

해발고도에 따른 백두대간 신갈나무군락 특성 연구^{1a}

- 향로봉에서 깃대배기봉 구간을 대상으로 -

정보광² · 오충현^{3*}

Analysis on the Community Structure of *Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb. in the Baekdudaegan Mountains by Elevation^{1a}

- Between Hyangnobong and Gitdaebaggybong -

Bo-kwang Jeong², Choong-hyeon Oh^{3*}

요약

본 연구는 백두대간 향로봉에서 깃대배기봉 구간에 있는 신갈나무군락을 대상으로 2개의 권역(I, II)으로 나누어 고도에 따른 군락 특성을 살펴보았다. 조사는 신갈나무군락 총 63개를 대상으로 하였다. TWINSpan에 의한 classification 분석 결과 총 5개 군락(A~E)으로 분류되었다. 군락의 지역적 분포는 A군락의 경우 해발고도 1,300m 이상의 태백산 일대에서(II 권역) 주로 나타났으며 B, C군락은 해발고도 700~1,500m 사이의 설악산과 오대산 지역(I 권역)에서 D, E군락은 1,100m 이하의 청옥산과 금대봉 지역(II 권역)에 밀집해 있었으며 그 외 설악산과 오대산 지역(I 권역)에서도 나타났다. 각 군락의 교목과 관목 개체수, 최대종다양도, 교목의 수고는 고도가 높아짐에 따라 차츰 낮아지는 특성을 보였다. 그리고 40년까지의 수목 성장량을 살펴본 결과 해발고도 1,100m 이하 지점까지는 특별한 경향을 보이지 않았지만 1,100m 이상에서는 수목 성장량이 급격히 낮아지는 특성을 보였다. 연구대상지에 출현한 수종들 간의 상관관계 분석 결과는 고도 1,000m 이상에서는 거제수나무와 신갈나무가 -0.53으로 음(-)의 상관관계를 보였으며 고도 1,000m 이하에서는 신갈나무와 산딸기가 0.59로 양(+)의 상관관계를 보였다. 결과를 종합해 볼 때 고도에 따른 환경 변화가 신갈나무군락의 종조성, 개체수, 성장량 등에 영향을 미치는 것으로 조사되었다.

주요어 : Classification 분석, 군락분포, 수목개체수, 최대종다양도, 수고, 수목성장량

ABSTRACT

This study is contributed to examine the vegetation characteristics of the *Quercus mongolica* which are located in between two summits, hyangnobong and gitdaebaggybong, with dividing two regions(I , II). A total of 63 *Quercus mongolica* communities were enrolled in this survey. A~E, 5 communities were the result of analysed classification by TWINSpan. Spatial distribution of the communities; 'A' community is concentrated at an altitude of about 1,300 meters in Mt. Taebaek(II region). 'B' and 'C' communities are

1 접수 2013년 2월 20일, 수정 (1차: 2013년 8월 27일, 2차: 2013년 8월 30일), 게재확정 2013년 8월 31일

Received 20 February 2013; Revised (1st: 27 August 2013, 2nd: 30 August 2013); Accepted 31 August 2013

2 동국대학교 대학원 바이오환경과학과 Graduate School, Dept. of Biological and Environmental Science, Dongguk Univ., 30 Pildong-ro, 1-gill, Jung-gu, Seoul 100-715, Korea (hoban6865@hanmail.net)

3 동국대학교 바이오환경과학과 Dept. of Biological and Environmental Science, Dongguk Univ., 30 Pildong-ro, 1-gill, Jung-gu, Seoul 100-715, Korea (ecology@dongguk.edu)

* 교신저자 Corresponding author: ecology@dongguk.edu

concentrated at an altitude of between 700 and 1500 meters in Mt. Seorak and Odae(I region). 'D' and 'E' communities are concentrated at an altitude of below 1,100 meters in Mt. Cheongok and geumdaebong(II region), and also Mt. Seorak and Odae(I region). Arboreal and shrub populations, maximum species diversity and height of arboreal of each communities have a characteristic of decreasing according to increasing altitude gradually. And the result of studying on arboreal growth increment with up to 40-year-old trees, there is no special tendency with growth increment in the altitude of subnormal 1,100 meters, but there is a tendency that growth increment becomes lower in the altitude of more than 1,100 meters. In correlation analysis, it is - 0.53 in the *Quercus mongolica* and *Betula costata* community at an altitude of over 1,000 meters, the correlation shows negative(-). It is +0.59 in the *Quercus mongolica* and *Rubus crataegifolius* community at an altitude of less than 1,000 meters, the correlation shows positive(+). And those are cognate trees with the correlation of *Betula costata*, *Betula costata* Trautv., *Tripterygium regelii* Sprague&Takeda., *Acer barbinerve* Maxim. With a summary of the results, the changes in the environment according to the elevation affect *Quercus mongolica* community.

KEY WORDS: CLASSIFICATION ANALYSIS, DISTRIBUTION OF COMMUNITY, POPULATION OF VEGETATION, MAXIMUM DIVERSITY OF SPECIES, TREE HEIGHT, TREE GROWTH INCREMENT

서론

백두대간은 역사적으로 고려 초 승려인 도선에 의해 최초로 언급되었다. 이후 1751년 이종환의 '택리지', 1770년경 신경준의 '산경표'를 거치면서 구체화된 우리민족 고유의 지리인식체계이다(Kwon *et al.*, 2004). 지리적으로는 백두산에서 지리산까지 1대간, 1정간, 13정맥으로 이루어져 있으며, 총 연장 길이 약 1,400km 중 남한지역이 약 670km에 이른다. 또한 생태적으로 한반도의 핵심적인 생태축으로서 다양한 동·식물과 멸종위기 생물 종이 약 1,300여종 서식하고 있는 생태계의 보고이다. 현재 국립공원 7개소, 도립공원 2개소가 포함되어 있으며 한강, 낙동강 등 주요 하천의 발원지이기도 하다(Korea Forest Service, 2008).

이러한 중요성이 점차 국민에게 알려지면서 1997년부터 백두대간의 개념 정립과 실태조사 연구가 시작되었다. 이후 환경단체를 중심으로 정부기관, 학계에서 백두대간에 대한 인식체계와 관리범위에 관한 다양한 연구가 활발히 진행되어 오고 있다. 정부에서도 중요성을 인식하고 2003년에 백두대간 보호에 관한 법률을 제정하여 현재에 이르고 있다(Korea Forest Service and Green Korea United, 1999).

백두대간의 주요 수종인 신갈나무는 해발고도가 비교적 높은 능선부 주변에서 주로 출현하고 있으며 전국적으로 소나무(36.7%) 다음으로 큰 면적 비율인 27.4%를 나타내고 있다(Choung, 1998). 특히 백두대간 지역 중 연구 대상

구간의 핵심·완충지역에서는 현존식생 중 약 77%를 차지하고 있는 대표 수종이다(Korea Forest Service, 2011; Korea Forest Service, 2012). 이러한 이유로 신갈나무에 대한 연구는 백두대간 식생 특성을 파악하는데 매우 중요한 주제이다.

신갈나무의 식생구조와 분포특성과 관련된 주요 연구를 살펴보면 Jin *et al.*(2002)은 점봉산 일대의 천연활엽수림을 대상으로 Ordination 분석을 통해 신갈나무림과 기타 군락간의 유형별 특성을 비교 분석하였다. Park(2007)은 밀양 천황산 고산평원지대에 위치한 신갈나무림을 대상으로 종 조성, 군락구조, 입지환경 등을 분석하여 초기 천이계열을 밝히고자 하였다. Oh *et al.*(2010)은 백두대간 갈전곡봉 산림유전자원보호림 중 신갈나무가 우점하고 있는 지역을 대상으로 관속식물상의 분포 특성을 파악하였다. 그리고 Yim and Park(2010)은 월악산 지역을 대상으로 지형에 따른 신갈나무 연륜생장 특성을 살펴보았다. 이밖에도 식생과 관련된 연구는 최근까지 활발히 수행되었다(Lee and Song, 2011). 뿐만 아니라 무기 환경과의 상관관계에 관한 연구도 지속적으로 진행되어 오고 있으며(Song *et al.*, 1995; Park and Jang, 1998), 2000년대 이후에는 연구 영역이 더욱 확대되어 신갈나무림 바이오에너지 생산량 측정 등의 연구들이 수행되고 있다(Kwon and Lee, 2006). 신갈나무에 관한 연구는 과거부터 현재까지 그 중요성에 부합되게 다양한 분야에서 꾸준히 진행되어 오고 있다. 하지만 전국적으로 분포하는 신갈나무가 해안 저지대부터 해발고도 약 100m

에서 1,700m로 폭 넓게 군락을 형성하고 있음에도 불구하고 고도에 따른 신갈나무 식생구조 특성에 대해서는 아직 밝혀진 바가 없다.

