

울릉도 너도밤나무림의 군집구조와 하층식생의 분포특성

천광일¹⁾ · 정성철¹⁾ · 이창우¹⁾ · 변준기²⁾ · 주성현³⁾ · 유주현⁴⁾ · 이슬기⁵⁾ · 최철현⁵⁾ · 박인환⁵⁾

¹⁾ 국립산림과학원 산림보전부 · ²⁾ 국립수목원 산림생물조사과
³⁾ 경북대학교 임학과 · ⁴⁾ 동국대학교 조경학과 · ⁵⁾ 경북대학교 조경학과

Community Structure and Understory Vegetation Distribution Pattern of *Fagus engleriana* Stand in Is. Ulleung

Cheon, Kwang-II¹⁾ · Jung, Sung-Cheol¹⁾ · Lee, Chang-Woo¹⁾ · Byeon, Jun-Gi²⁾
Joo, Sung-Hyun³⁾ · You, Ju-Han⁴⁾ · Lee, Seul-Gi⁵⁾ · Choi, Cheol-Hyun⁵⁾ and Park, In-Hwan⁵⁾

¹⁾ Department of Forest Conservation, Korea Forest Research Institute,

²⁾ Division of Forest Biodiversity and Herbarium, Korea National Arboretum,

³⁾ Department of Forest, Kyungpook National University,

⁴⁾ Department of Landscape Architecture, Dongguk University,

⁵⁾ Department of Landscape architecture, Kyungpook National University.

ABSTRACT

This study was intended for *Fagus engleriana* stand in Is. Ulleung where the disturbance of vegetation has been caused by the exploitation and the increase of tourists. For the effective conservation and management on this issue, this study was conducted provide basic data. The sixteen study sites (20×20m) were installed in the dominant *Fagus engleriana* stand and the base environment and vegetation were investigated. The *Fagus engleriana* stand was classified into two groups, The *Fagus engleriana* stand was classified into two groups, community A is *Fagus engleriana-Sorbus amurensis* and community B is *Fagus engleriana-Acer pictum* subsp. *Mono* by cluster analysis and community A were nothing significant by indicator species analysis. Community B were Eight species (*Tsuga sieboldii*, *Camellia japonica*, *Dystaenia takesimana* ect.) significant by indicator species analysis.

First author : Cheon, Kwang-II, Department of Forest Conservation, Korea Forest Research Institute,

Tel : +82-2-961-2606, E-mail : ndz1000@knu.ac.kr

Corresponding author : Jung, Sung-Cheol, Department of Forest Conservation, Korea Forest Research Institute,

Tel : +82-2-961-2684, E-mail : scjung20@msn.com

Received : 21 May, 2012. **Revised** : 25 June, 2012. **Accepted** : 24 July, 2012.

The diameter class of 16cm to 25cm was 53.7% in population structure of *Fagus engleriana*, which was the highest and showed inverse J-distribution. Species diversity index (H') of investigated woody layer group ranged from 0.99 to 2.05 and that of under layer group ranged from 1.75~2.59. According to Non-metric Multidimensional Scaling (NMS) analysis, the woody layer was divided into community A developed in the region having relatively high sand content at high altitudes and community B formed at the place having relatively high clay content at low altitudes. Then this classification was significant through Multi-Response Permutation Procedures (MRPP) analysis. The distribution of understory vegetation through Detrended Correspondence Analysis (DCA) was induced by the silt content and cover degree of vegetation layer.

Key Words : Understory vegetation, *Fagus engleriana*, NMS, DCA.

I. 서 론

산림에서 입지조건이 유사한 지역은 환경에 따라 식물종들이 반복적으로 출현하며 산림군락을 형성하는데 다양한 환경 인자에 의해 여러 종류의 군락으로 분류된다. 이러한 군락의 분석은 산림생태계의 양질을 평가하고 잠재성을 예측하여 효율적 관리를 위한 수단으로 활용되고 있다 (Hampe, 1982). 생태계 모니터링은 자연적요소와 더불어 인간 활동에 의해 생태계구조 및 기능이 어떻게 변할 것인가를 평가하는데 목적이 있으며 (Noss, 1990; Spellerberg, 1991) 군집 또는 생태계 환경변화의 해석 및 생물다양성을 평가하는 역할을 한다 (McGeoch, 1998).

울릉도는 위도상에 있는 다른 해안 지역들에 비하여 기후가 따뜻한 편이며 난대성 식물들이 많이 분포하고 있는데 섬노루귀(*Hepatica maxima*), 넓은잎취오줌풀(*Valeriana dageletiana*), 섬시호(*Bupleurum latissimum*) 등은 한반도 근연식물에 비하여 크기가 대형으로 변형된 것도 분포하고 있다 (김무열, 2004). Nakai(1919)는 울릉도에 372여종의 식물이 자생하며, 큰노루귀를 포함한 40여종이 울릉도 특산식물로 분포한다고 보고하였다. 최근, 최홍근(2007)의 연구에는 약 700여종의 식물이 울릉도에 분포하고 있으며 그 중 35~41

종의 특산식물이 분포한다고 보고하였다. 너도밤나무속(*Fagus* sp.)은 참나무과에 속하며 유럽, 아시아 및 북미에 걸쳐 약 10종이 분포하고 있으며 너도밤나무(*Fagus engleriana*)는 산림청 국립수목원(2008)에서 IUCN 기준에 의해 재분석한 희귀식물 LC등급(약관심종, Least Concerned)으로서 울릉도 서면 태하동의 너도밤나무군락은 천연기념물 제50호로 지정되어 보호받고 있다. 너도밤나무는 울릉도 성인봉을 중심으로 해발 400~900m까지 자라고 토심이 깊고 비옥, 적운한 곳에서 잘 자라며, 특히 내음성이 강하고 한그루에서 여러 개의 수간이 발달함으로써 눈사태를 예방하는데도 기여하고 있다 (홍성천 등, 2002).

울릉도의 식물상에 관한 연구는 Nakai(1919)에 의해 울릉도의 식물이 보고된 이후 본격적으로 연구가 시작되었다. 식물상 연구는 양인석(1956), 이덕봉 등(1958), 이영노(1971), 오수영(1971, 1978), 이우철 등(1982)에 의해 수행되어 왔으며, 최근에는 975분류군으로 보고되었다 (신현탁 등, 2002). 산림식생 및 개체군의 특성 분석 등의 연구로는 박봉규(1972), 이우승 등(1986), 임양재 등(1980, 1982), 조현제 등(1993, 1996), 김성덕 등(1994), 한봉호 등(1998), 최송현 등(1998), 이미정(2000), 조용찬 등(2011)에 의해 이루어졌으며, 이종효 등(2006), 송호경 등(2007)은

식생과 환경과의 관계에 대한 연구를 수행하였다.

