

## 울릉도 성인봉지역의 해발고별 식생구조\*

최송현<sup>2</sup> · 이경재<sup>3</sup> · 김종엽<sup>4</sup>

### Altitudinal Vegetation Structure of Sŭnginbong in Ullŭngdo(Island)<sup>1\*</sup>

Song-Hyun Choi<sup>2</sup>, Kyong-Jae Lee<sup>3</sup>, Jong-Yeop Kim<sup>4</sup>

#### 요 약

울릉도 성인봉지역(해발 984m)에 대해 해발고별 식생변화를 살펴보기 위하여 해발고 100m단위마다 10m × 10m(100m<sup>2</sup>) 조사구 4개씩을 설치 총 40개 조사구를 조사하였다. 군집의 분리를 위하여 TWINSpan과 DCA를 이용하였으며, TWINSpan분석 결과 해발 300m이하의 저지대, 해발 400~700m사이의 중지대, 그리고 해발 800m이상의 고지대로 구분되었고, DCA분석 결과 저지대와 중지대사이에 식생의 비연속성이 뚜렷하였고, 유사도지수도 같은 경향을 나타내었다. 해발고별 종다양성분석에서는 해발고간에 차이가 없었으나, 다만 최대종다양도는 저지대로 갈수록 높았다. 밀도분석에서는 중지대가 교목층과 아교목층에서 개체수가 높게 나타났으며, 흉고단면적은 저지대가 높았다.

주요어 : 해발고별 식생, 식생연속성, 울릉도, TWINSpan, DCA

#### ABSTRACT

Altitudinal changes in the vegetation of Sŭnginbong(984m) in Ullŭngdo (Island) were investigated by sample plots(forty 100m<sup>2</sup>) along elevation and analyzed by TWINSpan and DCA techniques. In the results from the analysis of both techniques, altitudinal zonation were divided into 3 groups such as lower 300m area, 400~700m area, and above 800m area. DCA and similarity index analyses of elevational ranges showed discontinuities between lower and middle elevation areas. But there was a vegetation continuum between middle and high elevation areas. In the analysis of species diversity, there was no significant difference due to altitude except for maximum species diversity which was decreased with altitude. The mean tree density of canopy and understory layers in the middle elevation area showed the highest value, and the highest basal area was recorded at the lower elevation area.

**KEY WORDS :** ALTITUDINAL ZONATION, VEGETATION CONTINUUM, ULLŬNGDO(ISLAND), TWINSpan, DCA

\* 본 연구는 농림수산특정연구과제 사업의 연구결과임.

1 접수 9월 30일 Received on Sep. 30, 1998

2 서울시립대학교 환경생태연구실 Lab. of Environment and Ecology, College of Urban Science, Univ. of Seoul, Seoul, 130-743, Korea

3 서울시립대학교 도시과학대학 College of Urban Science, Univ. of Seoul, Seoul, 130-743, Korea

4 서울시립대학교 대학원 Graduate School, Univ. of Seoul, Seoul, 130-743, Korea

## 서론

산림식생분야에서 해발고에 따른 식생분포를 파악하는 연구는 오래전부터 수행되어 왔다(Hamilton, 1975). 해발고별 식생분포를 밝히는 연구는 고기후(古氣候) 온도를 계산하거나 식생분포 그 자체를 밝히는 작업에서 의의를 찾을 수 있는데(Hamilton and Perrott, 1981), 대상지가 주로 열대지방에 집중되는 예가 많았다.

현재 해발고도별 식생구조에 대한 연구의 경향은 주로 저지대와 고지대사이의 식생의 연속성과 다양성을 밝히는 데에 집중되고 있다. 국외의 연구에서는 주로 열대림을 중심으로 해발고도별 식생의 변화를 밝히는 연구가 활발한데 Boughey(1955), van Steenis(1984), Friis(1992), Kitayama(1992) 그리고 Friis and Lawesson(1993) 등의 연구결과는 식생의 비연속성을 보고한 반면, Chapman and White(1970), Hamilton(1975), 그리고 Hamilton *et al.*(1989) 등의 연구결과에서는 연속적임을 발표하였다. 이러한 연구들은 대체로 연구규모가 크고, 해발 1,000m를 넘는 고산지대에서 주로 행해졌는데, Pendry & Proctor(1997)의 연구에서는 비록 열대지방이지만 울릉도와 해발고가 비슷한 Brunei의 Bukit Belalong산(해발 913m)에 대해 중·저지대의 식생과 고지대의 식생간에 차이가 있음을 보고하고 있다. 해발고도에 따른 식생변화의 주요 요인은 기온으로 보는 것이 지배적인 견해이다(Hamilton and Perrott, 1981).

