

## 한라산국립공원 동사면의 해발고별 식생변화 및 구조

# Altitudinal Vegetation Change and Structure at the east side of the Hallasan National Park

이상철<sup>1</sup> · 최송현<sup>2</sup> · 조재우<sup>2</sup> · 강현미<sup>3</sup> · 조현서<sup>4</sup>

<sup>1</sup>부산대학교 대학원 조경학과, <sup>2</sup>부산대학교 조경학과, <sup>3</sup>(유)이앤엘유토,  
<sup>4</sup>진주산업대학교 산림자원학과

## I. 서론

한라산은 제주도의 중앙부에 위치하고 있는 우리나라의 3대 영산 중의 하나로 정상인 해발고도는 1,950m로 남한의 최고봉이다(Ko, 2002). 1966년 10월 12일 한라산지역 중 83km<sup>2</sup>이 천연보호구역으로 지정되었으며, 1970년 3월 24일에는 백록담을 중심으로 약 140km<sup>2</sup>에 대하여 제 7호 국립공원으로 지정되었다(KNPS, 2009). 이어 2002년 12월 UNESCO 생물권보전지역지정, 2007년 6월 우리나라 최초로 UNESCO 세계자연유산으로 등재되어 보호관리 되고 있다(Hallasan National Park, 2009; UNESCO Korea, 2009; UNESCO World Heritage Center, 2009).

생물의 보고로 알려진 한라산에는 다양한 생물이 서식 및 분포하고 있는데, 그 중 식물상의 경우 천연보호구역에만 총 550분류군의 관속식물생태의 수직적 발달이 뚜렷하여 생물지리학적으로 매우 중요한 지역이다. 중요한 식물사회로 저지대에는 난대아구계의 지표종인 가시나무 등의 상록활엽수가 분포하며, 해발고에 따라 온대낙엽활엽수림대 및 한대침엽수림대까지 여러 기후대의 식물들이 분포하고 있다(Jejudo, 2003).

본 연구는 한라산의 동쪽에 위치한 성관악 탐방로 구간을 중심으로 해발고별 식생조사를 통하여 산림의 수직적 분포와 산림군집구조를 파악하고자 한다. 이 연구결과를 통하여 한라산 동사면의 해발고별 식생변화와 식생구조를 알 수 있고 이는 한라산국립공원의 효율적인 관리와 보호관리계획의 기초자료로 사용될 수 있을 것이다.

## II. 조사 및 분석 방법

### 1. 조사범위 및 시기

한라산국립공원 동사면의 해발고별 식생변화 및 구조를 알아보기 위하여 해발 750m부터 해발 1,450m까지를 조사 대상으로 하였다. 조사구를 17개소(단위면적 400m<sup>2</sup>)를 설치하여 산림군집구조를 조사하였다. 본 연구는 2006년 2월에 예비조사를 거쳐 2006년 7월 4일부터 6일까지 본조사를 실시하였다.

### 2. 조사 및 분석

식생 조사는 교목층, 아교목층, 관목층으로 나누어 수관층위별로 조사를 실시하였다. 상층수관을 이루는 수목을 교목층으로, 수고 2m이하의 수목을 관목층으로, 기타 수목을 아교목층으로 구분하였다. 교목층과 아교목층에서는 수목을 10m×10m 크기 방형구에서 수목의 높이와 흉고직경을, 관목층에서는 각 방형구에 5m×5m 크기로 중첩해서 설치한 소형 방형구 1개소에서 수목의 수관폭(장변×단변)을 조사하였다. 각 조사지의 환경요인은 고도, 방향, 경사도, 식피율, 수고, 종수 등을 조사하였다.

식생조사 자료를 토대로 각 수종의 상대적 우세를 비교하기 위하여 Curtis and McIntosh(1951)의 중요치를 통합하여 백분율로 나타낸 상대우점치(Brower and Zar, 1977)를 수관층위별로 분석하였다. 개체들의 크기를 고려하여 수관층위별로 가중치를 부여한 평균상대우점치를 구하였다.

