

## 울릉도 삼림식생과 환경과의 상관관계<sup>1a</sup>

송호경<sup>2\*</sup> · 소순구<sup>3</sup> · 김무열<sup>3</sup> · 박종민<sup>4</sup> · 이상화<sup>2</sup> · 박관수<sup>2</sup>

## Vegetation-Environment Relationships in Forest Community of Ulleung Island<sup>1a</sup>

Ho-Kyung Song,<sup>2\*</sup> Soon-Ku So<sup>3</sup>, Mu-Yeol Kim<sup>3</sup>, Jong-Min Park<sup>4</sup>, Sang-Hwa Lee<sup>2</sup> and Gwan-Soo Park<sup>2</sup>

### 요약

본 연구는 울릉도의 삼림군락을 분류하고, 식생과 환경과의 상관관계를 분석하고자 수행하였다. 울릉도 삼림군락은 곰솔군락(*Pinus thunbergii* community), 소나무군락(*Pinus densiflora* community), 참식나무군락(*Neolitsea sericea* community), 섬잣나무군락(*Pinus parviflora* community), 너도밤나무 - 마가목군락(*Fagus multinervis* - *Sorbus commixta* community)으로 분류되었다. 식물사회학적 방법과 TWINSpan에 의한 군락 분류는 일치성을 보이고 있어 상호 보완될 수 있을 것으로 판단된다. 토양의 화학적 특성은 군락별로 약간씩 차이가 있는 것으로 나타났으며, 유기물함량, 전질소, 유효인산, 그리고 양이온치환용량은 우리나라의 일반적인 산림토양에 비해 높게 나타났다. 토양 pH는 4.66-5.80으로 약한 산성 토양의 특징을 나타내고 있었으며, 토성은 양토나 사양토로 나타났다. 삼림군락과 환경요인들과의 상관관계를 살펴보면, 해발고도와 치환성양이온(Na, K, Ca, Mg), 토양 pH 그리고 토성 중의 silt와 sand가 군락의 분포에 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다.

주요어 : 식물사회학, 군락분류, 분포서열법, 토양특성

### ABSTRACT

The purposes of this study were to classify community and to analyze vegetation-environment relationships in the forest community of Ulleung Island. The forest community of Ulleung Island was classified into *Pinus thunbergii* community, *Pinus densiflora* community, *Neolitsea sericea* community, *Pinus parviflora* community, and *Fagus multinervis* - *Sorbus commixta* community. Since the results of phytosociological community classification were consistent with that of TWINSpan, it proved that these two methods could complement when one does a community classification. There was a difference in chemical characteristic of soil among study communities. The community had high soil organic matter, total nitrogen, available phosphorous, and cation

1 접수 8월 9일 Received on Aug. 9, 2006

2 충남대학교 환경임산자원학부 Division of Environmental Forestry Resources, Chungnam National Univ., Daejeon 305-764, Korea

3 전북대학교 생물과학부 Division of Biological Sciences, Chonbuk National Univ., Jeonju 561-756, Korea

4 전북대학교 산림과학부 Division of Forest Sciences, Chonbuk National Univ., Jeonju 561-756, Korea

a 본 연구는 환경부 한국환경기술진흥원 차세대핵심환경기술개발사업의 연구비 지원(과제번호 052-061-050)으로 수행되었습니다.

\*교신저자, Corresponding author (hksong@cnu.ac.kr)

exchange capacity compared to forest soil of Korea. The soil pH ranged from 4.66 to 5.80. The soil texture in the study communities was loam or sandy loam. According to the ordination analysis, elevation, exchangeable Na, K, Ca, Mg, soil pH, and content of sand and silt affect the distribution of community.

**KEY WORDS : PHYTOSOCIOLOGY, TWINSpan, DCCA ORDINATION, SOIL CHARACTERISTIC**

## 서론

유사한 입지환경에서는 일정한 식물종들이 반복해서 출현하여 식물군락을 형성하게 된다. 이와 같은 식물군락을 시간적·공간적으로 경계를 정하는 것을 식물군락의 분류라고 할 수 있다.

식물군락을 분류하는 방법에는 여러 가지가 있지만, 중부 유럽에서 주로 사용되며 종조성에 중점을 둔 Braun-Blanquet의 식물사회학적 방법과 영국과 북미에서 사용되며 수량적 분석인 TWINSpan(two-way indicator species analysis) 방법이 대표적이라 할 수 있다. TWINSpan은 표징종을 분석하기 위하여 최초로 고안된 FORTRAN 프로그램으로 종조성표의 배열이 Braun-Blanquet와 유사하지만, Braun-Blanquet의 식물사회학적 방법과 달리 식물종들간의 상관과 식분(stand)간의 상관을 자동적으로 동시에 분류할 수 있다(Hill, 1979; Glavac, 1996). 따라서 TWINSpan에 의한 군락 분류 방법과 식물사회학적 방법은 유사한 경향을 나타낸다(장규관 등, 1997; 이미정 등, 2000).

