

울릉도 주요 산채류 자생지의 식생 및 환경과의 상관관계 분석

- 섬쑥부쟁이, 울릉산마늘, 눈개승마의 초본층 식생을 중심으로 -

이중구¹⁾ · 김현숙²⁾ · 이상명³⁾ · 박관수¹⁾

¹⁾ 충남대학교 산림환경자원학과 · ²⁾ 충남대학교 농업과학연구소 · ³⁾ 국립중앙과학관

Analysis of Vegetation and Vegetation-Environment Relationships in Main Wild Vegetables of Ulleungdo in Korea

-Vegetation of herb layer of the *Aster glehni*, *Allium ochotense*,
and *Aruncus sylvestris*-

Lee, Joong-Ku¹⁾ · Kim, Hyoun-Sook²⁾ · Lee, Sang-Myong³⁾ and Park, Gwan-Soo¹⁾

¹⁾ Dept. of Environment & Forest Resources, Chungnam National University,

²⁾ Institute of Agricultural Science, Chungnam National University,

³⁾ National Science Museum.

ABSTRACT

This study was conducted to provide ecological basic data that use to establish environmental conditions for cultivation of wild vegetables in 2016-2018. Therefore, we investigated the vegetation structure and the correlation between the community structure and the environmental factors for natural habitats of wild vegetables(*Aster glehni*, *Allium ochotense*, and *Aruncus sylvestris*) distributed in Ulleungdo. As a result of population and gradient analysis, the vegetation was classified into *Aster glehni* community, *Allium ochotense* community, and *Aruncus sylvestris* community. We confirmed that the classification by population analysis was consistent with that by TWINSpan method, suggesting that they were complemented each other. The importance value of *Aster glehni* was the highest in all communities, followed by *Aruncus sylvestris*, *Allium*

* 이 연구는 산림청 ‘임업기술개발사업(과제번호 : S211416L010140)의 지원에 의하여 이루어진 것임

First author : Lee, Joong-Ku, Department of Environment & Forest Resources, Chungnam National University,
99 Daehak-ro, Yuseong-gu, Daejeon, 34134, Korea,
Tel : +82-42-821-5745, E-mail : joongku@cnu.ac.kr

Corresponding author : Kim, Hyoun-Sook, Institute of Agricultural Science, Chungnam National University,
99 Daehak-ro, Yuseong-gu, Daejeon, 34134, Korea,
Tel : +82-42-821-7880, E-mail : woangsister@hanmail.net

Received : 31 October, 2018. **Revised** : 31 December, 2018. **Accepted** : 27 December, 2018.

ochotense, *Hydrangea petiolaris*, *Dryopteris crassirhizoma*, *Asperula litorata*, *Phryma leptostachya* var. *asiatica*, *Disporum viridescens*, *Hedera rhombea*, *Anthriscus sylvestris*, and *Hepatica maxima*. According to the results of DCCA ordination analysis, among those communities, the *Aster glehni* community was distributed in soil where the nutrition including T-N and O.M. were intermediate. The *Allium ochotense* community was distributed on the a little high northern slope at the highest altitude where the CEC and O.M. were the highest, and other nutrition and pH were low. The *Arunucus sylvester* was distributed on high slope and altitude on which the amount of exchangeable cation such as Ca^{++} , Mg^{++} and pH were high, and the CEC, P_2O_5 , and O.M. were the lowest.

Key words : **DCCA ORDINATION, TWINSpan, IMPORTANCE VALUE**

I. 서 론

울릉도는 한반도 동쪽 약 130.3km 지점에 있는 오각형의 섬으로 전체가 하나의 화산체이고 해안은 대부분이 절벽을 이룬다. 울릉도는 온난 다습한 해양성기후로 동일한 위도상에 위치하는 내륙지역과는 다른 독특한 기후대를 형성하고 있으며(Figure 1), 육지와 격리된 지리적 위치, 산지의 경사가 평균 30°정도 되는 지형, 난류와 한류의 접합대에 위치함으로써 특별한 생태적 특성으로 인해 식물의 다양성 및 고유성이 매우 높다. 울릉도 산나물은 이른 봄에 눈 속에서 싹을 틔우고, 적당한 일조량으로 맛과 질이 우수하다고 알려져 있으며, 섬쭈부쟁이(부지깽이나물), 울릉산마늘(명이나물), 눈개승마(삼나물), 고비, 울릉미역취, 전호, 땃두릅나무 등 식용이 가능한 산나물이 많이 분포되어 있다. 울릉도는 관광지로서도 유명하며, 자연환경이 맑고 깨끗하다보니, 울릉도 특산 산나물은 우리나라 국민들에게 매우 인기 있는 건강식품으로 알려져 이용되고 있다(Seo, 2012). 울릉도 산나물은 일부지역에서 자연산이 공급되고 있으나 공급량을 충족시키지 못하고 있다. 이는 울릉도 특산 산나물이 주민들의 주요 소득원이기 때문에 자생지에서 무분별한 채취에 의해 개체수가 계속적으로 감소하고 있기 때문이다(Ulleungun

statistical yearbook, 2017). 이에 울릉도 산채류 자생지의 면적이 감소하고 있어 지속적인 자생지 보존 및 임간재배의 필요성이 절실히 요구되고 있는 실정이다.

지금까지 울릉도 산채류에 관한 연구는 산마늘 자생지의 임분구조와 식물종의 연관(Yun, 2011), 울릉도 특산 산나물에 대한 본초학적 고찰(Seo, 2012), 울릉도 산마늘 자생지의 산림입지환경과 토양 특성(Hur *et al.*, 2012) 등이 있으며, 울릉도 식생 및 환경과의 상관관계에 관한 연구는 울릉도 산림군락의 구조 및 DCCA에 의한 식생과 환경과의 상관관계 분석(Song *et al.*, 2000), 울릉도 산림식생의 공간분포 및 환경과의 상관관계 분석(Lee *et al.*, 2006), 울릉도 삼림식생과 환경과의 상관관계(Song *et al.*, 2007) 등 울릉도 산림식생에 관한 연구보고는 있으나, 울릉도 산채류 자생지의 식생구조 및 식물군락과 상관관계 분석은 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 울릉도에 자생하는 산채류중 현지에서 생산량이 많은 섬쭈부쟁이(부지깽이나물), 울릉산마늘(명이나물), 눈개승마(삼나물)를 대상으로 이들의 식생구조를 TWINSpan에 의해 분류하고 초본층의 개체군에 대한 종조성의 분석, 중요치 및 식생과 환경요인과의 상관관계를 분석하여 울릉도 산채류(섬쭈부쟁이, 울릉산마늘, 눈개승마) 자생지의 식생을 생태학적으

로 구명하여 복원 및 보존관리와 재배지 환경조성을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 조사지 개황