국내에서는 해발고별로 식생의 분포를 밝히는 연구(임경민, 1972)는 몇 편이 발표되었으나, 해발고별로 식생의 연속성과 다양성에 대한 연구는 많지 않다.

울릉도는 우리나라 동해안에 위치한 화산섬으로 전형적인 해양성기후를 나타내고 있으며, 식물생태학적으로 우산고로쇠, 너도밤나무, 섬피나무, 마가목 등이 생육하고 있는 자연생태계의 보고라 할 수 있다(울릉도, 1996).

본 연구는 독특한 지형조건을 갖추고 외부와 고립되어 있는 울릉도의 식생을 해발고별로 조사하여 식생의 연속성 혹은 그 변화를 생태학적으로 규명하는데 목적이 있다.

## 조사지 설정 및 조사·분석방법

### 1. 조사지 설정

해발고에 따른 식생분포연구는 해발고를 따라 표본구를 설치하여 식생특성을 비교하는 방법과 개별식생의 분포범위를 정한 후 비교하는 두 가지 방법이 주로 쓰이는데(Hamilton, 1975), 본 연구에서는 울릉도의 해발고가 높지 않고 후자의 방법을 쓸만한 충분한 자료를 구하기 어려운 관계로 해발고별로 표본조사구를 설치하여 식생특성을 비교하는 방법을 택하였다.

이를 위하여 해발고 100m단위를 기준으로 10m × 10m(100m<sup>2</sup>) 조사구를 4개씩 설치하여 표본구 면적이 400m<sup>2</sup>이 되도록 하였으며, 해발고별로 전체 40개 조사구를 접근이 용이한 성인봉의 남동쪽 등산로를 따라 설치하였다(Figure 1). 본 조사는 1997년 6월에 실시하였다.

### 2. 삼림군집구조 조사

삼림군집구조 조사는 조사구내에서 흉고직경(DBH) 2cm 이상의 목본식물을 대상으로 교목상층, 아교목층, 관목층으로 구분된 층위별로 수종명, 흉고직경(DBH) 및 피도를 측정하였다. 측정된 자료는 Database를 이용하여 정리하고 서울시립대학교 환경생태연구실에서 개발한 PDAP(plant data analysis package)와 SPSS/PC+로 분석하였다. 군집의 분리는 classification의 TWINSpan기법(Hill, 1979b)과 ordination의 DCA(detrended correspondence analysis)기법(Hill, 1979a)을 사용하였고, 상대우점치, 종다양성지수 계산은 Curtis & McIntosh(1951), Pielou(1977)의 방법에 따랐다. 각 지수간의 차이를 통계적으로 검증하기 위하여 one-way ANOVA test를 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 조사지 개황

울릉도는 동해상에 위치한 오각형의 화산섬으로 동경 131°52', 북위 37°33'에 위치해 있다. 행정구역상 강원도에 속해 있던 것이 1906년 경상남도로 관할이 이관되고, 1914년에 경상북도에 편입되어 오늘에 이르고 있다. 섬의 전체 면적은 72.83km<sup>2</sup>이며, 섬 중앙에 해발 984m의 성인봉이 위치해 있다. 지형이 험준하고 날카로운 사화산으로 형성되어 있기 때문에 나리동 분지를 제외하고는 평지가 거의 없다(울릉군, 1997).

