

한라산 동·서사면 좁팍팍나무 아개체군 자생지의 환경 및 생태적 특성^{1a}

이동곤² · 김용식³ · 신현탁^{4*}

Environmental and Ecological Characteristics of *Ilex crenata* var. *microphylla* Max.

Subpopulations Habitats in the East-West Slopes in Mt. Halla National Park^{1a}

Dong-Gon Lee², Yong-Shik Kim³, Hyun-Tak Shin^{4*}

요 약

본 연구는 한라산국립공원의 동·서사면에 자생하는 좁팍팍나무 아개체군의 환경특성을 파악하기 위하여 환경요인, 식생 및 토양분석을 실시하였다. 한라산국립공원의 동·서사면 해발고 500m~1600m 내에 설정한 56개 조사지를 대상으로 TWINSAPN 분석결과 주목-산개벚나무군집, 당단풍나무군집, 개서어나무-굴거리나무군집, 졸참나무군집, 곶솔군집 등 5개의 유형으로 구분되었다. 이 중 좁팍팍나무 아개체군의 우점치가 높은 군집은 개서어나무-굴거리나무군집으로 해발고 600m~1200m 지점에 포함되며, 교목상층의 우점종은 개서어나무(I.P.: 29.82%)이고 아교목층의 우점종은 굴거리나무(I.P.: 26.76%), 관목층은 좁팍팍나무(I.P.: 33.08%)이었다. 이곳의 토양은 유기물함량, 유효인산 및 Ca, Mg의 양료가 많은 곳이다. 좁팍팍나무 아개체군의 우점치가 높은 곳은 동쪽사면 해발고 600m~800m, 서쪽사면 해발고 800m~1,000m 부근으로 이곳은 냉온삼림대 남부에 해당되는 곳으로 개서어나무의 우점치가 높고 종다양도지수도 0.7427로 낮은 편으로 개서어나무의 극상림을 형성한 안정된 상태로 보인다.

주요어: 환경요인, 식생, 토양, 종다양도지수

ABSTRACT

This study is to examine the environmental characteristics of subpopulations of *Ilex crenata* var. *microphylla* Max. distributed in the east-west slopes of Mt. Halla National Park based on analyzing the factors of environment, vegetation and soil. The result of the TWINSAPN analysis conducted on 56 study plots between the altitudes of 500 m and 1600 m of east-west slopes of Mt. Halla National Park can be divided into five communities-*Prunus maximowiczii* Rupr., *Manshurian fullmoon* Maple, *Carpinus tschonoskii* Max., *Daphniphyllum macropodum* Miq., *Quercus serrata* Thunb. ex Murray and *Pinus thunbergii* Parl. Among these communities, the plot with high importance percentage of the subpopulation of *Ilex crenata* var. *microphylla* Max., is the *Carpinus tschonoskii* Max.-*Daphniphyllum macropodum* Miq. included in the altitude of 600m~1200m radius. The dominant species of the upper shrub layer was *Carpinus tschonoskii* Max.(I.P.:

1 접수 2010년 10월 31일, 수정(1차: 2011년 6월 21일, 2차: 2011년 7월 5일), 게재확정 2011년 7월 6일

Received 31 October 2010; Revised(1st: 21 June 2011, 2nd: 5 July 2011); Accepted 6 July 2011

2 영남대학교 대학원 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Graduate School, Yeungnam University, Gyeongsan(712-749), Korea(drop33@hanmail.net)

3 영남대학교 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Yeungnam University, Gyeongsan(712-749), Korea(yongshik@yumail.ac.kr)

4 국립수목원 Korea National Arboretum, Pocheon-si, Gyeonggi-do(487-821), Korea(twinshin@hanmail.net)

a 이 논문은 2009년 본 학회 학술대회 제19권 2호 발표(Lee et al., 2009) 후 심사를 거쳐 발전시킨 것임.

* 교신저자 Corresponding author(twinshin@hanmail.net)

29.82%) while the dominant species of the canopy layer was *Daphniphyllum macropodum* Miq. (I.P.: 26.76%). For the understory layer the dominant species was *Ilex crenata* var. *microphyllla* Max.. Species diversity index was on the low end with 0.7424, indicating the stably formed climax community of *Carpinus tschonoskii* Max.. The analysis of soil properties showed high concentrations of organic matters, available phosphate and Ca, Mg, the high importance percentage of the of *Ilex crenata* var. *microphyllla* Max. is found in altitude of 600m~800m on the eastern slope and the altitude of 800m~1,000m radius on the west slope. This region is included in the southern part of the cold/hot forest zone, its high importance percentage of *Carpinus tschonoskii* Max. and low in the species diversity index of 0.7424, and has formed stable climax community of *Carpinus tschonoskii* Max. in Mt. Halla.

KEY WORDS: ENVIRONMENTAL FACTORS, VEGETATION, SOIL, SPECIES DIVERSITY INDEX

서론

감탕나무속(*Ilex*)은 무환자나무목 감탕나무과에 속하는 식물군이다. 감탕나무과는 난·온대지역을 중심으로 전 세계에 약 420여종이 분포하는 것으로 알려져 있으며, 한국에는 감탕나무속 만이 분포하는 것으로 알려져 있다(Lee, 1996). 한국의 감탕나무속에는 호랑가시나무(*Ilex cornuta* Lindl et Paxton), 팡팡나무(*I. crenata* Thunb.), 좁팡팡나무(*I. crenata* var. *microphyllla* Max.), 먼나무(*I. rotunda* Thunb.), 감탕나무(*I. integra* Thunb), 대팡팡나무(*I. macropoda* Miq.), 민대팡팡나무(*I. macropoda* for. *pseudomacropoda* (Loesen)Hara) 등 5종 1변종 1품종이 남부지방을 중심으로 생육하고 있다(Yim, 1979). 지금까지 알려진 팡팡나무는 1개의 아종과 6개의 변종, 4개의 품종과 240여 종의 Cultivars가 소개되었으며, 내한성 범위는 보통 3단계로 구분하며 가장 내한성이 강한 범위는 -23.4℃~-26.1℃까지 생육하는 것을 말하며, 중간단계에는 -17℃~-23℃, 그리고 가장 작은 단계는 -12℃~-17℃에서 생육 가능한 품종들을 의미한다(Galle, 1997).

우리나라의 팡팡나무는 전라북도의 변산반도 이남에 자생하며, 강릉, 원주, 태안, 예산, 대전 이남에서도 식재가 가능하다(Bang, 1993). 또한 변산반도 중계리의 팡팡나무군락은 내륙지방의 자생 북방한계 지역으로서 식물학적 가치가 인정되어 천연기념물로 지정되어 있다(Yim, 1993). 상록성의 작은 잎과 조밀하면서도 섬세한 잔가지는 배경식재, 울타리 식재로서의 가치가 높고 전정에 강한 특성 때문에 토피아리에 적합한 수종이다.