따라서 본 연구는 향로봉에서 깃대배기봉 구간을 대상으로 고도에 따른 신갈나무군락의 특성을 분석하여 관리를 위한 기초자료 제공을 목적으로 연구를 진행하였다.

연구범위 및 방법

1. 연구범위

본 연구의 대상지는 백두대간 지역 중 북위 37°52'49.10"~37°04'09.31"의 공간적 범위에 위치하고 있으며 해당 지역 중 총 63개의 신갈나무군락을 선정하였다(Figure 1). 이 지역의 연평균 기온은 영동 11.0°C, 영서 10.8°C로 6.6~13.1°C의 분포를 보이고 있다. 또한 영동과 영서로 분리되어 있어 기후적으로 다른 특성을 나타내고 있다(Korea Meteorological Administration, www.kma.go.kr). 대상지는 현장조사 자료를 검토하여 상관식생 비율이 50% 이상인

신갈나무군락을 선정하였다. 대관령 등 일부 지역은 자연식생 면적이 작아 거점지역에서 제외하였다.

현장조사 시기는 향로봉에서 구룡령 구간은 2011년 5~8월에 실시되었으며, 구룡령에서 깃대배기봉 구간은 2012년 6~8월 사이에 실시되었다.

2. 연구방법

조사구의 크기는 층위별로 교목층 20m×20m(400m²), 아교목층 10m×10m(100m²), 관목층 4m×4m(16m²)으로 설정하였다. 식생조사는 각 층위에 나타나는 수목을 대상으로 수종명, 수고, 흉고직경, 수관폭을 측정하였다. 환경요소는 경사, 향 그리고 GPS를 이용하여 위치, 고도를 조사하였다.

식물군락분류는 식생조사 자료를 바탕으로 McCune and Mefford(1999)의 'PC-ORD'를 사용하여 TWINSpan에 의한 classification 분석을 실시하였다(Hill, 1979). 그리고 현장 조사 자료를 바탕으로 생물기후구계에 따른 대관령형(I 권역)과 중부내륙형(II 권역)으로 구분하여 식물사회학적 분석을 실시하였다(Kim and Lee, 2006). 층위별로는 각 수종의 상대적 우세를 비교하기 위하여 Curtis and McIntosh(1951)의 중요도(Importance Value)를 백분율로 나타낸 상대우점치(Importance Percentage; I.P.)와 식생 층위별로 가중치를 부여한 수식 '(교목층I.P.×3+아교목층I.P.×2+관목층I.P.×1)/6'으로 평균상대우점치(Yim *et al.*, 1980)를 산출하였고 최대종다양도(Shannon and Weaver, 1963)를 분석하였다. 또한 고도에 따른 개체수, 수고, 수목생장량 분석을 실시하였으며 통계 프로그램인 SPSS14를 이용하여 상관관계 분석을 실시하였다. 공간 분석은 GIS 응용프로그램인 Arcmap 9.3을 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 조사지 개황

백두대간 향로봉에서 깃대배기봉 구간의 핵심·완충지역 중 해발고도가 약 400~1,600m 대부분의 지역에서 신갈나무가 77.01%로 가장 높은 비율로 우점하고 있었다(Korea Forest Service, 2011; Korea Forest Service, 2012). 특히 핵심지역이 완충지역에 비해 신갈나무의 비율이 75.99%로 높게 우점하고 있었다. 반면에 기타 낙엽활엽수는 약 2%로 신갈나무에 비해 미미한 수준으로 나타났다. 침엽수는 소나무가 12.72%로 가장 높게 우점하고 있으며 이밖에 일본잎갈나무가 조림에 의해 2.96%로 비교적 높게 나타났다. 기타 관목식생지가 0.05%, 초지가 약 1% 정도로 낮게 우점하고 있었다(Table 1).

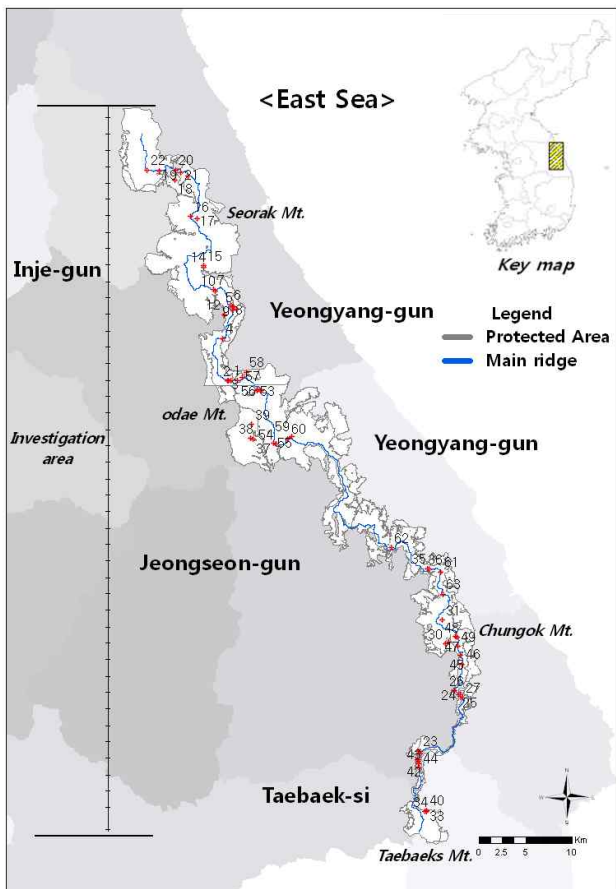


Figure 1. Location map of investigated plots

Table 1. The actual vegetaion of Baekdudaegan(Hyangnobong~gitdaebaggybong)

Class	Species	Core zone area(km ²)	Buffer zone area(km ²)	Total area(km ²)	Ratio(%)
Broad leaf tree	<i>Quercus mongolica</i>	786.31	244.41	1030.72	77.01
	<i>Quercus variabilis</i>	7.37	8.92	16.30	1.21
	<i>Quercus serrata</i>	1.74	0.55	2.28	0.17
	<i>Betula platyphylla</i>	0.01	0.05	0.06	0.00
	Others	8.77	0.70	9.47	0.70
Needle leaf tree	<i>Pinus densiflora</i>	84.44	85.85	170.29	12.72
	<i>Larix kaempferi</i>	20.05	19.60	39.65	2.96
	<i>Pinus koraiensis</i>	7.33	6.85	14.18	1.06
	<i>Abies holophylla</i>	0.41	0.42	0.83	0.06
	Others	0.08	0.00	0.08	0.00
Shrub and grass	Shrub	0.22	0.50	0.73	0.05
	Grass	4.32	8.22	12.54	0.93
	<i>Pueraria lobata</i>	0.02	0.03	0.05	0.00
Others	-	28.11	13.09	41.20	3.07
Total	-	949.18	389.19	1338.37	100.00

* Korea Forest Service(2011; 2012) Natural Resources Change Survey and Management Practice Study of the Baekdudaegan Mountains

본 연구의 대상 군락이 위치하고 있는 곳의 해발고도는 530~1,434m, 경사는 2~35°, 목본식물의 평균 출현종수는 평균 8.2종, 교목층 신갈나무의 평균 수고는 11.24m로 나타났다(Table 2).

2. 식물사회학적 군락 분석

Classification 분석 기법 중 TWINSpan을 적용하여 군락분류를 실시 한 결과(Figure 2) Level 3 수준에서 신갈나무-당단풍나무군락(A), 신갈나무-피나무군락(B), 신갈나무

-고로쇠나무군락(C), 신갈나무-물푸레나무군락(D), 신갈나무-철쭉군락(E)으로 총 5개 군락으로 구분되었다. 첫 번째 단계에서는 소나무, 고로쇠나무, 당단풍나무에 의해, 두 번째 단계에서는 귀룽나무, 미역줄나무, 청시닥나무에 의해, 세 번째 단계에서는 소나무, 철쭉에 의해, 네 번째 단계에서는 노린재나무, 당단풍나무, 피나무에 의해 군락이 구분되었다.

권역별로는 B, C군락은 I 권역, A, D, E군락은 II 권역에 더 많이 분포하고 있는 것으로 나타났다.