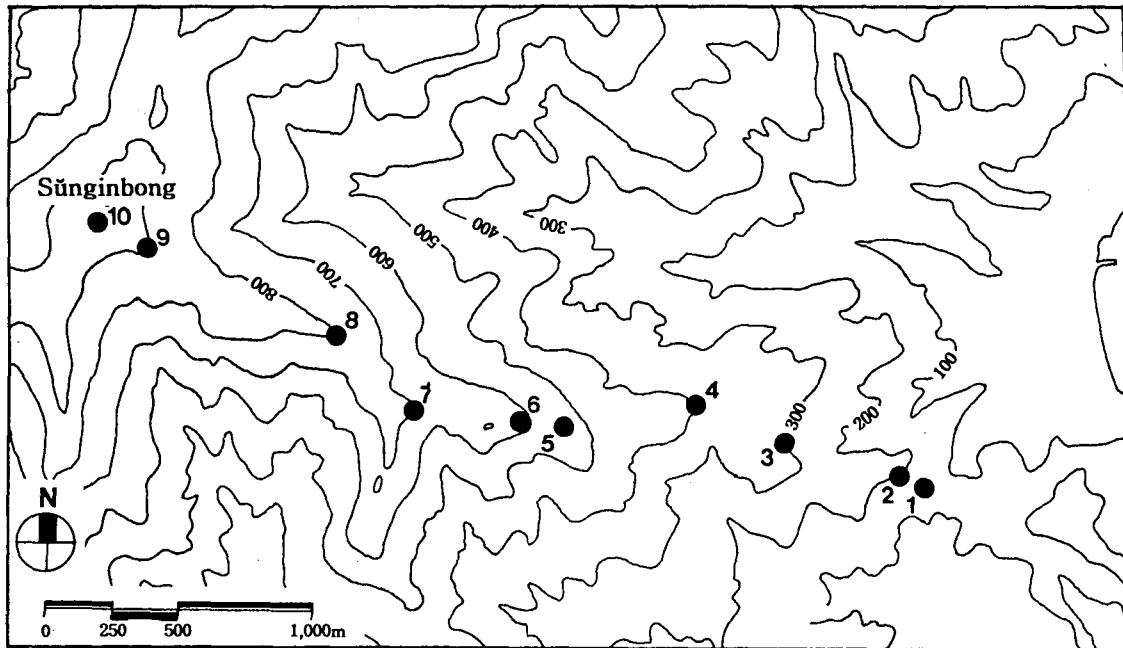


Figure 1. The location of the study plots in Ullungdo (Island)

전형적인 해양성 기후를 나타내고 있는 울릉도의 연평균 기온은 12.0℃이며, 1월의 평균기온은 0.6℃, 8월의 평균기온은 23.7℃로서 여름에 서늘하고 겨울에 따뜻한 편이다. 기온의 연편차는 23.1℃내외로 육지에 비해 현저히 적다. 해무가 많아 연평균 쾌청일수는 51.5일로 적은 편이며, 강수량은 대략 연평균 1,305.6mm로 우리나라 최다우지역 가운데 하나이다(울릉군, 1996).

Table 1은 해발고별 울릉도 성인봉지역의 식생구조에 대한 일반적 개황을 나타낸 것이다. 전체 10개

조사지는 산림이 시작되는 해발 150m를 시점으로 성인봉 정상 984m까지 100m간격으로 조사되었고, 대상지는 주로 남동 및 북동향이었으며, 경사가 30°내외로 급경사를 이루는 부분이 많았다.

## 2. TWINSpan 분석

전체 10개 조사지에 대해 TWINSpan분석을 실시한 결과가 Table 2이다. TWINSpan분석 결과는 해발고별로 식생변화를 파악할 수 있도록 각 조사

Table 1. Description of the physical features of each plot in Ullungdo (Island).