본 연구는 한반도 전체를 놓고 볼 때 고립된 생태적 지위폭(ecological niche breadth)의 특수종(specialist) 개념과 울릉도 지역으로 볼 때 넓은 생태적 지위폭을 가지는 일반종(generalist) 개념을 동시에 가지는 너도밤나무를 대상으로 하였으며 너도밤나무림에 대한 모니터링 자료의 분석으로 너도밤나무림의 군집구조, 하층식생의 분포양상, 생육환경과 관계를 제시하여 효율적인 보전 및 관리에 증거자료로 제공하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 연구대상지 개황

울릉도의 식생은 식생지리학적으로 볼 때 동북아시아 식생형 가운데 섬형에 포함되는 울릉도 아형으로 구분되며, 냉온대 활엽수림의 대표하는 삼림식생형은 너도밤나무-섬노루귀군집과 섬잣나무-솔송나무군집으로 울릉도 고유의 특산식생이다(김종원·이울경, 2006).

기후적 특성은 최근 50년간(1961~2010) 연평균 기온은 12.0°C, 강우량은 1308mm이다(기상청, 2012). 울릉도는 대륙성 기후인 한반도의 내륙과는 달리 해양성 기후로서 연중 온난하고 강

우량의 계절이 고루 분포하며 동일 위도 상의 다른 지역에 비하여 온난한 것이 특징이다(김종원, 2004). 지형적 특성을 보면 성인봉을 중심으로 하여 해발 500m이하가 전체 면적의 78%를 차지하고 사면 경사는 30~50°정도가 대부분을 차지하고 있다(이중효 등, 2006).

2. 연구방법

너도밤나무가 우점 하는 지역에 16개(20×20m)의 조사구(Figure 1)를 설치한 후 다양한 패턴의 하층식생 분포를 조사하기 위해 조사구 내 4개(3×3m)의 초본층 조사구를 설치하였다. 이는 삼림식생형에서 삼층 이상의 층 구조를 가지는 식물군락에서 최소 조사구면적인 200~500m² 기준(김종원·이울경, 2006)을 고려하여 설치하였으며 조사기간은 2010년 8월부터 2011년 7월까지이다. 식생조사는 수관의 위치에 따라 교목·아교목·관목층으로 구분하여 교목·아교목·관목층의 개체수, 2cm이상 개체목의 흉고직경(DBH)을 측정하였고, 초본·관목층 피도는 Braun-Blanquet(1965)의 통합우점도를 이용하였다. 식물동정은 이창복(1980, 2003) 등의 식물도감과 울릉군 식물도감(홍성천 등, 2002)에 의거하여 분류하였다. 양치류의 동정은 한국양치식물연구

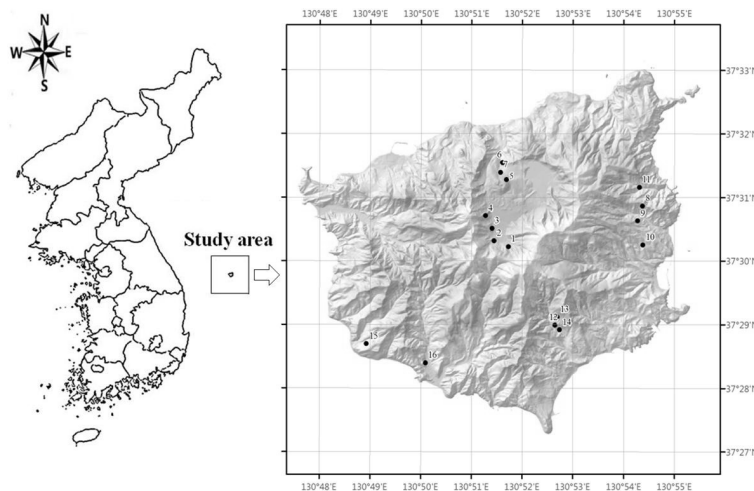


Figure 1. Study sites of *Fagus engleriana* stand in Is. Ulleung.

회(2005)의 한국양치식물도감을 이용하였고, 벼과 동정은 국립수목원(2004)에서 발간된 한국식물도해도감을 이용하였다. 그리고 학명과 국명은 국립수목원(Korea National Arboretum)이 제시한 국가표준식물목(2007)에 준하였으며, 희귀식물은 희귀식물목록집(국립수목원, 2008)을 기준으로 분류하였다.

토양의 이화학적 특성을 파악하기 위해 식생조사가 이루어진 16개의 조사구에서 유기물층을 제거한 후 0~20cm의 깊이에서 시료를 채취하였다. 채취한 토양은 밀봉한 상태로 실험실로 운반하여 실내에서 약 2주간 풍건 후 2mm와 0.02mm의 체에 통과시켜 분석용 시료로 사용하였다. 토성은 비중계법으로 측정하였으며, 토양pH는 풍건세토 10g과 증류수 50ml를 1:5로 만든 후 pH-meter를 사용하여 측정하였다. 유효인산(Available phosphate : Avail. P205)은 Lancaster법을 사용하여 분광분석기(Shimadzu UV-120-02)를 이용하여 측정하였다. 탄소와 전질소는 자동성분분석기(NCS 2500, Fisons Instruments S.P.A, Italy)로 분석하였으며, 양이온치환용량(CEC)은 Brown's Method법으로 분석하였다.

교목·아교목·관목층의 흉고단면적(Basal area) 자료를 바탕으로 McCune & Mefford(2006) PC-ORD(ver. 5.17)를 이용하여 유집분석(cluster analysis)을 하였다. 각 조사구의 거리 척도는 Euclidean(Pythagorean)의 방법을 이용하였으며, 군집분류는 Ward's 방법을 이용하였다. 그리고 종간 상대적 우세를 비교하기 위하여 Curtis & McIntosh(1951)의 중요치(I.V. : Importance Value)를 백분율로 나타낸 상대우점치(Brower and Zar, 1977)를 교목·아교목·관목층으로 구분하여 분석하였다. 상대우점치(Importance Percentage)는 (상대밀도+상대피도+상대빈도)/3으로 계산하였으며, 상대밀도는 개체수 자료를 이용하였고, 상대피도는 흉고단면적을 이용하였다. 평균상대우점치(M.I.P.)는 [(교목층 I.P.)+(아교목층 I.P.)+(관목층 I.P.)] /3으로 계산하였다. 개체군구조는

교목·아교목·관목층에 출현하는 주요 수종에 대해 4cm 단위로 10개 계급으로 구분하여 분석하였다. 너도밤나무는 맹아력이 강하여 한 그루에서 여러 개의 수간이 발달하는 특성(홍성천 등, 2002)이 있어 한 그루에서 분지되는 각 수간을 하나의 개체수로 분류하였다.