본 조사지역인 울릉도는 행정구역상 경상북도 울릉군에 속하고 지리적으로 북위 34° 27' 44."~37° 33' 31", 동경 130° 47' 40"~131° 52' 22" 사이에 위치하며, 면적은 72.86km²이고, 최고봉인 성인봉의 높이는 984m이다. 식물군계학적으로 한반도 울릉도아구에 속하며(Lee and Yim, 1978), 식물군계로는 냉온대중부에 속한다(Yim and Kira, 1975). 조사 지역의 기후 조건을 파악하기 위하여, 본 조사지에서 가장 가까운 울릉도의 기상청 자료를 이용하였다(Korea Meteorological Administration, 2008~2017). 연평균기온은 12.7°C, 연평균 최고 기온은 13.2°C, 연평균 최저 기온은 9.5°C로 기록되었으며, 연평균 강수량은 1,547.5mm으로 나타났다. 강수량은 여름(7월~9월)에 강우가 집중되고 겨울에는 북서계절풍의 영향으로 연·강수량의 40%가 눈으로 내리는데 평균적설량이 100cm 이며, 기온의 분포는 내륙지방과 크게 차이를 보이지 않으나, 최한월인 1월에도 일평균최저기온이 영하로 내려가지 않는 것이 특징이다(Figure 1). 또한 울릉도의 온량지수는 96.5°C·month, 한랭지수는 -7.0°C·month로 나타나 냉온대중부에 속하고 있다. 지형적 특성을 보면 주봉인 성인봉(983.6m)을 중심으로 하여 해발 500m 이하가 전체 면적의 78%를 차지하고 있으며, 사면 경사에 있어서는 30~50° 정도가 대부분을 이루고 있다. 지질적으로는 신생대 제 4기에 일어난 화산활동으로 생성되었으며, 기반암은 가장 하부부터 현무암질 집괴암, 현무암질 각력응회암, 조면암질 집괴암 및 응회암, 하부 조면암, 상부 조면암이 수평을 이루고, 그 위를 조면암질 부석 및 화산회가 덮고 있다(Min et al., 1988)

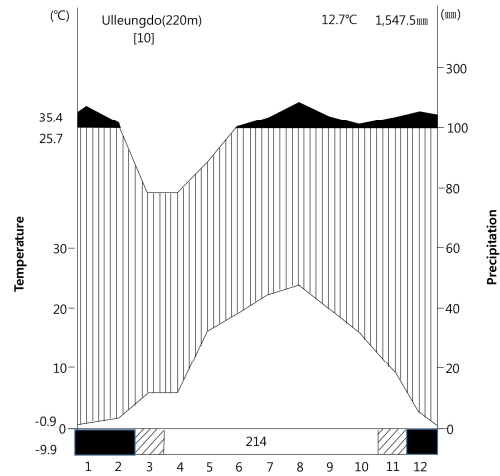


Figure 1. Climate diagram of Ulleungdo (Korea Meteorological Administration, 2008-2017).

2. 연구방법

1) 식생 및 입지 환경조사

식생조사는 울릉도 산채류(섬쑥부쟁이, 울릉산마늘, 눈개승마)를 대상으로 2016~2018년에 조사구 40개를 설정하여 조사하였다(Figure 2). 조사구 면적은 개체군에 대한 분석을 위하여 초본층에 초점을 두고 종수·면적 곡선(Brower and Zar, 1977)에 기초하여 최소면적이상의 크기인 2m×2m로 설치하였고, 종 구성에 입각한 표조작법은 Mueller-Dombois and Ellenberg(1974)에 따랐다.

개체군에 대한 분석을 위하여 조사구 내의 출현 식물을 교목층, 아교목층, 관목층 및 초본층으로 구분하고 교목층의 평균 수고와 각 층위별 평균 피도를 기록하였으며, 원색식물도감(Lee, 2003)을 이용하여 구성종의 동정을 실시하였다. 분류군의 학명과 국명은 국가표준식물목록(Korea National Arboretum and The Plant Taxonomic Society of Korea, 2007)을 기준으로 기재하였다. 각 계층별 출현종의 우점도는 Braun-Blanquet(1964)의 7단계 구분을 변형한 Dierssen(1990)의 9단계 구분법을 적용하여 우점도 및 피도를 조사하였다.

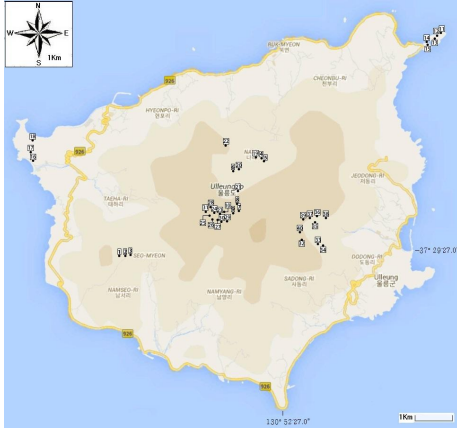


Figure 2. Sample plots at the Ulleungdo.

산림의 입지 환경요인으로는 조사지의 방위, 경사 및 해발고를 측정하였다. 방위는 나침반을 사용하여 8개의 방위로 구분하였으며, 경사도는 경사계, 해발고는 고도계를 이용하여 측정하였다. 토양시료는 낙엽층과 유기물층을 제거한 뒤 깊이 20cm 내의 토양을 채취하였다.

2) 자료분석방법

조사구에서 얻어진 자료는 Mueller-Dombois and Ellenberg(1974)의 비교서열법에 의하여 개체군을 구분하였으며, 군락표를 작성하여 군락 간의 종조성을 비교하였다. 군락의 기재 순은 조사구수에 따라 많은 것부터 기재하였다. 또한, 개체군의 특징을 보다 더 정확하게 분석하기 위하여 Curtis and McIntosh(1951)의 방법에 따라 초본층을 대상으로 상대피도(relative cover : RC)와 상대빈도(relative frequency : RF)를 합하여 중요치(importance value : IV)를 산출하였다.

각 조사구에 대한 토양의 특성을 분석하기 위해, 깊이 20cm 내에서 채취한 토양시료는 실험실로 밀봉 운반하여, 상온에서 음건시킨 후, 토양의 이화학적 분석을 위해 2mm 체로 쳐서 분석에 사용하였다. 분석 항목 중 토양 pH는 1:5 증류수 토양현탁액에 대해 pH측정기(ISTEX, pH200L)를 이용하여 측정하였으며, 유기물은

Tyurin법, 전질소는 macro-Kjeldahl법, 유효인산은 Lancaster법, 양이온치환용량은 Brown간이법, 칼륨은 염광분석법, 그리고 칼슘과 마그네슘은 EDTA적정법으로 측정하였다(Rural Development Administration, 2000).

