

지리산 응석봉지역의 산림군집구조^{1a}

안현철² · 추갑철^{2*}

Vegetation Structure of the Woongseokbong in the Jirisan(Mt.)^{1a}

Hyun-Cheul An², Gab-Cheul Choo^{2*}

요 약

지리산국립공원의 동부지역에 인접한 응석봉지역의 식생구조를 파악하고자 밤머리재-응석봉구간에 방형구(400m²) 25개를 설정하여 식생을 조사하였다. 식물 군집분석을 통하여 분류한 결과 신갈나무-소나무군집, 떡갈나무군집, 신갈나무-떡갈나무군집으로 분류되었다. 응석봉지역의 식생은 신갈나무가 가장 우점하고, 다음으로 떡갈나무, 굴참나무, 소나무, 당단풍 등이 우점하고 있었다. 이 지역에서 굴참나무, 소나무가 부분적으로 우점종으로 분포하고 있지만, 점차적으로 소나무의 상대우점치는 작아지는 반면에 신갈나무, 굴참나무, 떡갈나무의 우점치가 점차 커져 전형적인 신갈나무, 굴참나무, 떡갈나무의 혼효림으로 천이가 일어날 것으로 예상된다. 수종간의 상관관계에서는 소나무와 산초나무, 생강나무, 신갈나무와 진달래, 쪽동백나무와 철쭉, 쇠물푸레와 산초나무, 쪽동백나무, 당단풍과 물푸레나무, 층층나무와 히어리 등의 수종들 간에는 높은 정의상관이 인정되었고, 떡갈나무와 신갈나무, 비목나무와 신갈나무, 굴참나무, 신갈나무와 낙엽송, 굴참나무, 노린재나무와 진달래 등의 수종들 간에는 약한 부의상관이 인정되었다. 조사지의 군집별 종다양성 지수는 0.09832~1.1102 범위로 나타났다.

주요어: 종의 상관성, 종다양성, 신갈나무-소나무군집, 떡갈나무군집, 신갈나무-떡갈나무군집

ABSTRACT

To investigate the vegetation structure of mountain ridge from Bammeorijae to Woongseokbong, 25 plots(400m²) selected by random sampling method were surveyed. Three groups of *Quercus mongolica* - *Pinus densiflora* community, *Q. dentata* community and *Q. mongolica* - *Q. dentata* community were classified by cluster analysis. *Q. dentata*, *Q. variabilis*, *Pinus densiflora*, *Acer pseudosieboldianum* and *Q. mongolica* were found as mostly dominant woody plant species in the Woongseok-bong area. In the future, the importance percentage of *Pinus densiflora* might be eventually decreased, but those of *Q. mongolica*, *Q. variabilis* and *Q. dentata* might be gradually increased. There were strong positive correlations between *Pinus densiflora*, *Zanthoxylum piperium* and *Lindera obtusiloba*; *Q. mongolica* and *Rhododendron mucronulatum*; *Styrax obassia* and *R. schlippenbachii*; *Fraxinus sieboldiana*, *Zanthoxylum piperium* and *Styrax obassia*; *Acer pseudosieboldianum* and *Fraxinus sieboldiana*; *Cornus controversa* and *Corylopsis coreana* were relatively weak negative correlations between *Q. dentata* and *Q. mongolica*; *Lindera erythrocarpa*, *Q. mongolica* and *Q. variabilis*; *Q. mongolica*, *Larix leptolepis* and *Q. variabilis*; *Symplocos chinensis* for. *pilosa* and *Rhododendron*

1 접수 2010년 5월 18일, 수정(1차: 2010년 9월 13일, 2차: 2010년 10월 14일), 게재확정 2010년 10월 15일

Received 5 May 2010; Revised(1st: 13 September 2010, 2nd: 14 October 2010); Accepted 15 October 2010

2 진주산업대학교 산림자원학과 Dept. of Forest Resource, Jinju National Univ., Jinju(660-758), Korea(sancgc@cjcc.chinju.ac.kr)

a 본 연구는 진주산업대학교 기성희 연구비에 의해 수행되었음.

* 교신저자 Corresponding author(sancgc@jinju.ac.kr)

mucronulatum. Species diversity index(H') of investigated groups was ranged from 0.09832 to 1.1102.

KEY WORDS: SPECIES CORRELATION, SPECIES DIVERSITY, *Quercus mongolica* - *Pinus densiflora* COMMUNITY, *Q. dentata* COMMUNITY, *Q. mongolica* - *Q. dentata* COMMUNITY

서론

웅석봉은 지리산의 동남부지역에 위치하고 경상남도 산청군 산청읍 내리와 삼장면 홍계리 그리고 단성면 청계리 등의 경계에 놓여 있는 지리산 줄기이다. 해발고는 1,099m이고 1983년에 산청군 국립공원으로 지정되었다(Sancheong-gun, 1996).

웅석봉이 위치한 산청군 웅석봉국립공원은 동서가 38.5km, 남북이 40.6km로서 남북이 길고 동서가 짧은 형상을 보이고 있으며 대분의 공원은 해발 500~900m에 위치해 있고, 동북방에 위치한 내리지역을 제외하면 공원전체의 경사도가 30°이상인 공원전체가 험준한 산악형 지형을 이루고 있는 소규모의 국립공원에 해당 된다(A Society of Korea National Park, 1985). 험한 산세로 인하여 아름다운 능선이 잘 발달되어 있고 또한 공원 주변에 많은 계곡이 위치하고 있어 수원도 풍부하다. 풍부한 수원은 주변에 위치한 경호강, 덕천강 등으로 흘러들어 진주시에 위치한 남강댐에 합쳐져 서부경남을 비롯한 부산시, 사천시, 거제시, 통영시, 하동군, 순천시 등의 식수원의 공급에도 중요한 역할을 한다.