울릉도의 식물에 관한 연구는 Nakai(1919)에 의해 종 목록이 보고된 이후, 1950년대부터 본격적으로 울릉도의 산림식생이 연구되었다. 양인석(1956)에 의한 '울릉도의 식물'이 보고된 후 이덕봉과 주상우(1958), 오수영(1971, 1978), 이영노(1971), 임양재 등(1980, 1982), 이우철과 양인석(1982) 등 1980년대 중반까지 대체로 식물의 분류학적 측면에서 수행된 연구들이었다. 그 후 생태학적 측면의 연구가 수행되어 왔다(이우승 등, 1986; Kim *et al.*, 1986; 조현제 등, 1993, 1996; 김성덕과 한미정, 1994; 최승현 등, 1998; 한봉호 등, 1998). 그리고 송호경 등(2000)과 이종효 등(2006)은 성인봉 지역의 삼림군락과 환경과의 상관관계를 분석하였다.

본 연구의 목적은 울릉도 주요 산림 군락을 대상으로 식물사회학적 방법과 TWINSpan을 사용하여 울릉도의 산림군락을 분류하고, 식생과 환경과의 상관관계를 분석하고자 하였다.

## 조사 및 분석 방법

### 1. 조사지의 개황

울릉도는 우리나라 최동단인 동경 130°47'40"~131°52'22" 북위 37°27'44"~37°33'31"에 위치하고 있으며, 연평균 기온은 12.4°C, 연평균 최저기온은 9.6°C이고, 최근 10년간의 연강수량은 1,485mm이다(Yim and Kim, 1983). 또한 본 조사지역은 동해의 한가운데에 위치하고 있으므로 전형적인 해양성 기후를 나타내며 쓰시마 해류의 영향으로 동계 다우형의 강우를 나타낸다.

울릉도는 제주도와 더불어 해양성 기후를 보이는 지역으로 같은 위도상에 있는 다른 지역들에 비하여 따뜻한 편이며 후박나무, 동백나무 등 난대성 식물들이 분포하고 있다. 한국의 식물구계 중 울릉도아구는 남해안아구와 비슷한 상록활엽수림이 특징이나 한반도와 멀리 떨어진 고립된 대양섬인 관계로 독자적으로 적응진화할 수 있었으며, 년 중 맑은 날이 56일에 불과하고 흐린 날이 많아 적은 양의 햇빛에도 잘 적응할 수 있도록 하기 위해 섬노루귀, 섬시호, 넓은잎쥐오줌풀 등처럼 한반도의 근연식물에 비해 식물체가 대형인 점이 주된 특징으로 볼 수 있다(김무열, 2004). 울릉도는 나리분지를 제외한 대부분의 지형이 험악한 산악지대와 절벽으로 이루어져 있기 때문에 이러한 환경에 잘 적응하는 식물들이 분포하고 있다.

울릉도의 관속식물은 122과 465속 762종 5아종 178 변종 21품종 9교잡종 총 975분류군으로 보고되었으며(신현탁과 김용식, 2002), 이 중 울릉도에만 자생하는 한국의 특산식물(김무열, 2004)은 최근 Lim *et al.*(2005)에 의해 발표된 추산속부쟁이를 포함하여 총 38종류이다. 독도와 공유하는 울릉도의 특산식물은 섬초롱꽃, 섬기린초, 섬장대, 섬피불나무 4종이고, 한반도와 공통으로 분포하는 특산식물은 검쟁나무와 섬단풍나무 2종밖에 없다는 사실로 볼 때 울릉도는 독특하게 중분화한 대양섬임을 생물지리학적으로 말해 주고 있다. 울릉도의 특산식물 중 섬개야광나무는 환경부지정 멸종위기 야생

동식물 I급으로, 섬시호와 섬현삼은 II급으로 지정되어 보호되고 있다. 또한 문화재청은 통구미의 향나무자생지(제48호), 대풍감의 향나무자생지(제49호), 대하동의 솔송나무섬잣나무너도밤나무군락(제50호), 도동의 섬개야광나무.섬대강나무군락(제51호), 나리동의 울릉국화섬백리향군락(제52호), 성인봉의 원시림(제189호)을 천연기념물로 지정하여 보호하고 있다.

## 2. 식생 및 입지 환경조사

식생 조사는 나리분지에서 성인봉 및 태하령 주변 주요 산림군락을 대상으로 2005년 6~9월에 실시하였다. 조사구는 우점종에 따라 총 15개소를 설치하였으며(Figure 1), 방형구는 15m × 15m의 크기로 설치하고, Braun-Blanquet(1964)의 7단계 구분을 변형한 9단계 구분(Dierssen, 1990)을 적용하여 우점도 및 피도를 조사하였다.

입지 환경 요인으로는 조사지의 방위, 경사, 해발고를 측정하였다. 방위는 나침반을 사용하여 8개의 방위로 구분하였으며, 경사도는 경사계, 해발고는 고도계를 이용하여 측정하였다.