조사구의 군락 분류 및 종조성을 비교하기 위해 Hill(1979b)의 TWINSpan을 이용하여 classification을 실시하였으며 cut level은 0%, 2%, 5%, 10%, 20%, 30%를 이용하였다. 각 조사구에서 30% 이상의 중요치를 가지는 종은 그 조사구의 우점종으로 간주되었다.

식생과 환경요인과의 상관관계를 분석하기 위한 Ordination은 CA(correspondence analysis)의 확장인 DCCA(detrended canonical correspondence analysis)를 사용하였으며(Hill, 1979a,b), Ter Braak(1998)의 CANOCO program을 이용하였다. Ordination 분석 시 해발고도는 미터(m) 단위를, 경사도는 도(°)를 사용하였으며, 방위는 360°를 8등분으로 구분하고 수분과 밀접한 관계를 감안하여 ‘북·북동·북서·동·서·남동·남서·남’을 ‘8·7·6·5·4·3·2·1’의 수치로 환산하여 사용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 개체군에 의한 군락 분류

총 40개의 조사구에서 출현한 151 분류군을 대상으로 Mueller-Dombois and Ellenberg(1974)의 표조작법에 따라 종합상재도표를 작성하여 종 조성을 비교하여 개체군을 분류하였다(Table 1). 울릉도의 주요 산채류 개체군은 섬쭉부쟁이군락, 울릉산마늘군락 및 눈개승마군락으로 초본층을 위주로 구분되었으며 각 군락별 특징은 아래와 같다.

A. 섬쭉부쟁이군락(*Aster glehni* community)

섬쭉부쟁이군락은 울릉도에서 주로 동사면을 제외한 여러 사면에서 분포하였으며 해발고 15

~788m(평균 316m)에 걸쳐 분포하였다. 경사는 5~45°(평균 25°)로 완만한 지역과 급한 지역에 있었으며, 군락의 구분에 이용된 조사구는 16개소였고 평균 출현종수는 18분류군이었다 (Table 1).

Table 1. Synthesized table of main wild vegetables population in Ulleungdo

Community type	A	B	C
Number of relevé	16	13	11
Altitude(m)	316	622	562
Direction(°)	216	97	178
Slope degree(°)	25	41	39
Height of tree layer(m)	10	11	13
Coverage of upper tree(T1) layer(%)	36	63	46
Coverage of upper tree(T2) layer(%)	23	22	17
Coverage of shrub(S) layer(%)	19	18	14
Coverage of herb(H) layer(%)	99	93	98
Number of species	18	20	18

Differential species of *Aster glehni* community

	V	IV	II
<i>Aster glehni</i>			
<i>Pinus thunbergii</i>	II	.	.
<i>Celtis sinensis</i>	II	.	.
<i>Elaeagnus glabra</i>	II	.	.
<i>Machilus thunbergii</i>	I	.	.
<i>Miscanthus sinensis</i> var. <i>purpurascens</i>	II	.	.
<i>Cocculus trilobus</i>	II	.	.
<i>Euonymus japonica</i>	I	.	.
<i>Artemisia selengensis</i>	I	.	.
<i>Aster spathulifolius</i>	I	.	.
<i>Avena sativa</i>	I	.	.
<i>Lonicera insularis</i>	I	.	.

Differential species of *Allium ochotense* community

	I	V	II
<i>Allium ochotense</i>			
<i>Taxus cuspidata</i> var. <i>latifolia</i>	.	I	.
<i>Acer takesimense</i>	.	I	.

Differential species of *Aruncus sylvester* community

	I	III	V
<i>Aruncus sylvester</i>			
<i>Ulmus laciniata</i>	.	.	I
<i>Matteuccia struthiopteris</i>	.	.	I
<i>Cyrtomium caryotideum</i> var. <i>koreanum</i>	.	.	I
<i>Tilia insularis</i>	.	.	I

Companions

<i>Dryopteris crassirhizoma</i>	II	IV	IV
<i>Hydrangea petiolaris</i>	I	V	III

<i>Acer takesimense</i>	II	IV	II
<i>Asperula odorata</i>	II	III	III
<i>Sorbus commixta</i>	I	IV	III
<i>Disporum viridescens</i>	I	IV	III
<i>Smilax riparia</i> var. <i>ussuriensis</i>	II	III	II
<i>Fagus crenata</i> var. <i>multinervis</i>	I	IV	II
<i>Anthriscus sylvestris</i>	III	II	II
<i>Phryma leptostachya</i> var. <i>asiatica</i>	II	II	III
<i>Styrax obassia</i>	II	II	III
<i>Acer okamotoanum</i>	I	IV	III
<i>Prunus takesimensis</i>	II	II	I
<i>Hepatica maxima</i>	I	II	II
<i>Dystaenia takeshimana</i>	III	II	I
<i>Solidago virgaurea</i> subsp. <i>gigantea</i>	I	III	II
<i>Desmodium oxyphyllum</i>	II	II	II
<i>Campanula takesimana</i>	I	II	III
<i>Hedera rhombea</i>	II	II	I
<i>Vitis coignetiae</i>	III	.	I
<i>Cornus controversa</i>	II	II	I
<i>Lilium hansonii</i>	I	II	II
<i>Boehmeria spicata</i>	I	I	II
<i>Sambucus sieboldiana</i> var. <i>pendula</i>	II	I	I
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	.	II	II
<i>Tilia amurensis</i>	I	II	II
<i>Polystichum tripterum</i>	I	II	I
<i>Gynostemma pentaphyllum</i>	I	II	II
<i>Rubus ribesioideus</i>	I	I	II
<i>Alnus japonica</i>	I	I	II
<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i>	II	.	I
<i>Majanthemum dilatatum</i>	I	II	I
<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>lucidum</i>	II	I	I
<i>Arisaema takesimense</i>	I	I	II
<i>Adiantum pedatum</i>	I	.	II
<i>Sanicula chinensis</i>	I	I	II
<i>Carex lanceolata</i>	I	II	.
<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	II	.	I
<i>Hovenia dulcis</i>	II	I	I
<i>Ligustrum obtusifolium</i>	I	II	.
<i>Rumohra standishii</i>	.	I	II
<i>Camellia japonica</i>	I	I	I
<i>Ligustrum ovalifolium</i>	I	I	I
<i>Fallopia sachalinensis</i>	II	I	.
<i>Botrychium ternatum</i>	I	II	.
<i>Sorbus amurensis</i>	I	I	I
<i>Ulmus laciniata</i> var. <i>holophylla</i>	I	I	I

A : *Aster glehni* community

B : *Allium ochotense* community

C : *Aruncus sylvester* community

군락 구분종은 섬썩부쟁이, 곰솔, 팽나무, 보리장나무, 후박나무, 억새, 땃덩이덩굴, 사철나무, 물썩, 해국, 귀리, 섬피불나무 등 이었다. 이 군락은 교목층이 평균피도 36%로 타 군락보다 낮게 나타났으며, 섬벗나무, 곰솔, 층층나무, 후박나무, 섬단풍나무, 마가목, 헛개나무가 우점하고 있었고, 아교목층에는 곰솔, 팽나무, 섬단풍나무, 쪽동백나무가 우점하고, 관목층에는 섬단풍나무, 팽나무, 보리장나무, 사철나무, 섬피불나무, 말오줌나무가 우점하고 있었다. 초본층 평균 피도는 99%로 섬썩부쟁이가 우점하고, 전호, 섬바디, 머루, 선갈퀴, 파리풀, 송악, 썩, 등이 다음으로 우점하였으며, 억새, 관중, 좀개잎나무, 등수국, 귀리, 섬초롱꽃 등이 다소 높은 피도를 나타냈다.

