudosieboldianum* in the understory layer group. But *Q. mongolica* might be edaphic climax species in some area.

**KEY WORDS : SUCCESSION SERE, VEGETATION STRUCTURE, EDAPHIC CLIMAX**

1 접수 2005년 3월 31일 Received on March 31, 2005

2 호남대학교 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Honam Univ., Gwangju(506-714), Korea

3 밀양대학교 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Miryang National Univ., Miryang(627-702), Korea

4 호남대학교 대학원 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Graduate School, Honam Univ., Gwangju(506-714), Korea

\*교신저자, Corresponding author

## 서론

1984년 12월에 건설부 고시 제 565호로 17번째 국립공원으로 지정된 월악산국립공원은 백두대간이 소백산을 지나 속리산으로 연결되는 중간부분에 위치하고 있다. 행정구역상으로는 충청북도 단양군 단양읍, 충주시 살미면, 제천시 적성면 일부와 경상북도 문경시 동노면에 걸쳐 있으며, 총 면적은 284.205km<sup>2</sup>이다.

월악산국립공원의 동서지역에서는 월악산(1,094m)을 중심으로 소백산맥의 지맥이 충주호에서 시작되었고, 중앙에는 관봉(529m)에서 시작하여 월악산(1,094m), 만수봉(983m), 포암산(961m), 부봉(935m), 주흘산(1,106m) 등이, 서측으로는 대미산(678m), 신성봉(1,525m), 마역봉(927m), 조령산(1,025m) 등이 자리잡고 있으며, 동측에는 매봉(422m), 야미산(525m), 다량산(591m), 어래산(808m), 하설산(1,027m), 매두막(1,099m) 등의 능선이 가장 발달되어 있다. 월악산국립공원의 지형은 표고 600m 이상의 지형이 전체 37.2%로서 수직에 가까운 암석들로 분포하고 있으며, 이로 인해 중생대 백악기에 형성된 흑운모 화강암이 장기간 지표에 노출되어 침식 및 퇴적작용을 받으면서 암석이 가진 절리 등 지질학적 특성에 의해 험준한 지형과 기암과 절벽, 폭포 등의 경관적 특징을 가지고 있다. 문수봉(1,162m), 월악산(1,094m), 금수산(1,015m), 신성봉(1,028m) 등의 산봉우리와 송계계곡, 만수계곡, 미륵계곡 등의 자연경관이 널리 알려져 있으며, 관광자원으로 그 가치가 높은 지역이다. (국립공원관리공단, 1996)

따라서 본 연구는 월악산국립공원의 전체적인 현존식생 분포를 파악하기 위해 영봉 및 도락산 일원의 산림군집구조를 조사, 분석함으로써 국립공원 관리의 기초 자료 제공을 목적으로 한다.

## 조사구 설정 및 방법

### 1. 조사지 설정 및 조사 시기

월악산국립공원의 전체적인 현존식생 분포를 파악하기 위하여 덕주사-영봉-신록사구간과 도락산-상선암구간에 그림 1과 같이 해발고 100m마다 15m×20m(300 m<sup>2</sup>)의 조사구를 22개소 설치하였다. 본 연구는 2004년 4월 예비조사를 거쳐 2004년 7월에 본 조사를 실시하였다.

### 2. 환경요인 분석

본 조사 대상지에 대한 환경요인조사는 조사구의 일반적 개황을 조사하였다. 일반적 개황은 조사구별로 해발고, 방위, 경사도, 수목의 평균수고, 조사구에 출현하는 목본종수를 측정, 조사하였다.