본 공원의 서쪽에는 우리나라에서 첫 번째로 국립공원으로 지정된 웅장한 지리산이 인접해 있으며, 공원의 서부 전체는 지리산이 마치 병풍처럼 에워싸고 있고 동북부는 합천군에 위치한 황매산과 마주보는 위치에 자리 잡고 있다. 지리산의 동부지역에 인접해 있는 웅석봉 지역의 일대는 현재 지리산 국립공원에 속하여 있지 않고 따로 국립공원으로 지정 되어 있지만, 앞으로 지리산 국립공원에 편입될 가능성이 매우 높은 지역의 하나이다. 지리산을 찾는 많은 산악인들은 지리산의 진정한 종주코스는 대원사에서 노고단까지가 아니라 웅석봉에서 노고단에 이르는 구간이라고 주장하고 있고 또한 많은 산악인들이 지리산의 종주코스로 이용하고 있는 구간이기도 하다.

현재 웅석봉 일대는 국립공원으로 지정되어 있지만, 앞으로 지리산국립공원 영역으로 편입될 소지가 높으며 현재 편입에 대한 논의가 이루어지고 있는 상황이다. 하지만, 현재 웅석봉일대에 관한 식물상에 대한 연구는 25년 전에 실시된 자료가 전부이며 그 또한 아주 기본적인 식물상에 대하여 보고하였다(A Society of Korea National Park, 1985). 또한 식물상을 조사한지 오래 세월이 흘러 산림이 더욱 울

창해지고 다양한 식생을 갖는 형태로 발달되어 왔다. 따라서 본 연구에서는 웅석봉의 식물생육현황과 식생구조를 정확히 파악하여 단기적으로 공원편입에 대한 기초자료와 장기적으로는 이 지역의 생태 모니터링 및 식생관리대책을 세우는데 기초자료로 활용하고자 시도하였다.

재료 및 방법

1. 조사구 설정

지리산국립공원 동부지역에 위치한 웅석봉지역의 사면부 및 능선부를 대상으로 예비조사는 2009년 5월에 실시하였고, 본 조사는 동년 8월 식생을 조사하였다. 밤머리재에서 웅석봉까지 총 25개의 조사지를 Figure 1과 같이 설정하였다.

2. 식생조사 및 환경요인

조사구 설정은 밤머리재에서부터 헬기장을 거쳐 웅석봉 정상까지 전 구간에 걸쳐서 현존식생을 감안하여 적정한

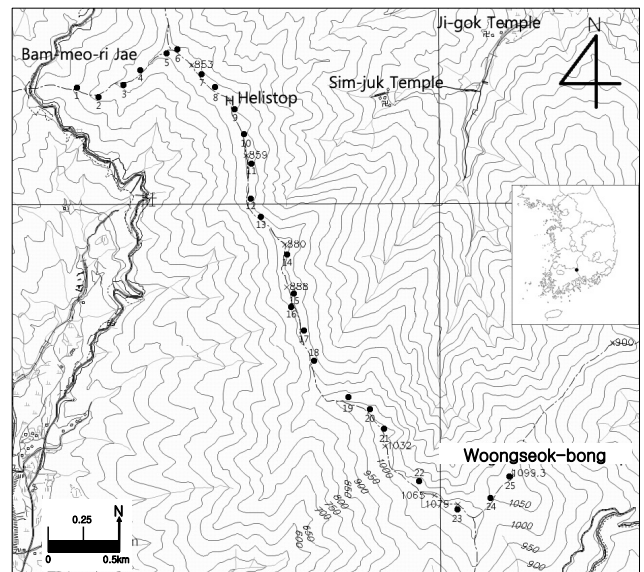


Figure 1. The Location map of the plots surveyed in Woongsukbong of Jirisan(Mt.)

수의 조사구를 설정하였다. 조사방법으로는 조사구마다 20m×20m(400m²) 크기로 방형구 25개를 설치하고 주요 환경인자, 토양특성 및 식생을 조사하였다. 식생조사는 각 조사구에 대하여 수관의 위치에 따라 상·중·하층으로 구분하여 상층과 중층은 수종, 개체수, 흉고직경을 측정 기록하였고, 하층은 수종과 피도를 측정하여 식생조사표에 기록하였다. 수목의 생장과 환경요인들과의 관련성을 알아보고자 표고, 방위, 경사도, 낙엽퇴(낙엽층의 깊이), 토심, 토양산도 등을 조사하였다.

적인 중요도를 나타내는 측도로써 상대우점치(Importance percentage, I.P.)를 구하였으며, (상대밀도+상대피도+상대빈도)/3으로 계산하였으며, 상·중·하층의 개체의 크기를 고려하여 (상층I.P.×3+중층I.P.×2+하층I.P.)/6으로 평균상대우점치(M.I.P.)를 계산하였다. 종 구성의 다양한 정도를 나타내는 측도인 종다양성은 종다양도(Species diversity, H'), 균재도(Evenness, J'), 우점도(Dominance, D')에 의하여 종합적으로 비교하였으며, 일반적으로 이용되는 Shannon의 수식(Pielou, 1975)을 적용하였다.

3. Cluster 분석 및 종의 상관관계

각 조사구내에서 집계된 수종별 개체수 자료를 이용하여 조사구 분류를 시도하였으며, 상·중·하층을 구성하는 총 34종을 대상으로 Ludwig and Reynolds(1988)의 방법으로 계산하였다. 조사구들 간의 거리는 Percent dissimilarity(P.D.)를 적용하였다. 수종간의 상관성을 밝히고자 25개의 조사구에서 집계된 주요 수종 34종의 개체수 자료를 토대로 SPSS를 이용하여 종간 및 환경인자와의 상관관계를 구하였다.

4. 산림군집구조 분석

식생조사의 결과로 얻어진 자료에 의하여 각 수종의 상대

결과 및 고찰

1. 입지환경 및 종 구성 특성

총 25개 조사구에 대하여 식생조사를 실시하였으며, Table 1은 각 조사구의 주요 일반적인 개황(환경인자, 출현종수, 표고, 방위 등)을 나타낸 것이다. 조사구들은 해발고 630~1,090m 사이에 위치하고 있으며, 경사도는 10~40°로 비교적 완만한 경사지와 급경사지로 조사구에 따라 차이를 보였다. 낙엽퇴는 1~5cm로 조사구의 위치에 따라 약간의 차이를 보이고, 토심은 5-15cm 사이의 범위를 보였으며, 토양의 산도는 pH 4.8~5.5 사이로 비교적 약산성에 속하는 것으로 나타났다.