B. 울릉산마늘군락(*Allium ochotense* community)

울릉산마늘군락은 울릉도에서 북서사면에서 주로 출현하였으며 해발고 375~798m(평균 622m)고 다소 높은 지역에 분포하였다. 경사는 5~65°(평균 41°)로 대부분 급한 지역에 있었으며, 군락의 구분에 이용된 조사구는 13개소였고 평균 출현종수는 20분류군이였다(Table 1).

군락 구분종은 울릉산마늘, 회솔나무, 섬단풍나무 이었으며, 이 군락은 교목층에 마가목, 섬단풍나무, 너도밤나무, 우산고로쇠, 섬벗나무, 피나무 등이 우점하고 있었는데 타 군락에 비해 평균 63%로 높은 피도를 나타냈다. 아교목층에 섬단풍나무, 너도밤나무, 당단풍나무, 회솔나무, 피나무 등이 우점하고 있었으며, 관목층에 너도밤나무, 섬단풍나무, 쪽동백나무, 섬벗나무 등이 우점하고 있었다. 초본층의 평균 피도는 93%로 울릉산마늘이 우점하였고 관중, 등수국, 섬노루귀, 송악, 전호, 섬썩부쟁이, 파리풀, 눈개승마가 다음으로 우점하였으며, 등수국, 관중 등이 다음으로 높은 피도를 나타냈고 눈개승마, 선갈퀴, 섬노루귀, 십자고사리, 밀나물 등이 다소 우점하였다. Yun(2011)은 산마늘군락에서 식별종으로

고로쇠나무, 등수국, 섬노루귀, 큰두루미꽃, 섬단풍나무, 밀나물, 관중, 섬바디, 섬벗나무, 섬피나무의 출현에 의해 산마늘군락군-고로쇠나무군락으로 구분하였는데, 본 조사에서도 이와 유사한 결과를 나타냈다.

C. 눈개승마군락(*Aruncus sylvester* community)

눈개승마군락은 울릉도에서 주로 북동사면에 분포하였으며 해발고 316~770m(평균 562m)로 다소 높은 지역에 분포하였다. 경사는 25~65°(평균 39°)로 다소 급한 편이었으며 군락의 구분에 이용된 조사구는 11개소였고 평균 출현종수는 18분류군으로 조사된 군락중 가장 적은 수치를 나타냈다.

군락 구분종은 눈개승마, 난티나무, 청나래고사리, 참쇠고비, 섬피나무 등 이었으며(Table 1), 이 군락은 교목층에 섬단풍나무, 너도밤나무, 당단풍나무, 회솔나무, 피나무 등이 우점하였고, 아교목층에 섬단풍나무, 너도밤나무, 당단풍나무, 회솔나무, 피나무 등이 우점하였으며, 관목층에 쪽동백나무, 섬피나무, 작살나무, 말오줌나무가 우점하였다. 초본층 평균 피도는 98%로 눈개승마가 우점하고 관중, 등수국이 다음으로 우점하였으며, 선갈퀴, 큰애기나리, 파리풀, 섬초롱꽃, 섬노루귀, 전호, 울릉미역취 등이 다소 높은 피도로 혼생하였다.

2. TWINSPAN에 의한 군락 분류

40개 조사구에서 초본층에 피도가 높게 출현한 50분류군을 대상으로 TWINSPAN을 실시한 결과, 울릉도 주요 산채류 자생지 군락은 제1수준에서 눈개승마의 유무에 따라 눈개승마군락이 분류되고, 제2수준에서는 울릉산마늘의 유무에 따라 울릉산마늘군락과 섬썩부쟁이군락으로 분류되어 울릉도 주요 산채류 자생지 군락은 눈개승마군락, 울릉산마늘군락 및 섬썩부쟁이군락으로 분류되었다(Figure 3, Table 2).

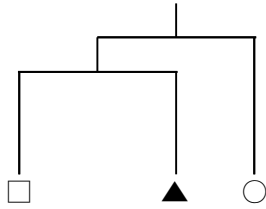


Figure 3. The path way of subdivision into groupings of herb layer species on the main wild vegetables communities in Ulleungdo using TWINSpan.

- =Aster glehni community
- ▲=Allium ochotense community
- =Aruncus sylvester community

이 군락을 조성하고 있는 각 군락의 종조성을 살펴보면, 섬쑥부쟁이군락은 섬쑥부쟁이, 송악, 억새, 쑥 및 섬바디가 우점하는 군락과 섬쑥부쟁이, 파리풀, 좁개잎나무, 선갈퀴, 관중 및 밀나물이 우점하는 군락으로 구분되었다. 울릉산마늘군락은 울릉산마늘, 등수국, 울릉미역취, 섬말나리, 참반디, 만병초, 낚시제비꽃 및 큰애기나리로 구분되었으며, 눈개승마군락은 십자고사리, 고비, 일색고사리 및 왕취퐁나무로 구분되었다. (Table 2). 이는 앞의 개체군에 의해 분류된 3개 식생단위 및 종조성을 비교해 보면, 초본층에서 2개의 분류방법이 다소 차이는 있으나 비슷한 경향을 보여 서로 보완하는 방법으로 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

3. 토양환경과 식물군락

본 연구지역인 울릉도 토양의 화학적 특성은 Table 3과 같다. 토양의 pH는 평균 4.9로 나타났는데, 일반적으로 수목의 생육 적정 pH는 4.8~6.5의 범위로(Lee, 2000) 알려지고 있으며, Jeong et al.(2002)이 보고한 우리나라 산림토양의 A층 평균값인 5.5에 비하여 낮은 것으로 나타났다.