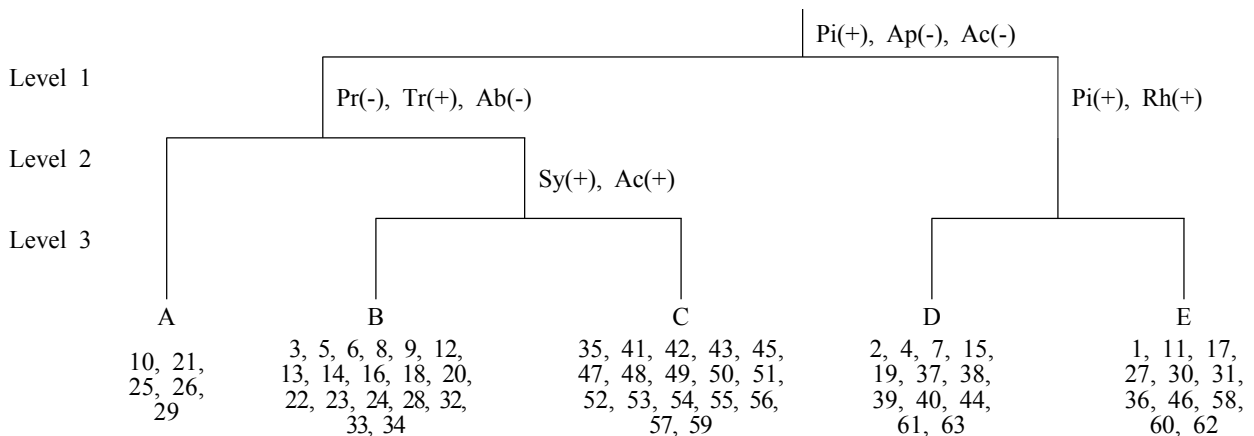


Figure 2. The dendrogram of community classification in *Quercus mongolica* Community by TWINSpan (Ac: *Acer pseudosieboldianum*, Ab: *Acer barbinerve*, Rh: *Rhododendron schlippenbachii*, Sy: *Symplocos chinensis*, pilosa, Tr: *Tripterygium regelii*, Pr: *Prunus padus*, Pi: *Pinusdensiflora*)

Table 2. General description of the physical features and vegetation of the survey plots

Plot No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Altitude(m)	1092	1081	1086	842	801	824	886	750	945	765	635	904	665	595	735	1175	664	530	661	868	1072
Aspect	E	S	N	N	NE	SE	S	NE	SE	SE	E	E	W	SW	SW	S	SE	SW	S	W	SE
Slope(°)	34	35	35	31	25	30	15	25	25	24	20	18	35	33	35	35	24	15	35	5	15
Area*	Ri	Ri	Ri	Ri	Yd	Yd	Ri	Yd	Yd	Ys	Yd	Ys	Ri	Yd	Yd	Ri	Yd	Ys	Ys	Ri	Ri
Number of species	9	8	9	10	7	7	8	8	11	7	12	8	10	12	10	8	12	11	11	8	8
Height(m)	9.50	9.00	9.00	14.00	16.00	12.50	15.50	14.00	10.00	17.00	13.00	10.50	13.00	16.00	14.00	10.00	15.00	14.50	15.00	12.00	10.50
DBH(cm)	20.4	21.1	26.8	26.5	19.1	19.1	30.7	27.9	13.3	28.6	19.5	22.8	20.5	16.9	23.2	27.3	21.8	16.7	19.3	11.8	23.0
Individuals	32	27	25	32	39	40	28	30	26	30	40	27	35	37	25	28	35	37	33	33	26
Height(m)	6.00	5.50	5.50	5.00	4.50	5.50	4.30	5.00	4.50	4.50	2.50	5.00	4.50	4.50	4.50	5.00	5.00	4.50	5.50	4.50	4.00
DBH(cm)	8.0	6.7	12.5	5.7	4.8	8.4	3.4	8.0	8.5	4.4	2.8	6.0	-	3.8	3.5	6.8	5.0	5.5	5.8	5.5	7.5
Individuals	3	8	8	5	8	7	9	3	9	8	5	7	3	10	7	10	4	7	9	6	6
Height(m)	0.50	1.50	1.50	0.50	0.50	0.50	1.00	0.50	1.00	1.50	1.50	1.00	1.00	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50
Individuals	6	9	7	10	8	11	11	9	8	6	21	9	12	16	10	6	16	14	14	7	7
Plot No.	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
Altitude(m)	1053	1419	1050	992	1067	1002	1318	1348	1204	795	1019	1337	1357	783	722	1269	1366	1417	1268	1434	1433
Aspect	E	N	NW	SE	NE	NE	E	NW	N	S	E	NW	N	NW	NW	N	E	NW	NW	W	NE
Slope(°)	23	25	17	17	15	15	5	16	15	25	18	10	10	17	16	28	25	2	10	5	12
Area*	Ri	Ys	Yd	Yd	Ri	Yd	Yd	Ys	Ys	Yd	Ys	Yd	Yd	Yd	Yd	Ys	Ys	Ys	Yd	Ri	Yd
Number of species	8	7	9	6	7	8	7	7	9	8	7	9	7	10	9	7	8	7	9	6	7
Height(m)	11.00	8.00	11.50	10.50	16.50	10.50	9.00	10.00	5.50	11.00	11.50	8.50	8.00	12.50	14.00	10.00	8.50	8.50	10.00	9.00	9.00
DBH(cm)	21.7	30.4	39.5	32.4	24.7	24.1	21.2	22.1	21.8	26.2	30.6	28.4	18.7	20.5	18.0	36.8	28.7	42.6	17.9	22.3	24.8
Individuals	27	20	26	26	25	30	20	29	22	28	24	20	22	32	32	28	19	15	30	22	26
Height(m)	4.50	3.00	3.00	4.50	4.00	3.50	3.50	2.50	3.00	5.00	4.00	4.50	6.00	6.50	4.50	4.50	5.00	4.50	5.00	5.00	4.50
DBH(cm)	6.0	17.6	10.4	4.9	6.0	14.4	7.3	-	8.7	3.3	7.3	10.8	6.8	8.3	7.0	7.8	8.7	12.0	3.7	5.0	12.8
Individuals	8	7	8	7	1	7	7	-	3	3	6	7	7	9	3	7	7	4	8	6	5
Height(m)	1.00	1.00	1.50	1.00	1.00	1.00	0.50	1.50	1.00	1.00	0.50	1.00	1.00	0.50	0.50	1.00	1.00	1.50	1.00	1.00	1.50
Individuals	4	4	5	7	4	3	2	3	3	7	6	3	2	8	8	6	4	5	4	2	2
Plot No.	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
Altitude(m)	1349	1274	874	1003	1243	1070	1030	1267	1268	1041	991	1119	1275	1221	1139	1054	1262	1243	834	828	937
Aspect	E	NE	SE	NE	E	E	NE	E	E	S	W	E	SE	NW	NW	NW	SE	S	E	NW	NE
Slope(°)	17	12	10	5	14	25	18	15	5	10	5	14	21	15	15	20	21	17	5	15	24
Area*	Ri	Yd	Ri	Ri	Yd	Yd	Yd	Yd	Ri	Ys	Ys	Yd	Yd	Yd	Yd	Yd	Yd	Ri	Ri	Yd	Yd
Number of species	10	6	8	7	7	6	7	6	8	8	8	7	7	10	8	11	9	7	9	7	7
Height(m)	9.00	10.00	12.00	10.00	9.00	10.00	13.50	8.50	8.50	12.00	11.00	12.50	10.00	11.30	10.00	10.50	9.00	9.00	14.00	13.00	10.30
DBH(cm)	20	18	36	22	46	21	23	49	49	27	33	36	42	26	27	23	21	25	21	24	21
Individuals	21	23	33	24	28	24	31	28	25	26	27	21	23	30	23	31	30	23	37	26	23
Height(m)	6.00	5.50	4.50	5.00	3.50	5.00	5.50	5.50	5.50	3.00	5.50	7.00	4.50	5.50	6.50	5.00	4.50	5.00	4.00	3.00	7.00
DBH(cm)	10	6	8	10	13	8	12	19	14	3	9	19	13	15	12	16	8	9	4	5	13
Individuals	8	6	5	8	4	10	9	7	5	8	7	4	4	8	9	7	9	8	7	8	8
Height(m)	1.50	1.50	1.00	0.50	1.00	1.00	1.00	1.50	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	1.00
Individuals	5	5	7	4	6	5	5	6	5	9	6	9	8	4	5	9	8	9	2	9	6

* Ri: The main ridge of Baekdu Daegan (Located within 50m from ridge), Yd: Yeongdong area (Eastern area from ridge), Ys: Yeongseo area (Western area from ridge)

3. 고도에 따른 신갈나무군락 특성 분석

1) 군락 분포 분석

신갈나무 5개 각 군락에 대한 지리적 분포(Figure 3)와 고도에 따른 분포(Table 3)를 분석한 결과 A군락이 주로 분포하고 있는 지역은 II권역인 태백산 일대에서 4곳, I 권역에서 1곳이 나타났다. B, C군락은 I 권역인 설악산과 오

대산 지역에서 주로 나타났으며, II권역에서는 일부 출현하였다. D군락은 주로 청옥산, 함백산이 있는 II권역에서 E군락은 I, II 권역에 걸쳐 고르게 나타났다.