Site	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Altitude	150	200	300	400	500	600	700	800	900	984
Aspect	S50°E	S10°E	S70°W	N20°E	N60°E	N65°E	N30°E	N10°E	S50°E	-
Slope(°)	41	34	20	38	36	32	28	30	12	20
Height of tree layer(m)	11	13	13	8	12	13	13	15	12	6
Mean DBH of tree layer(cm)	25	20	25	10	12	12	12	20	20	10
Cover of tree layer(%)	90	80	70	95	95	90	90	95	90	90
Height of subtree layer(m)	7	4	6	4	6	7	7	8	5	-
Mean DBH of subtree layer(cm)	6	4	6	2	4	6	5	7	10	-
Height of shrub layer(m)	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.7	1.5	1.5	1.5
Cover of shrub layer(%)	30	5	20	60	40	10	40	90	90	100
No. of species	19	19	21	17	14	15	13	11	11	10

Table 2. TWINSpan analysis of the distribution and abundance of trees( $\geq 2\text{cm DBH}$ ) in ten sites at each of altitudes on Ullungdo(island)

Species	Plots										Vegetation Group (VG)	
	L			M				H				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
<i>Taxus cuspidata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2*	VG I
<i>Tripterygium regelii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
<i>Cornus controversa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
<i>Rhododendron fauriei</i> for. <i>rufescens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	
<i>Sambucus sieboldiana</i> var. <i>miquelii</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	
<i>Callicarpa japonica</i> var. <i>luxurians</i>	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	
<i>Corylus heterophylla</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	
<i>Schizophragma hydrangeoides</i>	-	-	-	3	4	1	2	1	1	1	-	
<i>Evodia daniellii</i>	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Sambucus sieboldiana</i> var. <i>pendula</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	
<i>Acer mono</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Tilia insularis</i>	-	-	-	3	1	4	2	1	-	-	-	
<i>Actinidia arguta</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	
<i>Kalopanax pictum</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Sambucus williamsii</i> var. <i>coreana</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	
<i>Fagus multinervis</i>	-	-	2	5	3	3	5	5	2	4	-	
<i>Ulmus laciniata</i>	-	-	-	-	-	2	1	2	4	-	-	
<i>Celastrus orbiculatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	
<i>Sorbus commixta</i>	-	1	2	5	3	2	3	5	4	4	-	
<i>Prunus takesimensis</i>	-	1	1	1	2	3	-	4	2	-	-	
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	-	1	1	2	4	3	4	2	3	4	-	
<i>Acer okamotoanum</i>	4	-	2	5	5	5	5	4	5	4	-	
<i>Sasa kurilensis</i>	-	-	1	-	-	-	-	4	3	3	-	
<i>Cornus macrophylla</i>	1	1	1	1	-	-	2	2	1	3	-	
<i>Alnus maximowiczii</i>	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	
<i>Celtis jessoensis</i>	1	1	-	-	-	3	-	-	2	-	-	
<i>Ligustrum obtusifolium</i>	-	1	1	1	1	1	1	-	-	1	-	
<i>Callicarpa japonica</i>	1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	
<i>Sorbus alnifolia</i>	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	VG III
<i>Rhus japonica</i>	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	-	1	1	-	-	-	-	-	-	2	-	
<i>Trachelospermum asiaticum</i> var. <i>intermedium</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	
<i>Prunus sargentii</i>	2	1	-	1	-	-	-	2	-	-	-	
<i>Styrax obassia</i>	4	2	2	2	1	-	1	-	-	-	-	
<i>Pinus thunbergii</i>	5	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	VG IV
<i>Quercus acutissima</i>	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Q. aliena</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Morus bombycis</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Machilus thunbergii</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Neolitsea sericea</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Pyrus pyrifolia</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Pueraria thunbergiana</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Robinia pseudoacacia</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Ilex integra</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Hovenia dulcis</i>	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Vitis amurensis</i>	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Camellia japonica</i>	2	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Elaeagnus macrophylla</i>	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Hedera rhombea</i>	4	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Diospyros lotus</i>	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Euonymus alatus</i> for. <i>striatus</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	

\* The number of individuals in each plot is indicated as follows: -, none; 1, one; 2, two-three; 3, four-five; 4, six-ten; 5, eleven or more.

지에서 출현하는 수종을 개체수 빈도로 지수화하여 조사지와 수종으로 구성되는 matrix로 전환하였다. Matrix는 도식화하여 단계별로 분석하였고, 이때 단계별 분리는 지표종(indicator species)에 의해 이루어진다(Hill, 1979; 최송현 등, 1997).