토양 중 물리·화학적 특성을 지배하는 유기물 함량은 평균 11.9%로 Jeong et al.(2002)이 보고한 우리나라 산림토양에서의 평균값보다 높은 것으로 나타났으며, Park et al.(2000)은 울릉도 성인봉

Table 2. Synthesis table of herb layer species on the main wild vegetables communities in Ulleungdo using TWINSpan

Community	A	B	C
Number of relevé	11111112 233 2212233433 1222333 3	1672345861569006 3230178140894 94592372758	
SMI USS	-----1--4-211-	-1111-11-----1	--1-1--1-1
PHR ASI	-----454441-	---1---1-1-4	51--11-----4
HOV DUL	-----1-1-1-	-----1-1-1-4	-----1-----
CEL SIN	-----1-1-4-	-----1-1-1-4	-----1-----
FAL SAC	-----1-12	-----1-1-1-1	-----1-----
BOE SPI	-----4-4--4	-----14-	-----1--1-1-
DES OXY	-----11-11-	-----11-11	-----111
DIS SMI	-----2--1-	-----1-1-1-1	-----1-1-1-
SED KAM	-----3	-----11-1-	-----15-
VIO TAK	-----53	-----33	-----232
ANT SYL	-----1111154-	1--4214-----	---114-----
HEP MAX	-----41-1-	-1-41--1-----4	--1-----44-3
ACT PLA	-----11	-----11	-----11
DRY CRA	-----14-44--1	4--451-143144	111-54--414
ASP ODO	---1---3-335-4-	---34115-4---	1-1--343---
ADI PED	-----1-----1	-----1-111	-----4111
ARI TAK	-----1-----1-	-----1-111	-----1-11-
LIG OBT	-----1-----1-	1--11-----1	-----1-----
COR CON	-----1-1-1-1-	1-----1	-----1-----
POL TRI	-----1-----1-	-----1-345-	---1-----4-
OSM JAP	-----1-----1-	-----2-	-----15-
RUM STA	-----1-----1-	-----1-	-----232
ARU SYL	-----2-----4	---441--45-2-	666666666666
LIG OVA	-----1-----1-	-1-----1-----1	-----1-----
ALL OCH	-----5-----1-	6666666666666666	-414-----1-
HYD PET	-----4-51----	54522415431--	5-441--44-
SOL GIG	-----4-----1	-111115-----	-214-----
LIL HAN	-----1-----1-	---11114----	-21-1-----
SAN CHI	-----1-----1-	-----14-----	-111-----
RHO BRA	-----1-----1-	-5-----	-2-----
VIO GRY	-----1-----1-	-----12-----	-----1-----
DIS VIR	--1-----4-----1-	-2-11111-5-1-	-51-41-1--
GYN PEN	1-----1-----1-	-----311-	-----13--1-
RUB RIB	1-----1-----1-	-----1-1-1-1-	-----1-1-1-
ATH ACU	-11-----1-----1-	-----5-----	-----1-----
SAS BOR	-1-----1-----1-	-1-----1-1-1-	-----1-----
SAM PEN	---1-----1-----1-	-----4-----	-----1-----
AST GLE	66666666666666666666	4--12-2-2142-	--1-1-1-1-
HED RHO	615-4-46-----43	-----3-----	-----1-----
MAI DIL	--6-----1-----1-	-14-----4	6-----
BOT TER	--4-----1-----1-	---11-1-----	-----1-----
CAM TAK	--1---6-----1---	1---1---1---	1-1-11-4---
DEN LUC	-1---122-----4-	-----4-	-----1-----
CAR LAN	--1---3-----3	-----11-1-	-----1-----
MIS PUR	5--5-164-----	-----	-----2-----
ART ORI	2--44443-----	-----	-----1-----
VIT COI	1-11-111-----1-	-----	1-----1-----
COC TRI	-1-1111-----	-----	-----1-----
THA AQU	-11-1-1-----1-	-----	2-----
DYS TAK	444--111-----4	-----111-	1-----1-

SMI USS : *Smilax riparia* var. *ussuriensis*, PHR ASI : *Phryma leptostachya* var. *asiatica*, HOV DUL : *Hovenia dulcis*, CEL SIN : *Celtis sinensis*, FAL SAC : *Fallopia sachalinensis*, BOE SPI : *Boehmeria spicata*, DES OXY : *Desmodium oxiphyllum*, DIS SMI : *Disporum smilacinum*, SED KAM : *Sedum kamtschaticum*, VIO TAK : *Viola takeshimana*, ANT SYL : *Anthriscus sylvestris*, HEP MAX : *Hepatica maxima*, ACT PLA : *Actinidia arguta*, DRY CRA : *Dryopteris crassirhizoma*, ASP ODO : *Asperula odorata*, ADI PED : *Adiantum pedatum*, ARI TAK : *Arisaema takesimensis*, LIG OBT : *Ligustrum obtusifolium*, COR CON : *Cornus controversa*, POL TRI : *Polystichum tripteris*, OSM JAP : *Osmunda japonica*, RUM STA : *Rumohra standishii*, ARU SYL : *Aruncus sylvester*, LIG OVA : *Ligustrum ovalifolium*, ALL OCH : *Allium ochotense*, HYD PET : *Hydrangea petiolaris*, SOL GIG : *Solidago virgaurea* subsp. *gigantea*, LIL HAN : *Lilium hansonii*, SAN CHI : *Sanicula chinensis*, RHO BRA : *Rhododendron brachycarpum*, VIO GRY : *Viola grypoceras*, DIS VIR : *Disporum viridescens*, GYN PEN : *Gynostemma pentaphyllum*, RUB RIB : *Rubus ribesioideus*, ATH ACU : *Athyrium acutipinnulum*, SAS BOR : *Sasa borealis*, SAM PEN : *Sambucus sieboldiana* var. *pendula*, AST GLE : *Aster glehni*, HED RHO : *Hedera rhombea*, MAI DIL : *Majanthemum dilatatum*, BOT TER : *Botrychium ternatum*, CAM TAK : *Campanula takesimana*, DEN LUC : *Dendranthema zawadskii* var. *lucidum*, CAR LAN : *Carex lanceolata*, MIS PUR : *Miscanthus sinensis* var. *purpurascens*, ART ORI : *Artemisia princeps* var. *orientalis*, VIT COI : *Vitis coignetiae*, COC TRI : *Cocculus trilobus*, THA AQU : *Thalictrum aquilegifolium*, DYS TAK : *Dystaenia takesimana*.

A : Aster glehni community,
 B : Allium ochotense community,
 C : Aruncus sylvester community.