우리나라에서 그간 발표한 팡팡나무의 연구는 감탕나무속 수목의 변이와 증식법에 관한 연구(Yim, 1979), 팡팡나무군락의 서식환경 및 생육실태에 관한 연구(Park et al., 1999) 및 한라산 표고에 따른 몇 가지 자생식물의 생장 생태

에 관한 연구(Lee, 1978) 등이 있다. 특히 한라산의 좁팡팡나무는 해발고 1700m 에서 자라는 것이 해발고 1300m에서 자라는 것에 비하여 절간장이 약 2/3정도 짧아짐을 보고한 바 있으며(Lee and Kim, 1978), 광도차에 따른 생육상태의 차이로 표고가 상승함에 따라서 팡팡나무의 수고가 낮아짐을 지적한 바 있다(Park, 1975). 한라산은 해발고에 따른 식생의 수직분포가 뚜렷한 식생의 보고로서(Kim, 1985) 국립공원, 생물권보전지역, 식물다양성지역 EA-44(WWF and IUCN, 2001) 및 세계자연유산으로 지정되는 등 생물다양성의 보고이다. 제주도 한라산에 자생하는 좁팡팡나무는 해발고 500~1600m에 이르는 넓은 분포역에 자생하고 있어 해발고에 따른 생육상태의 차이를 보일 것으로 기대된다.

따라서 본 연구는 한라산 국립공원의 동·서 사면에 자생하고 있는 좁팡팡나무 아개체군의 생육현황과 자생지의 식생구조를 분석하고자 실시하였다.

재료 및 방법

1. 조사범위 및 시기

제주도 한라산의 동쪽 사면인 성판악 등산로와 서쪽 사면인 영실 등산로를 따라 좁팡팡나무 아개체군의 분포가 확인된 해발고 500m부터 1600m까지를 조사 대상으로 하였다. 해발고에 따른 좁팡팡나무 아개체군의 생육환경분석을 위해 100m 간격으로 3곳의 조사구를 선정하여 총 56개의 조사지에 대한 식생 군집구조 조사를 하였다(Figure 1). 조사는 2009년 6월에 예비조사를 거쳐 2009년 7월 27일부터 8월 1일까지 본조사를 실시하였다.

2. 조사분석

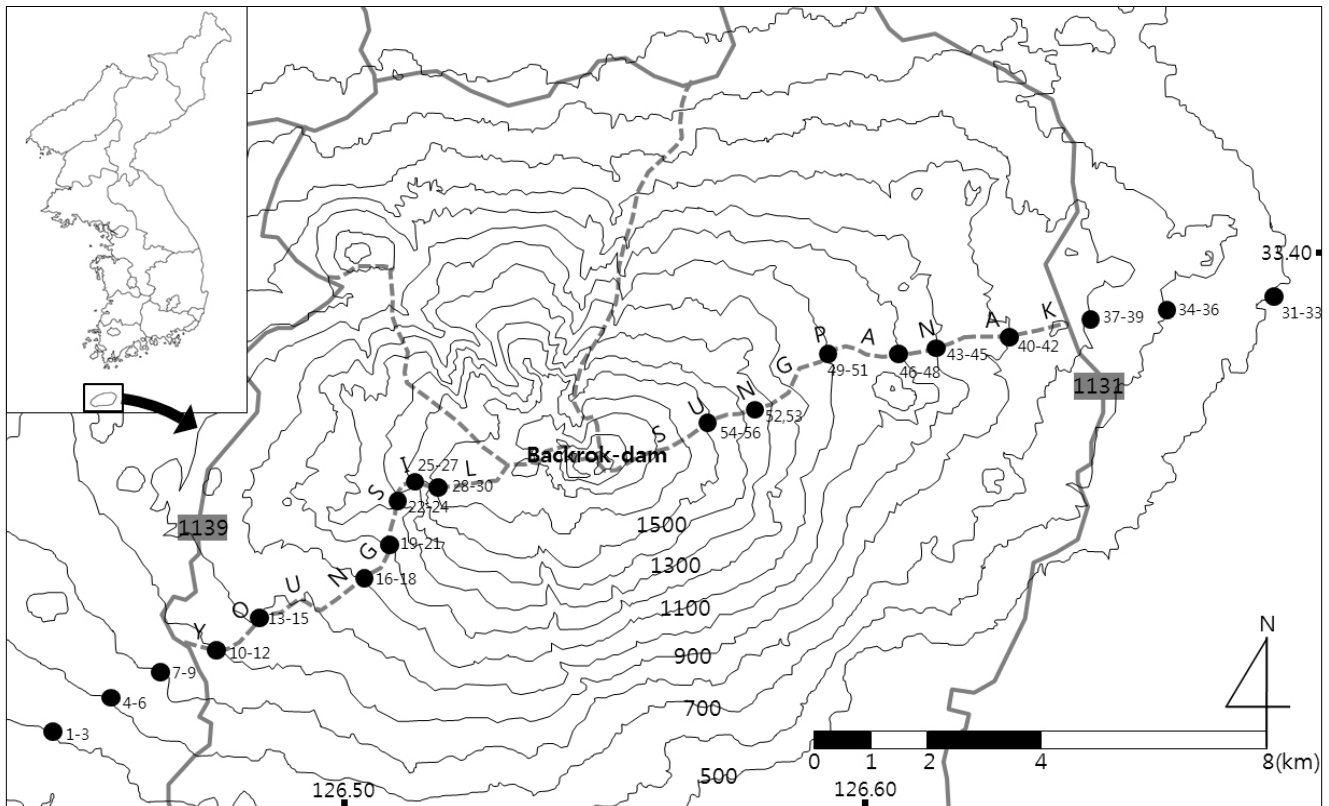


Figure 1. The location map of the surveyed plots in Mt. Halla National Park

1) 식생조사

본 조사에서 좁팥팥나무 아개체군이 한라산 동쪽사면에서 해발고 500m~1500m, 서쪽사면에서 해발고 600m~1600m에 걸쳐 확인되어 이 범위에서 식생조사를 실시하였다. 식생조사는 Monk *et al.*(1969)의 방법을 참조하여 교목층, 아교목층, 관목층으로 구분하여 수관층위별로 실시하였다. 해발고가 100m 상승하는 지점마다 5m x 5m(25m²) 크기의 조사구를 설치하여 방형구내에 출현하는 흉고직경(DBH) 2cm 이상의 목본식물을 대상으로 수종명 및 DBH를 측정하여 총 56개소에 대한 식생조사를 실시하였다.

2) 군집구조분석

식생조사 자료를 정리하여 각 수종의 상대적 우세를 비교하기 위하여 Curtis and McIntosh(1951)의 중요치(importance value: I.V.)를 통합하여 백분율로 나타낸 상대우점치(Brower and Zar, 1977)를 수관층 부위별로 분석하였다. 상대우점치(I.P.: importance percentage)는 (상대밀도+상대피도)/2로 계산하였고, 수관피도는 흉고단면적을 기준으로 하였으며, 개체들의 크기를 고려하여 수관층위별로 가중치를 부여한 (교목층I.P.×3+아교목층I.P.×2+관목층I.P.×1)/6

으로 평균상대우점치(M.I.P.: mean importance percentage)를 구하였다(Park *et al.*, 1987). 종다양성은 종다양도(Species diversity, H'), 균재도(Evenness, J'), 우점도(Dominance, D') 등을 종합적으로 비교하였다(Pielou, 1975). 각 조사지별 중구성 상태의 유사한 정도는 종유사도지수(Whittaker, 1956)를 이용하였다. 군집의 분류는 상대우점치 분석자료를 바탕으로 TWINSpan에 의한 classification 분석(Hill, 1979)을 실시하였으며, 군집별 주요 수목의 흉고직경급별 분포를 분석하였다.