### 3. 산림군집구조분석

식생조사는 조사구 내에서 목본식물을 대상으로 층위별로 수종명, DBH를 측정하였으며, 층위는 교목상

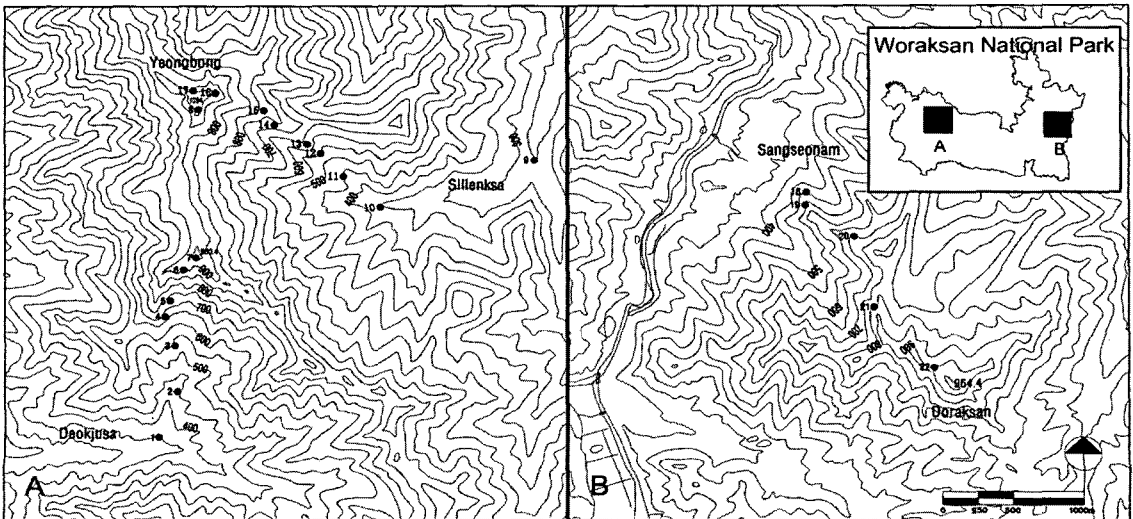


Figure 1. The location map of the survey plots in the Woraksan National Park

층, 아교목층, 관목층으로 구분하여 측정하였다. 측정된 식물자료를 토대로 Curtis and McIntosh(1951)의 중요치(I.V.:Importance Value)를 백분율로 환산한 상대우점치와 평균상대우점치(Brower and Zar, 1997)로 산림군 집분석을(Hill, 1979) 하였다. 종구성 상태의 다양한 정도를 나타내는 척도인 종다양성은 Simpson(1949)의 종다양도, Hubert의 P.I.E.(Cox, 1976), Shannon의 종다양도, 최대종다양도(Hmax), 균제도(J'), 우점도(D: Dominance)(Pielou, 1975)를 분석하였으며, 자연로그를 사용하여 Shannon의 종다양도를 계산하였다. 또한 Whittaker(1956)의 수식을 이용하여 유사도지수를 계산하였으며, 식생조사자료를 정리한 식물명은 산림청(2004)의 국가 표준식물목록을 따랐다.

## 결과 및 고찰

### 1. 조사지 개황

TWINSPAN 분석에 의하여 분리된 6개 산림군집별,

조사지별 식생 및 환경현황은 표 1과 같다.

각 조사구들은 해발 250m에서 1,050m 사이에 분포하며, 경사도는 23°에서 45°이다. 목본식물의 수고를 보면 교목층은 8m에서 21m이고, 아교목층은 4m에서 10m이며, 관목층은 0.6m에서 1.0m이다. 조사구당 목본식물의 출현종수는 5~23종으로 비교적 종수가 적은 천연림 상태를 나타냈다.

### 2. 산림군집구분

22개 조사구에 대해 classification분석 중 TWINSPAN 분석을 실시하여 산림군집을 분석하였다.(그림 2).

TWINSPAN에 의한 산림군집의 분리는 지형, 방위, 해발고, 산불의 영향 등이 환경인자로 작용하여 산림군집이 분리되는 것으로 알려져 왔으나(이경재 등, 1993) 조사한 시험구들의 방위, 해발고를 비롯한 여러 가지 환경요인이 유사하여 산림군집분리의 경향이 뚜렷하게 나타나지 않았다.

산림군집구분을 실시한 결과를 살펴보면, 첫 번째 분리에서는 2개의 집단으로 나뉘었고, 혼효림이 왼쪽으

Table 1. Description of the physical features of each plot classified by TWINSPAN in the Woraksan National Park

Plant community Plot Number	I				II				III	
	1	9	10	11	3	12	13	15	16	5
Altitude(m)	350	250	350	450	550	550	630	820	940	740
Location	Valley	Valley	Valley	Valley	Valley	Valley	Valley	Valley	Ridge	Valley
Aspect	W340N	E150S	W280N	S220W	W280N	S200W	S180W	N30E	E160S	N50E
Slope(°)	24	28	28	27	25	37	31	32	24	38
Height of canopy(m)	16	18	20	18	16	20	21	20	14	18
Height of understory(m)	4	9	10	9	6	9	10	8	8	7
Height of shrub(m)	1	0.8	0.7	0.8	0.9	0.7	0.8	0.6	0.7	0.9
Number of species	21	14	19	21	12	15	15	16	16	14

Table 1. (Continued)

Plant community Plot Number	IV					V				VI		
	2	4	14	21	22	6	18	19	20	7	8	17
Altitude(m)	425	660	730	550	490	900	900	800	700	950	1050	980
Location	Valley	Valley	Valley	Slope	Slope	Valley	Slope	Slope	Slope	Ridge	Ridge	Ridge
Aspect	N70E	W220S	E170S	E150S	N30E	E100S	N310W	W280N	N40E	N30E	N10E	N310W
Slope(°)	33	42	33	32	37	45	45	40	23	45	29	26
Height of canopy(m)	8	8	21	12	12	12	12	12	12	12	13	8
Height of understory(m)	6	7	7	6	7	7	6	7	7	7	8	7
Height of shrub(m)	0.9	0.8	0.6	0.8	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7	0.9	0.9	0.6
Number of species	12	14	9	11	10	5	15	12	13	11	18	23

\* I (*Pinus densiflora-Quercus serrata*), II (*Q. mongolica-Q. serrata*), III (*Q. mongolica-Betula davurica*), IV (*P. densiflora-Q. mongolica*), V (*Q. mongolica*), VI (*Q. mongolica-Acer pseudosieboldianum*).