## 3. 토양 분석

각 조사구에 대한 토양의 물리·화학적 특성을 분석하기 위해, 깊이 0~20cm에서 채취한 시료를 실험실로 운반한 후 음지에서 건조하였다. 토양의 유기물 함량은 Wakely-Black wet oxidation법으로 분석하였고, 전질소는 macro-Kjeldahl법, 유효인산은 Lancaster법으로 정

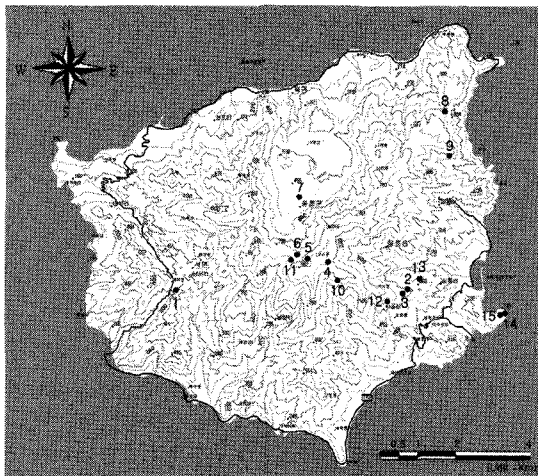


Figure 1. Sampling plots of Ulleung Island

량하였으며, 치환성 K, Ca, Mg 그리고 Na는 ICP를 이용하여 분석하였다. 토양의 pH는 1 : 5로 희석하여 측정하였으며, CEC는 ammonium saturate법으로 분석하였다. 토성은 hydrometer법을 이용하여 sand, silt, clay의 비율을 구한 후 미농무성법에 의해 분류하였다(농촌진흥청, 2000).

## 4. Classification 및 ordination 분석

조사구의 군락 분류를 위하여 Ellenberg(1956)의 비교서열법에 의하여 군락 단위를 추출하였으며, 군락표를 작성하여 군락간에 종조성을 비교하였다. 또한 Hill(1979)의 TWINSpan을 이용하여 classification을 실시하였으며, cut level은 0%, 2%, 5%, 10%, 20%를 이용하였다. 각 조사구에서 20% 이상의 중요치를 가지는 종은 그 조사구의 우점종으로 간주되었다.

Ordination은 CA(correspondence analysis)의 확장인 DCCA(detrended canonical correspondence analysis)를 사용하였으며(Hill, 1979; Hill and Gauch, 1980), 자료의 분석은 Ter Braak(1987)의 CANOCO program을 이용하였다.

# 결과 및 고찰

## 1. Braun-Blanquet 법에 의한 군락 분류

조사지역 내의 산림식생을 Braun-Blanquet법(ZM 식물사회학적 방법)으로 분석한 결과, 입지 환경에 따라 곰솔군락(*Pinus thunbergii* community), 소나무군락(*Pinus densiflora* community), 참식나무군락(*Neolitsea sericea* community), 섬잣나무군락(*Pinus parviflora* community), 너도밤나무-마가목군락(*Fagus multinervis* - *Sorbus commixta* community)으로 분류되었으며(Table 1), 각 군락별 특징은 아래와 같다.

### A. 곰솔군락(*Pinus thunbergii* community)

이 군락은 해안가와 나라분지 북사면에 출현하는 군락으로 이중효 등(2006)은 동백나무군락의 곰솔군과 송악군락의 곰솔군으로 구분하였는데, 본 조사에서는 송악이 우점도 +~2a로 출현하여 송악군락의 곰솔군에 해당한다고 볼 수 있다.

이 군락은 교목층에 곰솔이 우점하고 있으며, 관목층에 섬취퐁나무, 섬단풍나무, 새비나무, 초본층에 큰두루미꽃, 섬썩부쟁이, 윤판나물아재비, 섬바디 등이 우점하고 있었다.

B. 소나무군락(*Pinus densiflora* community)

이 군락은 해발고 445m와 485m에 출현한 군락으로 교목층과 아교목층에 섬피나무와 우산고로쇠가 우점하고 있어, 이중효 등(2006)의 솔송나무-섬жат나무군락의 피나무군에 해당한다고 볼 수 있다.

이 군락은 교목층에 소나무, 섬피나무, 우산고로쇠나무가 우점하고 있으며, 아교목층에 산뽕나무, 우산고로쇠나무, 층층나무, 관목층에 쪽동백, 초본층에 큰두루미꽃, 윤판나물아재비, 섬바디, 산마늘 등이 우점하고 있었다.

C. 참식나무군락(*Neolitsea sericea* community)

이 군락은 교목층에 참식나무가 우점하고 아교목층에 동백나무가 우점하는 군락으로 이중효 등(2006)의 동백나무군락에 해당하나, 교목층의 우점종인 참식나무군락으로 분류하였다.

이 군락은 교목층에 참식나무, 후박나무, 섬단풍나무가 우점하고 있으며, 아교목층에 동백나무, 관목층에 참식나무, 동백나무, 초본층에 송악, 털머위, 여우꼬리사

초, 섬조릿대, 섬바디가 우점하고 있었다.

D. 섬жат나무군락(*Pinus parviflora* community)

이 군락은 태하령 지역에 출현한 군락으로 교목층에 섬жат나무가 우점하고 아교목층에 솔송나무가 우점하는 군락으로 이중효 등(2006)의 솔송나무-섬жат나무군락에 해당하나, 교목층의 우점종으로 섬жат나무군락으로 분류하였다.