3) 토양분석

토양의 화학적 특성 분석을 위해 해발고별로 3개소를 택하여 지피층을 걷어내고 표층으로부터 15cm 깊이에서 토양을 채취하여 비닐에 밀봉 후 실험실로 운반하여 음지에서 건조하였다. 토양의 유기물함량은 Tyurin법으로, 전질소는 macro-Kjeldahl법으로, 유효인산은 Lancaster법으로 정량하였으며, pH는 1:5로 희석하여 측정하였다. 치환성 K, Ca, Mg는 ICP를 이용하여 분석하였고, 양이온치환용량은 Brown법으로 분석하였다. 각 조사지의 환경요인은 고도, 방향, 경사도, 식피율, 수고, 종수 등을 조사하였다.

결과 및 고찰

1. 조사지 현황

한라산 동·서사면의 쭈뽕나무 아개채군 자생지역을 중

심으로 설치된 56개의 조사구의 일반적 개황을 Table 1에 나타내었다. 조사구는 한라산의 동·서사면인 영실과 성판악 등산로 코스를 따라 해발고 500m~1600m에 설정되었다. 1~30번 조사구는 서쪽사면으로 평균 출현종수는 10.2개체, 평균경사는 11°, 31~56번 조사구는 동쪽사면으로 평균

Table 1. Description of the physical features and structure of each plot for classified type by TWINSPAN in Mt. Halla National Park

Community Plot Number	I									II				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Altitude(m)	600	600	600	700	700	700	800	800	800	900	900	900	1000	1000
Slope(°)	5	5	10	5	25	5	10	5	5	15	20	15	10	10
Height of tree layer(m)	13	12	12.3	11.7	11.5	12.3	10	13	13.3	11.5	12	11	8.8	9.6
Mean DBH of tree layer(cm)	22	19	17.7	23.7	25	30	11.5	23	29.7	27	22.5	23	16	18
Cover of tree layer(%)	70	80	60	65	60	80	80	80	70	80	80	70	85	80
Height of subtree layer(m)	3.3	5.6	6.6	2.8	7	7.3	4.9	6.7	6.3	4.9	5.2	4	4.5	3.3
Mean DBH of subtree layer(cm)	2.7	4.2	8	5	7.4	8.3	3.4	7.6	4	9	6.6	3.7	7	3.3
Cover of subtree layer(%)	10	50	20	20	10	10	10	10	10	40	60	25	10	5
Height of shrub layer(m)	0.9	1.2	1.7	0.9	1.1	1.7	0.8	0.7	0.9	1	0.6	0.6	0.8	1.3
Cover of shrub layer(%)	90	80	70	70	90	80	35	60	40	50	70	40	5	5
Number of woody species	13	13	13	10	13	7	10	6	10	9	5	9	9	7

Table 1. (Continued)

Community Plot Number	II		III											
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Altitude(m)	1000	1100	1100	1100	1200	1200	1200	1350	1350	1350	1500	1500	1500	1600
Slope(°)	15	15	20	20	25	20	15	15	15	20	40	30	30	5
Height of tree layer(m)	8	10.7	12	11	9.1	12	13	5.3	8	7.8	-	-	-	3.4
Mean DBH of tree layer(cm)	7	33.3	33.3	22.5	18.6	16.7	30.5	13.3	17.7	17.8	-	-	-	11.1
Cover of tree layer(%)	90	90	80	90	75	90	90	75	90	85	-	-	-	70
Height of subtree layer(m)	4.2	7.3	7.9	4.6	4.3	3.5	4.9	2.8	2.5	1.5	-	-	1.5	1.9
Mean DBH of Understory(cm)	4.2	7.3	7.9	4	5.3	4.5	5	3.4	3.5	2	-	-	7	6
Cover of subtree layer(%)	5	40	40	10	15	15	15	10	10	10	-	-	5	10
Height of shrub layer(m)	1	0.9	1	0.8	1.4	1.3	1.2	0.9	1.1	0.7	0.8	0.8	0.7	0.9
Cover of shrub layer(%)	5	30	30	10	10	10	90	15	80	5	90	90	90	40
Number of woody species	5	13	13	10	13	10	11	10	9	9	12	13	12	8

Table 1. (Continued)

Community Plot Number	III													
	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
Altitude(m)	1600	1600	500	500	500	600	600	600	700	700	700	800	800	800
Slope(°)	55	35	5	5	5	15	5	10	10	5	10	15	5	10
Height of tree layer(m)	-	-	13	12	14	12.3	12.2	11.5	11.6	11.5	12	10.6	11.4	10.5
Mean DBH of tree layer(cm)	-	-	22.5	18.3	28.5	20.8	22	21.3	16.7	15.5	16	13.4	21.7	14
Cover of tree layer(%)	-	-	20	30	60	70	65	90	80	80	85	60	70	70
Height of subtree layer(m)	1	1.1	-	-	10	6.8	4	5	4	3.5	5.5	4.4	4.8	5
Mean DBH of understory(cm)	2	2	-	-	12.3	8.9	4	6	3	2.3	3	6.6	6	5.5
Cover of subtree layer(%)	5	5	-	-	30	20	20	30	10	20	10	10	25	20
Height of shrub layer(m)	0.8	0.3	0.7	1.1	0.5	0.7	0.6	0.8	0.6	0.9	0.9	0.7	0.6	0.7
Cover of shrub layer(%)	50	60	20	30	30	15	10	10	50	30	20	80	80	50
Number of woody species	9	14	8	6	10	13	11	13	11	8	10	12	10	9

Table 1. (Continued)

Community Plot Number	III			IV								v		
	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
Altitude(m)	900	900	900	1000	1000	1000	1100	1100	1100	1350	1350	1500	1500	1500
Slope(°)	25	20	10	10	10	20	5	10	5	20	10	15	20	20
Height of tree layer(m)	10.9	11.2	12.2	11.7	9.7	11.8	12.6	12.2	11	8.5	8.8	-	-	-
Mean DBH of tree layer(cm)	19.8	19.3	22.8	19.7	14	18.8	29.4	20.4	17	17.8	18.1	-	-	-
Cover of tree layer(%)	80	80	80	60	80	80	70	70	50	45	70	-	-	-
Height of subtree layer(m)	2	8.4	3.4	7.3	3.2	4.2	4.5	2.8	7.5	3.4	3.3	3.2	2.5	-
Mean DBH of understory(cm)	2	6.6	3.2	5.2	2.3	5.7	3.7	2.5	7.5	4	4	10	10.4	-
Cover of subtree layer(%)	10	15	10	30	10	30	10	10	40	20	10	70	70	-
Height of shrub layer(m)	0.8	0.8	1.3	0.9	1	1.4	1.5	1.5	1	1	1.3	0.8	0.7	0.5
Cover of shrub layer(%)	70	60	75	90	95	90	90	90	90	90	90	90	90	80
Number of woody species	12	11	8	9	6	8	7	7	6	8	11	9	8	9

출현종수는 9.2개체, 평균경사는 17.3°였다.