Table 1. Distribution of physical features, soil and vegetation for each plot

Plot number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Altitude(m)	630	640	680	720	740	760	760	780	790	800	810	820	830
Aspect	W	W	W	NW	NW	NW	NW	NW	W	SW	SW	SW	SW
Slope(°)	20	35	35	25	25	25	20	20	25	20	10	40	30
Tree height(m)	10	10	10	9	9	8	8	7	7	6	6	8	8
Tree cover(%)	60	40	60	60	70	60	50	40	50	60	50	50	50
Soil pH	5.1	5.1	5.2	5.1	5.5	5.2	5.1	5.2	4.9	4.9	4.8	4.8	4.9
Litter depth(cm)	5	5	5	5	5	3	5	5	3	3	5	3	5
Soil depth(cm)	15	15	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	15
No. of species	28	25	20	18	23	27	19	20	28	25	24	17	20

Table 1. (Continued)

Plot number	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Altitude(m)	850	860	820	840	850	860	870	900	960	1025	1050	1090
Aspect	NW	SW	S	SE	SW	NW	NW	SW	SW	NW	NW	NW
Slope(°)	20	10	10	30	30	20	30	30	30	10	15	25
Tree height(m)	8	8	9	7	8	7	8	8	6	6	6	3
Tree cover(%)	40	40	70	40	40	40	60	40	40	40	40	25
Soil pH	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0	5.0	4.8	5.0	4.9	4.9	4.9	4.9
Litter depth(cm)	2	1	5	2	3	2	2	5	2	2	2	1
Soil depth(cm)	15	10	10	10	15	15	10	10	10	10	15	5
No. of species	16	18	21	17	19	15	16	18	14	16	11	12

조사구내의 상층수관 울폐도는 25~70%의 범위로 나타났으며, 조사구별 상층, 중층, 하층의 조사구 400m²당 목본 식물의 출현 수종은 11~28종으로 백두대간의 노고단-고리봉의 식생(Kim and Choo, 2003), 지리산 대원사 계곡의 식생이 6~26종(Lee *et al.*, 1991a), 지리산 아고산대의 신갈나무-분비나무림의 식생이 7~23종으로 보고되었는데(Lee *et al.*, 1991b), 이러한 타 지역에 비하여 비교적 출현종수가 다양한 것으로 나타났다. 또한 다른 산악형 국립공원에 속하는 월출산국립공원 미왕재-천왕봉 구간의 능선부 식생은 14~26종(Choo *et al.*, 2006), 월출산국립공원 월각사-도갑재 지역의 산림능선부 식생이 19~28종(Kim *et al.*, 2006), 북한산국립공원 도봉산 송추-도봉 구간의 능선부 식생은 7~27종으로 보고되었는데(Um and Kim, 2008), 이들 지역과 비교하였을 때 비슷한 종수가 분포하고 있는 것으로 나타났다.

2. 산림군집구조

1) 식물군집의 분류

지리산 동부지역에 위치한 웅석봉지역의 밤머리재에서 웅석봉까지 총 25개의 조사구에서 조사된 수종들의 개체수 자료를 이용하여 Cluster분석한 결과를 Figure 2에 보였다. 웅석봉지역은 다른 지역에 비하여 상대적으로 조사지역이 넓지 않고 지형적인 특성의 편차가 그렇게 크지 않기 때문에 지리산국립공원의 타 지역의 식생과 비슷하게 신갈나무가 주로 우점하는 군집으로 나타났다. 하지만, 이들 군집에 수반하는 종의 차이로 3개의 군집, 신갈나무-소나무 우점군집, 떡갈나무 우점군집, 신갈나무-떡갈나무 우점군집

으로 나누어 졌다.

조사구 25개중 13개로 가장 많은 조사구가 포함되어 있는 신갈나무-소나무군집(A)은 신갈나무가 우점하고 다음으로 소나무가 우점하고 있는 식물 군집으로 나타났으며, 6개의 조사구가 포함된 떡갈나무군집(B)은 떡갈나무가 우점하는 군집으로 다음으로 굴참나무와 신갈나무가 비슷하게 분포하고 있었다. 신갈나무-떡갈나무군집(C)은 총 6개의 조사구가 포함된 군집으로 신갈나무가 가장 우점을 하고, 다음으로 떡갈나무, 굴참나무가 우점하고 있는 군집으로 나타났다.

웅석봉지역의 식생은 극양수인 소나무가 참나무류인 신갈나무, 굴참나무, 떡갈나무와의 상호 경쟁에서 밀려 소나무림이 쇠퇴하고 있는 경향을 보이고 있으며, 앞으로 이 지역의 식생은 외부의 간섭이 없으면 당분간 아극상 상태의 참나무림(신갈나무, 굴참나무, 떡갈나무)으로 유지될 것으로 사료된다. 웅석봉 지역의 식생 구조는 다른 국립공원 등에서 보고한 월출산국립공원 월각사-도갑재 지역의 산림능선부 식생구조(Kim *et al.*, 2006)), 소백산 도솔봉(Kim *et al.*, 1992), 오대산 비로봉-호령봉(Kim *et al.*, 1996a), 설악산 대청봉-소청봉(Kim *et al.*, 1997a), 대원사 계곡의 식생(Lee *et al.*, 1991a), 태백산 피재-도래기재구간(Oh and Park, 2002), 변산반도 국립공원의 내소사 지역(Kim and Um, 2009) 등의 지역과 거의 동일한 식생 상태를 유지하고 있는 것으로 나타났다.