로, 신갈나무림은 오른쪽으로 분리되었다.

첫 번째 왼쪽으로 분리된 집단의 두 번째 분리에서 지표종으로 소나무-졸참나무가 왼쪽으로, 신갈나무와 졸참나무가 오른쪽으로 나뉘었고, 오른쪽으로 분리된 집단은 회나무가 출현하지 않은(IV, V)집단과 회나무가 출현한 집단(VI)으로서 지표종으로 분리되었다.

이렇게 나뉘어진 6개의 산림군집에서 산림군집 I은 소나무와 졸참나무군집, 산림군집 II는 신갈나무와 졸참나무군집, 산림군집 III은 신갈나무와 물박달나무군집이었다. 산림군집 IV는 소나무와 신갈나무군집, 그리고 산림군집 V는 신갈나무군집, 산림군집 VI은 신갈나무와 당단풍군집이었다.

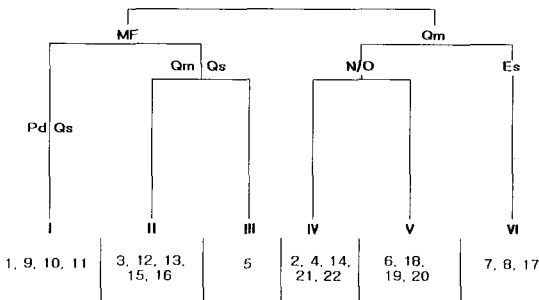


Figure 2. The dendrogram of classification by TWINSpan using twenty-two plots in the Woraksan National Park(MF: Mixed forat, Pd: *Pinus densiflora*, Qs: *Quercus serrata*, Qm: *Q. mongolica*, Es: *Euonymus sachalinensis*, N/O: Non observation)

\*Number of plant community are referred to table 1.

### 3. 상대우점치 분석

표 2는 TWINSpan분석에 의해 나누어진 6개 산림군집으로, 22개 조사구에 출현한 66종의 상대우점치(Importance Percentage)와 평균상대우점치(Mean Importance Percentage)를 나타낸 것이다.

산림군집 I은 소나무-졸참나무군집으로서, 교목층에서는 졸참나무(39.20%), 소나무(25.04%), 신갈나무(8.14%), 굴참나무(7.33%) 순으로 우세하게 나타났으며, 아교목층에서는 졸참나무(19.52%)가 우세하고, 관목층에서는 생강나무(33.95%)가 주요 출현수종이었다. 교목층과 아교목층에서 졸참나무의 세력이 우세하여 당분간 졸참나무군집이 유지 될 것으로 추정된다.

산림군집 II는 신갈나무-졸참나무군집으로서, 교목

층에서는 신갈나무(52.66%), 졸참나무(43.92%)가 우점종으로 경쟁관계에 있었고, 소나무(2.73%)의 세력은 약하였다. 아교목층에서는 생강나무(11.98%), 쇠물푸레나무(11.71%)가 우점종으로 나타났고, 관목층에서는 생강나무(40.99%)가 우점하고 있었다. 따라서 산림군집 II는 교목층에서 소나무가 도태되어가고 있어 신갈나무와 졸참나무등 낙엽참나무류가 우세한 산림군집으로 천이가 예상된다.

산림군집 III은 신갈나무-물박달나무군집으로서, 층위별로 상대우점치를 살펴보면 교목층에서는 신갈나무(40.52%), 물박달나무(34.39%)가 우세하게 나타났고 두 수종은 경쟁관계에 있었다. 아교목층에서는 신갈나무(22.80%)가 생강나무(46.93%)의 뒤를 이어 우세한 위치를 점하고 있다. 그러나 물박달나무는 아교목층과 관목층에서 출현하지 않아 신갈나무가 우점하는 산림군집으로 지속 될 것이 예상된다.

산림군집 IV는 신갈나무와 소나무군집으로서, 층위별 상대우점치를 보면 교목층에서는 신갈나무(64.05%)가 우점종이었고 소나무(29.92%), 굴참나무(4.34%) 등이 뒤를 이었다. 아교목층에서는 쇠물푸레(36.06%)가 우점종이었고 소나무(15.88%), 신갈나무(15.71%)가 주요 출현수종이었다. 관목층에서도 쇠물푸레(27.28%)의 뒤를 이어 신갈나무(13.77%)가 우세한 위치를 점하고 있어 신갈나무가 우점하는 산림군집으로 유지 될 것으로 판단된다.