너도밤나무림에 자생하는 지표종 분석(IN-SPAN : INdicator SPecies ANalysis)을 위해 목본층과 초본층으로 구분하여 군집에서 유의한 종을 분석하였다. 종다양성은 목본층(교목층·아교목층·관목층)과 초본층으로 구분하였으며 종다양성 지수는 다양도지수(Species diversity, H')와 균재도(Evenness, J')를 활용하였고, 우점도(Dominance, $1-J'$)는 Simpson의 우점도지수(D')로 분석하였다. 상층(교목층·아교목층)에 위치한 수종에 대해서는 NMS(다차원척도법 : Non-metric Multidimensional Scaling)와 MRPP(다수응답순열절차 : Multi-Response Permutation Procedures)를 분석하였으며(McCune and Mefford 2006, McCune and Grace 2002) 다차원척도법의 설정은 자동조절모드(autopilot), 거리의 척도는 웨렌센(Sørensen) 거리측정법을 선택하였다. 하층(관목층·초본층)은 다양한 종의 분포를 고려하여 축 간의 설명력이 높은 DCA(Detrended Correspondence Analysis; Hill, 1994)배열법으로 분석하였다. 재조정된 눈금값은 0.1, 부분값은 50으로 하여 우연종의 하향조정 및 재조정된 축의 값을 적용하였다. PC-ORD의 상층 식생조사자료는 흉고단면적을 이용하여 조사구별 상대값을 100으로 환산하였다. 하층 식생조사자료는 각 조사구별 출현종의 통합우점도 계급을 피도범위의 중앙치로 변환하여 이를 다시 조사구별 출현종의 상대값 합을 100으로 환산하였다. 환경조사자료는 서식지 환경특성으로 토양의 이화학특성, 해발고, 경사, 낙엽층 깊이, 유기물층 깊이 등 17개 항목을 사용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 입지환경 및 토양의 이화학적 특성

울릉도 내 16개 조사구의 입지환경을 분석한 결과(Table 1) 평균 해발고는 너도밤나무-고로쇠나무군집(군집 A)에서는 285.25±13.84m, 너도밤나무-당마가목군집(군집 B)에서는 440.17±118.45m로 나타났다. 토양의 이화학적 특성 중 토성은 양질사토와 사질양토로 나타났으며, 토양pH는 5.20~5.25로 송호경 등(2007)의 울릉도 참식나무군락(5.06)와 너도밤나무-당마가목군락(4.90)보다 높게 나타났다. 유기물함량은 6.89~7.24%로 일반 산림토양의 평균함량 4.49%(정진현, 2002)에 비해 높게 나타났다. 전질소 함량도 0.49~0.53%로 우리나라 산림토양의 평균함량 0.19%(정진현 등, 2002)에 비해 높게 나타났다. 유기물함량은 일반적으로 질소의 공급자 역할을 하고 있는데 (Miller and Donahue, 1990), 본 조사지에서는 유

기물 공급이 원활히 이루어져 우리나라 산림토양의 평균함량보다 높게 나타난 것으로 판단된다. 유효인산의 함량은 14.36~15.98mg/kg⁻¹으로 고로쇠나무군락의 51.1ppm(권수덕 등, 2010)보다 낮게 나타났다. 양이온치환용량은 17.51~19.20cmol_c/kg으로 울릉도 소나무군락(24.00~27.30cmol_c/kg; 송호경 등, 2007)보다 낮게 나타났다.

2. 군집구조 및 개체군 구조

유집분석 결과 2개의 군집으로 분류되었으며 (Figure 2) 군집 A는 너도밤나무-고로쇠나무군집, 군집 B는 너도밤나무-당마가목군집으로 분류되었다. 너도밤나무-고로쇠나무군집(군집 A)은 너도밤나무와 고로쇠나무(*Acer pictum* subsp. *mono*)가 상층임판에서 경쟁하고 있는 군집이다. 상층 상대우점치는 너도밤나무가 36.21%, 고로쇠나무가 30.19%이며, 하층은 섬쥐똥나무(*Ligustrum foliosum*)가 8.02%, 섬조릿대(*Sasa kurilensis*)가

Table 1. Habitat environment and soil physico-chemical properties of each community(±SD).

	Community A	Community B
Site number	12	4
Altitude(m)	440.17±118.45	285.25±13.84
Slope degree(°)	21.00± 9.55	23.50± 4.43
Litter layer(cm)	1.61± 0.73	1.30± 0.48
Depth of Organic matter layer(cm)	1.98± 0.84	1.83± 0.83
Coverage of tree layer(%)	75.42± 10.76	82.50± 9.57
Coverage of subtree layer(%)	27.50± 20.50	38.75±19.31
Coverage of shrub layer(%)	35.83± 15.79	21.25± 6.25
Coverage of herb layer(%)	75.42± 18.02	67.50±13.23
Sand(%)	83.81± 5.30	60.25± 5.95
Silt(%)	7.68± 3.06	24.00± 4.10
Clay(%)	8.51± 3.01	15.75± 2.26
Soil texture	Loamy sand	Sandy loam
pH	5.20± 0.31	5.25± 0.25
O.M(%)	7.24± 3.74	6.89± 0.53
TN(%)	0.53± 0.33	0.49± 0.10
Avail. P ₂ O ₅ (mg/kg)	14.36± 11.90	15.90± 7.36
C.E.C(cmol _c /kg)	17.51± 6.61	19.20± 3.31

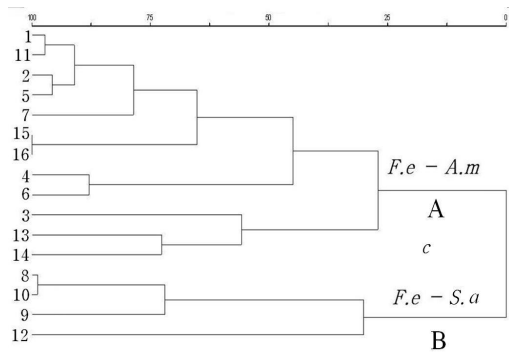


Figure 2. Dendrogram of study site by Cluster analysis. (*F.e*-*Fagus engleriana*, *A.m*-*Acer pictum* supsp. *mono*, *F.e*-*Fagus engleriana*, *S.a*-*Sorbus amurensis*)