2) 군집별 상대우점치 분석

각 조사구들을 Cluster 분석한 결과에 따라 분리된 3개의 군집으로 나누어 주요 수종에 대한 수종별 상대우점치(Importance percentage: I.P.)와 상·중·하층의 개체의 크기를 고려하여 계산된 평균상대우점치(Mean importance percentage; M.I.P.)를 정리한 것을 Table 2에 보였다. 상·중·하 층의 개체의 크기를 고려하여 계산된 평균상대우점치(M.I.P.)의 경우, 신갈나무-소나무군집(A)에서는 신갈나무가 33.07%로 가장 높은 평균상대우점치를 나타내는 종으로 나타났고, 다음으로 소나무 10.71%, 굴참나무 7.29%의 순으로 높게 나타났다. 떡갈나무군집(B)은 떡갈나무가 38.99%로 가장 높게 나타났고 다음으로 굴참나무 11.86%, 신갈나무 11.84%의 순이었다. 신갈나무-떡갈나무군집(C)는 신갈나무가 31.34%로 가장 높고 다음으로 떡갈나무 16.33%, 굴참나무 14.23%, 소나무 9.49% 등의 순으로 높은 평균 상대우점치를 보이는 것으로 나타났다. 층위별 상대우점치(I.P.)는 신갈나무-소나무군집의 경우 상층에서는 신갈나무가 37.78%로 가장 높은 상대우점치(I.P.)를 나타내는 우점종으로 나타났고, 소나무 18.29%, 굴참나무 13.18%, 떡갈나무 7.96%의 순으로 상대우점치가 높았다. 중층림에서도 상층림과 마찬가지로 신갈나무가 가장 높은

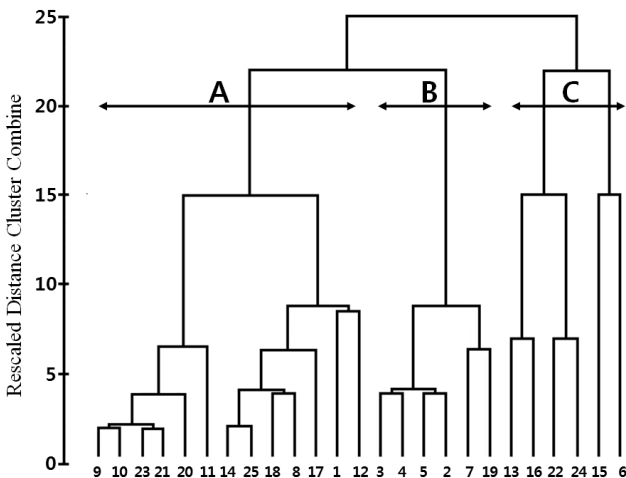


Figure 2. Dendrogram of twenty-five sites classified by cluster analysis

Table 2. Importance percentage(I.P.) and mean importance percentage(M.I.P.) of major woody species for each plant community

Species name	<i>Quercus mongolia</i> - <i>P. densiflora</i> (A)				<i>Quercus dentata</i> (B)				<i>Quercus mongolia</i> - <i>Q. dentata</i> (C)			
	U*	M*	L*	M.I.P.	U*	M*	L*	M.I.P.	U*	M*	L*	M.I.P.
<i>Betula costata</i>	1.12			0.56		4.00		1.33				
<i>Quercus variabilis</i>	13.18	1.81	0.58	7.29	16.68	9.39	2.34	11.86	25.50	4.43		14.23
<i>Larix leptolepis</i>	5.43	1.99		3.38	7.80	2.15		4.62				
<i>Stewartia koreana</i>		5.92		1.97	3.22	8.80	2.34	4.93		2.93		0.98
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>			0.80	0.13		1.47	4.67	1.27		1.96	5.19	1.52
<i>Maackia amurensis</i>						1.37		0.46				
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	1.30	6.03	2.30	3.04						3.96	3.02	1.82
<i>Ilex macropoda</i>		2.25		0.75								
<i>Styrax japonica</i>			1.37	0.23								
<i>Quercus dentata</i>	7.96	7.83	0.76	6.72	47.03	41.59	9.66	38.99	23.47	13.79		16.33
<i>Sorbus commixta</i>		1.88	0.58	0.72								
<i>Alnus hirsuta</i> var. <i>sibirica</i>	2.03	1.72		1.59								
<i>Betula davurica</i>	1.12	1.86		1.18	2.41			1.21				
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	2.12	2.33	1.73	2.13			2.34	0.39			2.60	0.43
<i>Weigela subsessilis</i>			0.80	0.13							1.12	0.19
<i>Lindera erythrocarpa</i>		1.80	1.15	0.79		2.70	2.34	1.29			1.12	0.19
<i>Prunus sargentii</i>	1.20	0.86		0.89								
<i>Vaccinium koreanum</i>			1.73	0.29							18.27	3.05
<i>Rhododendron yedoense</i> var. <i>poukhanense</i>			6.16	1.03			12.30	2.05			3.39	0.57
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>			1.15	0.19			2.34	0.39				
<i>Pinus densiflora</i>	18.29	4.69		10.71	6.43			3.22	15.49	5.22		9.49
<i>Fraxinus sieboldiana</i>		3.40	12.33	3.19		1.75	2.34	0.97		1.74	21.62	4.18
<i>Quercus acutissima</i>	3.26	4.00		2.96			2.34	0.39				
<i>Lindera obtusiloba</i>		0.98	4.03	1.00		2.93	7.01	2.15			5.86	0.98
<i>Quercus mongolica</i>	37.78	40.84	3.38	33.07	13.94	13.44	2.34	11.84	29.79	49.32		31.34
<i>Lespedeza bicolor</i>			2.65	0.44			7.01	1.17			5.56	0.93
<i>Vaccinium oldhami</i>			0.58	0.10							1.69	0.28
<i>Lespedeza maximowiczii</i>			6.04	1.01			11.68	1.95			6.15	1.03
<i>Rhododendron mucronulatum</i>			14.12	2.35			14.64	2.44			3.87	0.65
<i>Styrax obassia</i>		3.48	3.45	1.74	2.49	5.42	2.34	3.44		7.95	5.67	3.60
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>		5.30	8.43	3.17		5.00	11.99	3.67		4.69	12.65	3.67
<i>Cornus controversa</i>	5.20			2.60					5.75	2.18		3.60
<i>Corylopsis coreana</i>		1.02	25.33	4.56							2.23	0.37