2. 식물군집구조

1) 군집의 분류

한라산 동·서사면의 좁팍팍나무 아개채군 자생지를 대상

으로 설정된 56개 조사구별 종조성을 분석하고자 Classification 분석 중 TWINSpan 분석을 실시하여 군집을 분류하였다. 분석결과 첫 단계에서는 해발고에 의해 분리되었고 때죽나무, 서어나무, 굴거리나무가 식별종이었다. 두 번째 단계에서도 역시 해발고에 의해 분리되었고 당단풍나무와 곰솔이 식별종이었다. 3번째 단계에서 졸참나무와

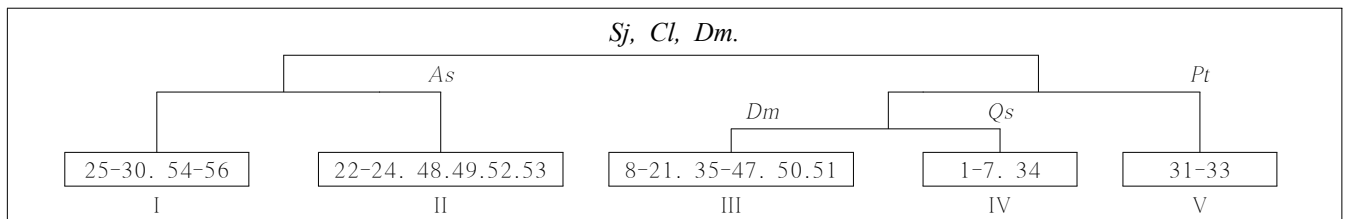


Figure 2. Dendrogram of classification by TWINSpan using fifty-six plots in the Mt. Halla National Park (Dm: *Daphniphyllum macropodum*, As: *Acer pseudo-sieboldianum*, Pt: *Pinus thunbergii*, Cl: *Carpinus laxiflora*, Qs: *Quercus serrata*, Sj: *Styrax japonica*)

Table 2. Mean importance percentage of the woody plants by the stratum in five community types classified by TWINSpan in the Mt. Halla National Park

Community Species	I										II				
	25	26	27	28	29	30	54	55	56	22	23	24	48	49	
<i>Carpinus tschonoskii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44.5	
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26.4	40.2	24.1	11.1	31.9	
<i>Quercus serrata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41.8	-	
<i>Prunus maximowiczii</i>	-	-	-	9.76	-	-	33.6	83.3	-	26.9	-	-	-	7.04	
<i>Daphniphyllum macropodum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Pinus thunbergii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Taxus cuspidata</i>	-	-	-	11.3	33.3	11.1	37.4	0.57	33.7	8.68	11.1	0.10	-	-	
<i>Carpinus laxiflora</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.8	-	-	
<i>Ilex crenata</i>	1.18	1.17	0.65	5.12	5.39	0.33	0.34	1.38	3.06	0.58	0.47	1.11	0.30	1.51	
<i>Sasa quelpaertensis</i>	10.2	9.97	6.69	-	-	14.5	14.3	12.4	10.6	14.4	14.3	15.1	14.6	14.6	
<i>Quercus mongolica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25.9	-	-	
<i>Abies koreana</i>	-	-	-	62.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Styrax japonica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Orthers	5.31	5.54	9.32	11.5	11.3	24.1	14.4	2.45	2.65	23.0	33.9	16.9	32.2	0.5	

Table 2.(Continued)

Community Species	II		III											
	52	53	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
<i>Carpinus tschonoskii</i>	-	-	-	50.0	25.9	57.0	16.4	13.2	34.4	-	25.4	15.9	4.23	5.07
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	8.58	-	-	-	-	-	-	3.75	-	7.72	1.82	-	19.2	8.73
<i>Quercus serrata</i>	-	-	50.0	-	-	-	-	-	-	-	-	2.01	-	-
<i>Prunus maximowiczii</i>	-	3.32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	-
<i>Daphniphyllum macropodum</i>	-	-	23.7	0.33	22.7	30.3	2.09	-	21.7	71.6	1.34	-	-	-
<i>Pinus thunbergii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Taxus cuspidata</i>	13.6	20.4	-	-	1.96	-	-	-	-	4.45	3.20	0.23	1.19	2.07
<i>Carpinus laxiflora</i>	-	-	-	-	-	-	-	30.2	15.6	-	6.51	45.8	38.7	4.28
<i>Ilex crenata</i>	0.42	0.29	9.45	3.26	7.65	7.89	10.2	6.12	6.20	10.0	3.60	3.13	0.88	3.05
<i>Sasa quelpaertensis</i>	16.3	15.0	-	10.8	4.44	4.68	4.43	7.64	7.20	6.21	11.9	12.2	14.3	13.5
<i>Quercus mongolica</i>	22.0	36.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.8
<i>Abies korena</i>	33.6	16.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Styrax japonica</i>	-	-	11.9	20.5	-	-	15.5	17.9	-	-	16.2	4.7	-	7.70
Orthers	5.50	8.59	4.95	15.1	37.4	0.13	51.4	21.2	14.9	0.02	30.0	16.0	16.5	45.8

Table 2. (Continued)

Community Species			III											
	20	21	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
<i>Carpinus tschonoskii</i>	-	25.6	-	7.57	-	18.3	-	5.00	16.3	12.3	-	10.9	23.7	13.0
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	-	2.96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.2	-	13.9
<i>Quercus serrata</i>	-	-	-	6.95	-	-	-	-	-	-	14.2	24.8	10.6	40.6
<i>Prunus maximowiczii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Daphniphyllum macropodum</i>	11.6	2.43	1.73	-	1.35	14.7	4.92	26.2	20.0	31.2	26.6	8.27	23.8	0.33
<i>Pinus thunbergii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Taxus cuspidata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.08	10.1	-	0.33
<i>Carpinus laxiflora</i>	7.42	5.01	22.7	17.1	23.7	-	34.3	-	9.31	-	11.5	18.0	4.33	15.8
<i>Ilex crenata</i>	1.91	0.97	11.5	14.1	9.56	8.42	7.08	5.60	9.94	7.79	3.76	2.45	1.67	1.41
<i>Sasa quelpaertensis</i>	14.7	15.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.81	13.8	14.6
<i>Quercus mongolica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Abies korena</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Styrax japonica</i>	11.8	2.4	12.8	23.5	4.3	-	-	15.6	9.0	16.2	11.3	2.9	-	-
Orthers	52.6	45.6	51.3	30.8	61.1	58.6	53.7	47.6	35.5	32.5	30.6	6.6	22.1	0.03

Table 2. (Continued)