산림군집 V는 신갈나무군집으로서, 교목층에는 신갈나무(96.11%)가 우점종이었고, 굴참나무(3.90%)가 뒤를 이었다. 아교목층에서도 신갈나무(24.20%)가 쇠물푸레(24.45%)뒤를 이어 우세한 위치를 점하고 있으며, 관목층에서는 쇠물푸레나무(25.65%)가 우세하게 나타났다. 따라서 산림군집 V는 신갈나무가 우점하는 산림군집으로 유지될 것으로 판단된다.

산림군집 VI은 신갈나무-당단풍군집으로서, 교목층에서는 신갈나무(77.58%)가 우점종이었고, 까치박달(8.66%)이 우세하게 출현하고 있었다. 아교목층에서는 당단풍(29.27%)이 주요수종이었고 철쭉꽃(22.44%), 쇠물푸레(15.76%)순으로 상대우점치를 나타냈다. 관목층에서는 쇠물푸레(27.28%)가 우점종이었다. 산림군집 VI은 일정기간 신갈나무림으로 유지될 것으로 보인다.

이상으로 미루어 보아 월악산국립공원 영봉 및 도락산 일원의 산림군집구조분석을 종합하면, 산림군집 I과 II는 소나무에서 졸참나무와 신갈나무로 식생천이가 예상되고, 산림군집 III, IV, V, VI에서는 낙엽참나무류에서 극상단계로 넘어가는 단계이거나 토지극상단계

Table 2. Importance percentage of major woody species in each plant community

Plant community type Species name	I				II				III			
	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M
<i>Pinus densiflora</i>	25.04	0.25	-	12.60	2.73	-	-	1.37	9.51	-	-	4.76
<i>Corylus heterophylla</i>	-	2.45	1.83	1.12	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ulmus davidiana</i>	-	4.33	-	1.44	-	6.33	-	2.11	-	-	-	-
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	-	11.16	0.50	3.80	-	11.71	0.22	3.94	-	13.27	-	4.42
<i>Deutzia grandiflora</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.69	2.28
<i>Betula davurica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	34.39	-	-	17.20
<i>Carpinus cordata</i>	-	-	-	-	-	1.24	-	0.41	-	-	-	-
<i>C. laxiflora</i>	-	1.66	-	0.55	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Quercus variabilis</i>	7.33	1.00	-	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Q. aliena</i>	3.79	5.03	-	3.57	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Q. mongolica</i>	8.14	1.54	-	4.58	52.66	5.35	5.49	29.03	40.52	22.80	-	27.86
<i>Q. serrata</i>	39.2	19.52	2.70	26.56	43.92	4.31	-	23.40	9.23	-	-	4.62
<i>Lindera obtusiloba</i>	-	3.86	33.95	6.95	0.69	16.98	40.99	12.84	-	46.93	70.64	27.42
<i>L. erythrocarpa</i>	-	0.29	3.18	0.56	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Deutzia parviflora</i>	-	-	0.50	0.08	-	0.57	-	0.19	-	-	-	-
<i>D. glabrata</i>	-	-	-	-	-	-	3.45	0.58	-	-	-	-
<i>Philadelphus schrenkii</i>	-	-	-	-	-	1.58	-	0.53	-	-	-	-
<i>Stephanandra incisa</i>	-	-	12.19	2.03	-	-	2.06	0.34	-	-	-	-
<i>Sorbus alnifolia</i>	-	0.47	-	0.16	-	8.53	-	2.84	-	-	-	-
<i>Rubus crataegifolius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.67	2.61
<i>Prunus sargentii</i>	1.49	2.22	-	1.49	-	-	-	-	6.36	-	-	3.18
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.04	-	1.35
<i>Lepedeza maximowiczii</i>	-	-	4.11	0.69	-	-	25.90	4.32	-	-	-	-
<i>Securinega suffruticosa</i>	-	0.22	-	0.07	-	-	0.27	0.05	-	7.40	-	2.47
<i>Maackia amurensis</i>	-	-	-	-	-	0.76	-	0.25	-	-	-	-
<i>Amorpha fruticosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.95	1.66
<i>Phellodendron amurense</i>	-	-	-	-	-	1.34	0.37	0.51	-	-	-	-
<i>Rhus javanica</i>	-	-	0.60	0.10	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>R. tricocarpa</i>	-	3.40	11.88	3.11	-	2.07	-	0.69	-	-	-	-
<i>R. sylvestris</i>	-	-	0.50	0.08	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Euonymus sachalinensis</i>	-	-	3.98	0.66	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Staphylea bumalda</i>	-	-	-	-	-	-	0.46	0.08	-	-	-	-
<i>Acer pictum</i>	-	-	-	-	-	1.79	-	0.60	-	-	-	-
<i>A. pseudosieboldianum</i>	-	14.04	5.08	5.53	-	6.10	1.87	2.35	-	2.88	-	0.96
<i>A. mandshuricum</i>	-	-	-	-	-	3.86	-	1.29	-	-	-	-
<i>Tilia amurensis</i>	-	0.90	-	0.30	-	2.45	-	0.82	-	-	-	-
<i>Actinidia polygama</i>	-	-	-	-	-	-	0.25	0.04	-	-	-	-
<i>Kalopanax septemlobus</i>	-	-	-	-	-	4.34	-	1.45	-	-	-	-
<i>Cornus controversa</i>	1.24	2.06	-	1.31	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. walteri</i>	-	1.84	-	0.61	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	-	1.04	5.00	1.18	-	3.62	0.25	1.25	-	1.94	-	0.65
<i>R. schippenbachii</i>	-	0.47	-	0.16	-	1.73	-	0.58	-	-	-	-
<i>Vaccinium hirtum</i>	-	1.72	0.51	0.66	-	5.18	6.20	2.76	-	-	-	-
<i>Styrax obassis</i>	-	9.26	1.32	3.31	-	5.26	-	1.75	-	-	-	-
<i>Fraxinus mandshurica</i>	-	1.03	-	0.34	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>F. rhynchophylla</i>	-	2.03	1.69	0.96	-	4.63	2.31	1.93	-	-	-	-
<i>Callicarpa japonica</i>	-	0.21	1.56	0.33	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Viburnum erosum</i>	-	-	4.85	0.81	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Weigela subsessilis</i>	-	0.19	2.99	0.56	-	0.32	-	0.11	-	0.76	-	0.25
<i>Lonicera maackii</i>	-	0.19	-	0.06	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Smilax china</i>	-	-	1.57	0.26	-	-	-	-	-	-	-	-