이 군락은 교목층에 섬жат나무가 우점하고 있으며, 아교목층에 섬단풍과 마가목, 관목층에 작살나무, 회솔나무, 마가목, 초본층에 여우꼬리사초, 미역고사리, 섬포아풀, 섬쑥부쟁이 등이 우점하고 있었다.

E. 너도밤나무-마가목군락(*Fagus multinervis* - *Sorbus commixta* community)

이 군락은 성인봉 지역에 널리 분포한 군락으로 교목층에 너도밤나무와 마가목이 우점하고 있는 군락으로 이중효 등(2006)이 너도밤나무군락으로 분류한 군락과 같다.

이 군락에는 교목층에 너도밤나무, 우산고로쇠나무,

Table 1. Synthesis table of forest communities in Ulleung Island using ZM school's method

	A. <i>Pinus thunbergii</i> community			B. <i>Pinus densiflora</i> community					C. <i>Neolitsea sericea</i> community										
	D. <i>Pinus parviflora</i> community			E. <i>Fagus multinervis</i> - <i>Sorbus commixta</i> community															
Community type	A		B	C	D	E													
Serial number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
Relevé number	8	15	13	7	12	9	14	1	3	4	10	2	5	6	11				
Altitude	340	105	365	485	445	360	110	455	520	895	725	490	865	800	825				
Direction	298	202	344	110	165	148	100	-	356	80	227	350	233	5	17				
Slope degree	17	30	15	5	22	43	32	30	17	17	35	30	36	23	35				
Coverage of upper tree(T1) layer(%)	75	85	70	80	80	85	90	80	70	90	70	85	90	85	90				
Coverage of lower tree(T2) layer(%)	10	30	10	30	40	60	40	50	10	5	7	10	10	15	20				
Coverage of shrub(S) layer(%)	10	35	40	5	10	20	25	20	10	5	8	60	40	10	10				
Coverage of herb(H) layer(%)	100	90	100	95	100	40	35	30	100	95	100	100	95	100	70				
Number of species	24	9	22	25	30	28	12	19	23	20	28	26	25	23	14				
곰솔( <i>Pinus thunbergii</i> ) T1	5	5	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.				
곰솔( <i>Pinus thunbergii</i> ) T2	.	2A	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.				
소나무( <i>Pinus densiflora</i> ) T1	.	.	.	4	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.				
참식나무( <i>Neolitsea sericea</i> ) T1	.	.	.	.	.	3	2A	.	.	.	.	.	.	.	.				
참식나무( <i>Neolitsea sericea</i> ) S	.	.	.	.	.	2A	2B	.	.	.	.	.	.	.	.				
참식나무( <i>Neolitsea sericea</i> ) H	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.				
동백나무( <i>Camellia japonica</i> ) T2	.	+	.	.	.	4	3	+	.	.	.	.	.	.	.				
동백나무( <i>Camellia japonica</i> ) S	.	.	.	.	.	2A	2A	1	.	.	.	.	.	.	.				
동백나무( <i>Camellia japonica</i> ) H	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.				
섬жат나무( <i>Pinus parviflora</i> ) T1	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	.	.	.	.	.				
솔송나무( <i>Tsuga sieboldii</i> ) T1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.				



Table 1. (Continued)