Community Species	III			IV								V		
	47	50	51	1	2	3	4	5	6	7	34	31	32	33
<i>Carpinus tschonoskii</i>	40.9	27.2	19.4	-	-	-	-	-	-	7.54	-	-	-	-
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	-	6.29	48.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Quercus serrata</i>	-	-	-	41.6	50.0	50.0	29.5	-	46.2	34.2	14.5	-	-	-
<i>Prunus maximowiczii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.71	-	-	-	-
<i>Daphniphyllum macropodum</i>	24.2	-	-	-	0.84	-	-	-	-	0.96	0.34	-	-	-
<i>Pinus thunbergii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50.0	50.0	62.3
<i>Taxus cuspidata</i>	9.48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Carpinus laxiflora</i>	9.04	7.72	7.78	-	10.5	-	20.5	53.7	31.3	25.1	14.9	-	-	-
<i>Ilex crenata</i>	0.40	1.03	0.89	1.33	2.50	5.28	7.66	2.87	6.38	8.78	8.07	3.42	0.92	3.96
<i>Sasa quelpaertensis</i>	15.9	15.6	15.8	12.6	-	11.1	-	11.1	8.63	-	-	-	-	-
<i>Quercus mongolica</i>	-	8.83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Abies korena</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Styrax japonica</i>	-	-	-	-	-	28.6	-	-	-	-	-	-	-	1.1
Orthers	0.08	33.3	7.73	44.5	36.2	5.00	42.3	32.3	7.49	17.7	62.2	13.3	15.8	3.26

굴거리나무를 식별종으로 총 5개의 군집으로 분류되었다 (Figure 2.)

분류된 5개 군집의 평균상대우점치를 정리한 것을 Table 2에 나타내었다. 군집별로 살펴보면 군집 I은 주목과 산개 벗피나무가 서로 경쟁하였고, 군집 II는 당단풍나무가 우점한 가운데 신갈나무의 상대우점치가 다소 높은 조사구가 포함 되어있다. 관목층 제주조릿대의 평균상대우점치가 비교적 높은 군집이었으며, 군집 III은 총 29개의 조사구가 포함된 곳으로 교목층의 개서어와 서어나무가 우점하면서 아교목층에서는 굴거리나무의 상대우점치가 높게 나타났다.

관목층은 좁팡팡나무의 상대우점치가 높은 군락이었다.

군락IV는 졸참나무가 우점하는 가운데 서어나무가 함께 출현하여 경쟁하고 있었으며, 아교목층에서는 서어나무의 상대우점치가 높았다. 군락V은 곱솔이 크게 우점하고 있는 군락이었다.

2) 군집구조분석 및 흉고직경급 분포

한라산 동-서사면의 좁팡팡나무 아개체군 자생지의 층위별 상대우점치를 분석한 결과는 Table 3과 같고, Figure 3은 주요 수종의 흉고직경급 분포를 나타낸 것이다.

Table 3. Importance percentage of the woody plants by the stratum in seven community types classified by TWINSpan in the Mt. Halla National Park

Com	Community					Community				
	Species	C	U	S	M	Species	C	U	S	M
I	<i>Abies koreana</i>	10.2	5.51	-	6.93	<i>Sasa quelpaertensis</i>	-	-	52.4	8.73
	<i>Ilex crenata</i>	-	-	12.4	2.07	<i>Taxus cuspidata</i>	4.62	35.2	0.60	14.2
	<i>Prunus maximowiczii</i>	15.8	18.5	-	14.1	<i>Lingustrum obtusifolium</i>	-	3.70	5.17	2.10
	<i>Benthamidia japonica</i>	2.72	-	0.91	1.51	<i>Euonymus sieboldianus</i>	-	3.70	-	1.23
Other	Total 25 species including <i>Weigela subsessilis</i> , <i>Rhododendron aureum</i> , <i>Rhododendron mucronulatum</i> etc.									
II	<i>Carpinus tschonoskii</i>	12.7	-	-	6.35	<i>Quercus mongolica</i>	20.3	5.56	-	12.0
	<i>Abies koreana</i>	12.7	2.40	-	7.13	<i>Sasa quelpaertensis</i>	-	-	89.4	14.9
	<i>Ilex crenata</i>	-	-	4.01	0.67	<i>Quercus serrata</i>	11.9	-	-	6.00
	<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	19.5	31.6	-	20.3	<i>Taxus cuspidata</i>	-	22.4	1.30	7.70
	<i>Prunus maximowiczii</i>	5.94	7.06	-	5.33	<i>Sorbus commixta</i>	1.00	3.12	-	1.54
	<i>Carpinus laxiflora</i>	-	7.14	0.09	2.40	<i>Acer mono</i>	9.88	-	-	4.93
Other	Total 27 species including <i>Ilex macropoda</i> , <i>Benthamidia japonica</i> , <i>Vaccinium oldhami</i> , <i>Swida controversa</i> etc.									
III	<i>Carpinus tschonoskii</i>	29.8	3.66	-	16.1	<i>Prunus buergeriana</i>	1.00	0.19	-	0.56
	<i>D. macropodum</i>	3.74	26.8	12.1	12.8	<i>Pourthiaea villosa</i>	-	0.89	0.20	0.33
	<i>Ilex crenata</i>	-	-	33.1	5.51	<i>Sasa quelpaertensis</i>	-	-	42.7	7.12
	<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	3.62	8.89	0.11	4.79	<i>Quercus serrata</i>	9.52	1.14	-	5.14
	<i>Styrax japonica</i>	9.23	7.27	-	7.04	<i>Taxus cuspidata</i>	-	4.30	2.69	1.88
	<i>Sapium japonicum</i>	0.53	2.62	0.89	1.29	<i>Neolitsea sericea</i>	-	0.79	1.81	0.56
	<i>Benthamidia japonica</i>	0.45	12.0	-	4.21	<i>Swida controversa</i>	10.6	3.65	0.03	6.54
	<i>Carpinus laxiflora</i>	14.4	12.7	0.8	11.6	<i>Lindera erythrocapa</i>	1.95	2.59	1.18	2.04
Others	Total 45 species including <i>Cornus brachypoda</i> , <i>Pinus densiflora</i> , <i>Styrax obassia</i> , <i>Acer mono</i> etc.									
IV	<i>Viburnum dilatatum</i>	-	2.77	0.04	0.93	<i>Eurya japonica</i>	-	14.0	2.18	5.01
	<i>Ilex crenata</i>	-	1.80	28.5	5.35	<i>Carpinus laxiflora</i>	28.1	16.0	0.74	19.5
	<i>Acer palmatum</i>	-	3.95	0.03	1.32	<i>Maackia fauriei</i>	3.64	-	0.33	1.88
	<i>Viburnum. erosum</i> var. <i>punctatum</i>	-	1.45	3.07	0.99	<i>Vaccinium oldhami</i>	-	1.11	0.32	0.42
	<i>Styrax japonica</i>	-	10.7	0.05	3.58	<i>Quercus serrata</i>	60.2	9.49	-	33.2
	<i>Sapium japonicum</i>	-	4.97	0.72	1.78	<i>Carpinus tschonoskii</i>	-	2.83	-	0.94
Others	Total 35 species including <i>Quercus variabilis</i> , <i>Meliosma myriantha</i> , <i>Ilex macropoda</i> , <i>Cryptomeria japonica</i> etc.									
V	<i>Pinus thunbergii</i>	100	12.3	-	54.1	<i>Neolitsea sericea</i>	-	19.6	25.5	10.8
	<i>Ilex crenata</i>	-	-	16.6	2.76	<i>Elaeagnus umbellata</i>	-	-	2.79	0.47
	<i>Lindera erythrocapa</i>	-	-	33.4	5.57	<i>Maackia fauriei</i>	-	-	2.22	0.37
Others	Total 13 species including <i>Viburnum dilatatum</i> Thunb, <i>Clerodendrum trichotomum</i> , <i>Zanthoxylum ailanthoides</i> etc.									