11.24%로 분포하고 있었다. 또한 초본층에서 산림청 지정 희귀식물인 섬남성(*Arisaema takesimense*), 섬노루귀, 섬초롱꽃(*Campanula takesimana*), 큰두루미꽃(*Maianthemum dilatatum*), 섬말나리(*Lilium hansonii*) 등이 자생하였으며, 그 외 미역고사리(*Polypodium vulgare*), 섬고사리(*Athyrium acutipinnulum*), 눈개승마(*Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus*), 섬쭈부쟁이(*Aster glehni*), 자금우(*Ardisia japonica*), 큰줄방제비꽃(*Viola kusanoana*), 울릉산마늘(*Allium ochotense*), 은난초(*Cephalanthera ereta*) 등이 자생하고 있었다. 너도밤나무-당마가목군집(군집 B)의 상층 상대우점치는 너도밤나무가 84.66%, 섬벚나무(*Prunus takesimensis*)가 8.33%, 중층은 너도밤나무가 24.97%, 당마가목(*Sorbus amurensis*)이 20.57%로 나타났다. 하층은 군집 A에 비해 너도밤나무의 중요치가 10.27%로 높은 편이며, 동백나무(*Camellia japonica*)가 중층과 하층에 분포하고 있었다. 그리고 군집 A에 출현하지 않았던 솔송나무(*Taxus baccata* var. *latifolia*)가 중층과 하층에 분포하고 있었으며, 초본층에서 관중(*Dryopteris crassirhizoma*), 공작고사리(*Adiantum pedatum*), 왁살고사리(*Arachniodes borealis*), 개선갈퀴(*Galium trifloriforme*), 등수국(*Hydrangea petiolaris*), 섬바디(*Dystaenia takesimana*), 송악(*Hedera rhombea*), 섬취똥나무 등이 자생하고 있었

다(Table 2). 송호경 등(2000)의 선행연구에서 울릉도 산림식생을 4개의 군락형으로 나누었는데 그 중 너도밤나무 군락은 너도밤나무-섬조릿대, 너도밤나무-일색고사리, 너도밤나무-큰연영초군락으로 주요 상층 수종 중 높은 값의 중요치는 너도밤나무, 고로쇠나무, 섬단풍나무(*Acer takesimense*), 섬벚나무 등의 순으로 본 연구 결과와 비슷한 결과가 나타났다. 한봉호 등(1998)은 성인봉 일대 산림군집구조에서 너도밤나무군집, 우산고로쇠-너도밤나무군집, 우산고로쇠군집으로 분류했으며 너도밤나무군락은 본 연구의 군집 A와 비슷한 양상을 보였다. 한봉호 등(1998)의 너도밤나무군집의 너도밤나무 우점치는 상층에서 58.79%, 중층에서 59.07%, 하층이 25.43%의 높은 값의 중요치가 분석됐다. 이는 기존연구의 조사지역이 성인봉지역에 국한된 점과 조사구수의 차이에 의한 것으로 생각되며 전체적인 중요도 값은 차이가 있으나 전체 출현종의 종조성과 층위별 종의 분포는 비슷하게 나타난 것이라고 판단할 수 있다.

조사지에 자생하는 주요 수종의 직경급 분석 결과 너도밤나무의 20cm 이하 개체목은 역 J형으로 분포하고 있으며 전체적으로 정규분포에 가까운 형태가 나타났다. 역 J형은 산림에서 그 지역의 극상종으로 분류할 수 있다(Kimmins, 1987). 또한 너도밤나무는 해안에서부터 성인봉까지 분포하며 맹아력이 강하고 치수가 피육에 대한 내성이 높기 때문에 산복 이상 척박지에도 잘 자란다(홍성천 등, 2002). 따라서 내음성과 맹아력이 강한 너도밤나무림은 앞으로 지속적인 극상종으로 대표될 수 있을 것으로 판단된다. 이는 한봉호 등(1998)의 선행연구에서 제시한 성인봉 지역과 비슷한 양상이며 고로쇠나무 또한 직경 40cm 이상까지 정규분포형태로 분포하고 있어 향후 너도밤나무림의 산림시업과 모니터링에서 중요한 수종으로 판단된다. 당마가목은 직경 15cm 이하에서 주요수종과 경쟁관계로 분포하지만 그 이상 직경급에서는 산발적으로 분포하고 있어 임목생장 초기 경쟁에서 대부분이 도태하는 것으로 판

Table 2. Major woody species Importance Percentage(I.P.) and Mean Importance Percentage(M.I.P.).

Species name	Community A				Community B			
	U*	M*	L*	MIP	U*	M*	L*	MIP
<i>Tsuga sieboldii</i>	-	-	-	-	-	8.85	5.73	4.86
<i>Taxus baccata</i> var. <i>latifolia</i>	-	5.30	6.21	3.83	-	6.53	-	2.18
<i>Alnus maximowiczii</i>	3.81	-	-	1.27	-	-	-	-
<i>Fagus engleriana</i>	36.21	30.12	5.36	23.90	84.66	24.97	10.27	39.97
<i>Quercus acutissima</i>	1.71	7.66	-	3.12	-	-	-	-
<i>Celtis jessoensis</i>	3.78	-	-	1.26	-	-	-	-
<i>Ulmus laciniata</i>	1.23	-	-	0.41	-	-	-	-
<i>Broussonetia kazinoki</i>	-	-	1.79	0.60	-	-	-	-
<i>Morus bombycis</i>	-	-	1.03	0.34	-	-	-	-
<i>Cinnamomum japonicum</i>	-	-	-	-	-	-	4.35	1.45
<i>Boehmeria spicata</i>	-	-	3.57	1.19	-	-	-	-
<i>Camellia japonica</i>	-	-	6.14	2.05	-	4.81	14.71	6.51
<i>Schizophragma hydrangeoides</i>	-	-	1.79	0.60	-	-	-	-
<i>Prunus takesimensis</i>	9.30	12.61	6.39	9.44	8.33	17.76	-	8.69
<i>Rubus takesimensis</i>	-	-	3.33	1.11	-	-	-	-
<i>Sorbus amurensis</i>	3.71	13.43	2.89	6.68	-	20.57	8.14	9.57
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	-	-	1.79	0.60	-	-	-	-
<i>Robinia pseudoacacia</i>	1.59	-	-	0.53	-	-	-	-
<i>Rhus javanica</i>	-	-	1.37	0.46	-	-	-	-
<i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i>	30.19	17.47	5.36	17.68	7.02	8.26	-	5.09
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	-	-	-	-	-	-	8.69	2.90
<i>Acer takesimensis</i>	-	10.47	8.27	6.24	-	8.26	-	2.75
<i>Vitis coignetiae</i> for. <i>glabrescens</i>	-	-	1.03	0.34	-	-	-	-
<i>Tilia insularis</i>	5.62	-	1.03	2.22	-	-	-	-
<i>Cornus controversa</i>	-	-	1.03	0.34	-	-	-	-
<i>Elaeagnus glabra</i>	-	-	-	-	-	-	8.14	2.71
<i>Styrax obassia</i>	2.83	2.94	6.91	4.23	-	-	-	-
<i>Ligustrum foliosum</i>	-	-	18.02	6.01	-	-	14.71	4.90
<i>Callicarpa japonica</i> var. <i>luxurians</i>	-	-	1.37	0.46	-	-	8.24	2.75
<i>Sambucus sieboldiana</i> var. <i>pendula</i>	-	-	4.09	1.36	-	-	4.35	1.45
<i>Sasa kurilensis</i>	-	-	11.24	3.75	-	-	12.68	4.23

(U*-Upper layer, M*-Middle layer, L*-Low layer).