섬취퐁나무( <i>Ligustrum foliosum</i> ) S	1	2B	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.
섬취퐁나무( <i>Ligustrum foliosum</i> ) H	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.
섬피나무( <i>Tilia insularis</i> ) T1	.	.	2A	.	.	.	2A	.	.	2B	4	.
섬피나무( <i>Tilia insularis</i> ) T2	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
섬피나무( <i>Tilia insularis</i> ) S	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.
섬남성( <i>Arisaema takesimense</i> ) H	.	.	.	+	1	.	.	.	.	1	.	.
돌외( <i>Gynostemma pentaphyllum</i> ) H	.	.	.	+	.	.	.	+	.	+	.	.
산뽕나무( <i>Morus bombycis</i> ) T1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
산뽕나무( <i>Morus bombycis</i> ) T2	.	.	+	2A	2A	.	.	.	.	.	.	.
산뽕나무( <i>Morus bombycis</i> ) S	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
섬말나리( <i>Lilium hansonii</i> ) H	.	.	.	.	1	.	.	2A	.	.	2A	.
식나무( <i>Aucuba japonica</i> ) S	.	.	+	.	1	+	.	.	.	.	.	.
식나무( <i>Aucuba japonica</i> ) H	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
큰연영초( <i>Trillium tschonoskii</i> ) H	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.
왕머루( <i>Vitis amurensis</i> ) H	.	+	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.
울릉미역취( <i>Solidago virga-aurea</i> var. <i>gigantea</i> ) H	.	+	.	.	1	.	.	.	+	.	.	.
층층나무( <i>Cornus controversa</i> ) T1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.
층층나무( <i>Cornus controversa</i> ) T2	.	.	.	2A	.	.	.	.	.	.	.	.
층층나무( <i>Cornus controversa</i> ) S	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	+	.
층층나무( <i>Cornus controversa</i> ) H	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	+	.
줄사철나무( <i>Euonymus fortunei</i> var. <i>radicans</i> ) S	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
줄사철나무( <i>Euonymus fortunei</i> var. <i>radicans</i> ) H	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.
풍계나무( <i>Celtis jessoensis</i> ) T1	.	.	.	.	.	.	2A	.	.	.	.	.
풍계나무( <i>Celtis jessoensis</i> ) T2	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
풍계나무( <i>Celtis jessoensis</i> ) S	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
풍계나무( <i>Celtis jessoensis</i> ) H	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.
회솔나무( <i>Taxus cuspidata</i> var. <i>latifolia</i> ) T2	1	.	.	.	.	1	.	.	.	+	.	.
회솔나무( <i>Taxus cuspidata</i> var. <i>latifolia</i> ) S	.	.	.	.	.	.	.	2M	.	.	.	.
회솔나무( <i>Taxus cuspidata</i> var. <i>latifolia</i> ) H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
섬고사리( <i>Athyrium acutipinnulum</i> ) H	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	2A
도독눔갈고리( <i>Desmodium oxyphyllum</i> ) H	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
독활( <i>Aralia continentalis</i> ) H	.	.	.	.	.	.	.	+	.	2A	.	.
등수국( <i>Hydrangea petiolaris</i> ) T2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
등수국( <i>Hydrangea petiolaris</i> ) S	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
등수국( <i>Hydrangea petiolaris</i> ) H	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	2A	.
말오줌나무( <i>Sambucus sieboldiana</i> var. <i>pendula</i> ) S	.	.	.	.	.	.	.	2M	.	+	1	.
말오줌나무( <i>Sambucus sieboldiana</i> var. <i>pendula</i> ) H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
일색고사리( <i>Rumohra standishii</i> ) H	.	.	.	.	.	.	.	.	5	2A	.	3
피제비꽃( <i>Viola selkirkii</i> ) H	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+
보리장나무( <i>Elaeagnus glabra</i> ) S	+	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
선밀나물( <i>Smilax nipponica</i> ) H	.	.	.	.	.	.	.	R	.	.	.	+



Table 2. Synthesis table of forest communities in Ulleung Island using TWINSpan

Vegetation units	A	B	C	D	E	F
Releve number	1 72	1 83	1 5123460	1 1	1 9	11 45
PIN DEN	55	--	-----	-	-	--
PIN THU	--	55	-----	-	-	-5
FAG MUL	--	--	5541434	1	3	--
SOR COM	1-	1-	3345535	4	-	--
PIN PAR	--	--	-----	5	-	--
NEO SER	--	--	-----	-	5	4-
MAC THU	--	--	-----	-	-	55
MOR BOM	33	11	-----	-	-	--
ACE TAK	11	-2	1114134	3	4	-1
SAS KUR	--	--	4-----2	-	-	--
SAM SIE	--	--	--12--1	-	-	--
LIG OBT	--	--	---1--1	-	-	--
TSU SIE	--	--	-----	2	-	--
CAL JAP	--	--	--2---	2	-	--
TAX CUS	--	1-	-----1	2	1	--
TIL INS	31	--	4--3-5-	1	-	--
PRU TAK	3-	13	3-1--34	1	3	-1
ACE OKA	14	11	--54541	-	3	--
HYD PET	--	1-	----11-	-	-	--
COR CON	3-	--	1--2-1	-	-	--
STY OBA	14	11	11---13	-	1	--
LIG FOL	1-	13	--11--1	-	-	--
CEL JES	-1	11	-----	-	3	--
ELA GLA	--	1-	-----	-	1	--
SCH HYD	--	11	-----1	-	-	--
AUC JAP	--	11	-----	-	1	1-
CAM JAP	--	--	-----	1	5	41
	00	00	0000000	0	0	11
	00	00	1111111	1	1	
	00	11	0000000	0	1	
			0000000	1		

PIN DEN: *Pinus densiflora*, PIN THU: *Pinus thunbergii*, FAG MUL: *Fagus multineris*, SOR COM: *Sorbus commixta*, PIN PAR: *Pinus parviflora*, NEO SER: *Neolitsea sericea*, MAC THU: *Machilus thunbergii*, MOR BOM: *Morus bombycis*, ACE TAK: *Acer takesimensis*, SAS KUR: *Sasa kurilensis*, SAM SIE: *Sambucus sieboldiana* var. *pendula*, LIG OBT: *Ligustrum obtusifolium*, TSU SIE: *Tsuga sieboldii*, CAL JAP: *Callicarpa japonica*, TAX CUS: *Taxus aspidata* var. *latifolia*, TIL INS: *Tilia insularis*, PRU TAK: *Prunus takesimensis*, ACE OKA: *Acer okamotoanum*, HYD PET: *Hydrangea petiolaris*, COR CON: *Cornus controversa*, STY OBA: *Styrax obassia*, LIG FOL: *Ligustrum foliosum*, CEL JES: *Celtis jessoensis*, ELA GLA: *Elaeagnus glabra*, SCH HYD: *Schizophragma hydrangeoides*, AUC JAP: *Aucuba japonica*, CAM JAP: *Carnellia japonica*.