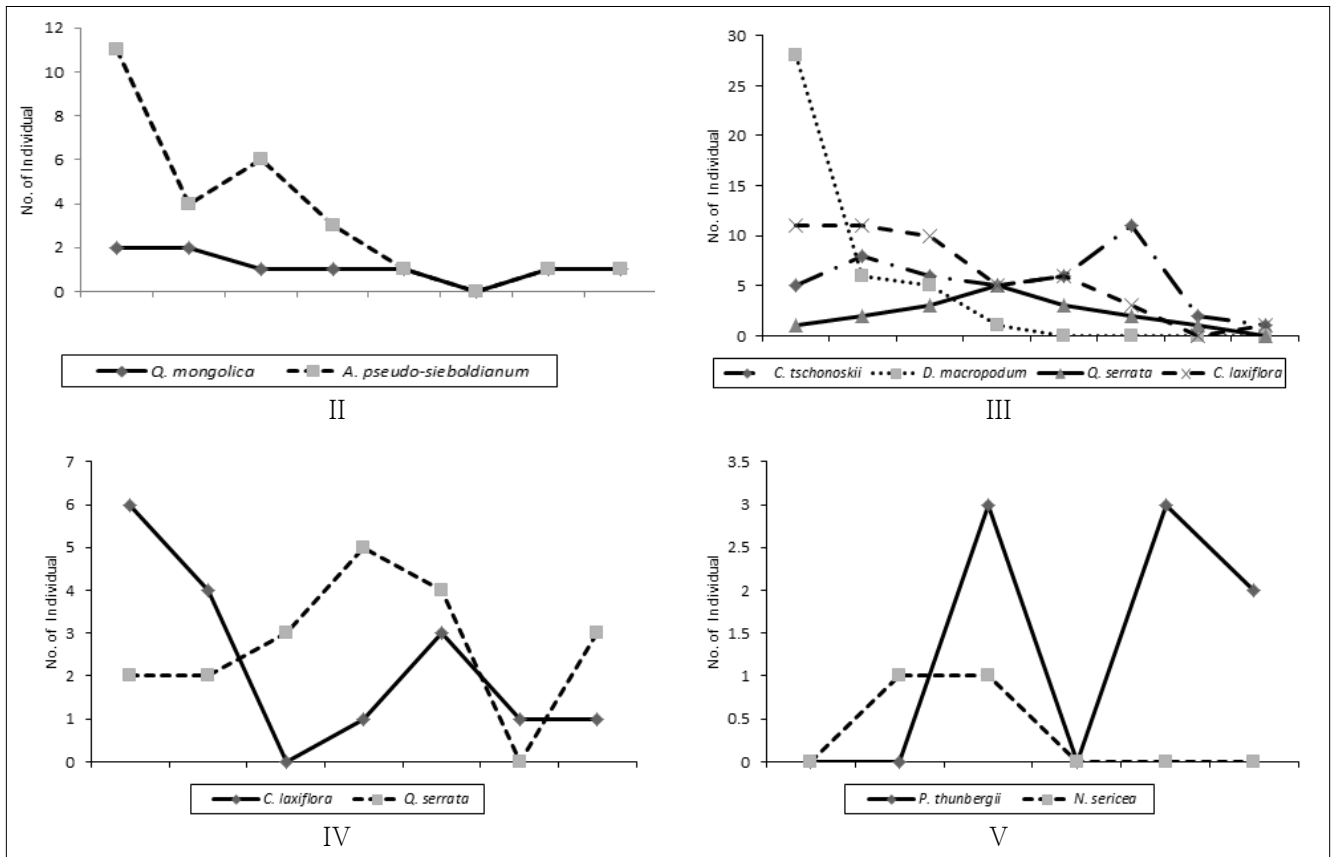


Figure 3. The distribution of the major woody species diameter of breast height in five community types in the Mt. Halla National Park

(A: $2\text{cm} \leq \text{DBH} < 7$, B: $7\text{cm} \leq \text{DBH} < 12\text{cm}$, C: $12\text{cm} \leq \text{DBH} < 17\text{cm}$, D: $17\text{cm} \leq \text{DBH} < 22\text{cm}$, E: $22\text{cm} \leq \text{DBH} < 27\text{cm}$, F: $27\text{cm} \leq \text{DBH} < 32\text{cm}$, G: $32\text{cm} \leq \text{DBH} < 37\text{cm}$, H: $37\text{cm} \leq \text{DBH}$)

군집 I 은 주목-산개벚나무군집으로 한라산 동사면 해발고 1500m과 서사면 해발고 1500~1600m 지점으로 이곳은 한반도기후대의 아한대로, 침엽수림과 관목림이 주로 분포한다. 이곳 역시 교목층이 거의 존재하지 않으며, 아교목층의 주목(I.P.: 35.2%)과 산개벚나무(I.P.: 18.5%)의 우점치가 높은 군집이다.

군집 II 는 당단풍나무-제주조릿대군집으로 한라산 동·서사면 해발고 1100~1350m 지점으로 교목층의 신갈나무(I.P.: 20.3%)와 당단풍나무(I.P.: 19.5%)이 경쟁하였고, 아교목층에서는 당단풍나무(I.P.: 31.6%)과 주목(I.P.: 22.4%)이 우점종이었다. 관목층은 대부분이 제주조릿대(I.P.: 89.4%)로 덮여 있어 일반 활엽수의 차대형성이 전혀 이루어지지 못하고 있으며, 음수 수종인 주목만이 중·하층에서 그 세력을 유지하고 있는 실정이다. 주요 수종의 흉고직경 급별 분포를 살펴보면, 당단풍나무는 흉고직경 2~20cm로 아교목층에서도 고르게 분포하고 있으나, 당단풍나무의 수목성상으로 교목상층군까지 성장하기 어려워 점차 신갈나

무(DBH: 4~40cm)의 세력이 확대될 것으로 판단되었다. 이는 운장산 삼림식생의 수직분포(Chung *et al.*, 1996), 설악산 오색계곡의 해발고에 따른 식생분포(Kim *et al.*, 1989), 속리산과 오대산의 해발고에 따른 삼림군락(Yu *et al.*, 2003), 한라산 동사면 식생변화 등의 보고(Lee *et al.*, 2010)에서 해발고 1100~1400m부근에서 신갈나무, 당단풍나무의 중요치가 높았다는 보고와 유사하였다.