분석결과를 살펴보면 해발고 300m지점, 700m지점을 기준으로 식생이 변화되는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서는 편의상 300m 이하를 저지대, 300~700m를 중지대, 700m이상을 고지대로 부르기로 한다. 첫 번째 분리단계의 지표종은 300m이하의 저지대에서만 출현한 곰솔로써 저지대와 중·고지대로 명확히 나뉘어졌고, 두 번째 단계에서는 고지대에서만 출현한 주목에 의해서 고지대와 중지대로 조사가 분리되었다.

해발고별 주요 수종의 분포는 4그룹으로 나뉘어졌는데, 주목, 만병초, 지렁कु나무가 고지대를 중심으로 자리잡고 있으며, 왕작살나무, 바위수국, 섬피나무 등은 중지대에 주로 분포하였다. 너도밤나무, 마가목, 우산고로쇠 등은 저지대에서 출현하기 시작하여 중지대에서 집중적으로 분포하고 고지대로 이어지고 있었고, 동백나무, 보리밥나무 등은 저지대에서만 출현하였다.

전체적으로 마가목, 우산고로쇠 등이 속하는 식생 그룹 I은 중지대와 고지대에서 연속성을 나타내었으며, 식생그룹 II는 저지대와 중지대에서 연속적이었다. 그러나 식생그룹 IV는 곰솔, 동백나무 등이 저지대에 분포하여 비연속성이 뚜렷하게 나타났다.

### 3. Ordination 분석

Figure 2는 해발고별로 10개 지역에 대해 ordination기법 중 DCA분석을 실시한 것이다. Eigenvalue는 제 1축이 0.781, 제 2축이 0.223으로 높게 나타났다.

DCA분석 결과를 살펴보면 저지대 조사구인 1,

2, 3이 오른쪽으로 분포하고 나머지 중지대와 고지대의 조사구가 왼쪽으로 분포하여 저지대와 중·고지대 사이에는 뚜렷한 비연속성이 나타난 반면, 고지대와 중지대 사이에는 연속적인 것으로 나타났다.

TWINSPAN과 DCA기법을 이용하여 울릉도 성인봉의 해발고별 식생변화를 출현식생에 초점을 맞추어 분석한 결과 두 기법은 비슷한 결과를 나타내었는데, 저지대와 중지대 사이에서는 비연속성을 중지대와 고지대 사이에서는 연속성을 나타내었다.

### 4. 종다양성 분석

전체 10개 조사지 40개 조사구에 대해 종다양성 분석을 실시한 결과를 Table 3에 나타내었다. Shannon의 종다양성지수에서는 중지대가 0.5983, 저지대가 0.5166, 그리고 고지대가 0.5004순으로 높게 나왔으나 해발고별 차이에 따른 통계적 유의성은 나타나지 않았다. Simpson의 종다양성 지수에서도 Shannon지수와 비슷한 경향으로 나타났으나 역시 해발고간 차이는 인정되지 않았다. P.I.E.지수의 경우 고지대가 저지대보다 다소 높은 수치를 기록하

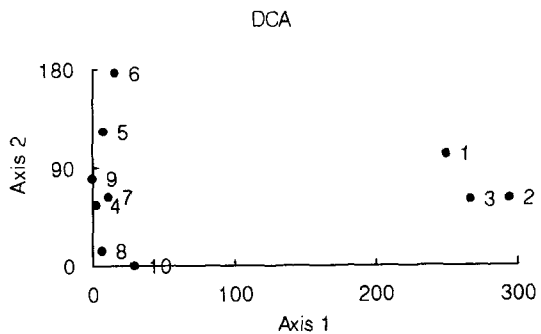


Figure 2. Relationship between axis 1 and axis 2 for the DCA analysis in Ullungdo island

Table 3. Various average species diversity in 40 plots at three altitudes range. Statistically significant differences among altitude (oneway-ANOVA) are indicated by superscripts. (Unit: 100m<sup>2</sup>)

Elevation	Shannon <sup>1</sup>	Simpson	P.I.E. <sup>2</sup>	Evenness	Dominance	H' max
Lower	0.5166	3.2310	0.5321	0.5778	0.4222	0.9213 <sup>a</sup>
Middle	0.5983	3.8237	0.6443	0.6844	0.3156	0.8893
High	0.5004	2.8944	0.5617	0.6166	0.3834	0.8043 <sup>b</sup>
Total	0.5444	3.3671	0.5859	0.6321	0.3679	0.8734