비교해 보면, TWINSpan에 의한 군락 분류에서 후박나무군락을 포함한 6개 군락으로 분류되었다. 이는 TWINSpan에 의하여 분류된 후박나무군락이 곰솔군락과 참식나무군락에 포함된 결과로 사료되며, 2개의 분류방법이 유사한 경향을 보여 서로 보완하는 방법으로 사용할 수 있을 것으로 판단된다.

### 3. 토양 특성

울릉도의 곰솔군락, 소나무군락, 참식나무군락, 섬잣나무군락, 그리고 너도밤나무-마가목군락의 토양을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 식물 성장에 중요한 영향을 미치며, 토양의 이화학적 특성을 지배하는 유기물함량은 5.30-11.53%로 비교적 높게 나타났으며, 군락별로 약간의 차이가 있었다. 박관수 등(2000)과 이미정(2000)의 보고에서도 울릉도 성인봉 주변 토양의 유기물함량은 매우 높게 나타났다. 우리나라 일반적인 산림 토양의 유기물함량이 4.49% 정도임을 감안할 때(정진현 등, 2002) 본 조사지의 유기물함량은 높은 것으로 사료된다.

토양 중 전질소함량도 0.14-0.48%로 분포하여 일반적인 토양의 전질소함량 0.19%(정진현 등, 2002)에 비해 높은 질소함량을 보였다. 이미정(2000)의 선행연구에서도 성인봉 주변의 전질소함량은 0-10cm 토양 깊이에서 평균 0.70%로 본 연구 대상지역에서처럼 높게 나타났다. 유기물은 토양 중 거의 모든 질소의 공급원(Miller and Donahue, 1990)이기 때문에 이러한 결과는 토양의 유기물함량이 매우 높았기 때문으로 사료된다. 토양 중 유효인산함량은 33.5-306.0ppm으로 군락별로 다양하게 나타났으며, 유기물함량 및 전질소의 경우처럼 비교적 높게 나타났다. 이 결과 또한 토양 중 높은 유기물함량과 현무암의 영향 때문으로 사료된다.

본 연구의 토양 중 치환성 K, Ca, Na, 그리고 Mg 함량은 박관수 등(2000)이 보고한 울릉도 성인봉 주변의 치환성 양이온들의 값과 유사한 분포 범위를 보이고 있으며, 군락별로 약간의 차이를 보이는 것으로 나타났다. 토양 pH는 4.66-5.80으로 약한 산성 토양의 특성을 나타내고 있었다. 그러나, 박관수 등(2000)과 이미정(2000)은 울릉도 성인봉 주변의 토양 0-10cm 깊이에서 토양 pH 3.78 - 4.88로 매우 강한 산성을 나타내고 있다고 보고하였다. 박관수 등(2000)과 이미정(2000)의 경우 이러한 이유를 하층식생에 의한 유기산의 많은 유입 때문으로 설명하였으며, 본 조사지와 차이를 보인 것은 식생군락에서 큰 차이가 있었기 때문으로 사료된다.

토양 중 양이온치환용량(CEC)은 13.00-27.70으로



Table 3. Soil characteristic of forest communities in Ulleung Island

Soil characteristic	<i>Pinus thunbergii</i> community	<i>Pinus densiflora</i> community	<i>Neolitsea sericea</i> community	<i>Pinus parviflora</i> community	<i>Fagus multinervis-Sorbus commixta</i> community
Organic matter(%)	7.96	10.69	7.78	5.30	11.53
Total N(%)	0.41	0.38	0.37	0.14	0.48
Available P(ppm)	132.0	33.5	185.7	306.0	131.0
Exc. K (me/100g)	0.55	0.36	0.49	0.12	0.25
Exc. Ca (me/100g)	1.96	3.44	3.07	0.71	0.90
Exc. Mg me/100g)	1.55	1.12	1.66	0.41	0.47
Exc. Na (me/100g)	0.63	0.25	0.77	0.25	0.24
pH(1:5)	5.70	5.80	5.06	4.66	4.90
CEC (me/100g)	27.30	24.00	22.07	13.00	27.70
Sand	55.00	51.00	48.00	67.00	59.00
Silt	29.00	29.00	30.00	20.00	21.00
Clay	16.00	20.00	22.00	13.00	20.00

비교적 높게 나타났다. 이 같은 결과 또한 박관수 등(2000)의 선행연구 결과와 유사하며, 본 연구지역의 높은 유기물함량에 기인하는 것으로 판단되는데, 유기물은 토양 중 CEC 총량의 30-70%를 제공하며 또한 이들의 부식으로 인하여 양이온치환 입지가 제공되기 때문이다 (Miller and Donahue, 1990). 토성은 양토나 사양토로 나타났다으나, 박관수 등(2000)은 점토가 많은 식토로 보고하여 큰 차이를 보이고 있다

4. Ordination 분석

Figure 3은 15개의 조사구와 15개의 환경요인으로 DCCA ordination 결과를 I/II 평면상에 나타낸 것이다.