Table 3. Soil characteristics in 0~20cm soil depth of study site in the Ulleungdo

Community	pH (1:5,w/w)	T-N (%)	O.M. (%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	EX-Cation			C.E.C (cmol+/kg)
					K ⁺ (cmol+/kg)	Ca ⁺⁺ (cmol+/kg)	Mg ⁺⁺ (cmol+/kg)	
<i>Aster glehni</i>	5.2±0.3	0.5±0.2	11.4±6.0	22.7±7.9	0.3±0.1	2.2±1.0	1.1±0.4	19.0±8.9
<i>Allium ochotense</i>	4.8±0.6	0.6±0.3	13.0±6.4	40.0±15.2	0.3±0.1	1.7±1.5	1.0±0.6	22.7±9.5
<i>Aruncus sylvestris</i>	4.9±0.6	0.5±0.2	11.1±3.9	47.9±19.3	0.7±0.7	1.7±1.4	2.0±1.4	23.4±3.6
Total average	4.9±0.5	0.5±0.2	11.9±5.0	37.0±14.1	0.3±0.1	1.8±1.3	1.8±1.3	21.7±7.3

주변 너도밤나무 하위군락별 토양 특성에서 유기물 함량이 높게 나타난 것은, 본 연구지의 토양형이 화산회습윤산림토양이기 때문에 유기물이 많은 토양특성을 나타낸다고 하였다. 토양 중 전질소 함량은 0.5%로 Jeong *et al.*(2002)이 보고한 우리나라 산림토양의 평균값인 0.19%보다 다소 높게 나타났는데 이는 유기물이 토양 중 거의 모든 질소의 공급원이기 때문이다(Park *et al.*, 2000). 양이온치환용량 또한 21.7cmol⁺/kg로 우리나라 산림토양의 평균(12.5cmol⁺/kg)보다(Jeong *et al.*, 2002) 높게 나타나서, 토양 내 유기물 함량이 전질소 함량 및 양이온치환용량에 영향을 미친다는 선행연구와 일치하는 결과를 보였다(Brady, 1990).

군락의 평균값으로 토양 특성을 살펴보면, 섬쭉부쟁이 군락은 pH와 칼슘함량이 타군락에 비해 높게 나타났으나 유효인산과 양이온치환용량은 낮은 값을 보였다. 울릉산마늘군락은 유기물함량이 13.0±6.4%로 타 군락보다는 높게 나타났으며 우리나라 산림토양(Jeong *et al.*, 2002)의 유기물함량보다도 높게 나타났다. Hur *et al.*(2012)은 울릉도 산마늘 자생지의 유기물함량 12.4±4.7%로 본 연구 결과와 유사한 값을 나타냈다. 눈개승마군락은 유효인산, 칼륨, 마그네슘 및 양이온치환용량이 높게 나타났는데 이는 우리나라 산림토양의 수치보다 현저히 높은 수치를 나타내었다(Table 3).

4. 군락별 중요치 분석

울릉도 주요 산채류 자생지의 군락에서 초본층의 128분류군을 대상으로 피도와 밀도를 합한 중요치를 분석한 결과(Table 4), 전체 군락에서

나타난 전체 중요치는 섬쭉부쟁이가 26.9로 가장 높았고, 다음으로 눈개승마가 20.2, 울릉산마늘이 19.2로 높게 나타났으며 등수국, 관중, 선갈퀴, 파리풀, 큰애기나리, 송악, 전호, 섬노루귀 등의 순으로 나타났다. 이러한 결과는 개체군에 대한 분석과 TWINSpan에 의해서 군락을 구분한 것과 마찬가지로 섬쭉부쟁이, 울릉산마늘, 눈개승마가 우점종으로 구성되어 있음을 보였다.

군락에 따라 중요치를 분석해 보면(Table 4), 섬쭉부쟁이군락에서 86분류군에 대한 중요치를 분석한 결과 섬쭉부쟁이가 57.2로 높게 나타났다. 다음으로 송악, 억새, 파리풀, 섬바디, 쭉, 선갈퀴, 전호, 관중, 머루, 밀나물 등이 다소 높게 나타났다. 울릉산마늘군락에서 74분류군에 대한 중요치 분석결과 울릉산마늘이 54.8로 높게 나타났고 다음으로 등수국, 관중, 눈개승마, 선갈퀴, 섬쭉부쟁이, 큰애기나리, 울릉미역취, 십자고사리, 전호, 섬노루귀, 밀나물, 섬말나리, 큰두루미꽃 등의 순으로 나타났다. 눈개승마군락에서 73분류군에 대한 분석 결과 눈개승마가 65.2로 가장 높게 나타났고 다음으로 관중, 등수국, 큰애기나리, 파리풀, 선갈퀴, 섬노루귀, 울릉산마늘, 섬초롱꽃, 큰두루미꽃, 공작고사리, 울릉미역취 등의 순이었다.

5. Ordination분석

Figure 4는 울릉도 주요 산채류 자생지를 개체군에 대해 분석된 3개 군락에서 초본층의 분류군을 대상으로 한 40개 조사구와 11개의 환경요인으로 DCCA ordination 결과를 최초 1, 2축에 의한 I/II 평면상에 나타낸 것이다. Figure

Table 4. Importance value of herb layer species on the main wild vegetables communities in Ulleungdo

No	species	A	B	C	total IV
1	<i>Aster glehni</i>	57.2	6.3	2.9	26.9
2	<i>Aruncussylvester</i>	1.6	6.8	65.2	20.2
3	<i>Allium ochotense</i>	2.0	54.8	4.4	19.2
4	<i>Hydrangea petiolaris</i>	3.0	12.7	8.8	7.7
5	<i>Dryopteris crassirhizoma</i>	4.0	10.5	9.6	7.6
6	<i>Asperula odorata</i>	5.2	6.3	5.0	5.5
7	<i>Phryma leptostachya</i> var. <i>asiatica</i>	5.9	2.9	5.9	5.0
8	<i>Hedera rhombea</i>	8.7	2.9	0.7	4.7
9	<i>Disporum viridescens</i>	2.0	6.0	5.9	4.4
10	<i>Anthriscus sylvestris</i>	5.1	4.2	2.9	4.2
11	<i>Hepatica maxima</i>	2.0	4.1	4.7	3.4
12	<i>Smilax riparia</i> var. <i>ussuriensis</i>	3.1	4.0	2.9	3.4
13	<i>Majanthemum dilatatum</i>	2.9	3.0	3.7	3.2
14	<i>Dystaenia takeshimana</i>	5.5	1.7	1.4	3.1
15	<i>Solidago virgaurea</i> subsp. <i>gigantea</i>	1.5	4.8	3.0	3.0
16	<i>Campanula takesimana</i>	2.9	1.7	4.4	3.0
17	<i>Miscanthus sinensis</i> var. <i>purpurascens</i>	6.9	-	-	2.8
18	<i>Boehmeria spicata</i>	2.9	1.8	2.2	2.4
19	<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i>	5.2	-	0.8	2.3
20	<i>Polystichum tripterum</i>	0.5	4.5	2.2	2.3
21	<i>Lilium hansonii</i>	1.0	3.5	2.3	2.2
22	<i>Desmodium oxyphyllum</i>	2.1	2.3	2.2	2.2
23	<i>Vitis coignetiae</i>	3.7	-	1.5	1.8
24	<i>Gynostemma pentaphyllum</i>	0.5	2.0	2.5	1.6
25	<i>Viola takeshimana</i>	2.2	1.7	-	1.5
26	<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>lucidum</i>	2.2	1.2	0.7	1.5
27	<i>Rubus ribesioideus</i>	1.6	0.6	2.2	1.4
28	<i>Sanicula chinensis</i>	0.5	1.8	2.1	1.4
29	<i>Carex lanceolata</i>	2.0	1.7	-	1.4
30	<i>Adiantum pedatum</i>	1.0	-	3.5	1.3
31	<i>Osmunda japonica</i>	0.5	0.7	3.0	1.2
32	<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	2.6	-	0.8	1.2
33	<i>Athyrium acutipinnulum</i>	1.0	1.9	0.7	1.2
34	<i>Arisaema takesimense</i>	1.0	0.6	2.2	1.2
35	<i>Botrychium ternatum</i>	1.5	1.7	-	1.1
36	<i>Rumohra standishii</i>	-	1.2	2.8	1.1
	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
	IV 1.0이하생략				
		200	200	200	200