단된다. 섬벚나무는 4cm 이하 직경급에서 45cm 이상의 직경급까지 정규분포형으로 분포하는 것으로 나타나 너도밤나무와 경쟁관계에서는 우점

하지 못하지만 지속적인 생장으로 천이과정에서 단목형태의 모자이크식으로 분포할 것으로 판단된다(Figure 3).

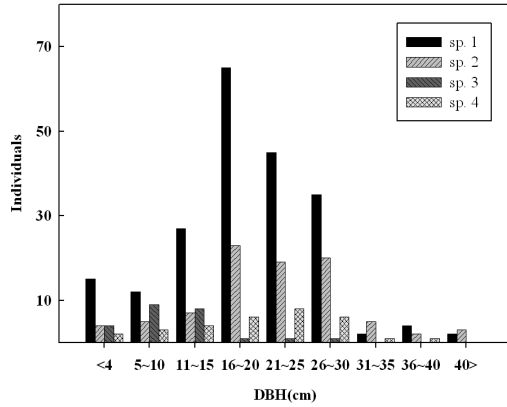


Figure 3. DBH class distribution of major woody species population.

(sp. 1-*Fagus engleriana*, sp. 2-*Acer pictum* subsp. *mono*, sp. 3-*Sorbus amurensis*, sp. 4-*Prunus takesimensis*)

3. 지표종 및 종다양도

지표종 분석 결과 유의한 지표종은 너도밤나무-당마가목군집에서만 나타났으며, 목본층에 출현하는 수종은 솔송나무(*Tsuga sieboldii*), 너도밤나무, 동백나무, 섬단풍나무가 유의한 수준의 종이며 초본층에서 바위수국(*Schizophragma hydrangeoides*), 섬바디, 선밀나물(*Smilax nipponica*), 맥문동(*Liriope platyphylla*)이 유의한 수준의 지표종으로 나타났다(Table 3). 지표종 분석은 각 군집의 종들에 대한 지표값을 나타내는데 이것은 확률화 검정(randomization test)을 사용한 통계적 유의차를 나타내는 방법이며 유집분석에서 정지점(stop point)을 선택할 수 있다. 또한 높은 값의

지표종은 군집 간에 오차가 거의 없이 현존하는 종을 나타낸다(Dufrene, M. and P. Legendre. 1997).

종다양도의 분석결과 목본층의 종다양도(H')는 0.99~2.05, 초본층은 1.75~2.59로 나타났다(Table 4). 이 결과 울릉도의 대표적 인공림인 곰솔림(정성철 등, 2010)의 종다양도 범위(0.8713~1.2202)와 울릉도의 산림군락(송호경 등, 2000)의 종다양도 범위(0.5455~0.8801), 성인봉 원시림 식생구조(한봉호 등, 1998)의 종다양도 범위(0.5150~0.8437) 보다 높게 나타났다. 이는 조사구 내 전수조사에 대한 정밀도의 차이, 조사자의 층위판단 기준의 차이라고 사료되며 종다양성 지수의 비교는 영구 방형구의 정량적 모니터링 또는 동일한 조사자 또는 조사팀일 경우 무리 없이 비교 가능할 것이라 판단된다.

종별 종다양도(H')는 지위폭을 산정할 수 있는 데(木元新作 · 武田博清, 1991) 초본층의 경우 울릉산마늘(no. 43), 파리풀(*Phryma leptostachya* var. *asiatica*, no. 42), 관중(no. 41), 섬노루귀(no. 40)가 가장 폭넓은 지위폭을 갖는 것으로 나타났으며 목본층은 너도밤나무(no. 44)를 제외한 고로쇠나무(no. 45), 섬벚나무(no. 46), 섬취뽕나무(no. 47) 등이 넓은 지위폭을 가지는 것으로 나타났다(Figure 4). 우연 출현종(rare species)를 제외한 지위폭이 좁은 식물은 자금우(no. 1), 노루발(*Pyrola japonica*, no. 2), 두메오리나무(*Alnus maximowiczii*, no. 58), 솔송나무(*Tsuga sieboldii*, no. 57) 등이

Table 3. List of indicator species in study area.

Species		Indicator value max	p-value	Max group
Woody layer species	<i>Tsuga sieboldii</i>	50.0	0.0500	F. engleriana-S. amurensis Community
	<i>Fagus engleriana</i>	58.8	0.0033	
	<i>Camellia japonica</i>	60.9	0.0378	
	<i>Acer takesimensis</i>	50.0	0.0469	
Herb layer species	<i>Schizophragma hydrangeoides</i>	68.5	0.0141	
	<i>Dystaenia takesimana</i>	62.3	0.0437	
	<i>Smilax nipponica</i>	50.0	0.0475	
	<i>Liriope platyphylla</i>	50.0	0.0498	

Table 4. Species diversity indicates of communities in *Fagus engleriana* stand.

Plot	Community	Woody layer			Herb layer		
		<i>H'</i>	<i>H'</i> _{max}	<i>D'</i>	<i>H'</i>	<i>H'</i> _{max}	<i>D'</i>
1		0.99	1.10	0.61	2.34	2.89	0.85
2		1.69	1.79	0.80	2.54	2.71	0.91
3		2.01	2.08	0.86	2.44	2.48	0.91
4		1.72	1.79	0.81	1.44	2.48	0.57
5		1.98	2.08	0.85	1.94	2.48	0.81
6	<i>F. engleriana</i> -	1.51	1.61	0.76	2.49	2.94	0.88
7	<i>S. amurensis</i>	2.04	2.08	0.86	2.36	2.56	0.89
11		1.55	1.61	0.77	2.30	2.48	0.89
13		2.05	2.08	0.87	1.75	2.56	0.70
14		1.59	1.61	0.79	2.32	2.64	0.88
15		1.33	1.39	0.72	2.20	2.64	0.86
16		1.20	1.39	0.66	1.98	2.40	0.82
8		1.46	1.61	0.74	1.52	2.20	0.71
9	<i>F. engleriana</i> -	1.84	1.95	0.82	2.34	2.64	0.88
10	<i>A. pictum</i> subsp. <i>Mono</i>	1.67	1.79	0.79	2.11	2.40	0.85
12		1.86	1.95	0.83	2.59	2.71	0.92

나타나 울릉도 너도밤나무림은 여러 종이 다양한 패턴의 지위폭을 갖는 것으로 나타났다(Figure 4).