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

\* Number of plant community are referred to table 1.

Table 2. (Continued)

Plant community type Species name	IV				V				VI			
	C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M
<i>Pinus densiflora</i>	29.92	15.88	0.50	20.34	-	-	1.08	0.18	2.87	-	-	1.44
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	-	36.06	27.28	16.57	-	24.45	25.65	12.43	-	15.76	8.20	6.62
<i>Betula schmidtii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.54	-	0.18
<i>B. chinensis</i>	-	-	-	-	-	-	0.36	0.06	-	-	-	-
<i>B. davurica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.54	-	0.18
<i>Carpinus cordata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	8.66	9.24	-	7.41
<i>C. laxiflora</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	6.62	2.25	-	4.06
<i>C. turczaninovii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.41	0.07
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	-	0.47	-	0.16	-	-	-	-	-	-	-	z-
<i>Quercus variabilis</i>	4.34	9.57	4.24	6.07	3.90	-	-	1.95	-	-	-	-
<i>Q. mongolica</i>	64.05	15.71	13.77	39.56	96.11	24.20	5.89	57.10	77.58	1.03	7.69	40.42
<i>Q. serrata</i>	1.69	-	-	0.85	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Morus bombycis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.26	-	0.09
<i>Lindera obtusiloba</i>	-	0.24	3.08	0.59	-	-	-	-	-	0.88	2.98	0.79
<i>Philadelphus schrenkii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.34	-	0.11
<i>Sorbus alnifolia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.80	-	1.60
<i>Pyrus ussuriensis</i>	-	-	0.87	0.15	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rubus crataegifolius</i>	-	-	1.01	0.17	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Prunus sargentii</i>	-	0.39	-	0.13	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	-	1.34	4.84	1.25	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	-	-	0.88	0.15	-	-	-	-	-	-	1.98	0.33
<i>L. cyrtobotrya</i>	-	0.20	-	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. bicolor</i>	-	-	7.75	1.29	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Amorpha fruticosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.61	1.60
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	-	1.45	0.46	0.56	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhus tricocarpa</i>	-	2.07	3.20	1.22	-	1.34	0.71	0.57	-	1.11	1.37	0.60
<i>Tripterygium regelii</i>	-	-	-	-	-	-	0.93	0.16	-	-	3.91	0.65
<i>Euonymus sachalinensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.26	2.31	0.81
<i>Acer pictum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.09	-	0.70
<i>A. pseudosieboldianum</i>	-	1.38	-	0.46	-	0.75	-	0.25	-	29.27	13.80	12.06
<i>Tilia amurensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.31	-	0.77
<i>Kalopanax septemlobus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.19	-	0.40
<i>Cornus controversa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1.41	-	-	0.71
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	-	6.84	11.65	4.22	-	5.16	1.87	2.03	-	1.46	7.69	1.77
<i>R. tschonoskii</i>	-	-	5.24	0.87	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>R. schlippenbachii</i>	-	0.89	-	0.30	-	12.96	15.13	6.84	-	22.44	31.83	12.79
<i>Vaccinium hirtum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.90	0.48
<i>Symplocos chinensis</i>	-	2.09	4.90	1.51	-	0.29	13.29	2.31	-	0.58	0.61	0.30
<i>Styrax obassis</i>	-	5.20	5.22	2.60	-	-	0.24	0.04	-	0.79	-	0.26
<i>Fraxinus mandshurica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2.87	-	-	1.44
<i>F. rhynchophylla</i>	-	-	-	-	-	0.24	1.00	0.25	-	1.65	1.47	0.80
<i>Weigela subsessilis</i>	-	-	-	-	-	-	2.57	0.43	-	0.26	-	0.09
<i>Lonicera maackii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.27	0.21
<i>Rhododendron micranthum</i>	-	0.27	5.14	0.95	-	8.17	-	2.72	-	-	-	-