A : *Aster glehni* community
 B : *Allium ochotense* community
 C : *Aruncus sylvester* community

4에서 보는 바와 같이 각 군락들은 11개의 환경 요인에 따라 분포하고 있었으며, 이들 환경요인들은 DCCA ordination 결과에 의한 제 1, 2축과 상관관계를 살펴보면, 여러 환경요인들이 군락

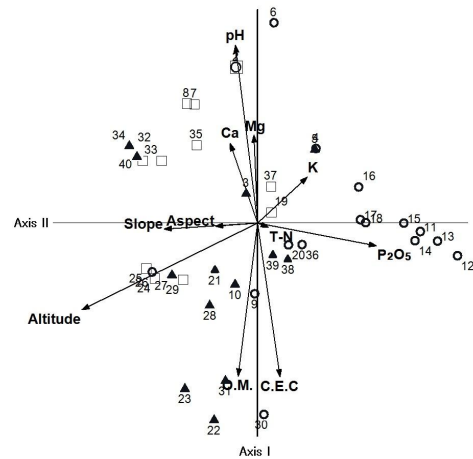


Figure 4. Ulleungdo main wild vegetables communities vegetation data : DCCA(detrended canonical correspondence analysis) ordination diagram with plots(○, ▲, □) and environmental variables(arrow)
 The plots are : ○=*Aster glehni* community, ▲=*Allium ochotense* community, □=*Aruncus sylvester* community.

Table 5. Ulleungdo main wild vegetables vegetation data from Figure 4 : the inter set correlation coefficients and the inter set correlation of environmental variables with the first two axes of DCCA. For a description of variables, see Figure 4 legend

variables	correlation coefficients	
	1	2
Altitude	-0.7428**	-0.2993
Aspect	-0.1776	-0.0109
Slope	-0.3945*	-0.0208
pH	-0.0937	0.6139**
O.M.	-0.0822	-0.5282**
T-N	0.0451	-0.0149
P ₂ O ₅	0.5021**	-0.0785
K ⁺	0.2098	0.1582
Ca ⁺⁺	-0.1158	0.2743
Mg ⁺⁺	-0.0155	0.3038*
C.E.C.	0.0946	-0.5307**

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$.

의 분포와 밀접한 상관관계를 보였다. 제 1축에서는 해발고가 가장 높은 상관관계를 보였고, 그 외에 경사와 P₂O₅가 비교적 높은 상관관계를 보였으며, 섬쑥부쟁이군락과 울릉산마늘군락,

눈개승마군락으로 배열되는 경향을 보였다. 반면에 제 2축은 pH, OM 및 CEC가 높은 상관관계를 보였으며, 눈개승마군락, 섬쭉부쟁이군락, 울릉산마늘군락으로 배열되는 경향을 보였다. 한편 식생분포에 영향을 미치는 환경인자들 중에서 해발고도(즉 온도인자)가 가장 중요한 인자로 알려져 있는데(Seo *et al.*, 1995; Chung *et al.*, 1997; Song *et al.*, 2007; Kim, 2010) 본 조사에서는 해발고는 물론 pH, OM 및 CEC도 군락의 분포에 영향을 보였음을 알 수 있다.

주요 군락들과 환경요인들과의 관계를 보면 섬쭉부쟁이군락은 세 군락중 P_2O_5 와 K^+ 는 높고 해발고와 경사는 낮으며, T-N과 OM 등의 양료는 중간정도의 관계를 나타냈다. 울릉산마늘군락은 해발고는 높고 북서사면의 경사는 다소 급한 지역이고, OM과 CEC 등은 가장 많으나, 그 외 양료들은 적고 pH는 낮은 관계를 나타냈다. 눈개승마군락은 타 군락에 비해 북동사면에서 해발고는 높고 경사는 급한 지역이고 pH, Ca^{++} , Mg^{++} 는 높으나 OM, CEC 및 P_2O_5 는 낮은 관계를 나타냈다. 따라서 울릉산마늘군락과 눈개승마군락은 양료에 의한 입지환경이 상반되는 경향을 보였으며, 섬쭉부쟁이군락의 경우 주변 환경의 영향은 적은 것으로 사료된다.

IV. 결 론

본 연구는 울릉도에 분포하고 있는 주요 산채류(섬쭉부쟁이, 울릉산마늘, 눈개승마)의 자생지를 대상으로 식생 구조를 파악하고 군락구조와 환경요인의 상관관계를 분석하여 산채류 재배지 환경조성에 필요한 생태학적 기초자료를 제공하기 위하여 2016~2018년에 수행되었다. 본 연구 조사지의 식생을 개체군에 의한 분류 방법과 구배분석을 실시하여 분석한 결과, 섬쭉부쟁이군락, 울릉산마늘군락, 눈개승마군락으로 구분되었으며, 개체군에 대한 분석과 TWINSpan에 의한 군락 분류는 일치성을 보이고 있어 상호 보완될