*U: Upper layer, M: Middle layer, L: Lower layer, M.I.P.: Mean importance percentage

40.84%로 나타났고, 다음으로 떡갈나무, 당단풍, 노각나무 순이었다. 하층식생에서는 한국특산 수종인 히어리가 가장 높은 우점치 25.33%로 나타났고, 진달래, 쇠물푸레, 산철쭉, 철쭉 등의 순이었다. 신갈나무-소나무군집은 고목 상층에 신갈나무와 소나무의 중간경쟁에서 소나무가 점차 세력이 약화되고 있는 숲이다. 이러한 현상을 나타내는 이유는 극양수인 소나무가 참나무보다 치수의 발생가능성이 줄어들고, 또한 참나무류의 낙엽에 많이 함유되어 있는 칼슘,

인 등과 같은 성분이 토양의 산도를 높임에 따라 소나무가 가지는 타감작용이 줄어들기 때문에 참나무류가 소나무와의 경쟁력에서 우세하게 작용한다는 기존의 보고와 유사한 경향의 숲 구성을 보여주고 있다(Lee *et al.*, 1991a). 또한 본 군집의 중층을 살펴보면 신갈나무가 높은 중요치를 차지하고 있는 것으로 보아 앞으로 신갈나무림이 유지될 것으로 판단된다.

떡갈나무군집의 상층에서는 떡갈나무가 47.03%로 평균

우점치가 가장 높았고, 다음으로 굴참나무 16.68%, 신갈나무 13.94%, 낙엽송 7.8% 등의 순이며, 중층은 떡갈나무 41.59%, 신갈나무 13.44%, 굴참나무 9.39%, 노각나무 8.80%의 순으로 높았고, 하층은 진달래, 산철쭉, 철쭉, 조록싸리, 떡갈나무 등의 순이었다.

떡갈나무군집은 상층과 중층에서 압도적으로 높은 세력을 유지하고 있는 떡갈나무가 우점종을 차지하고 있기 때문에 상당기간 떡갈나무가 우점하는 형태로 신갈나무와 굴참나무가 일부 경쟁하는 낙엽활엽혼효림을 이루는 숲으로 유지될 것으로 판단된다. 신갈나무-떡갈나무군집의 상층에서는 상대우점치(I.P.)는 신갈나무가 29.79%로 가장 높았고, 다음으로 굴참나무 25.50%, 떡갈나무 23.47%의 순으로 높게 나왔다. 중층에서는 신갈나무가 가장 높은 49.32%의 우점치를 보였고, 다음으로 떡갈나무 13.79%, 쪽동백나무 7.59%의 순으로 나타났고, 하층에서는 쇠물푸레, 산앵도, 철쭉, 조록싸리의 순으로 나타났다. 신갈나무-떡갈나무군집의 경우 참나무류인, 신갈나무, 떡갈나무, 굴참나무가 서로 혼재하고 있는 낙엽활엽혼효림으로 당분간 유지 될 것으로 보인다. 하지만, 중층의 중요치를 보면 떡갈나무와 굴참나무의 중요치보다 신갈나무가 보다 높은 중요치를 차지하고 있기 때문에 시간이 지남에 따라 신갈나무가 떡갈나무보다 조금더 우점을 차지하는 숲으로 천이가 이루어질 것으로 판단되어 진다. 또한 떡갈나무, 쪽동백, 쇠물푸레가 아교목층을 이룰 것으로 보이며, 철쭉과, 산앵도가 관목층을 우점하는 식생으로 천이가 진행될 것으로 판단되어 진다. Park *et al.*(1988)의 치악산국립공원의 능선부지역의 산림구조,

Kim *et al.*(2003)의 노고단-고리봉 지역의 식생구조 연구에서 사면부와 능선부에서는 신갈나무군집이 주를 이루고 있다는 연구보고와 비슷한 식생경향을 보였다. 또한 비슷한 지역에 위치한 대원사 계곡부근의 식생에 대한 연구에서 해발고가 높은 조사지의 지위가 건조한 능선이나 산정부에서는 신갈나무가 우점종으로 식물군집을 유지할 것이라는 연구보고와도 유사한 경향을 보였다(Lee *et al.*, 1991a).

3) 흉고직경급별 분석

총 25개의 조사구에 대하여 Cluster 분석한 결과 3개의 군집으로 나누어진 주요 수종에 대한 흉고직경의 분포를 정리한 것을 Table 3에 보였다. 흉고직경 분포는 수령 및 임분동태의 간접적인 표현으로 산림천이의 양상을 추정할 수 있다(Harcombe and Marks, 1978). 따라서 각 산림군집의 흉고직경 분포와 산림군집별 주요 수종을 비교 분석함으로써 본 연구대상지의 식생발달 과정을 예측할 수 있다(Lee *et al.*, 1998).