군락이 위치하고 있는 해발고도의 특성을 살펴보면 A군락은 대상지 전체가 1,300m 이상의 지역에서만 출현하였다. B, C군락은 700~1,500m 범위의 지역에서 출현하여 고도 분포 범위가 넓은 것으로 나타났다. D, E군락은 타 군락에 비해 비교적 해발고도가 낮은 1,000m 미만인 곳에 대상지가 분포하고 있었다. 그리고 지역을 영동, 영서 지역으로 구분하여 살펴본 결과 각 군락 간의 뚜렷한 지역적 차이를 보이지는 않았다.

2) 군락구조 분석

Classification 분석을 통해 나누어진 군락을 층위별로 상대우점치(I.P)와 평균상대우점치(M.I.P)를 산출하여 식생의 특성을 살펴보았다(Table 4).

A군락은 전 권역에서 신갈나무와 함께 고로쇠나무, 당단풍나무가 우점하고 있으며 아교목층에는 신갈나무와 함께 당단풍나무, 야광나무 등 낙엽활엽수가 다수 우점하고 있는 것으로 나타났다. 그리고 Lee *et al.*(2004)의 연구결과 1,000m 이상의 지역에서 주로 분포하는 것으로 알려져 있는 거제수나무(II 권역)와 사스래나무가(I 권역)가 교목층에서 출현하였다. 관목층에서도 고도가 높은 지역에서 출현하는 청시닥나무가 권역에 관계없이 모두 나타났다. B군락은 교목층에서 피나무와 함께 거제수나무가 전 권역에서 우점하고 있으며 까치박달, 고로쇠나무 등이 동반 출현하고 있었다. 아교목층에는 까치박달과 피나무가, 관목층에는 철쭉이 I 권역 I.P 29.65%, II권역 I.P 38.79%로 높게 우점하고 있는 것으로 나타났다. 신갈나무 A, B 군락에서는 거제수나무, 사스래나무, 청시닥나무와 같은 고도가 높은 지역에 주로 분포하는 수종들이 다수 포함되어 있는 것으로 나타났다. C군락은 교목층에 물푸레나무와 고로쇠나무가 전 권역에서 높게 우점하고 있으며 아교목층에서는 당단풍나무가 I.P 30.25% 이상으로 높게 우점하는 군락 형태를 보였

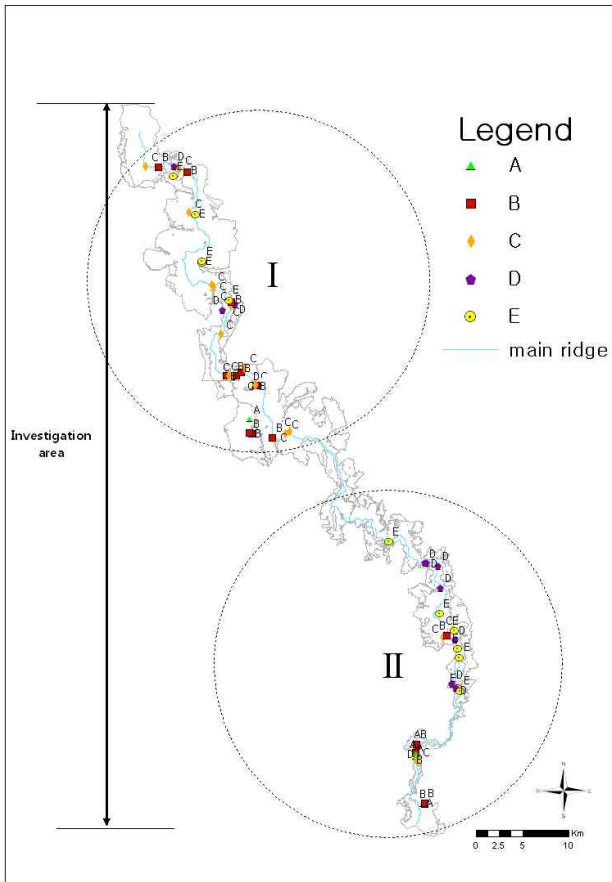


Figure 3. Location map of investigated in each community

Table 3. Distribution of investigated each community by elevation

Elevation range	Community A*						Community B*						Community C*						Community D*						Community E*					
	Yd		Ri		Ys		Yd		Ri		Ys		Yd		Ri		Ys		Yd		Ri		Ys		Yd		Ri		Ys	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II		
500~700m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	1	-
700~900m	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	2	-	1	-	2	1	1	-	-	2	2	-	1	-	-	
900~1,100m	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	2	-	2	-	4	-	1	-	4	1	1	-	-	-	3	-	1	-	-	
1,100~1,300m	-	-	-	-	-	-	3	1	-	-	1	-	3	2	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1,300~1,500m	-	2	-	1	1	1	-	1	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

* Ri: The main ridge of Baekdu Daegan (Located within 50m from ridge), Yd: Yeongdong area (Eastern area from ridge), Ys: Yeongseo area (Western area from ridge)

다. D군락은 교목층에 물박달나무, 물푸레나무가 전 권역에서 출현하고 있으며 아교목층에도 신갈나무가 높게 우점하고 있었다. E 군락은 교목층에서 유일하게 침엽수인 소나무가 전 권역에서 신갈나무와 혼재해 있으며 관목층에는 철쭉이 높은 비중으로 나타나고 있었다. 해발고도가 비교적 낮

은 곳에 분포하는 신갈나무 D, E 군락은 A~C 군락과는 다르게 아교목층에서도 신갈나무가 높게 우점하고 있는 모습을 보였다.

군락이 나누어지는데 영향을 미친 요소로는 고도에 따라 나타나는 일부 수종의 우점 정도가 영향을 미친 것으로 판

Table 4. Importance Percentage(I.P.) of major woody species by the stratum in each community