상대우점치 분석 자료를 토대로 TWINSpan에 의한 classification 분석(Hill, 1979b)과 DCA ordination(Hill, 1979a) 분석을 실시하였다. 식생자료를 토대로 유사도를 비교 분석하였고, Whittaker(1956)의 수식을 이용하여 유사도 지수(Similarity Index)를 분석하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 식생구조

##### (1) Classification 분석

전체 17개 조사구에 대해 유형별 분류를 하기 위하여 classification 분석 중 TWINSpan 기법을 적용하여 분석을 실시하고 지표종을 중심으로 군락분리를 시도하고 종조성을 나타내었다(Figure 1, Table 1)(Choi et al., 1998)..

한라산 동사면 해발고별 식물 분포를 살펴보면(Table 2), 당단풍나무의 경우 750m~1,450m까지 분포를 하고 있고, 굴거리나무의 경우 1,000m이하의 지점에서, 신갈나무의 경우 1,050m이상의 지점에서 나타나는 것을 볼 수 있다. 그 밖에 단풍나무는 해발 950m, 때죽나무는 해발 1,200m까지 나타나고, 마가목은 해발 1,300m 이상 지점에서, 구상나무는 해발 1,350m 이상 지점에서 각각 출현하였다.

##### (2) Ordination 분석

Classification 분석과 상호보완적인 방법으로 군락의 분포를 알아보기 위해(Lee et al., 1994; Choi and Kang, 2006)

ordination 분석 방법 중 DCA 기법을 적용하여 전체 17개 조사구에 대해 분석을 실시하였다(Figure 2).

각 조사구간의 상이성을 바탕으로 조사구를 배치하는 ordination 분석(Orloci, 1978) 결과, 첫 번째 축을 중심으로 왼쪽부터 개서어나무-때죽나무군락(I, ■), 때죽나무-졸참나무군락(II, △), 개서어나무-졸참나무군락(III, ◆), 신갈나무-개서어나무군락(IV, ▲), 당단풍나무군락(V, ●), 신갈나무-구상나무군락(VI, □)이 분포하였다. 군락의 분포를 보면 군락 I, II, III 은 상호연속성의 성질을 보이고 있고, 나머지 IV, V, VI 군락은 불연속적으로 분포하였다.

Ordination 분석결과와 TWINSpan 분석결과를 상호 보완적으로 살펴보면, 한라산국립공원 동사면에서 해발고도 1,000m까지는 각 조사구간 식생의 유사성이 높아 종조성에서 큰 차이가 나타나지 않으나 1,000m 이상에서는 종조성에서 상이성이 높음을 나타내는 것이다.

이에 분리된 군락의 종조성 차이를 알아보기 위하여 유사도 분석을 실시하였다(Table 3).

이상의 결과를 종합하면 한라산국립공원 내의 성판악지역의 해발고도에 따라 분포하는 식생은 해발 1,000m를 중심으로 나누어지는 것을 알 수 있다. 해발 1,000m 이하의 지역에서는 개서어나무, 때죽나무, 졸참나무가 주요 우점종으로 출현하고, 야교목층에서는 굴거리나무를 찾아 볼 수 있는데 반해, 해발 1,000m 이상의 지역에서는 신갈나무가 출현함으로써 교목층에서 당단풍나무와 함께 우점종이 되었으며, 야교목층에서는 더 이상 굴거리나무는 발견되지 않