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

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

Table 4. Similarity indices between altitudinal communities in Ullungdo (Island)

Altitude(m)	100	200	300	400	500	600	700	800	900
200	38.02								
300	51.18	64.95							
400	23.05	8.09	14.92						
500	19.40	4.96	12.57	51.51					
600	20.49	5.27	13.22	43.01	60.51				
700	21.59	7.28	15.34	70.87	64.79	51.62			
800	14.32	5.56	13.48	62.66	37.15	38.31	52.55		
900	20.84	5.71	13.28	42.05	57.97	57.07	52.15	48.27	
1000	19.25	7.37	13.92	60.01	48.19	34.63	67.87	60.86	48.62

Table 5. Average number of Individuals at three altitudes range. Statistically significant differences among altitude(one-way-ANOVA) are indicated by superscripts. (Unit: 100m<sup>2</sup>)

Altitude	Number of individuals				# of Species
	Total	Upper layer	Middle layer	Lower layer	
Lower	811.7±1811.3	13.5±4.4 <sup>a</sup>	11.8±5.7	786.3±1814.0	8.8±2.7 <sup>a</sup>
Middle	488.8±1088.4	22.1±8.8 <sup>b</sup>	13.7±15.8 <sup>a</sup>	453.0±1088.6	8.1±2.3 <sup>a</sup>
High	186.8±344.4	10.8±3.1 <sup>a</sup>	4.1±2.7 <sup>b</sup>	172.0±344.5	6.4±0.8 <sup>b</sup>
Total	495.1±1214.3	16.1±8.0	10.3±11.1	468.7±1214.4	7.8±2.3

Table 6. The average basal area and coverage at three altitudes range. Statistically significant differences among altitude(one-way-ANOVA) are indicated by superscripts.

Altitude	Basal Area(m <sup>2</sup> /100m <sup>2</sup> )		Coverage(m <sup>2</sup> /100m <sup>2</sup> )
	Upper layer	Middle layer	Lower layer
Lower	0.478±0.156 <sup>a</sup>	0.052±0.029 <sup>a</sup>	17.765±25.630 <sup>a</sup>
Middle	0.261±0.056 <sup>b</sup>	0.032±0.041	15.440±18.938 <sup>a</sup>
High	0.377±0.142 <sup>c</sup>	0.016±0.010 <sup>b</sup>	50.823±30.977 <sup>b</sup>
Total	0.361±0.149	0.033±0.033	26.752±29.146

였지만 차이는 없었다. 그러나 종수를 반영하는 최대 종다양도(H' max)에서는 저지대, 중지대, 고지대 순으로 값이 높게 나타나면서 저지대와 고지대 사이의 수종수간 유의성이 5%수준내에서 인정되었다.

Table 4는 해발고별 10개 조사지에 대해 유사도지수 분석을 실시한 결과이다. 해발 300m이하 저지대 조사구간 평균 유사도지수는 51.38%, 중지대(400~700m)는 57.05%, 그리고 해발 800m이상 고지대 54.57%로 전부 50%를 상회하였다. 그러나 저지대와 중지대 사이의 유사도지수 평균은 13.85%, 저지대와 고지대 사이는 12.64%, 그리고 중지대와 고지대 사이는 50.85%로서, 울릉도 성인

봉의 해발고도별 식생변화가 300~400m를 기준으로 불연속성을 나타내고 그 이상 해발고에서는 연속성을 가지면서 식생이 변화하는 것으로 나타났다.