Figure 3에서 보는 바와 같이 울릉도의 삼림 군락들은 15개의 환경 요인에 따라 분포하고 있으며, 이들 환경요인들은 DCCA ordination 결과에 여러 환경요인들이 군락의 분포와 밀접한 상관관계가 있다. 즉, 제1축에서는 Na, K, 해발고, Mg, silt가 높은 상관관계를 보여주었으며, 제2축에서는 Ca, sand, pH, silt가 상관관계를 보여주고 있다. 여기서 해발고와 치환성양이온(Na, K, Ca, Mg), 토양 pH 그리고 토성 중의 silt와 sand가 군락의 분포에 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 송호경(1990a; 1990b), 유재은과 송호경(1989), 송호경 등(1992, 1994, 1998)은 군락의 분포에 영향을 미치는 환경요인들을 온도와 상관성이 있는 해발고, 수분과 상관성이 있는 지형요소들, 그리고 전질소와 유기물함량들이 군락의 분포와 상관성이 있는 것으로 보고하였으며, 이중효 등(2006)은 해

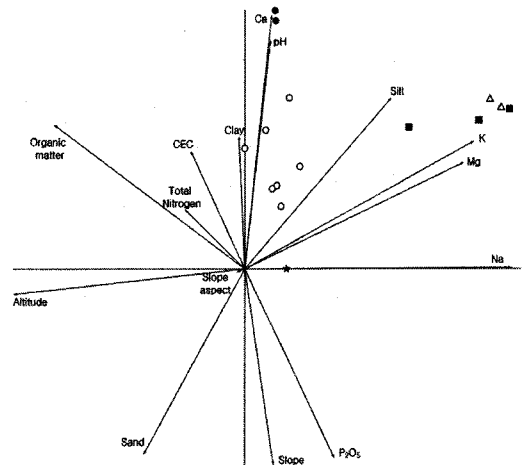


Figure 3. Vegetation data of forest communities in Ulleung Island, Ulleung-Gun : DCCA(detrended canonical correspondence analysis) ordination diagram with plots(△, ●, ■, ★, ○) and environmental variables(arrow).

The plots are :

- △ = *Pinus thunbergii* community,
- = *Pinus densiflora* community,
- = *Neolitsea sericea* community,
- ★ = *Pinus parviflora* community,
- = *Fagus multinervis - Sorbus commixta* community.

안 식생형은 Mg, pH, Ca와 산지 식생은 전질소, 탄소, 유기물함량과 양이온치환용량이 높은 상관을 보인다고 하였는데, 본 연구에서는 해발고 이외에도 치환성양이온들이 군락의 분포와 상관성이 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 Figure 1에서 보는 바와 같이 조사구의 위치가 해안가로부터 성인봉 근처까지로 입지 환경이 다양하여 해발고, 치환성양이온, 토양 pH에서 차이가 있기 때문이라고 판단된다.

울릉도 삼림군락들과 토양의 환경요인들과의 상관관계를 보면, Figure 3에서 보는 바와 같이 곰솔군락과 참식나무군락은 치환성양이온 중 Na, K, Mg와 토성 중의 silt가 가장 많이 함유된 입지에 분포하고 있고, 소나무군락은 치환성양이온 중의 Ca와 토양 pH가 높은 입지에 분포하고 있으며, 섬잣나무군락과 너도밤나무-마가목군락은 해발고가 높고 토성 중의 sand 함량이 다소 높은 입지에 분포하고 있다.