신갈나무-소나무군집(A)의 흉고직경 분포에서 신갈나무와 소나무는 흉고직경 2cm에서 22cm구간까지 비교적 고르게 분포하였다. 신갈나무의 개체는 흉고직경이 22cm이하에서 143주이고 소나무는 61주이다. 따라서 소나무는 쇠퇴하고 신갈나무가 우세한 군집으로 숲이 형성되어 갈 것으로 판단된다. 떡갈나무군집(B)에서는 흉고직경이 2cm에서 22cm까지 떡갈나무의 개체수는 130주이고 신갈나무는 95주이다. 하지만 신갈나무가 흉고직경 2cm에서 7cm의 어린개체가 45주이고 떡갈나무는 40개체가 분포하고 있다. 따라

Table 3. The DBH distribution of major woody species for each plant community

Plant community	Species name	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
<i>Quercus mongolica</i> - <i>Pinus densiflora</i> community(A)	<i>Pinus densiflora</i>	15	13	10	9	14	11	8	2	2
	<i>Quercus mongolica</i>	29	24	49	25	16	3	1		1
	<i>Q. variabilis</i>	5	4	7	10	9	1	2		1
	<i>Q. dentata</i>	11	10	18	16	5	1			
	<i>Q. acutissima</i>	20	16	14	1	1	1			
<i>Quercus dentata</i> community(B)	<i>Pinus densiflora</i>	5	5	6	1	2	5	8	1	3
	<i>Q. mongolica</i>	22	23	23	11	16	2			
	<i>Q. variabilis</i>	11	4	5	8		2			
	<i>Q. dentata</i>	19	21	40	36	14	3			
	<i>Styrax obassia</i>	9	8	3		2		2		
<i>Q. mongolica</i> - <i>Q. dentata</i> community(C)	<i>Stewartia koreana</i>	13	10	9	4					
	<i>Q. variabilis</i>	13	11	21	10	15	1			
	<i>Q. mongolica</i>	21	25	119	24	11		2		
	<i>Q. dentata</i>	14	10	94	22	8		1		
	<i>Acer seudosieboldianum</i>	7	4	2						
	<i>Styrax obassia</i>	11	5	6	2					

* D1: DBH≤2, D2: 2<DBH≤7, D3: 7<DBH≤12, D4: 12<DBH≤17, D5: 17<DBH≤22, D6: 22<DBH≤27, D7: 27<DBH≤32, D8: 32<DBH≤37, D9: 37<DBH

Table 4. Correlations between all pair-wise combinations of major woody species

	sp.2	sp.3	sp.4	sp.5	sp.6	sp.7	sp.8	sp.9	sp.10	sp.11	sp.12	sp.13	sp.14	sp.15	sp.16	sp.17	sp.18	sp.19	sp.20	sp.21	sp.22	sp.23
sp.1	-0.043	0.073	0.17	0.312	-0.093	-0.307	-0.114	-0.042	0.003	0.061	-0.115	-0.132	-0.157	-0.248	0.054	-0.114	-0.098	0.047	0.185	-0.162	-0.146	-0.125
sp.2		0.217	-0.249	-0.031	-0.085	-0.362	-0.098	0.287	-0.208	0.103	-0.087	0.107	0.021	0.096	-0.082	0.316	-0.064	0.017	0.006	-0.191	-0.057	-0.086
sp.3			-0.092	-0.139	-0.222	-0.477(*)	0.051	0.062	-0.203	0.018	-0.175	0.036	-0.167	0.105	0.086	-0.192	-0.195	0.257	-0.113	-0.081	-0.121	-0.245
sp.4				-0.126	0	-0.257	0.036	-0.24	-0.104	0.287	-0.224	-0.092	0.31	0.002	0.267	-0.075	0.076	-0.152	-0.17	-0.159	-0.034	-0.268
sp.5					-0.115	0.051	-0.121	-0.176	-0.015	0.069	-0.058	-0.062	-0.124	-0.18	-0.074	-0.129	-0.045	-0.03	0.005	-0.052	-0.149	-0.141
sp.6						0.073	-0.083	.457(*)	-0.156	.646(**)	.585(**)	.580(**)	0.118	.544(**)	-0.05	-0.149	-0.148	0.243	.713(**)	0.293	0.103	.650(**)
sp.7							0.033	-0.035	.487(*)	-0.317	0.196	-0.101	-0.151	0.004	-0.099	-0.062	-0.148	-0.1	-0.026	0.102	0.39	0.355
sp.8								0.101	-0.027	0.138	-0.154	0.285	-0.076	0.295	-0.051	0.224	0.195	-0.234	-0.175	-0.047	-0.083	-0.193
sp.9									-0.227	0.158	0.308	0.2	0.006	0.176	0.01	-0.004	-0.164	-0.1	0.345	0.168	0.057	0.208
sp.10										-0.248	-0.043	-0.243	-0.141	-0.096	-0.134	-0.103	-0.148	-0.131	-0.114	-0.055	-0.17	0.332
sp.11											.432(*)	.700(**)	0.269	.582(**)	0.003	0.066	0.064	-0.088	.516(**)	-0.04	0.095	0.352
sp.12												.600(**)	0.196	.602(**)	-0.208	-0.068	-0.068	-0.154	.716(**)	.426(*)	0.113	.787(**)
sp.13													0.182	.724(**)	-0.142	0.29	0.157	0.182	.624(**)	0.221	0.007	.545(**)
sp.14														0.206	.746(**)	-0.006	0.266	-0.123	0.196	0.073	0.008	0.2
sp.15															-0.072	-0.101	-0.178	0.064	.495(*)	0.305	0.035	.520(**)
sp.16																-0.167	-0.026	0.063	-0.048	-0.213	0.132	-0.108
sp.17																	.658(**)	-0.176	-0.131	-0.263	-0.083	-0.113
sp.18																		-0.167	-0.118	-0.02	-0.098	-0.131
sp.19																			0.199	0.228	-0.22	0.165
sp.20																				0.333	0.082	.729(**)
sp.21																					-0.165	0.299
sp.22																						-0.005

* : $p \leq 0.05$, ** : $p \leq 0.01$

sp1) *Larix kaempferi*, sp2) *Quercus variabilis*, sp3) *Quercus dentata*, sp4) *Lindera erythrocarpa*, sp5) *Alnus hirsuta*, sp6) *Pinus densiflora*, sp7) *Quercus mongolica*, sp8) *Stewartia pseudocamellia*, sp9) *Symplocos chinensis*, sp10) *Rhododendron mucronulatum*, sp11) *Lindera obtusiloba*, sp12) *Fraxinus sieboldiana*, sp13) *Syrax obassis*, sp14) *Acer pseudosieboldianum*, sp15) *Rhododendron schippenbachii*, sp16) *Fraxinus rhynchophylla*, sp17) *Corylopsis gotoana*, sp18) *Cornus controversa*, sp19) *Rhododendron yedoense*, sp20) *Zanthoxylum schinifolium*, sp21) *Lespedeza bicolor*, sp22) *Lespedeza maximowiczii*, sp23) *Vaccinium hirtum*