4. 층위별 군집특성 및 분포양상

상층식생의 NMS 분석결과 상대적으로 사토함량이 높고, 고도가 높은 곳에 분포하는 군집 A와 상대적으로 점토의 함량이 높고 고도가 낮은 곳에 분포하는 군집 B로 구분되었다. 특히, 토양pH는 두 개의 군집에서 범위의 폭이 넓은 것으로 나타났으며, 1축의 설명력은 34.0%, 2축의 설명력은 11.5%로 나타났으며, 1축과 2축을 종합한 설명력은 45.5%로 나타났다(Figure 5). 또한, 군집 내 조사구 간에 이질적 또는 유사한 척도를 설명하기 위해 MRPP분석 결과 유의차(p<0.004)가 A=0.139(Chance-corrected within-group agreement)로 나타났다. 일반적으로 군집생태에서 값은 대부분 0.1을 넘지 않으며 0.3을 넘을 때 높은 수준의 유사성을 나타내며 1일 때 군집 내 항목들은 동일하다고 할 수 있다(Mielke, P. W., Jr.,

and K. J. Berry. 1982). 따라서 너도밤나무림의 각 군집은 수종구성과 환경적 특성을 바탕으로 유의한 수준의 군집이 분류되었다.

하층식생의 DCA배열법 분석 결과 1축과 2축을 종합한 설명력은 42.4%로 나타났다(Figure 6). 특히, 하층식생의 분포는 미사질 함량, 낙엽층 깊이, 중층과 초본층의 피도에 따라 분포특성이 다른 것으로 나타났다. 매화노루발(*Chimaphila japonica*), 선밀나물, 넓은잎외잎쭈(*Artemisia stolonifera*) 등은 중층의 피도가 상대적으로 높고 초본층 피도가 낮은 곳에 분포하며 바위수국, 개선갈퀴, 땅두릅(*Aralia cordata*), 단풍취(*Ainsliaea acerifolia*), 맥문동 등의 하층식생은 상대적으로 낙엽층 깊이가 얇고 중층의 피도가 낮은 곳에 분포하는 것으로 나타났다. 도둑놈의갈고리(*Desmodium podocarpum* var. *oxyphyllum*), 자금우, 섬쭈부쟁이(*Galium trifloriforme*) 등은 초본층 피도가 상대적으로 높고 미사질함량이 적은 곳에 분포하는 것으로 나타났다. 하층식생의 분포특성은 상

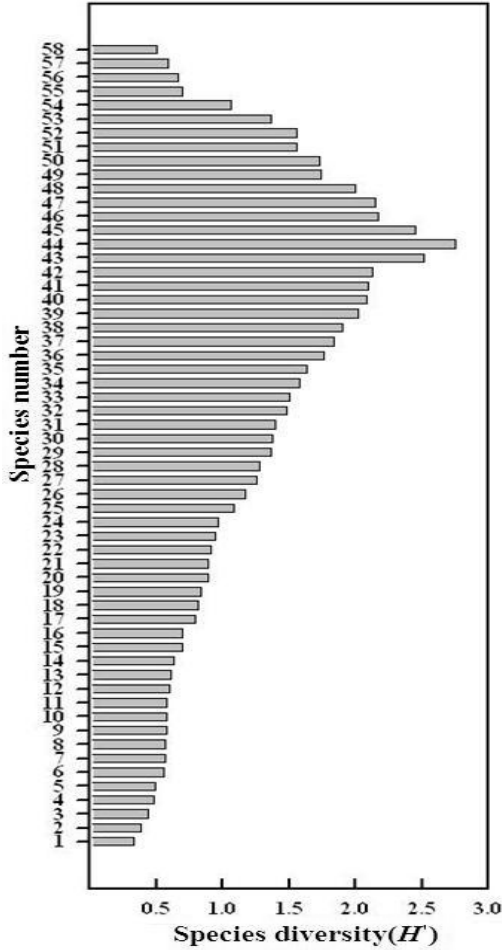


Figure 4. Species diversity of major species.

(No. 1~43-Herb layer species, No. 44~59-Woody layer species, 1-*Ardisia japonica*, 2-*Pyrola japonica*, 3-*Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*, 4-*Liriope platyphylla*, 5-*Acer takesimense*, 6-*Galium trifloriforme*, 7-*Dystaenia takesimana*, 8-*Smilax nipponica*, 9-*Syneilesis palmata*, 10-*Lilium hansonii*, 11-*Valeriana dageletiana*, 12-*Ainsliaea acerifolia*, 13-*Osmunda japonica*, 14-*Oplismenus undulatifolius*, 15-*Desmodium podocarpum* var. *oxyphyllum*, 16-*Sasa kurilensis*, 17-*Viola kusanoana*, 18-*Carex boottiana*, 19-*Arachniodes borealis*, 20-*Trillium tschonoskii*, 21-*Ligustrum foliosum*, 22-*Athyrium acutipinnulum*, 23-*Gynostemma pentaphyllum*, 24-*Arisaema atakesimense*, 25-*Adiantum pedatum*, 26-*Schizophragma hydrangeoides*, 27-*Persicaria filiformis*, 28-*Solidago virgaurea* subsp. *asiatica*, 29-*Actinidia arguta*, 30-*Maianthemum dilatatum*, 31-*Arachniodes standishii*, 32-*Polystichum retrosopaleaceum*, 33-*Hydrangea petiolaris*, 34-*Dystaenia takesimana*, 35-*Campanula takesimana*, 36-*Hedera rhombea*,

37-*Asperula odorata*, 38-*Disporum uniflorum*, 39-*Smilax riparia* var. *ussuriensis*, 40-*Hepatica maxima*, 41-*Dryopteris crassirhizoma*, 42-*Phryma leptostachya* var. *asiatica*, 43-*Allium ochotense*, 44-*Fagus engleriana*, 45-*Acer pictum* subsp. *mono*, 46-*Prunus takesimensis*, 47-*Ligustrum foliosum*, 48-*Sorbus amurensis*, 49-*Styrax obassia*, 50-*Taxus baccata* var. *latifolia*, 51-*Camellia japonica*, 52-*Acer takesimense*, 53-*Celtis sinensis*, 54-*Sambucus sieboldiana* var. *pendula*, 55-*Acer pseudosieboldianum*, 56-*Callicarpa japonica* var. *luxurians*, 57-*Tsuga sieboldii*, 58-*Alnus maximowiczii*).