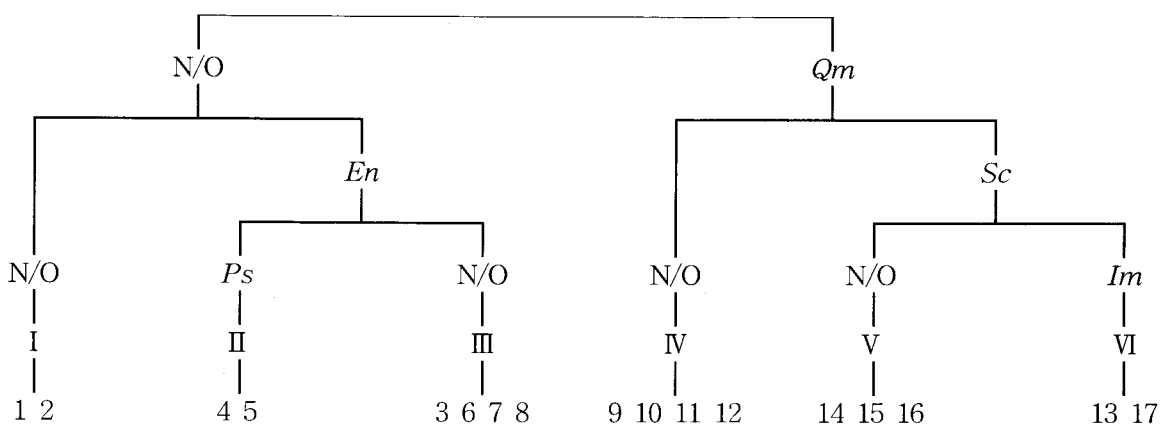


Figure 1. The dendrogram of classification by TWINSpan using the seventeen plots at the east side of the Hallasan National Park(Qm: *Quercus mongolica*, En: *Empertrum nigrum* var. *japonicum*, Sc: *Sorbus commixta*, Ps: *Prunus sargentii*, Im: *Ilex macropoda*).

Table 1. The TWINSPLAN analysis on the distribution and abundance of tree( $\geq 2$ cm DBH) at the east side of the Hallasan National Park.

Community	I		II		III				IV				V			VI			
Species <sup>1</sup>	Plot No.		1	2	4	5	3	6	7	8	9	10	11	12	14	15	16	13	17
Sj	17.7	13.8	27.4	21.8	12.6	0.5	8.1	11.1	8.7	0.9	1.1	0.5	-	-	-	-	-	-	
Tn	-	-	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Qs	7.7	-	23.0	11.3	25.5	18.6	10.4	19.9	-	1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	
Dm	6.1	24.1	9.4	9.6	11.1	18.2	17.9	2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Ap	2.4	1.5	0.5	3.7	1.1	0.1	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Aq	-	0.3	-	0.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Hp	1.3	3.1	0.4	-	2.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sh	0.8	0.9	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Zp	0.6	0.1	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Sja	9.9	2.4	-	0.1	0.8	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Mm	0.3	0.4	-	-	-	6.7	-	-	-	-	-	-	-	1.3	-	-	-	-	
Cc	2.0	8.4	3.1	4.4	-	-	1.9	-	-	-	-	-	-	3.0	3.7	0.5	-	-	
Cts	24.7	14.6	5.6	22.9	27.5	27.3	34.1	22.6	2.5	33.9	29.1	20.0	8.0	15.5	-	3.9	-	-	
Ic	5.4	4.3	5.5	4.1	5.2	3.3	2.9	5.6	8.2	8.4	6.9	3.0	-	-	-	-	-	-	
Ck	6.3	12.1	9.4	3.4	2.1	3.5	3.7	4.8	-	8.7	9.1	0.5	6.4	1.3	0.4	3.0	-	-	
Vw	1.3	0.3	-	-	-	-	0.4	0.4	3.1	-	0.6	-	-	-	-	-	-	-	
Sc	1.7	1.5	0.5	1.1	0.7	0.2	-	-	2.7	2.2	0.8	-	-	-	-	-	0.8	-	
Ps	0.4	1.0	4.0	3.7	-	-	1.4	1.2	-	-	-	-	2.3	8.3	4.0	1.4	1.2	-	
En	-	-	1.6	2.6	2.4	2.6	2.8	7.6	-	-	1.3	-	-	7.9	10.3	6.0	4.2	-	
Mf	-	1.2	-	-	3.7	-	-	4.4	5.7	-	-	1.1	2.1	-	-	-	0.6	-	
Ks	-	-	-	-	-	-	4.3	1.7	-	-	-	-	2.6	-	-	-	-	1.0	
Im	0.8	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.9	-	-	-	-	0.5	0.7	
Tc	0.3	0.9	-	4.3	0.7	5.7	6.0	-	-	3.4	7.9	11.7	18.8	18.0	24.1	18.1	16.0	-	
Pv	-	-	-	1.3	-	-	-	1.2	-	-	-	-	0.9	-	-	-	-	5.4	
Aps	1.1	-	7.9	0.6	2.3	13.4	2.4	12.4	14.5	23.2	23.7	22.6	37.0	9.3	23.5	22.5	11.3	-	
Hpe	1.3	3.0	-	-	0.8	-	-	1.2	1.3	4.1	6.2	6.9	-	0.3	-	-	-	-	
Sa	0.7	-	-	0.3	-	-	-	0.7	0.3	-	1.0	2.3	1.9	-	1.2	-	-	4.9	
Qm	-	-	-	-	-	-	-	-	49.6	10.8	12.4	29.6	2.2	3.3	8.9	41.8	22.2	-	
Vf	-	-	-	-	-	-	-	-	1.6	0.6	-	-	-	0.6	-	-	-	-	
Fr	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5	2.5	-	-	-	-	6.6	-	-	-	
Ak	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.1	6.0	-	29.7	-	
Sco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.6	15.1	2.3	0.5	2.6	-	
Ea	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	-	-	8.4	0.6	-	-	0.4	
Sch	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.9	-	2.1	1.0	-	-	