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

\* Number of plant community are referred to table 1.

로 판단된다. 한편, 도락산과 영봉지역간 식생분포차이가 없었고 입지적 특성에 따른 식생분포의 특성이 나타나고 있지 않았는데 이는 대상지의 토심이 얇고 식생발달이 미약하기 때문이라고 사료된다.

4. 흉고직경급별 분석

전체 22개 조사구에 대하여 산림군집구분에 의해 분리된 산림군집의 주요 수종에 대해 흉고직경분포를 나타낸 것은 표 3이다.

흉고직경분포는 수령 및 입분동태의 간접적인 표현으로 산림천이의 양상을 추정할 수 있다(Harcombe & Marks, 1978). 따라서 각 산림군집의 흉고직경분포와 산

림군집별 주요 수종을 비교 분석함으로써 본 연구대상지의 식생발달 과정을 예측할 수 있다(이경재 등, 1998).

산림군집 I의 흉고직경분포에서 졸참나무는 DBH 2cm에서 42cm구간에 고르게 분포하고 있고, 소나무가 DBH 7cm에서 47cm구간에 고루 분포하고 있었으나, 소나무는 DBH 7cm이하에서 1주, 관목층에서는 발견되지 않아 장차 차대를 형성하지 못할 것으로 보인다. 졸참나무는 DBH 7cm이하에서 62주, 관목층에서 24주가 관찰되어 점차 소나무를 도태시키고 세력을 확장시켜 나갈 것으로 생각된다.

산림군집 II에서 신갈나무는 DBH 2cm에서 42cm구간에 53주가 출현하였으며, DBH 52cm이상의 대경목도 1주 조사되었다. 졸참나무는 DBH 2cm에서 52cm구

Table 3. The DBH distribution of major woody species for each plant community in the Woraksan National Park

Plant community	Species	Shrub	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>6</sub>	D <sub>7</sub>	D <sub>8</sub>	D <sub>9</sub>	D <sub>10</sub>	D <sub>11</sub>	D <sub>12</sub>
I	<i>Pinus densiflora</i>	-	-	1	-	3	3	4	4	-	3	1	-	-
	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	6	10	40	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Quercus serrata</i>	24	1	45	16	3	5	9	6	4	3	-	-	-
	<i>Lindera obtusiloba</i>	204	1	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Stephanandra incisa</i>	66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Rhus tricocarpa</i>	48	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Acer pseudosieboldianum</i>	48	1	26	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-
II	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	6	-	33	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Quercus mongolica</i>	24	-	7	9	4	13	12	6	1	1	-	-	1
	<i>Q. serrata</i>	-	-	5	2	3	7	8	6	4	1	1	1	-
	<i>Lindera obtusiloba</i>	384	-	59	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Lespedeza maximowiczii</i>	552	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
III	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	-	-	6	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Deutzia grandiflora</i>	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Betula davurica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
	<i>Quercus mongolica</i>	-	-	1	1	2	1	-	-	1	-	-	1	-
	<i>Lindera obtusiloba</i>	72	2	43	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Rubus crataegifolius</i>	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IV	<i>Pinus densiflora</i>	6	1	31	14	8	4	3	4	1	-	2	-	-
	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	240	3	91	9	-	-	1	-	-	-	-	-	-
	<i>Quercus mongolica</i>	84	-	15	34	22	18	8	4	1	-	-	-	-
	<i>Rhododendron schippenbachii</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	534	4	58	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Quercus mongolica</i>	90	1	36	28	12	18	10	4	4	3	3	-	1
	<i>Rhododendron schippenbachii</i>	54	-	16	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Symplocos chinensis</i>	330	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VI	<i>Fraxinus sieboldiana</i>	84	-	25	3	2	1	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Quercus mongolica</i>	72	-	1	3	7	8	16	6	2	2	-	-	-
	<i>Acer pseudosieboldianum</i>	90	-	49	9	3	1	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Rhododendron schippenbachii</i>	192	1	44	6	1	1	-	-	-	-	-	-	-

\*D<sub>1</sub><2(cm), 2≤D<sub>2</sub><7, 7≤D<sub>3</sub><12, 12≤D<sub>4</sub><17, 17≤D<sub>5</sub><22, 22≤D<sub>6</sub><27, 27≤D<sub>7</sub><32, 32≤D<sub>8</sub><37, 37≤D<sub>9</sub><42, 42≤D<sub>10</sub><47, 47≤D<sub>11</sub><52, D<sub>12</sub>≥52

\*Number of plant community are referred to table 1.