수 있을 것으로 판단된다. 조사구내 토양을 분석한 결과 평균 유기물함량, 전질소 및 양이온치환용량은 높게 나타났다. 이는 본 연구지의 토양형이 화산회습윤산림토양으로 유기물이 많은 토양 특성을 나타내며, 또한 유기물은 토양 중 질소의 최대 공급원이기 때문에 사료된다. 조사된 전체 군락에서 나타난 중요치는 섬쭉부쟁이가 가장 높았으며, 다음으로는 눈개승마, 울릉산마늘, 등수국, 관중, 선갈퀴, 파리풀, 큰애기나리, 송악, 전호, 섬노루귀 등의 순이었다. DCCA ordination 분석 결과, 섬쭉부쟁이군락은 세 군락중 P_2O_5 와 K^+ 는 높고 남사면에 해발고와 경사는 낮으며, T-N과 OM 등의 양료가 중간정도인 관계를 나타냈다. 울릉산마늘군락은 해발고는 높고 북서사면의 경사는 다소 급한 지역이었으며, OM과 CEC 등은 가장 많으나 그 외 양료들은 적으며 pH는 낮은 상관관계를 나타냈다. 눈개승마군락은 타 군락에 비해 해발고는 높고 경사는 급한 지역이고 토양의 pH, Ca^{++} , Mg^{++} 는 높으나 OM, CEC 및 P_2O_5 는 낮은 상관관계를 나타냈다. 이러한 결과는 울릉산마늘군락과 눈개승마군락은 양료에 의한 입지환경과 상반되는 경향을 보였으며, 섬쭉부쟁이군락의 경우 주변 환경의 영향은 적은 것으로 사료된다.

References

- Korea Meteorological Administration. 2008-2017. Meteorological an annual report. Korea Meteorological Administration.
- Rural Development Administration. 2000. Soil chemistry analysis. Rural Development Administration.
- Brower, J.E. and H. Zar. 1977. Field and laboratory methods for general ecology. Wm. C. Brown Company Publ., Iowa.
- Brady NC. 1990. The nature and properties of soils. Macmillan Pub. com., New York. (in German)

- Braun-Blanquet, J.. 1964. Pflanzensoziologie. grundzüge der vegetationskunde. Springer-Verlag, New York. (in German)
- Chung, J.C., K.K. Jang, J.H. Choi, S.K. Jang and D.H. Oh. 1997. An analysis of vegetation-environment relationship and forest community in Mt. Unjang by TWINSpan and ORDINATION. Jour. Korean For. Soc. 86(4) : 459-465. (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 32(3) : 476-496.
- Dierssen, K.. 1990. Einführung in die pflanzensoziologie. Akademie-Verlag Berlin, 241pp. (in German)
- Hill, M.O.. 1979a. DECORANA - a FORTRAN Program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Ecology and Systematics, Cornell Univ., Ithaca, New York.
- 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.
- Hur, T.C., C.W. Yun and S.H. Joo. 2012. Forest site environments and soil properties of *Allium victorialis* var. *platyphyllum* in Ulleungdo. Kor. J. of Agriculture & Life Science 46(3) : pp. 19-26. (in Korean with English abstract)
- Jeong, J.H., K.S. Koo, C.H. Lee and C.S. Kim. 2002. Physio-chemical properties of Korean forest soils by regions. Jour. Korean For. Soc. 91(6) : 694-700. (in Korean with English abstract)
- Kim, H.S.. 2010. A study on ecological characteristic of forest vegetation in Deogyusan National Park, Korea. Chungnam National University a Dissertation for the Degree of Doctor of Philosophy. (in Korean)
- Korea National Arboretum and The Plant Taxonomic Society of Korea. 2007. A Synonymics List of Vascular Plants in Korea. Korea National Arboretum and The Plant Taxonomic Society of Korea, Seoul. (in Korean)
- Lee, C.Y.. 2000. Forest environment soil science. Boseongmoonhwasa. (in Korean)
- Lee, J.H., H.J. Cho and T.C. Hur. 2006. Spatial distribution and vegetation-environment Relationship of forest vegetation in Ulleung Island, Korea. J. Ecol. Field Biol. 29(6) : 521-529. (in Korean with English abstract)
- Lee T.B. 2003. Coloured Flora of Korea. Vol. 1, 2. Seoul: Hyangmunsa. (in Korean)
- Lee, W.T. and Y.J. Yim. 1978. Studies on the distribution of vascular plants in the Korean Peninsula. Korean J. Pl. Taxon. 8, Supplement: 1-33. . in Korean with English abstract)
- Min, K.D., O.J. Kim, S.K. Yun, D.S. Lee and K.H. Kim. 1988. Applicability of plate tectonics to the post-late cretaceous igneous activity and mineralization in the southern part of South Korea(II). J. Geol. Soc. 24 : 11-14.
- Mueller-Dombois, D. and H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and sons. New York.
- Park, G.S., H.O. Song and S. Lee. 2000. Soil characteristics in *Fagus multinervis* subcommunities at Songinbong area of Ulleungdo, Korea. J. Environ. Biol. 18(3) : 299-305. (in Korean with English abstract)
- Seo, B.I.. 2012. A herbological study on the wild edible plants of Ulleung island. Kor. J.

- Herboloty 27(2) : 31-36. (in Korean with English abstract)
- Seo, BS., SC. Kim, KW. Lee, CM. Park and CH. Lee. 1995. A study on the structure of vegetation in Deokyusan National Park. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture 22(4) : 177-185. (in Korean with English abstract)
- Song, HK., MJ. Lee and S. Lee. 2000. An analysis of vegetation structure and vegetation-environment relationships with DCCA in forest community of Ullung Island. Kor. J. Env. Eco. 14(2) : 111-118. (in Korean with English abstract)
- Song, HK., SK. So, MY. Kim, JM. Park SH. Lee and GS. Park. 2007. Vegetation-environment relationships An analysis of vegetation-environment relationships in forest community of Ullung Island. Kor. J. Env. Eco. 21(1) : 82-92. (in Korean with English abstract)
- Ter Braak, C.J.F.. 1998. CANOCO - A FORTRAN program for canonical community ordination by [partial] [detrended] [canonical] correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis(version 4.0). Data analysis in community and landscape ecology, Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp. 91-173.
- Ulleunggun statistical yearbook. 2017. Statistical yearbook of Ulleung-gun 2016. Ulleung-gun. pp. 91.
- Yim, YJ. and T. Kira. 1975. Distribution of forest vegetation and climate in the Korean peninsula. I. Distribution of some indices of thermal climate. Jap. J. Eco. 25 : 77-88. Yu, JE. and HK. Song. 1989. The analysis of vegetation - environment relationships of Mt. Sokri by TWINSPAN(Two-way indicator species analysis)and DCCA. Res. Rep. Env. Sci. Tech Chungnam Univ., Korea, Vol. 7 : 1-8. (in Korean with English abstract)
- Yun, CW.. 2011. Forest stand structure and interspecific association in the havitats of *Allium victorialis* var. *platyphyllum*. Jour. Korean For. Soc. 100(4) : 565-576. (in Korean with English abstract)
- Yim, YJ. and T. Kira. 1975. Distribution of forest vegetation and climate in the Korean peninsula. I. Distribution of some indices of thermal climate. Jap. J. Eco. 25 : 77-88.