<sup>1</sup>Sj:Styrax japonicus, Tn:Torreya nucifera, Qs:Quercus serrata, Dm:Daphniphyllum macropodum, Ap:Acer palmatum, Aq:Akebia quinata, Hp:Hydrangea paniculata, Sh:Schizophragma hydrangeoides, Zp:Zanthoxylum piperitum, Sja:Sapium japonicum, Mm:Meliosma myriantha, Cc:Cornus controversa, Cts:Carpinus tschonoskii, Ic:Ilex crenata var. microphylla, Ck:Cornus kousa, Vw:Viburnum wrightii, Sc:Smilax china, Ps:Prunus sargentii, En:Empetrum nigrum var. japonicum, Mf:Maackia fauriei, Ks:Kalopanax septemlobus, Im:Ilex macropoda, Tc:Taxus cuspidata, Pv:Pourthiaea villosa, Aps:Acer pseudosieboldianum, Hpe:Hydrangea petiolaris, Sa:Sorbus alnifolia, Qm:Quercus mongolica, Vf:Viburnum furcatum, Fr:Fraxinus rhynchophylla, Ak:Abies koreana, Sco:Sorbus commixta, Ea:Euonymus alatus, Sch:Symplocos chinensis for. pilosa

Table 2. Altitudinal distribution of vegetation at the east side of the Hallasan National Park.

Species <sup>1</sup>	Altitude(m)																
	750	800	820	840	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250	1300	1350	1400	1450
Aps	1.1	-	2.3	7.9	0.6	13.4	2.4	12.4	14.5	23.2	23.7	22.6	22.5	37.0	9.3	23.5	11.3
Ck	6.3	12.1	2.1	9.4	3.4	3.5	3.7	4.8	-	8.7	9.1	0.5	3.0	6.4	1.3	0.4	-
Cts	24.7	14.6	27.5	5.6	22.9	27.3	34.1	22.6	2.5	33.9	29.1	20.0	3.9	8.0	15.5	-	-
Ic	5.4	4.3	5.2	5.5	4.1	3.3	2.9	5.6	8.2	8.4	6.9	3.0	-	-	-	-	-
Sj	17.7	13.8	12.6	27.4	21.8	0.5	8.1	11.1	8.7	0.9	1.1	0.5	-	-	-	-	-
Dm	6.1	24.1	11.1	9.4	9.6	18.2	17.9	2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ap	2.4	1.5	1.1	0.5	3.7	0.1	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hp	1.3	3.1	2.3	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sh	0.8	0.1	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aa	-	-	0.8	-	0.3	-	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ct	-	-	0.1	-	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Qm	-	-	-	-	-	-	-	-	49.6	10.8	12.4	29.6	41.8	2.2	3.3	8.9	22.2
Sco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.6	15.1	2.3	2.6
Ak	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.1	6.0	29.7