간에 38주가 출현하였고, 관목의 경우에는 생강나무와 쇠물푸레나무가 DBH 2cm에서 12cm구간에 집중적으로 분포하고 있다. 신갈나무와 졸참나무가 고르게 분포하고 있는 것으로 보아 졸참나무림과 신갈나무림의 경쟁관계가 지속 될 것으로 예상된다.

산림군집 III에서 흉고직경분포는 신갈나무가 DBH 2cm에서 52cm구간에 분포하고 있으며, 물박달나무는 DBH 42cm에서 47cm구간에 1주가 조사되었고, DBH 52cm이상의 대경목도 1주가 조사되었다. 관목층과 아교목층에서 물박달나무가 발견되지 않은 것으로 보아 물박달나무에서 신갈나무림으로 천이진행이 예상된다.

산림군집 IV에서는 우점종인 신갈나무가 DBH 2cm에서 37cm구간에서 고르게 분포하고 있었으며, 소나무도 DBH 2cm에서 47cm구간에 고른 분포를 보였다. 그러나 관목 및 아교목에서 소나무보다 신갈나무의 개체수가 많이 나타나는 것으로 보아 신갈나무군집으로 천이진행이 예상된다.

산림군집 V의 흉고직경분포를 보면 우점종인 신갈나무가 DBH 2cm에서 52cm구간이상까지 고르게 분포하고 있었으며, 특히 DBH 2cm에서 22cm구간에 94개체가 출현하였고, 관목층에서는 쇠물푸레가 534개체 출현하였다. 따라서 신갈나무군집으로 유지될 것이다.

산림군집 VI의 흉고직경분포를 보면 신갈나무가 DBH 2cm에서 37cm구간에 45주가 출현하였으며, 관목층에서는 당단풍과 철쭉꽃이 DBH 2cm에서 22cm구간에 다수 출현하고 하고 있었다. 천이단계상 차대를 형성할 다른 수종의 세력이 약하여 신갈나무림으로 유지될 것으로 예상된다.

월악산의 지형이 흑운모 화강암으로 구성된 바위산이므로 토양이 척박하고 건조하여 습윤지에 잘 자라는 졸참나무, 갈참나무등 보다는 척박지에서 잘 자라는 신갈나무가 분포하기 유리한 것으로 판단된다.

### 5. 유사도지수 및 종다양도 분석

표 4은 6개 산림군집 간 유사도지수를 나타낸 것이다.

유사도지수는 산림군집 간 20%미만일 때 서로 이질적인 집단이고, 80%이상일 때 서로 동질적인 집단으로서 (Whittaker, 1956), 생태적으로 유사한 집단 간의 유사도 지수는 높게 나타난다(Cox, 1976). 산림군집 IV(소나무-신갈나무)와 산림군집 V(신갈나무)간의 유사도지수는 61.42%로 공통적으로 출현하는 수종이 다수인 것을 알 수 있었다. 산림군집 I(소나무-졸참나무)과 V(신갈나무)는 유사도 지수가 19.20%로 낮아 이질적이었다. 산림군집 IV(소나무-신갈나무)와 V(신갈나무)의 유사도 지수는 58.41%, 산림군집 II(신갈나무-졸참나무)와 III(신갈나무-물박달나무)은 52.40%, 산림군집 IV(소나무-신갈나무)와 VI(신갈나무-당단풍나무)은 52.05%, 산림군집 I(소나무-졸참나무)과 II(신갈나무-졸참나무)는 51.02%이었고 산림군집 I(소나무-졸참나무)과 III(신갈나무-물박달나무)는 28.13%, 산림군집 I(소나무-졸참나무)과 IV(소나무-신갈나무)는 22.64%이었다.

표 5는 6개 산림군집의 종다양도를 분석한 것이다.

Shannon의 종다양도가 가장 높게 나타난 산림군집은 군집 I(소나무-졸참나무)로서 2.8598이었다. 국립공원 지역별로 소나무-졸참나무군집의 종다양도를 살펴보면, 주왕산국립공원 이전동 절터지역이 2.4969(이경재 등, 1995)로 나타났다. 산림군집II(신갈나무-졸참나무)의 종다양도지수 2.0668, 산림군집III(신갈나무-물박달나무)의 종다양도지수 1.3619로 나타났다.