Com.	Species	Layer*							
		I				II			
		C	U	S	M	C	U	S	M
A	<i>Quercus mongolica</i>	64.40	0.00	0.00	42.20	50.27	7.06	0.00	27.49
	<i>Acer pseudosieboldianum</i>	0.00	80.36	15.88	19.43	10.91	32.66	0.00	18.84
	<i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i>	4.09	6.00	0.00	6.04	6.16	16.69	3.72	9.26
	<i>Crataegus maximowiczii</i>	3.60	0.00	23.24	5.68	8.80	11.49	10.00	11.06
	<i>Betula costata</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	3.49	0.00	0.00	12.74
	<i>Tilia amurensis</i>	12.08	5.30	0.00	8.56	13.49	20.60	29.51	11.53
	<i>Betula ermanii</i>	4.09	0.00	15.88	4.69	0.00	0.00	0.00	0.00
	<i>Acer mandshuricum</i>	3.11	0.00	11.92	3.55	1.56	0.00	3.65	2.89
	Others	8.63	8.34	33.08	9.85	5.32	11.5	53.12	6.19
B	<i>Quercus mongolica</i>	62.21	1.73	0.74	31.81	55.79	0.00	4.24	28.60
	<i>Tilia amurensis</i>	5.59	23.44	8.07	11.96	9.28	17.64	12.43	13.26
	<i>Abies nephrolepis</i>	6.30	2.75	0.00	8.07	6.02	5.10	0.00	4.71
	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	0.00	6.20	29.65	7.01	0.00	8.12	38.79	15.17
	<i>Carpinus cordata</i>	8.72	21.33	2.16	11.84	4.33	0.00	0.00	2.16
	<i>Sorbus commixta</i>	0.00	10.14	15.54	5.97	1.48	30.00	8.49	9.82
	<i>Betula costata</i>	8.95	0.00	0.00	7.98	12.14	0.00	0.00	7.08
	<i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i>	1.86	9.59	12.16	4.49	9.28	17.64	16.43	7.26
	Others	6.37	24.82	31.68	10.87	1.68	21.50	19.62	11.94
C	<i>Quercus mongolica</i>	71.10	12.26	1.20	44.84	66.95	0.00	0.00	38.47
	<i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i>	2.00	43.36	11.02	10.62	4.94	30.25	8.19	13.92
	<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	0.00	3.88	25.80	5.60	0.00	64.86	24.82	15.76
	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	5.72	6.14	3.20	5.44	9.05	0.00	0.00	4.53
	<i>Acer pseudosieboldianum</i>	10.16	17.1	6.26	10.16	8.91	6.32	0.00	6.57
	<i>Tripterygium regelii</i>	0.00	0.00	18.32	3.05	0.00	0.00	29.41	4.90
	<i>Tilia amurensis</i>	5.92	3.41	5.88	5.08	1.37	0.00	0.00	7.50
	<i>Stephanandra incisa</i>	0.00	0.00	19.52	3.25	0.00	0.00	26.81	4.47
	Others	5.10	13.85	8.80	11.96	8.78	18.57	10.77	8.88
D	<i>Quercus mongolica</i>	75.50	41.76	6.35	47.73	79.49	48.92	1.04	57.23
	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	7.83	13.93	0.62	8.66	1.47	7.29	8.93	7.65
	<i>Tripterygium regelii</i>	0.00	0.00	46.23	7.70	0.00	7.14	22.10	6.06
	<i>Lespedeza maximowiczii</i>	0.00	0.00	39.52	6.59	0.00	8.33	28.26	5.49
	<i>Betula davurica</i>	1.35	14.09	0.00	5.37	6.89	0.00	0.00	7.00
	<i>Lindera obtusiloba</i>	0.00	19.09	0.00	9.7	0.00	12.99	6.19	5.36
	<i>Quercus variabilis</i>	5.74	0.00	0.00	3.87	0.00	0.00	0.00	0.00
	Others	9.58	11.13	7.28	10.38	12.15	15.33	33.48	12.21
	E	<i>Quercus mongolica</i>	62.95	34.41	2.01	38.28	69.41	30.06	4.51
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>		0.00	4.31	43.81	8.74	0.00	21.28	55.44	16.66
<i>Pinus densiflora</i>		7.02	0.00	0.00	4.51	10.87	1.47	0.00	5.43
<i>Acer pseudosieboldianum</i>		4.63	24.04	2.01	14.00	0.00	22.46	3.10	8.56
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>		6.44	0.00	2.94	5.21	2.82	0.00	0.00	1.41
<i>Lindera obtusiloba</i>		0.00	17.76	7.37	8.48	0.00	0.00	5.19	0.86
<i>Styrax obassia</i>		9.26	7.46	9.86	6.26	6.80	4.60	2.90	3.89
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>		0.00	0.00	14.47	4.08	0.00	2.33	20.06	4.45
Others		9.70	12.02	17.53	10.44	10.10	17.80	8.80	13.26

* C: Canopy layer, U: Understory layer, S: Shrub layer, M: Mean importance percentage

단된다. 또한 같은 군락일 경우에도 각 권역에 따라 일부 수종과 우점 정도에 차이를 보였다.

3) 수목 개체수 분석

고도에 따른 수목 개체수의 변화 양상을 살펴보기 위해 I, II 권역으로 나누어 각 군락별로 층위별 개체수를 산출하여 분석하였다(Table 5). 비교가 가능한 B~E군락을 살펴보면 전 권역에서 4개 군락 전체가 교목과 관목층에서 고도가 높아짐에 따라 개체수가 적어지는 특성을 보였다. 반면에 아교목층에서는 고도에 따른 각 군락의 개체수 변화가 뚜렷하게 나타나지 않았다.

권역별 군락의 수목 개체수 평균을 살펴보면 교목은 I 권역 해발고도 500~700m에서 가장 높은 35.17개를 보였으며 고도가 높아질수록 반비례하여 점차 적어지는 경향을 보였다. 고도가 가장 높은 1,300m 이상의 구간에서는 I 권

역 20.60개, II 권역 21.26개의 개체수를 보여 가장 적은 수치를 보였다. 아교목의 경우에는 I, II 권역 전체 해발고도(500~1,300m) 범위에서 5.19~6.91개로 나타나 개체수에 큰 폭의 변화를 보이지 않았다. 관목의 경우 I 권역 고도 500~700m 구간에서 14.70개로 타 구간에 비해 많이 나타났으며 기타 구간에서는 점차적으로 적어지는 경향을 보였다. 전체 분석 결과 고도에 따라 교목은 20.60~35.17개, 관목은 3.30~14.70개로 변화를 보였는데 고도에 따른 환경 변화가 개체수에 영향을 미친 것으로 판단된다(Figure 4).

4) 최대종다양도 분석

고도에 따른 최대종다양도 분석결과는 C~E군락의 경우 전 권역에서 해발고도에 반비례해서 평균 최대종다양도가 차츰 낮아지는 수치를 보였다. 반면에 B군락의 경우 700~900m 구간보다 900~1,100m 구간에서 최대종다양도

Table 5. Descriptive analysis of the number of individuals each community by elevation

Layers	Elevation range	Community					Average \pm s.d.
		A	B	C	D	E	
Canopy	500~700m	-	-	-	40.00 \pm 0.00	34.11 \pm 0.82	35.17 \pm 2.09
	700~900m	-	30.00 \pm 0.00	31.40 \pm 4.85	29.00 \pm 0.00	31.20 \pm 4.44	30.80 \pm 4.15
	900~1,100m	-	24.00 \pm 0.64	27.00 \pm 3.81	27.00 \pm 0.00	27.16 \pm 1.86	26.42 \pm 2.41
	1,100~1,300m	-	25.70 \pm 2.98	24.78 \pm 2.56	25.00 \pm 0.00	-	24.81 \pm 3.19
	1,300~1,500m	19.60 \pm 0.00	20.90 \pm 0.00	-	-	-	20.60 \pm 2.64
I Under-story	500~700m	-	-	-	5.00 \pm 0.00	7.45 \pm 2.68	6.19 \pm 2.35
	700~900m	-	3.00 \pm 0.00	7.10 \pm 2.60	6.84 \pm 1.98	6.50 \pm 1.24	6.18 \pm 1.98
	900~1,100m	-	7.84 \pm 1.64	6.44 \pm 1.41	6.10 \pm 1.79	8.16 \pm 1.19	7.25 \pm 2.12
	1,100~1,300m	-	6.90 \pm 1.72	5.48 \pm 2.45	5.00 \pm 0.00	-	6.60 \pm 2.26
	1,300~1,500m	5.20 \pm 0.00	6.58 \pm 0.47	-	-	-	5.19 \pm 0.00
Shrub	500~700m	-	-	-	21.00 \pm 0.00	14.13 \pm 0.94	14.70 \pm 2.51
	700~900m	-	-	8.15 \pm 1.62	6.35 \pm 1.29	8.60 \pm 1.50	7.67 \pm 2.18
	900~1,100m	-	7.65 \pm 1.44	6.40 \pm 1.52	6.10 \pm 1.32	4.30 \pm 1.13	6.17 \pm 1.67
	1,100~1,300m	-	5.20 \pm 1.30	6.20 \pm 1.36	5.00 \pm 0.00	-	5.90 \pm 1.81
	1,300~1,500m	3.70 \pm 0.00	3.50 \pm 0.841	-	-	-	3.30 \pm 1.07
Canopy	500~700m	-	-	-	-	-	-
	700~900m	-	-	31.45 \pm 3.10	32.8 \pm 2.21	28.20 \pm 4.34	32.77 \pm 3.38
	900~1,100m	-	24.00 \pm 1.12	27.00 \pm 2.07	27.1 \pm 2.25	25.80 \pm 2.45	25.78 \pm 2.21
	1,100~1,300m	-	21.20 \pm 0.00	24.67 \pm 2.89	-	-	25.46 \pm 3.14
	1,300~1,500m	21.10 \pm 2.23	22.80 \pm 0.00	-	-	-	21.26 \pm 1.26
II Under-story	500~700m	-	-	-	-	-	-
	700~900m	-	-	7.40 \pm 1.20	6.35 \pm 2.07	6.10 \pm 1.69	6.84 \pm 1.38
	900~1,100m	-	7.16 \pm 1.04	6.26 \pm 1.49	6.20 \pm 2.20	8.20 \pm 1.17	6.91 \pm 2.12
	1,100~1,300m	-	7.40 \pm 1.63	6.39 \pm 2.40	-	-	6.37 \pm 2.26
	1,300~1,500m	6.10 \pm 1.39	6.80 \pm 0.49	-	-	-	6.36 \pm 1.28
Shrub	500~700m	-	-	-	-	-	-
	700~900m	-	-	8.60 \pm 1.72	6.10 \pm 1.50	8.50 \pm 1.40	8.02 \pm 2.35
	900~1,100m	-	7.16 \pm 1.20	7.20 \pm 1.80	6.30 \pm 1.73	4.10 \pm 0.86	6.18 \pm 1.79
	1,100~1,300m	-	5.20 \pm 1.60	6.00 \pm 1.74	-	-	6.05 \pm 1.92
	1,300~1,500m	3.40 \pm 1.28	2.80 \pm 0.80	-	-	-	2.80 \pm 1.09