<sup>1</sup>Aps: *Acer pseudosieboldianum*, Ck: *Cornus kousa*, Cts: *Carpinus tschonoskii*, Ic: *Ilex crenata* var. *microphylla*, Sj: *Styrax japonicus*, Dm: *Daphniphyllum macropodum*, Ap: *Acer palmatum*, Hp: *Hydrangea paniculata*, Aa: *Actinidia arguta*, Sh: *Schizophragma hydrangeoides*, Ct: *Clerodendrum trichotomum*, Qm: *Quercus mongolica*, Sco: *Sorbus commixta*, Ak: *Abies koreana*

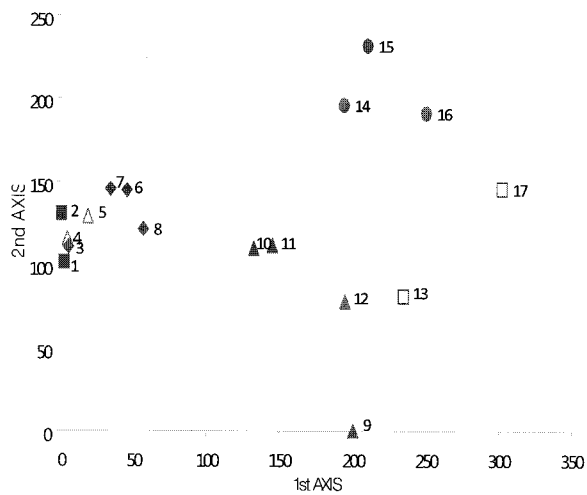


Figure 2. DCA(detrended correspondence analysis) ordination of seventeen plots at the east side of the Hallasan National Park.

은 반면 당단풍나무의 상대우점치가 높아진 것을 알 수 있다. 해발 1,250m 이상에서는 마가목이 출현한다는 것도 성판악 지역의 해발고별 출현수종의 특징이라고 할 수 있다.

Table 3. Similarity index among six communities at the east side of the Hallasan National park.

Com.	I	II	III	IV	V
II	<b>64.20</b>				
III	<b>58.99</b>	<b>70.82</b>			
IV	39.21	34.53	44.95		
V	15.52	24.87	26.59	42.99	
VI	6.21	14.04	18.50	53.42	53.53

### IV. 인용문헌

Brower, J. E. and J. H. Zar(1977) Field and Laboratory Methods for General Ecology. Wm. C. Brown Company, 194pp.

Curtis, J.T. and R.P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32:476-496.

Choi, S.H., K.J. Lee and J.Y. Kim(1998) Altitudinal Vegetation Structure of SunginBong in Ullungdo(Island). Korean Journal of Environment and Ecology. 12(3):290-296(in Korean).

Lee, K.J., S.H. Choi, H.S. Cho and Y.W. Lee(1994) The Analysis of the Forest Community Structure of Tokyusan National

- Park: ase Study of Paekryunsa-Kumpotan. *Journal of Korean Applied Ecology* 7(2):135-154(i Korean).
- Hamilton, A.C. (1975) A quantitative analysis of altitudinal zonation in Uganda forests. *vegetatio* 30:99-106.
- Hill M.O. (1979a) DECORANA - a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. *Ecology and Systematics*, Cornell Univ., Ithaca, New York. : 52.
- Hill M.O. (1979b) 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, New York. : 99.
- KNPS (2009) <http://www.knps.or.kr/>
- Orloci, L.(1978) *Multivariate Analysis in Vegetation research*, 2nd ed. W. Junk, The Hague, 468pp.
- Whittaker, R.H.(1956) *Vegetation of the Great Smoky Mountains* *Ecological Monographs* 26:1-80pp.