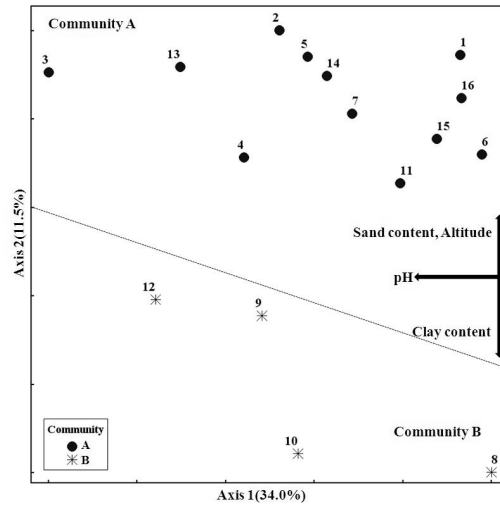


Figure 5. Correlation between study site and environment factors in woody layer. (Cut off $R^2=0.300$)

층식생의 피도, 낙엽층의 깊이, 토양수분 함량 등의 환경요인과 더불어 공간의존도, 종간관계 등에 의해 결정되는데 상관상 비슷한 식생군집 또한 실제 식생을 분석하여 비교하면 이질적인 공간적 분포를 가진다(이규송 · 조도순, 2000). 너도밤나무림의 각 군락의 여러 가지 환경요소와 포함한 분석 결과 다양한 패턴의 하층식생 분포특성이 나타났으며 많은 환경조건과 종간의 경쟁이 이루어지는 것으로 나타났다. 그리고 너도밤나무림의 하층식생 분포는 상층과 중층의 경쟁관계에 의한 피도, 토양수분 함량에 영향을 미치는 토성, 발아와 갱신에 영향을 미치는 낙엽층 깊이 등이 환경요인으로 작용하는 것으로 나타났다.

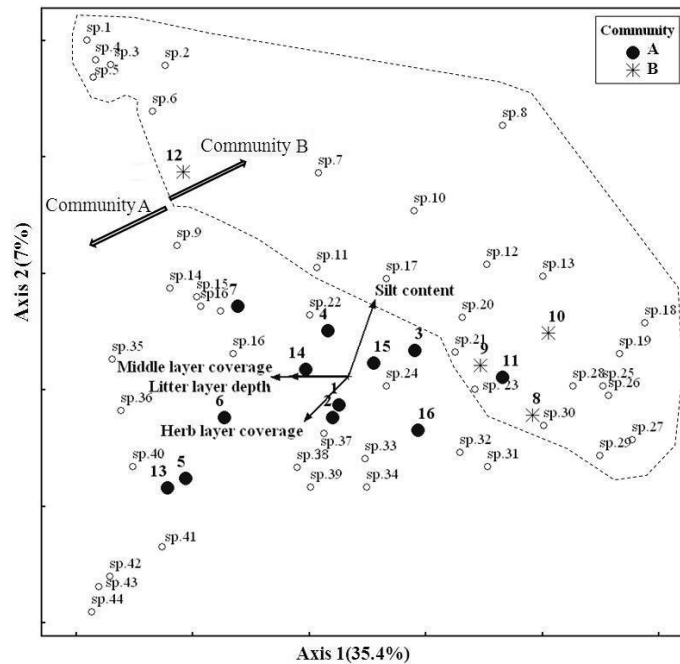


Figure 6. DCA ordination between study site and environment factors in low layer species. (Cut off $R^2=0.300$, sp.1-*Chimaphila japonica*, sp.2-*Smilax nipponica*, sp.3-*Artemisia stolonifera*, sp.4-*Sambucus sieboldiana* var. *pendula*, sp.5-*Ligustrum foliosum*, sp.6-*Campanula takesimana*, sp.7-*Acer pictum* subsp. *mono*, sp.8-*Dystaenia takesimana*, sp.9-*Poa* sp. sp., sp.10-*Osmunda japonica*, sp.11-*Solidago virgaurea* subsp. *asiatica*, sp.12-*Equisetum arvense*, sp.13-*Oplismenus undulatifolius*, sp.14-*Pteridium aquilinum* var. *latiusculum*, sp.15-*Viola kusanoana*, sp.16-*Hydrangea petiolaris*, sp.17-*Carex boottiana*, sp.18-*Galium trifloriforme*, sp.19-*Schizophragma hydrangeoides*, sp.20-*Disporum sessile*, sp.21-*Persicaria filiformis*, sp.22-*Allium ochotense*, sp.23-*Hedera rhombea*, sp.24-*Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus*, sp.25-*Cymbidium goeringii*, sp.26-*Pyrola japonica*, sp.27-*Liriope platyphylla*, sp.28-*Aralia cordata*, sp.29-*Ainsliaea acerifolia*, sp.30-*Dryopteris crassirhizoma*, sp.31-*Boehmeria nivea*, sp.32-*Hepatica maxima*, sp.33-*Phryma leptostachya* var. *asiatica*, sp.34-*Arachniodes standishii*, sp.35-*Polystichum retrospaleaceum*, sp.36-*Actinidia arguta*, sp.37-*Polystichum tripterum*, sp.38-*Asperula odorata*, sp.39-*Lathraea japonica*, sp.40-*Vitis coignetiae* for. *glabrescens*, sp.41-*Desmodium podocarpum* var. *oxyphyllum*, sp.42-*Ardisia japonica*, sp.43-*Cephalanthera ereta*, sp.44-*Aster glehni*).

IV. 결론 및 제언

본 연구는 울릉도에 자생하는 너도밤나무의 군집구조와 생육환경 분석을 통하여 효율적인 보전관리를 위한 증거자료를 제공하기 위함이다. 울릉도에 자생하고 있는 너도밤나무림에 대한 군집 분석결과 너도밤나무-고로쇠나무군집, 너도밤나무-당마가목군집으로 구분되었다. 주요 교목성 수종의 직경급 분석결과 너도밤나무의 20cm 이하 개체목은 역 J형으로 분포하고 있으며 전체적으로 정규분포에 가까운 형태로 이루어져 지속적

으로 너도밤나무가 우점 할 것으로 판단된다.

지표종 분석결과 유의한 지표종은 너도밤나무-당마가목군집에서만 나타났으며, 목본층에 출현하는 수종은 솔송나무, 너도밤나무, 동백나무, 섬단풍나무가 유의한 수준의 종이며 초본층에서 바위수국, 섬바디, 선밀나물, 맥문동이 유의한 수준의 지표종으로 나타났다. 종다양도는 목본층의 종다양도(H')는 0.99~2.05, 초본층은 1.75~2.59로 나타났다.

상층식생의 NMS 분석결과 너도밤나무-고로쇠나무군집은 상대적으로 사도함량이 많고, 고도가

높은 곳에 분포하였으며, 너도밤나무-당마가목군집은 점도함량이 높고 고도가 낮은 곳에 분포하는 것으로 구분되었다. MRPP 분석결과 유의성 있게 군집은 분류되었다. 하층식생의 DCA 결과 하층식생의 분포는 미사질 함량, 낙엽층 깊이, 중층과 초본층의 피도에 따라 분포특성이 다른 것으로 나타났으며 다양한 패턴의 하층식생 분포특성이 나타났다.