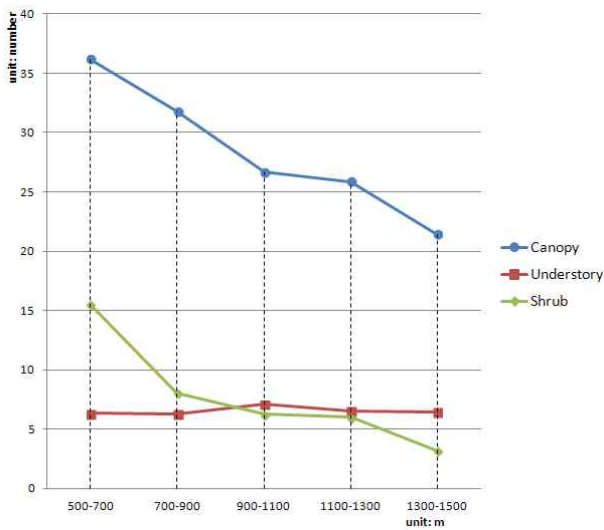


Figure 4. Layers population of individual designations by elevation

가 조금 더 높아지는 수치를 보였다(Table 6).
권역별 군락의 평균 최대종다양도는 I 권역 500~700m

구간에서 평균 1.1162로 가장 높았다. 이후 I, II 권역 모두 고도 1,300~1,500m 구간까지 지속적으로 평균 최대종다양도가 낮아지는 수치를 보였다. 고도 1,100~1,300m 구간에서는 최대종다양도가 I 권역 0.7100, II 권역 0.6600으로 나타나 타 고도구간에 비해 가 낮은 수치를 보였다. 그리고 같은 고도범위에서는 II 권역 보다는 I 권역의 최대종다양도가 상대적으로 높은 수치를 보였다.

5) 교목 수고 분석

해발고도에 따른 신갈나무 교목의 수고 변화를 살펴보면 비교가 가능한 I, II 권역의 B~E군락 모두 정도의 차이는 있었지만 해발고도에 반비례해서 수고 높이가 작아지는 특성을 보였다(table 7). 이러한 특성은 일반적으로 해발고가 높아짐에 따라 수고가 낮아지는 기존의 연구 결과와 일치한다(Kil *et al.*, 2004). 권역별 군락의 평균 수고를 살펴보면 I 권역이 500~700m 범위에서 13.77m로 가장 높게 나타났으며 해발고도가 높아짐에 따라 점차 수고가 낮아지는 특성을 보였다. 1,300~1,500m의 고도범위에서는 평균 수고가 I 권역 8.68m, II 권역 7.92m로 각 권역에서 최저를 나타냈

Table 6. The average maximum species diversity of each community

Elevation range	Community					Average ± s.d.
	A	B	C	D	E	
500~700m	-	-	-	1.1461±0.0000	1.1351±0.0419	1.1162±0.0463
700~900m	-	0.9542±0.0000	0.9580±0.0433	0.9511±0.0000	0.9460±0.0485	0.9485±0.0468
I 900~1,100m	-	0.9773±0.0606	0.9318±0.0664	0.8797±0.0000	0.8620±0.0426	0.8987±0.0613
1,100~1,300m	-	0.6806±0.0364	0.7422±0.0527	-	-	0.7100±0.0455
1,300~1,500m	0.7315±0.0000	0.7357±0.0000	-	-	-	0.7266±0.0624
500~700m	-	-	-	-	-	-
700~900m	-	-	0.9233±0.0493	0.8613±0.0143	0.9160±0.0587	0.9025±0.0488
II 900~1,100m	-	0.9143±0.0503	0.9031±0.0484	0.7996±0.0564	0.8230±0.0384	0.8789±0.0712
1,100~1,300m	-	0.6401±0.0000	0.6821±0.0461	-	-	0.6600±0.0436
1,300~1,500m	0.7188±0.0760	0.6959±0.0562	-	-	-	0.6965±0.0610

Table 7. Descriptive analysis of canopy layer average height in each community by elevation (Unit: m)

Elevation range	Community					Average ± s.d.
	A	B	C	D	E	
500~700m	-	-	-	12.51±0.00	14.69±0.56	13.77±1.25
700~900m	-	13.80±0.00	14.48±1.84	12.14±0.00	12.84±0.56	13.53±1.47
I 900~1,100m	-	10.36±1.12	10.1±0.69	11.86±0.00	10.14±0.48	10.80±1.52
1,100~1,300m	-	9.23±0.44	9.4±1.19	-	-	9.34±1.17
1,300~1,500m	8.41±0.00	8.94±0.00	-	-	-	8.68±0.50
500~700m	-	-	-	-	-	-
700~900m	-	-	14.64±2.04	11.46±0.85	12.18±0.56	13.26±1.37
II 900~1,100m	-	9.66±1.18	10.24±0.73	10.79±1.65	10.24±0.54	10.40±1.32
1,100~1,300m	-	9.06±0.00	9.73±1.21	-	-	9.44±1.07
1,300~1,500m	8.13±0.38	7.84±0.53	-	-	-	7.92±0.49

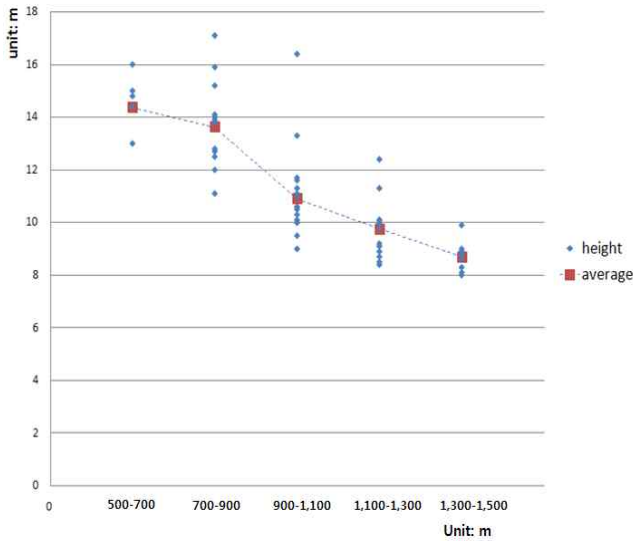


Figure 5. Total average height by elevation

다. 전체를 종합해 볼 때 고도에 따른 기온, 바람 등의 변화 요인이 수고 성장의 제한 요소로 작용하는 것으로 분석되었다.

전체 군락을 대상으로 고도에 따른 수고 변화를 살펴본 결과도 I, II 군락의 결과와 비슷한 경향으로 나타났다 (Figure 5).

6) 교목 성장량 분석

고도에 따른 군락별 신갈나무 교목의 성장량 변화를 살펴 보기 위해 수령 40년 이상인 신갈나무 44그루의 목편을 추출하여 40년까지의 성장량을 분석하였다(Table 8). 권역별 성장량 변화를 살펴보면 1,100m 이하 고도범위에서는 300cm² 이상을 보였다. 특히 900~1,100m 고도구간에서 I 권역 평균 328.22cm², II 권역 평균 318.27cm²로 최대치를 보였다. 1,100m 이상의 고도구간에서는 I, II 권역 모두

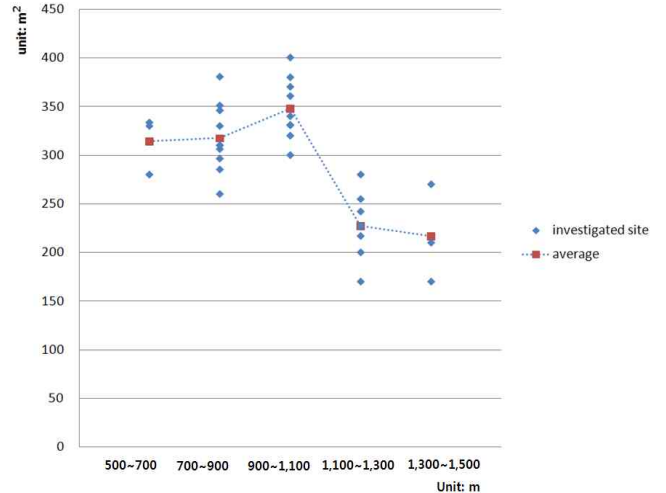


Figure 6. Total average growth by elevation(40 years growth)

231.20cm² 이하로 급격히 낮아지는 특성을 보였다. 각 권역의 신갈나무 군락의 평균 성장량을 분석한 결과 1,100m를 기점으로 편차를 보이는 것으로 분석되었다.