## 인용문헌

- 김무열(2004) 한국의 특산식물. 솔과학, 408쪽.
- 김성덕, 한미정(1994) 울릉도 상록수림지역의 식생에 관한 식물사회학적 연구. 충남대학교 환경연구보고 11: 6-28.
- 농촌진흥청(2000) 토양 및 식물체 분석법. 202쪽.
- 박관수, 송호경, 이선(2000) 울릉도 성인봉 주변 너도밤나무 하위군락별 토양 특성. 한국환경생물학회지 18(3): 299-305.
- 송호경(1990a) DCCA에 의한 계룡산과 덕유산의 삼림군집과 환경의 상관관계 분석. 한국임학회지 79(2): 216-221.
- 송호경(1990b) DCCA에 의한 신갈나무군집과 환경의 상관관계 분석. 충남대학교 환경연구보고 8: 1-5.
- 송호경, 권기원, 이돈구, 장규관, 우인식(1992) TWINSpan과 DCCA에 의한 중양산의 삼림군집과 환경의 상관관계 분석. 한국임학회지 83(3): 247-254.
- 송호경, 이미정, 이선(2000) 울릉도 산림 군락의 구조 및 DCCA에 의한 식생과 환경과의 상관관계 분석. 한국환경생태학회지 14(2): 111-118.
- 송호경, 장규관, 권기원(1994) TWINSpan과 DCCA ordination에 의한 오대산 삼림군집의 분석. 충남대학교 환경연구보고 12: 47-54.
- 송호경, 장규관, 오동훈(1998) 설악산국립공원 지역의 신갈나무 군집과 환경의 상관관계 분석. 환경생태학회지 11(4): 462-468.
- 신현탁, 김용식(2002) 울릉도 지역의 식물상. 환경생태학회지 16(2): 195-216.
- 양인석(1956) 울릉도의 식물. 경북대 논문집 1: 245-275.
- 오수영(1971) 울릉도 양치식물에 관한 연구. 식물분류학회지 3: 33-41.
- 오수영(1978) 울릉도산 유관속 식물상에 관한 연구. 경북대 논문집 25: 131-201.
- 유재은, 송호경(1989) Classification과 Ordination에 의한 속리산 삼림 군집의 분석. 충남대학교 환경연구보고 7: 1-8.
- 이덕봉, 주상우(1958) 울릉도 식물상의 재검토. 고대 논문집 3: 223-295.
- 이미정(2000) 울릉도 산림의 군락 생태학적 연구. 충남대학교 석사학위논문, 58쪽.
- 이미정, 송호경, 이선(2000) 식물사회학적 방법과 TWIN-SPAN에 의한 울릉도 산림식생의 분류에 관한 연구. 한국환경생태학회지 14(1): 57-66.
- 이영노(1971) 울릉도의 식물상. 울릉도 종합학술조사보고서 27-36pp.
- 이우철, 양인석(1982) 울릉도와 독도의 식물상. 한국자연보존협회 조사보고서 19: 61-95.
- 이우승, 정재동, 홍성천(1986) 울릉도 희귀식물의 분포 및 생태에 관한 연구. 경북대 논문집(자연과학) 41: 1-33.
- 이중효, 조현제, 허태철(2006) 울릉도 산림식생의 공간분포 및 환경과의 상관관계 분석. Journal of Ecology and Field Biology 29(6): 521-529.
- 임양재, 유광수, 백광수(1980) 울릉도의 식생. 중앙대 기술과학연구소 논문집 7: 1-12.
- 임양재, 이은복, 김선영(1982) 울릉도와 독도의 식생. 한국자연보존협회 조사보고서 19: 97-111.
- 장규관, 송호경, 김성덕(1997) 식물사회학적 방법과 TWINSpan에 의한 강원도 신갈나무림의 분류에 관한 연구. 한국임학회지 86(2): 214-222.
- 정진현, 구교상, 이충화, 김춘식(2002) 우리나라 산림토양의 지역별 이화학적 특성. 한국임학회지 91(6): 694-700.
- 조현제, 배관호, 이병천, 홍성천(1993) 울릉도 성인봉 일대 원시림의 군락생태학적 연구. 한국임학회지 82(2): 139-151.
- 조현제, 배상원, 배관호, 신준환(1996) 울릉도의 산림식생. 임업연구원 산림과학 논문집 53:78-88.
- 최송현, 이경재, 김종업(1998) 울릉도 성인봉지역의 해발고별 식생구조. 한국환경생태학회지 12(3):290-296.
- 한봉호, 김동완, 조현서(1998) 울릉도 성인봉 원시림의 산림군집구조. 한국환경생태학회지 12(2):138-146.
- Braun-Blanquet, J.(1964) Pflanzensoziologie. 3. Auflage. Wien, New York, 865pp.
- Dierssen, K.(1990) Einführung in die Pflanzensoziologie. Akademie-Verlag Berlin, 241pp.
- Ellenberg, H.(1956) Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. Eugen Ulmer, Stuttgart, 136pp.
- Glavac, V.(1996) Vegetationsökologie. Gustav Fischer Verlag Jena, 358pp.
- Hill, M.O.(1979) TWINSpan - A FORTRAN Program for Arranging Multivariate Data in an Order Two-Way Table by Classification of the Individuals and Attributes. Ithaca,

- N. Y. Cornell Univ. Press, 50pp.
- Hill, M.O. and H.G. Jr. Gauch(1980) Detrended Correspondence Analysis an Improved Ordination Technique. *Vegetation* 42: 47-58.
- Kim, S.D., M. Kimura and Y.J. Yim(1986) Phytosociological studies on the beech(*Fagus multinervis* Nakai) forest and the pine(*Pinus parviflora* S. et Z.) forest of Ulleung Island, Korea. *Korean J. Bot.* 29(1): 53-65.
- Lim, Y.S., J.O Hyun, Y.D. Kim, and H.C. Shin(2005) *Aster chusanensis* (Asteraceae), A new species from Korea. *J. Plant Biol.* 48(4): 479-482.
- Miller, H.G. and R.L. Donahue(1990) *Soils. An introduction to soils and plant growth.* Prentice-Hall. N.J., 768pp.
- Nakai, T.(1919) Report on the vegetation of the Island Ooryongto or Dagelet Island, Corea, 87pp.
- Ter Braak, C.J.F.(1987) CANOCO - A FORTRAN Program for Canonical Community Ordination by [Partical] [Detrended] [Canonical] Correspondence Analysis, Principal Components Analysis and Redundancy Analysis(Version 2.1) TNO Institute of Applied Computer Science, Statistics Department, Wageningen, The Netherlands.
- Yim, Y.J. and S.D. Kim(1983) Climate-Diagram Map of Korea. *Korean J. Ecology* 6(4): 261-272.