서 외부의 간섭이 없는 한 당분간 떡갈나무림으로 숲이 유지될 수 있지만 시간이 지남에 따라 신갈나무-떡갈나무림으로 천이가 진행될 가능성을 예측할 수 있다. 또한 중층에서는 노각나무와 떡갈나무의 경쟁도 치열할 것으로 판단된다. 신갈나무-떡갈나무군집에서는 흉고직경 2cm에서 17cm까지 신갈나무가 189주, 떡갈나무는 144주이다. 따라서 신갈나무림이 우세한 군집으로 숲이 계속 형성되어 갈 것으로 판단된다.

4) 수종간 상관관계

Table 4는 25개의 조사구별 개체수 자료와 빈도분포를 고려한 주요 수종들의 종간 상관관계 분석을 나타낸 것이다. 수종간의 상관관계에서는 소나무와 산초나무, 생강나무, 신갈나무와 진달래, 쪽동백나무와 철쭉, 쇠물푸레와 산초나무, 쪽동백나무, 당단풍과 물푸레나무, 층층나무와 히어리나무, 산앵도나무와 쇠물푸레, 산초나무 등의 수종들 간에는 높은 정의상관이 인정되었고, 떡갈나무와 신갈나무, 비목나무와 신갈나무, 굴참나무, 신갈나무와 낙엽송, 굴참나무, 노린재나무와 진달래 등의 수종들 간에는 약한 부의 상관을 보였다. 이러한 결과는 각 수종들이 선호하는 생육 환경이 비슷한 종들끼리는 정의상관이 인정되고, 선호하는 환경이 서로 다른 종들끼리는 부의 상관을 보이는 것이라 판단된다. 신갈나무와 떡갈나무; 신갈나무와 낙엽송 간에는 선호하는 생육환경이 서로 다르기 때문에 부의 상관이 인정되는 것으로 판단된다(Kim *et al.*, 2003; Kim and Um, 2009).

5) 종다양성

Table 5는 군집별로 조사된 목본식물의 종다양성을 분석한 결과를 나타낸 것이다. 출현 종수는 신갈나무-소나무군집이 33종이 출현하였고, 떡갈나무군집은 21종이 출현하였으며, 신갈나무-떡갈나무군집에서는 23종이 출현하였다. 떡갈나무군집과 신갈나무-떡갈나무군집에 비하여 신갈나무-소나무군집에서 다양한 종이 생육하고 있는 것으로 나타났다. 종다양도는 신갈나무-소나무군집이 1.1102이고, 떡갈나무군집은 0.9832, 신갈나무-떡갈나무군집은 1.0323으

로 나타났으며, 떡갈나무군집과 신갈나무-떡갈나무군집에 비해서 신갈나무-소나무군집이 조금 더 종이 다양한 것으로 나타났다. 개체군의 구성종간 개체수의 분배정도를 나타내는 균재도(Evenness)는 1에 가까울수록 종별 개체수가 균일하게 분포한다(Brower and Zar, 1977)는 기존의 보고와 비교하면, 본 조사지의 균재도는 신갈나무-소나무군집이 0.7516, 떡갈나무군집은 0.7324, 신갈나무-떡갈나무군집은 0.7808의 값을 보여 종별 개체수가 비교적 균일한 것으로 판단된다. 조사구의 크기가 서로 다른 집단간의 종다양성을 비교분석하기 위하여 동일한 표본의 크기에서 기대되는 종수는 신갈나무-소나무군집, 떡갈나무군집, 신갈나무-떡갈나무군집에서 각각 23, 17, 20종으로 나타나 신갈나무-소나무군집에서 가장 높았다. 위와 같은 결과들을 종합해보면 신갈나무-소나무군집이 떡갈나무군집과 신갈나무-떡갈나무군집보다 상대적으로 종다양성이 높은 것으로 나타났다.

웅석봉지역의 종 다양도는 0.9832~1.1102 범위로 북한산국립공원 도봉산 송추~도봉지역 0.997~1.160(Um and Kim, 2008), 오대산국립공원 동래산, 두노봉, 상왕봉지역 0.9586~1.1814(Kim *et al.*, 1996b), 백두대간 노고단~고리봉 0.9274~1.2845(Kim and Choo, 2003), 지리산 명선봉, 덕평봉지역 1.093~1.057(Kim *et al.*, 2000), 백두대간 부봉~포암산구간 0.901~1.204(Choo and Kim, 2005), 설악산국립공원 대청봉~한계령지역 0.927~1.216(Kim and Baek, 1998), 변산반도국립공원 내소사지역의 능선부식생 0.665~1.169(Kim and Um, 2009) 등의 국립공원지역과 비슷하고, 지리산 대원계곡지역 0.8808~1.6021(Lee *et al.*, 1991a), 월악산국립공원 덕주사~동창교지역 1.2393~1.3674 (Kim and Choo, 2005), 오대산 국립공원 상원사, 비로봉, 호령봉지역 1.297~1.463(Kim *et al.*, 1996a), 지리산국립공원 칠선계곡의 식생 2.7478~2.9573(Choo *et al.*, 2009)보다는 다소 낮은 것으로 나타났다. 우점도는 0.9이상일 때는 1종, 0.3~0.7일 경우 2~3종, 0.3이하인 경우에는 다수의 종이 우점된다(Whittaker, 1965). 웅석봉지역 경우 신갈나무-소나무군집, 떡갈나무군집, 신갈나무-떡갈나무군집이 0.2192~ 0.2674 범위의 우점도 값을 나타내어 각 조사구는 다수의 종이 우점하고 있음을 확인하였다.