전체 군락을 대상으로 고도에 따른 교목 성장량 변화를 분석한 결과도 1,100m를 기점으로 성장량의 최대값과 최소값의 차가 100cm² 이상으로 뚜렷한 차이를 보였다(Figure 6).

7) 상관관계 분석

신갈나무군락에서 고도에 따라 출현하는 수종들과 기타 수종들 간에 관계를 살펴보기 위해 상관분석을 실시하였다 (Table 9). 이를 위해 조사 결과 수종, 성장량 등에 차이를 보이는 해발고도 1,000m를 기준으로 이상과 미만으로 나누어 살펴보았다. 분석대상 수목은 상재도가 15%이하의 낮은 출현 빈도를 보이는 수종을 제외하여 총 25개 수종을 대상으로 하였다.

Table 8. Descriptive analysis of 40 years growth increment in each community by elevation (Unit: cm²)

Elevation range	Community					Average ± s.d.
	A	B	C	D	E	
500~700m	-	-	-	306.80±0.00	330.00±11.14	316.44±20.26
700~900m	-	325.01±0.00	298.04±20.36	351.80±12.8	311.87±21.42	315.56±31.42
I 900~1,100m	-	-	335.25±24.44	342.96±24.26	-	338.22±28.13
1,100~1,300m	-	237.04±10.85	218.10±26.36	-	-	231.20±27.40
1,300~1,500m	214.67±0.00	-	-	-	-	214.67±00.00
500~700m	-	-	-	-	-	-
700~900m	-	-	274.07±21.79	359.70±13.8	296.43±20.86	303.46±27.12
II 900~1,100m	-	-	314.31±25.65	327.94±30.26	-	318.27±29.16
1,100~1,300m	-	218.04±0.00	208.20±28.56	-	-	211.19±21.80
1,300~1,500m	197.48±35.10	-	-	-	-	197.48±35.10

Table 9. Correlation analysis between the woody species in which investigated plots by elevation

	Qu	Ac	Fr	Ta	Ap	Tr	Sy	Rh	So	Be	Sl	Co	Pr	Ca	Ak	Fr	Eu	Am	Sc	Di	Ab	
More than 1,000m	Qu	1.00																				
	Ac	-0.10	1.00																			
	Fr	0.20	0.33	1.00																		
	Ta	-0.09	-0.22	-0.20	1.00																	
	Ap	-0.18	-0.15	0.00	-0.20	1.00																
	Tr	0.58*	-0.06	-0.02	0.04	-0.08	1.00															
	Sy	0.23	-0.05	-0.06	-0.14	-0.03	0.26	1.00														
	Rh	-0.17	-0.15	-0.30	-0.08	-0.13	-0.21	-0.19	1.00													
	So	-0.08	-0.16	-0.19	0.02	-0.04	-0.16	-0.16	0.79**	1.00												
	Be	-0.53**	-0.01	-0.21	0.10	0.03	-0.18	-0.19	0.13	-0.10	1.00											
	Sl	0.29	0.28	0.35	-0.22	-0.04	-0.02	0.30	-0.16	-0.13	-0.19	1.00										
	Co	-0.27	0.06	-0.12	-0.16	0.07	0.10	-0.05	-0.04	0.01	0.422*	-0.22	1.00									
	Pr	-0.24	-0.12	-0.18	-0.11	0.01	-0.27	-0.18	-0.16	-0.16	0.35	-0.18	0.26	1.00								
	Ca	-0.14	-0.05	-0.21	-0.16	-0.03	-0.16	-0.14	0.17	0.01	0.24	0.01	0.21	-0.11	1.00							
	Ak	-0.29	0.52**	0.07	-0.11	-0.08	0.06	-0.15	-0.09	-0.11	-0.13	-0.16	-0.09	0.20	-0.12	1.00						
	Fr	-0.23	0.13	0.31	0.31	-0.19	0.20	-0.18	-0.13	-0.09	0.23	-0.01	0.02	-0.16	-0.13	0.02	1.00					
	Eu	-0.29	-0.07	-0.08	-0.16	-0.09	-0.14	-0.11	-0.09	-0.05	0.50**	-0.05	0.27	0.75**	-0.05	-0.09	-0.02	1.00				
	Am	-0.37*	-0.08	0.25	0.03	0.29	-0.23	-0.17	-0.13	-0.12	0.07	-0.15	-0.11	0.02	-0.09	0.28	0.11	-0.08	1.00			
	Sc	-0.15	-0.22	-0.01	0.04	-0.11	0.01	-0.16	-0.10	-0.16	0.09	-0.13	0.12	-0.14	0.41*	-0.09	0.29	-0.11	0.03	1.00		
	Di	0.47**	0.13	0.21	-0.10	-0.21	0.11	-0.02	-0.10	-0.13	-0.14	0.07	-0.16	-0.13	-0.13	-0.09	0.01	-0.02	-0.11	-0.14	1.00	
	Ab	-0.47**	0.12	0.07	-0.23	0.08	-0.26	-0.18	-0.14	-0.13	0.29	-0.17	0.12	0.69**	-0.09	0.54**	-0.15	0.61**	0.52**	-0.15	-0.12	1.00

(Table 9. Continued)

	Qu	Ac	Fr	Tr	Sy	Li	Di	Sl	Rc	Ca	Rh	Ta	Fr	Pi	So	Ma	St	
Under 1,000m	Qu	1.00																
	Ac	-0.32	1.00															
	Fr	-0.12	-0.32	1.00														
	Tr	0.54*	-0.20	-0.19	1.00													
	Sy	-0.08	0.18	0.34	-0.22	1.00												
	Li	-0.35	0.13	-0.22	-0.24	-0.22	1.00											
	Di	-0.02	0.02	0.07	0.47*	-0.08	-0.18	1.00										
	Sl	-0.16	0.22	0.14	-0.19	0.22	-0.31	0.22	1.00									
	Rc	0.59**	-0.51*	-0.07	0.22	-0.09	-0.14	-0.25	-0.35	1.00								
	Ca	-0.49*	0.08	0.01	-0.16	0.09	0.28	-0.20	-0.16	-0.03	1.00							
	Rh	0.00	0.16	-0.02	-0.06	-0.12	0.20	0.01	-0.08	-0.09	-0.23	1.00						
	Ta	-0.37	-0.29	0.11	-0.13	-0.04	-0.17	-0.09	-0.02	0.19	0.10	-0.12	1.00					
	Fr	0.01	0.30	0.25	-0.20	0.16	-0.13	0.07	0.03	-0.33	-0.24	-0.05	-0.17	1.00				
	Pi	0.12	-0.20	0.40	-0.18	0.28	-0.06	-0.21	-0.27	-0.03	-0.23	0.46*	-0.15	0.32	1.00			
	So	-0.28	-0.08	-0.13	-0.18	0.03	0.08	-0.04	-0.17	0.21	0.12	-0.20	0.70**	-0.03	-0.22	1.00		
	Ma	-0.27	-0.08	-0.12	0.12	-0.11	-0.03	-0.14	0.02	-0.21	0.10	-0.16	0.05	-0.15	-0.16	-0.13	1.00	
	St	-0.44*	0.32	-0.01	-0.15	-0.17	0.26	-0.15	-0.16	-0.18	0.79**	-0.17	0.01	0.06	-0.17	0.02	-0.11	1.00

*. significant at 5% level. **. significant at 1% level.