산림군집IV(소나무-신갈나무)의 종다양도 지수는 2.3292이고, 소백산국립공원의 달밭재-비로봉지역은 1.5955(박인협 등, 1993), 소백산국립공원 회방계곡의 종다양도지수 2.3656(이경재 등, 1993), 치악산국립공원 비로봉은 2.8888(박인협 등, 1988)로 나타났다.

산림군집V(신갈나무)의 종다양도지수는 2.0729로 나타났다. 산림군집VI(신갈나무-당단풍나무)에서의 종다양도지수는 2.4732으로, 소백산국립공원 회방계곡은 2.5118(이경재 등, 1993), 지리산국립공원 아고산지대는 2.819(추갑철 등, 2000), 백두대간 피재-도래기재지역은 2.6981(오구균과 박석곤, 2002)으로 나타났다.

Shannon의 종다양도지수가 가장 높게 나타난 산림군

Table 4. Similarity index(%) between communities in the Woraksan National Park

Plant community	I	II	III	IV	V
II	51.02				
III	28.13	52.40			
IV	32.98	41.89	41.14		
V	19.20	43.33	38.80	61.42	
VI	22.64	47.18	36.39	52.05	58.41

\*Number of plant community are referred to table 1



Table 5. Various diversity of each plant community

Plant community	H <sup>1</sup>	Simpson'	P.I.E. <sup>2</sup>	J'	D'	H'max
I	2.8598	10.8088	0.9073	0.7862	0.2138	1.5798
II	2.0668	4.9709	0.7990	0.6019	0.3981	1.4914
III	1.3619	2.1923	0.5439	0.5161	0.4839	1.1461
IV	2.3292	6.4461	0.8449	0.7429	0.2571	1.3617
V	2.0729	5.5583	0.8203	0.6706	0.3294	1.3424
VI	2.4732	8.1926	0.8781	0.7136	0.2864	1.5051

<sup>1</sup>.Shannon's diversity index uses logarithms to base 10

<sup>2</sup>.P.I.E. = the Probability of Interspecific Encounter

\* Number of plant community are referred to table 1.

집 I (소나무-졸참나무)은 Simpson과 P.I.E. 지수에서도 각각 10.8088, 0.9073으로 최고치를 나타내었으며 종수 및 균재도에서도 가장 높게 나타났다.

## 인 용 문 헌

- 국립공원관리공단(1996) 월악산국립공원자연자원조사, 216쪽.
- 박인협, 이경재, 조재창(1988) 치악산국립공원의 삼림군집구조, -구룡산-비로봉지역을 중심으로-. 응용생태연구 2(1): 1-8.
- 박인협, 최영철, 문광선(1993) 소백산지역 달밭재 비로봉능선부의 삼림군집구조. 응용생태연구 6(2): 147-153
- 산림청(2004) 국가표준식물목록, 218쪽.
- 이경재, 조우, 조재창(1993) 소백산국립공원 천동계곡의 식물군집구조분석. 응용생태연구 6(2): 134-146.
- 이경재, 최송현, 조우(1995) 주왕산국립공원 삼림군집구조 분석, -이전동 절터지역을 중심으로-. 응용생태연구 8(23): 93-106.
- 이경재, 최송현, 조현서(1993) 소백산 국립공원 희방계곡의 삼림군집구조분석. 응용생태연구 6(2): 113-126.
- 오구균, 박석관(2002) 백두대간 피재-도래지구간의 능선부 식생구조. 한국환경생태학회지 15(4): 330-343.
- 추갑철, 김갑태, 백길전(2000) 지리산국립공원 아고산지대의 구상나무림 삼림군집구조에 관한 연구. 한국환경생태학회지 14(1): 28-37.
- Brower, J.E. and J.H. Zar(1997) Field and Laboratory Methods for General Ecology. Wm. C. Brown Company, 194pp.
- Cox, G. W.(1976) Laboratory manual of general ecology. Wn . C . Brown Co. 232pp.
- Curtis, J. T. and R. P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie- forest border region of Wisconsin. Ecology 32: 476-496.
- Harcombe, P. A. and P. H. Marks(1978) Tree diameter distribution and replacement processes in southeast Texas forests. For sci. 24(2): 153-166.
- Hill, M. O. (1979) TWINSpan - a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Cornell Univ. Press, Ithaca, N.Y., 99pp.
- Pielou, E. C(1975) Ecological diversity. John Wiley & Sons Inc.. New York. 165pp
- Simpson, E. H.(1949) Measurement of diversity Nature. 163: 688.
- Whittaker, R. H. (1956) Vegetation of the Great Smoky Mountains. Ecol. Monographs 26: 1-80.