군집 III 은 개서어나무 - 굴거리나무군집으로 동사면 해발고 600~1000m, 서사면 해발고 800~1200m 지점의 총 29개의 가장 많은 조사구가 포함된 군락으로 교목층의 개서어나무의 상대우점치가 29.8%로 우점하였으며, 서어나무(I.P.: 14.4%), 층층나무(I.P.: 10.6%), 졸참나무(I.P.: 9.52%)와 경쟁하였다. 이는 운장산 삼림식생의 수직분포(Jhung *et al.*, 1996)에서 해발고 600~700m에서는 개서어나무의 중요치가 높았다는 보고와 한라산 국립공원 식물군집(Yim *et al.*, 1990)에서 해발고 약700~1100m 부근을 굴거리나무-개서어나무군집으로 보고한 것과 일치 하였다. 아교목층에

서는 굴거리나무(I.P.: 26.8%)의 우점도가 높았으며, 관목층에서는 좁팡팡나무가 전체 군집중 상대우점치가 가장 높은 군집으로 33.1%로 나타났다. 주요 수종의 흉고직경급별 분포를 살펴보면, 개서어나무는 22~30cm의 중경급 수목이 주로 분포하였고 20cm이하의 소경급 수목도 다소 분포하고 있었다. 굴거리나무는 20cm 이하의 소경급 수목이 주로 분포하였으며 졸참나무는 20cm이상의 중경급 수목이 주로 분포하고 있었다. 40cm 이상의 대경급 수목인 소나무와 신갈나무는 중소경급 수목은 거의 없고 졸참나무도 중소경급이 고르게 분포하나 개서어나무, 서어나무에 비해 그 개체수가 적어 우리나라 삼림군집의 생태적 천이계열에 비춰보면 소나무와 참나무류는 개서어나무와 서어나무의 세력에 밀려 장기적으로 개서어나무림으로 천이가 예측되었다.

군집 IV는 동쪽사면 해발고 600m와 서쪽사면 해발고 600m~700m 부근으로 졸참나무와 서어나무가 경쟁하는 졸참나무-서어나무군집으로 교목층의 졸참나무가 상대우점치 60.2%로 우점하는 가운데 서어나무(I.P.: 29.1%)가 아교목층에서 상대우점치 15.7%로 세력을 확장하고 있다.

이는 계룡산 상부지역의 산림식생(Kim *et al.*, 2004)에서 해발고 687~793m를 서어나무 군락으로 보고한 것과 유사하였으며, 지리산 국립공원 거림계곡 군집구조(Lee *et al.*, 2000), 설악산 오색계곡의 식생분포(Kim *et al.*, 1989), 가야산 지역 산림구조(Park *et al.*, 1990), 한라산 국립공원 식물군집(Yim *et al.*, 1990)에서 해발고 600~800m 부근은 졸참나무의 중요치가 높다는 보고와 유사 하였다. 주요수종의 흉고직경급별 분포를 살펴보면 서어나무, 졸참나무에서 모두 흉고직경 32cm 이하의 중·소경급이 고르게 분포하고 있어 당분간 두 수종간의 경쟁이 활발할 것으로 보인다.

군집 V는 곰솔(교목층 I.P.:100%)순림을 형성하고 있으며 이곳의 곰솔군락은 이차림이거나 식재림인 것으로 추정된다. 아교목층에서는 곰솔(I.P.:12.3%)과 참식나무(I.P.:19.6%)의 세력이 높았다. 곰솔의 흉고직경은 18cm~28cm의 범위로 다른 경쟁수종의 세력이 약하여 군집 V는 당분간 곰솔군락으로 유지될 것으로 예측된다. 한라산 동·서사면의 군집별 분석결과 제주조릿대의 상대우점치가 가장 높은 해발고 1,350m 부근의 당단풍나무군집에서 좁팡팡나무 아개체군의 상대우점치가 가장 낮게 나타나 제주조릿대에 의한 영향

을 일부 받는 것으로 사료된다. 좁팡팡나무 아개체군의 상대우점치가 가장 높게 나타난 개서어나무-굴거리나무군집은 해발고 800m~1,200m 지점으로 개서어나무의 극상림으로 안정상태에 이르러 있는 군집으로 기후대는 아한대 중부의 남단에 해당되는 곳이다.

3) 군집별 종다양도지수

본 한라산 동·서사면의 좁팡팡나무 아개체군의 군집별 종다양도지수 분석결과(Table 4) 5개 군집의 Shannon의 종다양도지수는 군집 II에서 0.1746으로 낮게 나타났는데, 이는 군집 II에서 교목상층의 당단풍나무, 신갈나무, 개서어나무와 관목층의 제주조릿대가 크게 우점하여 우점도가 0.8427로 높았고 균재도가 0.1573으로 낮았기 때문이다. 전반적으로 I, II, III 군집은 종다양도 지수가 낮은 편으로 경쟁상태에서 성숙단계인 안정상태로 전환중으로 사료되며, IV군집은 종다양도지수가 0.8260으로 개서어나무, 서어나무, 당단풍나무, 졸참나무등 활엽수들의 경쟁이 치열한 군집이었다. V군집은 곰솔림으로 이차림 또는 식재림으로 추정되며 종다양도지수도 1.0437로 높게 나타났다. 한라산지역의 구상나무군락에 대한 조사결과(Song *et al.*, 2010) 영실지역은 상층부의 종다양성지수가 0.625, 하층부 0.810으로 조사되었으며, 방아오름지역은 상층부 0.731, 하층부 0.848로 조사되었으며, 진달래밭 상층부 0.342, 하층부 0.757로 조사되었으며, Yim and Lee(1991) 한라산국립공원의 구상나무를 대상으로 조사한 종다양성지수는 0.170으로 낮게 조사되었다. 좁팡팡나무가 생육하고 있는 지역의 경우 해발 1,300m 이상 지역에서는 Yim and Lee(1991)처럼 상층부가 안정되어 종다양성지수가 낮게 조사되었으며, 해발 1,100m이하지역에서는 Song *et al.*(2010)처럼 종다양성지수가 높아지는 경향을 보였다. 본 조사지역이 해발 500m~1,600m까지 조사대상지역을 가지고 있어 고도에 따라서 종다양성지수의 차이가 있는 것으로 보인다.

3. 토양분석

Classification분석을 이용하여 나눈 5개의 군집에 대한 토양의 이화학적 특성은 Table 5에 나타난 바와 같다. 토양

Table 4. Various species diverse of the five community types in the Mt. Halla National Park

Community type	H'(Shannon)	J'(evenness)	D(dominance)	H'max
I	0.6752	0.5215	0.5765	1.2523
II	0.1746	0.1573	0.8427	1.0933
III	0.7427	0.5615	0.4386	1.2568
IV	0.8260	0.6148	0.3853	1.3481
V	1.0437	0.7606	0.2394	1.3751

Table 5. Soil characteristics of each community for classified type by TWINSpan

Com.	pH (1:5)	O.M. (g/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	EX-Cation(cmol ⁺ /kg)				T-N (g/kg)	CEC (cmol ⁺ /kg)
				Ex. K	Ex. Ca	Ex. Mg	Ex. Na		
I	4.9	239.3	30	0.55	1.23	1.03	0.24	1.15	32.89
II	4.3	269.3	37	0.66	1.69	1.07	0.35	1.25	35.45
III	4.5	298.5	25	0.69	2.94	1.50	0.32	1.61	34.41
IV	4.9	226.9	14	0.56	1.88	0.81	0.27	1.15	25.59
V	4.9	235.1	11	0.42	2.24	0.76	0.36	1.22	38.53

산도는 4.3~4.9로 산성토양이었고, 개서어나무-굴거리나무군집에서 토양유기물, 칼리, 칼슘, 마그네슘의 함량이 다소 높게 나타나 극상림유형의 III군집에서 토양조건이 가장 양호한 것으로 나타났다. 하지만 전체적으로 각 군집의 토양조건의 차이가 크지 않아 한라산 동·서사면의 식물군집이 어느 정도의 안정 상태에 이른 것으로 사료된다.