(Ac: *Acer pseudosieboldianum*, Fr: *Fraxinus rhynchophylla*, Tr: *Tripterygium regelii*, Sy: *Symplocos chinensis* for. *pilosa*, Li: *Lindera obtusiloba*, Di: *Distylium acemosum*, Sl: *Stephanandra incisa*, Rc: *Rubus crataegifolius*, Ca: *Carpinus cordata*, Rh: *Rhododendron schlippenbachii*, Ta: *Tilia amurensis*, Fr: *Fraxinus rhynchophylla*, Pi: *Pinus densiflora*, So: *Sorbus alnifolia*, Ma: *Maackia amurensis*, St: *Styrax obassia*, Ap: *Acer pictum* subsp. *mon*, Be: *Betula costata*, Co: *Cornus controversa*, Pr: *Prunus padus*, Ak: *Acer komarovii*, Eu: *Euonymus sachalinensis*, Am: *Acer mandshuricum*, Sc: *Schisandra chinensis*, Ab: *Acer barbinerve*, Qu: *Quercus mongolica*)

해발고도 1,000m 이상 지역에서는 신갈나무와 거제수나무가 -0.53로 나타나 음(-)의 상관관계를 보였다. 이는 고도가 높은 지역에 서식하는 거제수나무와 신갈나무는 공간을 공유하는 정도가 약한 것으로 판단된다. 이밖에 신갈나무와 미역줄나무와는 0.58로 양(+)의 상관관계를 보였다. 기타 수종으로는 팔배나무와 철쭉이 0.79, 회나무와 귀룽나무가 0.75로 강한 상관관계를 보였다. 관목층에서는 청시닥나무와 시닥나무가 0.54의 상관관계를 보여 함께 출현하는 빈도

가 높은 것으로 나타났다. 해발고도 1,000m 이하지역에서는 신갈나무와 산딸기가 0.59로 양(+)의 상관관계를 보였으며, 미역줄나무와는 0.54의 양(+)의 상관관계를 보여 1,000m 이상 지역과 비슷한 결과를 나타내었다. 타 수종은 경우 팔배나무와 피나무가 0.70, 쪽동백과 까치박달이 0.79로 강한 양(+)의 상관관계를 보여 함께 출현하는 동반종으로 나타났다. 신갈나무와 유의한 상관관계를 가지는 수목은 거제수나무, 미역줄나무, 산딸기로 총 3종으로 나타났다.

4. 종합 고찰

본 연구는 백두대간 향로봉에서 깃대배기봉 구간의 주요 식생인 신갈나무 군락을 대상으로 기후대를 기준으로 I, II 권역으로 나누어 고도에 따른 특성을 살펴보았다.

Classification 분석 결과 A~E 군락이 각각의 권역을 중심으로 지리적인 차이를 보이며 나타났으며 고도에 따라 서로 군락간에 분포 양상이 다르게 나타났다. 이는 거제수나무, 사스래나무, 소나무와 같이 지역 분포가 고도와 밀접한 관련이 있는 수종들이 영향을 미친 것으로 판단된다. 개체 수 변화에서는 B~E군락이 고도가 높아질수록 각 군락의 교목 및 관목의 평균 개체수가 비교적 큰 차이를 보이며 차츰 적어지는 수치를 보였다. D군락의 경우는 최대, 최소 값 차이가 15개체로 가장 큰 편차를 보였다. 최대종다양도의 경우도 해발 고도가 올라감에 따라 낮아지는 결과가 나타났다. 특히 해발고도 1,100m 이상의 군락에서는 평균 최대종다양도와 생장량이 급격히 낮아지는 경향을 보였다. 하지만 B군락의 경우 고도에 비례하여 일부 구간에서 최대종다양도가 조금 더 높은 수치를 보였다. 그리고 교목의 평균 생장량 변화는 B~E군락의 경우 1,100m를 기점으로 고도가 높아짐에 따라 큰 편차를 보이며 낮아지는 것으로 분석되었다. 상관관계 분석 결과는 1,000m 이상 고도범위에서는 1,100m 이상에서만 거제수나무와 신갈나무가 -0.53으로 나타났다. 해발고도 1,000m 이하의 고도범위에서는 신갈나무와 산딸기가 0.59로 관련이 있는 것으로 나타났다. 연구 결과를 바탕으로 종합해볼 때 해발고도에 따른 환경변화가 신갈나무 생육에 영향을 미치는 것으로 판단되었다.

최근 백두대간에 대한 관심이 높아지면서 신갈나무가 밀집되어 있는 주요 등산로와 마루금을 이용하는 등산객이 지속적으로 늘어가고 있다. 따라서 신갈나무의 훼손 가능성도 함께 높아지고 있는 실정이다. 향후 훼손에 따른 합리적인 신갈나무 복원을 위한 관점에서 고도에 따른 차별화된 계획이 마련되어야 할 것이다.

본 연구를 통해 고도에 따른 백두대간 신갈나무의 특성을 살펴보고자 하였다. 하지만 백두대간 전체 신갈나무 특성을 분석하기에는 조사 범위가 향로봉에서 깃대배기봉으로 국한되어 있고, 조사구 수도 충분하지 못한 한계가 있었다. 향후 백두대간 전체를 대상으로 한 보완 연구가 뒤따라야 할 것으로 보인다.

LITERATURE CITED

Choung, Y.S.(1998) Vegetation in the Paekdoo Great Mountain Chain. *Preservation Nature* 103: 48-54. (in Korean with English

abstract)

Curtis, J.T. and R.P. McIntosh(1951) An upland Forest continuum in the Prairie-forest border region of Wisconsin Ecology. *Ecological Society of America* 32: 476-497.

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. *Ecology and Systematics*, Cornell Univ. Ithaca, NY, 99pp.

Jin, G.J., T. Yan and J.H. Kim(2002) The interpretation of community structure for the natural deciduous forest of Mt. Chumbong classified by TWINSpan. *Jour. Korean For. Soc.* 91(4): 523-234. (in Korean with English abstract)

Kil, B.S., Y.S. Kim, Y.S. Kim, C.H. Kim and H.G. Yoo(1998) The vegetation characteristics of the upper area of timber line in Mt. Paektu. *Journal of Ecology and field biology* 21(5-2): 519-529. (in Korean with English abstract)

Kim, J.W. and Y.K. Lee(2006) Classification Assessment Plant Communities. *World Science*, 13pp. (in Korean)

Korea Forest Service and Green Korea United(1999) A Survey about Forest Condition of Baekdudaegan. Korea, 602pp. (in Korean)

Korea Forest Service(2008) A Survey on Resources of Baekdudaegan 3rd Year Final Report. Korea, 456pp. (in Korean)

Korea Forest Service(2011) Natural Resources Change Survey and Management Practice Study of the Baekdudaegan Mountains. pp. 67-69. (in Korean)

Korea Forest Service(2012) Natural Resources Change Survey and Management Practice Study of the Baekdudaegan Mountains. pp. 52-55. (in Korean)

Kwon, T.H., S.H. Choi and K.J. Yoo(2004) Establishing the managerial boundary of the Baekdu-daegan(II): In the case of Semi-mountainous District. *Journal of the Korean Association of Geographic Information studies* 7(1): 62-74. (in Korean with English abstract)

Lee, K.K., T.W. Um and J.W. Chun(2004) Site and growth characteristics of *Betula costata* growing at Joongwangsang Mt. in Pyungchang-gun, Kanwon-do. *Kor. J. Env. Eco.* 93(1): 86-94. (in Korean with English abstract)

Lee, M.J and H.K. Song(2004) Vegetation Structure and Ecological Restoration Model of *Quercus mongolica* community. *J. Korean Env. Res. Tech* 14(1): 57-65. (in Korean with English abstract)

McCune and Mefford(1999) PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 4. MjM Software Design, Gleneden

- Beach, Oregon, USA, 221pp.
- Oh, S.H., H.J. Kim, J.C. Yang, K.S. Lee, J.W. Jang, S.G. Baek, J.G. Byun, Y.M. Lee and D.G. Jo(2010) The Flora of Vascular Plants in Mt. Galjeongok-bong, Bakdudaegan, Korea. Extraordinary General Meeting and Spring Conference 2010 of The plant Resources Soc. Kor., Yongin, Korea, pp. 36-37.
- Park, G.S and K.K. Jang(1998) Soil Properties in *Quercus mongolica* communities. Kor. J. Env. Eco. 12(3): 236-241. (in Korean with English abstract)
- Park, K.Y.(2007) A Study on Succession of *Quercus mongolica* Community in Sajapyung Upland on Mt Cheonhwang, Southeastern Korea. Master thesis, Daegu Univ. Kyungbuk, Korea, 45pp. (in Korean with English abstract)
- Shannon, C.E. and W. Weaver(1963) The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press, Urbana, 117pp.
- Song, H.K., K.K. Jang and S.D. Kim(1995) An analysis of vegetation-environment relationships of *Quercus mongolica* communities by TWINSpan and DCCA. Jour. Korean For. Soc 84(3): 299-305. (in Korean with English abstract)
- Yim, J.W. and W.K. Park(2010) Relationships between climate and tree-ring growths of mongolian oaks with various topographical characteristics in Mt. Worak, Korea. J. Kor. Env. Res 13(3): 36-45 (in Korean with English abstract)
- 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 Forest Society 50: 56-71. (in Korean with English abstract)
- www.kma.go.kr. (Korea Meteorological Administration)