### 5. 밀도 및 흉고단면적 분석

해발고별 10개 지역 40개 조사구에 대해 단위면적 100m<sup>2</sup>당 해발고별 평균 개체수분석을 실시한 것이 Table 5이다. 고도 차이에 따른 개체수 차이는 교목층의 경우 중지대에서 평균 22.1주가 조사되어 저지대 평균 13.5주나 고지대 평균 10.8주보다 많이 분포하는 것으로 나타났다(p<0.01). 아교목층에서도

중지대는 평균 출현개체수 13.7주로 고지대의 평균 4.1주보다 높은 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 따라서 교목층과 아교목층은 대체로 중지대에서 밀도가 높은 것으로 분석되었다. 관목층의 경우는 저지대, 중지대, 고지대순으로 밀도가 높은 것으로 나타났지만 통계적 유의성은 인정되지 않았다. Pendry & Proctor(1997)는 올롱도와 비슷한 높이의 산에 대해 해발고간 밀도분석을 실시하여 유의적인 차이가 있음을 보고하였다. 출현종수는 저지대가 평균 8.8종으로 중지대나 고지대보다 종수가 많이 분포하는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ).

한편, 해발고별로 10개 지역 40개 조사구의 흉고 단면적을 계산한 결과는 Table 6과 같다. 교목층의 흉고단면적은 저지대가  $0.478\text{m}^2$ 으로 가장 높은 값을 나타내었고, 이어서 고지대와 중지대 순으로 차이가 뚜렷하였다. 아교목층에서는 저지대, 중지대 그리고 고지대 순으로 흉고단면적이 넓게 나타났는데, 특히 저지대와 고지대 사이에는 유의성이 인정되었다( $p < 0.05$ ). 그러나 관목층의 피도에서는 고지대가 중·저지대보다 단연 높았는데, 이는 섬조릿대가 성인봉 남동사면에서 해발 700m이상에만 분포하기 때문이다.

## 인 용 문 헌

- 올롱군(1996) 올롱군 통계연보 36. 340쪽.
- 임경빈(1972) 올롱도의 적송집단. 과학기술처 연구보고서 R-72-35. 50쪽.
- 최송현, 송근준, 이경재(1997) 충청북도 영동군 민주지산지역 들메나무군집 식생구조. 환경생태학회지 11(2): 166-176.
- Boughey, A.S.(1955) The nomenclature of the vegetation zones of the mountains of Africa. *Webbia* 11: 413-423.
- Chapman, J.D. and F. White (1970) The evergreen forest of Malawi. Commonwealth Forestry Institute, Univ. of Oxford, 190pp.
- Curtis, J.T. and R.P. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32: 476-496.
- Friis, I and J.E. Lawesson (1993) Altitudinal zonation in the forest tree flora of Northeast Tropical Africa. *Opera Botanica* 121: 125-127.
- Friis, I. (1992) Forests and forest trees of north-east tropical Africa: their natural habitats and distribution patterns in Ethiopia, Djibouti and Somalia. Kew Bulletin Additional Series XV, Her Majesty's Stationery Office, London, 396pp.
- Hamilton, A.C.(1975) A quantitative analysis of altitudinal zonation in Uganda forests. *Vegetatio* 30: 99-106.
- Hamilton, A.C., C.K. Ruffo, I.V. Mwashia, C. Mmari and J.C. Lovett (1989) A survey of forest types on the East Usambara using the variable-area tree plot method. In: Hamilton, A.C. and Bensted-Smith, R. (eds.), Forest conservation in the East Usambara Mountains, Tanzania. IUCN, Gland, 392pp.
- Hamilton, A.C. and R.A. Perrott (1981) A study of altitudinal in the montane forest belt of Mt. Elgon, Kenya/Uganda. *Vegetatio* 45: 107-125.
- Hill, M.O.(1979a) DECORANA- a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. *Ecology Systematics*, Cornell Univ., Ithaca, N.Y., 52pp.
- Hill, M.O.(1979b) 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.
- Kitayama, K. (1992) An altitudinal transect study of the vegetation on Mount Kinabalu, Borneo, *Vegetatio* 102: 149-171.
- Pendry, C.A. and J. Proctor (1997) Altitudinal zonation of rain forest on Bukit Belalong, Brunei: soils, forest structure and Floristics. *Journal of Tropical Ecology* 13: 221-241.
- Pielou, E.C. (1977) *Mathematical ecology*. John Wiley & Sons, N.Y., 385pp.
- Van Steenis, C.G.G.J. (1984) Floristic altitudinal zones in Malesia. *Botanical Journal of the Linnean Society* 89: 289-292.