이상의 결과에서 한라산 동·서사면의 해발고 500m~1600m 사이에 분포하고 있는 좁팍팍나무 아개체군은 주로 해발 800m~1200m 사이의 개서어나무-굴거리나무군집에서 높은 우점치가 나타났으며, 토양분석 결과 토양산도는 pH 4.5, 유기물 함량 및 Ca, Mg, T-N의 함량은 높게 나타났다. 한라산지역의 장기생태모니터링지역의 토양조사결과 (Koh *et al.*, 2010)와 비교할 때 전반적으로 유기물함량, 치환성양이온의 함량 등이 높게 조사되었으나, 본 조사지역과 비슷한 지역의 경우 조사결과가 비슷하게 나타났다. 또한 산림토양에서 치환성양이온의 함량이 Ca>Mg>K>N순으로 감소한다는 연구와 일치하였다.

인용문헌

Bang, K.J.(1993) Studies on Planting Distribution Status of Landscaping Plants in Korea. The Graduate School of Seoul Woman's University, 56pp. (in Korean)

Brower, J.E. and J.H. Zar(1997) Field and laboratory methods for general ecology. Wm. C. Brown Company, 194pp. (in Korean)

Chung, J.C., K.J. Jang and J.H. Choi(1996) Vertical distribution of forest vegetation in Mt. UnJang. Theses 31(2): 117-123. (in Korean with English abstract)

Curtis and McIntosh(1951) An Upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32: 476-496.

Fred, C. Galle(1997) Hollies The Genus Ilex. pp. 323-343.

Hill, M.O.(1979) TWINSpan -a FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two way table by classification of the individuals and attribute. Ecology and Systematics, Cornell University, Ithaca, N.Y., 99pp.

Kim, H.J., M.J. Lee and K.S. Lee(2004) Forest Vegetation of Upper zone in Gyerongsan National Park. Korean J. Environ. Biol

22(1): 127-132. (in Korean with English abstract)

Kim, M.H(1985) Vascular plant of Mt. Halla National Park. Report of the Academic Survey of Mt. Halla Reserve, pp. 243-298. (in Korean with English abstract)

Kim, T.W., D.K. Lee and M.H. Suh(1989) A study on the distribution of vegetation along the altitude in Osaek valley, Mt. Seolag. Seoul N.Univ.Coll.of Agric. Res.,14(2-1): 21-26. (in Korean)

Koh, S.H., C.H. Lee, J.G. Koh, C.S. Kim and H.N. Hyun(2010) Soil Properties by Major Forest Types in Mt. Hallasan as a Long Term Ecological Research Site. Pro. Kor. Soc. Env. Eco. Con. 20(2): 204-207. (in Korean)

Lee, D.G., Y.S. Kim and H.T. Shin(2009) Vegetation Analysis of *Ilex crenata* var. *microphylla* Communities of East-West Slopes in Mt. Halla National Park. Pro. Kor. Env. Eco. Con. 19(2): 143-145. (in Korean)

Lee, J.S. and Y.J. Kim(1978) Growth Ecology of Several Native Ormental plants along the Elevation Gradients of the Mt. Halla. The Graduate School of Je Ju University 9, pp. 63-68. (in Korean)

Lee, K.J., J.O. Kwon and J.Y. Kim(2000) Plant Community Structure in Keolim Valley of Chirisan National Park. Kor. J. Env. Eco. 13(4): 392-403. (in Korean with English abstract)

Lee, S.C., S.H. Choi, H.M. Kang, H.S. Cho and J.W. Cho(2010) The Change and Structure of Altitudinal Vegetation on the East Side of Hallasan Nation Park. Kor. J. Env. Eco. 24(1): 26-36. (in Korean with English abstract)

Lee, W.T.(1996) Lineamenta Florae Korea. Academy, Seoul, 1699pp. (in Korean).

Monk, C.D., G.I. Child and S.A. Nicholson(1969) Species Diversity of a Stratified Oak-hickory Community. Ecology 50(3): 468-470.

Park, C.M, B.S. Byung and S.J. Lim(1999) Inhabitation Environments and Growth Conditions of *Ilex crenata* Community in Pyonsanbando. kor. J. Env. Eco 13(2): 118-128. (in Korean with English abstract)

Park, I.H.(1975) Studies on Garden Ornamental Plants in Relation to Growth Response by Different Light Regimes. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture 3(1):1-24. (in

- Korean with English abstract)
- Park, I.H., K.J. Lee and J.C. Jo(1987) Forest Community Structure of Mt. Bukhan area. Kor. J. Env. Eco. 1: 1-24. (in Korean with English abstract)
- Park, I.H., J.C. Jo and C.H. Oh(1990) Forest Structure in Relation on Altitude and Part of Slope in a Valley and a Ridge Forest at Mt. Gaya Area. Journal of Basic Science 1: 260-268. (in Korean with English abstract)
- Pielou, E.C.(1975) Ecological diversity. John Wiley & Sons, Inc, New York, 165pp.
- Song, K.M., C.S. Kim, J.G. Koh, C.H. Kang and M.H. Kim(2010) Vegetation Structure and Distributional Characteristics of *Abies koreana* Forests in Mt. Halla. Jour. Env. Sci.19(4): 415-425. (in Korean with English abstract)
- Whittaker(1956) Vegetation of the Great Smoky Mountains. Ecol. Monographs 26:1-8.
- WWF and IUCN(1995) Centres of Plant Diversity: a guide and strategy for their conservation. IUCN Publications unit, Cambridge. U.K.
- Yim, K.B.(1979) Variation of Genus *Ilex* in Korea and their Ornamental Values. Jour. Korean For. Soc. 42: 1-38. (in Korean with English abstract)
- Yim, K.B.(1993) A Natural Monument(Plant). Dea Won Sa, 256pp. (in Korean)
- Yim, Y.J. and J.H. Lee(1991) On the Dominance-Diversity in the Forest Vegetation of Mt. Halla National Park. Jour. Eco. Fie. Bio.14(3): 257-271. (in Korean with English abstract)
- Yim, Y.J., J.U. Kim, N.J. Lee, Y.B. Kim and K.S. Paek(1990) Phytosociological Classification of Plant Communities on Mt. Halla National Park, Korea. Korean J. Ecol. 13(2): 101-130. (in Korean with English abstract)
- Yu, J.E., J.H. Lee and K.W. Kwon(2003) An Analysis of Forest Community and Dynamics According to Elevation in Mt. Sokri and Odae. Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology 5(4): 238-246. (in Korean with English abstract)