Table 5. Species diversity indices of three plant communities

Plant community	No. of plots (20×20m)	No. of species (ea)	Expected No. of species E(Sn)	Species diversity(H')	Evenness (J')	Dominance (D')
(A)	13	33	23	1.4771(1.1102)	0.7516	0.2484
(B)	6	21	17	1.3424(0.9832)	0.7324	0.2676
(C)	6	23	20	1.3222(1.0323)	0.7808	0.2192

Shannon's diversity index(H') in (*) uses logarithms to base 10

인용문헌

- A Society of Korea National Park(1985) Park resources and status of Woongseokbong -Vegetation and beautiful landscape of Jiri range-. National park 29: 24-32.
- Brower, J.E. and J.H. Zar(1997) Field and laboratory method for general ecology. Wn. C. Brown Company Publ. Iowa. pp. 1-184.
- Choo, G.C. and G.T. Kim(2005) Vegetation Structure of Mountain Ridge from Bubong to Poamsan in Baekdudaegan, Korea. Kor. J. Env. Eco. 19(2): 83-89.
- Choo, G.C., G.T. Kim and H.S. Cho(2006) Vegetation Structure of Mountain Ridge from Miwangjae to Cheonwhangbong in Woelchulsan National Park, Korea. Kor. J. Env. Eco. 20(2): 114-121.
- Choo, G.C., H.C. An, H.S. Cho, I.K. Kim, E.H. Park and S.B. Park(2009) Vegetation Structure of the chilseon Valley in the Jirisan National Park. Korea. Kor. J. Env. Eco. 23(1): 22-29.
- Harcombe, P.A. and P.H. Marks(1978) Tree diameter distribution and replacement process in southeast Texas forest. For. Sci. 24(2): 153-166.
- Hatususima(1934) Research of Jirisan(Mt.) vascular Plant. Bulletin of the Kyushu University Forests, Japan 5: 1-263.
- Kim, B.G. and T.W. Um(2009) Vegetation Structure of the Ridge Area of Naesosa in the Byunsan Peninsula National Park. Korea. Kor. J. Env. Eco. 23(2): 135-142.
- Kim, G.T. and G.C. Choo(2003) Vegetation Structure of Mountain Ridge from Nogodan to Goribong in Baekdudaegan, Korea. Kor. J. Env. Eco. 16(4): 441-448.
- Kim, G.T. and G.C. Choo(2005) Forest Structure of the Region from Dongchanggyo to Deogjusa in Woraksan National Park, Korea. Kor. J. Env. Eco. 19(2): 75-82.
- Kim, G.T. and G.J. Baek(1998) Studies on the Structure of Forest Community at Taehongbong-Hangyeryong Area in Soraksan National Park. Kor. J. Env. Eco. 11(4): 397-406.
- Kim, G.T., G.C. Choo and G.J. Baek(2000) Studies on the Structure of Forest Community at Myungsunbong, Tokpyongbong area in chirisan National Park - Abies koreana Forest -. Kor. J. Env. Eco. 13(4): 299-308.
- Kim, G.T., G.C. Choo and J.O. Kim(2006) Vegetation Structure of Mountain the Region from Wolgagsan to Dogabjae in Woelchulsan National Park, Korea. Kor. J. Env. Eco. 20(2): 122-129.
- Kim, G.T., G.C. Choo and T.W. Um(1996a) Studies on the structure of forest Community at Sangwonsa, Pirobong, Horyongbong area in Odaesan National Park. Kor. J. Env. Eco. 10(1): 151-159.
- Kim, G.T., G.C. Choo and T.W. Um(1996b) Studies on the structure of Forest Community at Dongdaesan, Turobong, Sangwangbong Area in Odaesan National Park. Kor. J. Env. Eco. 9(2): 147-155.
- Kim, G.T., G.C. Choo and T.W. Um(1997) Studies on the Structure of Forest Community at Taech'ongbong-Soch'ongbong Area in Soraksan National Park. Kor. J. Env. Eco. 10(2): 240-250.
- Kim, G.T., J.S. Kim and G.C. Choo(1992) Studies on the Structure of Forest Community at Dosolbong Area in Sobaeksan. Kor. J. Env. Eco. 6(2): 127-133.
- Lee, E.B. and K.Y. Chung(1993) A Floristic Study of the Northern Part of Mt. Chiri The Report of the KACN, No. 31: 37-79.
- Lee, K.J., C.H. Ryu and S.H. Choi(1991b) Analysis on the Structure of *Quercus mongolica*-*Abies nephrolepis* Forest on Subalpine Zone in Mt. Chiri, Korea. Kor. J. App. Eco. 5(1): 32-41.
- Lee, K.J., G.H. Goo, J.S. Choi and H.S. Cho(1991a) Analysis on the Forest Community of Daewon Vally in Mt. Chiri by the Classification and Ordination Techniques. Kor. J. App. Eco. 5(1): 54-67.
- Lee, K.J., J.Y. Kim and D.W. Kim(1998) Plant Community Structure of Paekdam - Valley in Solaksan National Park. Kor. J. Env. Eco. 11(4): 450-461.
- Ludwig, J.A. and J.F. Reynolds(1988) Statistical Ecology. John Wiley and Sons, N.Y. 377pp.
- Oh, K.K. and S.G. Park(2002) Vegetation Structure of Mountain Ridge from Pijae to Doraegijae in the Baekdudaegan, Korea. Kor. J. Env. Eco. 15(4): 330-343.
- Park, I.H., K.J. Lee and J.C. Jo(1988) Structure of Forest Communities in Chiak Mountain National Park, Korea. Kor. J. Env. Eco. 2(1): 1-8.
- Pielou, E.C.(1975) Ecological diversity, John Wiley & Sons, New York, 168pp.
- Um, T.W. and G.T. Kim(2008) Vegetation Structure of Mountain Ridge from Songchu to Dobong in the Bukhansan National Park, Korea. Kor. J. Env. Eco. 22(2): 106-112.
- Whittaker, R.H.(1965) Dominance and diversity in land plant communities. Science 147: 250-260.