본 연구는 울릉도아형 식생에서 가장 지위폭이 넓은 너도밤나무림에 대한 조사와 분석이 이루어졌으며, 너도밤나무림에 대한 생태적 특성과 지속적인 보전방향에 대한 기초자료로 활용될 수 있다. 그러나 생태적 변화를 정확히 판단하기 위해서는 조사구의 지속적인 모니터링을 통하여 기존 자료의 활용을 극대화하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

인 용 문 헌

- 국립수목원. 2004. 한국식물도해도감(1) 벼과. 포천. 520p.
- 국립수목원 · 한국식물분류학회. 2007. 국가표준 식물목록. 534p.
- 권수덕 · 김종갑 · 문현식. 2010. 울릉도 우산고로 쇠나무 군락의 식생구조와 토양환경. 농업생명과학연구 44(5) : 15-22.
- 김무열. 2004. 한국의 특산식물. 술과학. 408p.
- 김운식 · 고성철 · 최병희. 1981. 한국식물의 분포도에 관한 연구. 소나무과의 분포도. 한국식물분류학회지 11(2) : 53-76.
- 김성덕 · 한미정. 1994. 울릉도 상록수림지역의 식생에 관한 식물사회학적 연구. 충남대학교 환경연구보고 11 : 6-28.
- 김정언 · 길봉섭. 1983. 한반도의 해송분포에 관한 연구. 한국생태학회지 6(1) : 45-54.
- 김종원. 2004. 녹지생태학. 월드사이언스, 서울. 308p.
- 김종원 · 이윤경. 2006. 식물사회학적 식생조사와 평가방법(Classification and assessment of plant communities), 월드사이언스, 서울. 12-14pp.
- 김진석 · 김태영. 2012. 한국의 나무. 돌베개, 파주. 688pp.
- 기상청. 2012. 기후자료. <http://www.kma.go.kr> (2012. 3).
- 박봉규. 1972. 울릉도의 식생. 이화여자대학교 한국생활과학연구원 8 : 53-65.
- 산림청 · 국립수목원. 2008. 한국 희귀식물 목록집. 포천. 332p.
- 신현탁 · 김용식. 2002. 울릉도의 보전지역 설정 및 보전전략(I) -울릉도 지역의 식물상. 한국환경생태학회지 16(2) : 195-216.
- 송호경 · 소순구 · 김무열 · 박종민 · 이상화 · 박관수. 2007. 울릉도 삼림식생과 환경과의 상관관계. 한국환경생태학회지 21(1) : 82-92.
- 송호경 · 이미정 · 이선. 2000. 울릉도 산림군락의 구조 및 DCCA에 의한 식생과 환경과의 상관관계 분석. 한국환경생태학회지 14(2) : 111-118.
- 양인석. 1956. 울릉도의 식생. 경북대학교 논문집. 1 : 245-257.
- 이규송 · 조도순. 2000. 온대낙엽활수림에서 미소환경요인의 공간 이질성이 임상초본식물의 공간분포에 미치는 영향. 한국생태학회지 23(3) : 255-266.
- 이덕봉 · 주상우. 1958. 울릉도 식물상의 재검토. 고대 논문집 3 : 223-295.
- 이미정. 2000. 울릉도 산림의 군락 생태학적 연구. 충남대학교 석사학위논문 59p.
- 이영노. 1971. 울릉도 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 41 : 1-33.

- 이중효 · 조현제 · 허태철, 2006. 울릉도 산림식생의 공간분포 및 환경과의 상관관계 분석. *Journal of Ecology and Field Biology* 29(6) : 521-529.
- 이창복, 1985. 대한식물도감. 서울, 향문사. 990p.
- 이창복, 2003. (원색)대한식물도감. 서울. 향문사. 1권 pp. 914. 2권 910p.
- 임양재 · 유광수 · 백광수, 1980. 울릉도의 식생. 중앙대 기술과학연구소 논문집 7 : 1-12.
- 임양재 · 이은복 · 김선영, 1982. 울릉도와 독도의 식생. 한국자연보존협회 조사보고서. 19 : 97-111.
- 오수영, 1971. 울릉도 양치식물에 관한 연구. 식물분류학회지 3 : 33-11.
- 오수영, 1978. 울릉도산 유관속 식물상에 관한 연구 경북대학교 논문집 25 : 131-201.
- 정성철 · 구교상 · 김용걸 · 허태철 · 주성현, 2010. 울릉도 해송림 지역의 생태관광 자원화를 위한 군집구조 분석. 한국산림휴양학회지. 14(1) : 55-61.
- 정진현 · 구교상 · 이충화 · 김춘식, 2002. 우리나라 산림토양의 지역별 이화학적특성. 한국임학회지 91(6) : 694-700.
- 조용찬 · 홍진기 · 조현제 · 배관호 · 김준수, 2011. 울릉도 섬잣나무-솔송나무림의 구조 및 하층식생의 종다양성 100(1) : 34-41.
- 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 · 김종엽, 1998. 울릉도 성인봉 지역의 해발고도별 식생구조. 한국환경생태학회지 12(3) : 290-296.
- 최홍근 · 신현철, 2007. 생물과 환경 그리고 생물 다양성, 환경과 사회-인간, 생명 그리고 생태. 도서출판 오름. 59-94pp.
- 한국양치식물연구회, 2005. 한국양치식물도감, 서울. 지오북. 399p.
- 한봉호 · 김동완 · 조현서, 1998. 울릉도 성인봉 원시림의 산림군집구조. 한국환경생태학회지 12(2) : 138-146.
- 홍성천 · 김용원 · 박재홍 · 오승환 · 김진석 · 장병태, 2002. 울릉군 원색 식물도감. 동아문화사. 대구. 405p.
- Braun-Blanquet, J. 1965. Plant Sociology. The Study of Plant Communities. New York, p. 439.
- Brower, J. E. and J. H. Zar. 1977, Field and Laboratory Methods for General Ecology. Wm. Brown Company. 194p.
- Curtis and McIntosh. 1951. An Upland forest continuum in the prairie-forest vorder region of Winsconsin. Ecology 32 : 476-496.
- Dufrene, M. and P. Legendre. 1997. Species assemblages and indicator species : the need for a flexible asymmetrical approach. Ecological Monographs 67 : 345-366.
- Hampe Gisela. 1982. Aspect of Applied Vegetation Ecology, the Natural Garden Movement in the Netherlands. Garten+Landschaft, 509p.
- Hill MO. 1994. Decorana and Twinspan, for ordination and classification of multivariate species data. Huntingdon. England.
- Kimmins, J.P. 1987. Forest Ecology. Macmillan, 531p.
- McCune, B. and J.B. Grace. 2002. Analysis of ecological communities. MjM Software Design. Gleneden Beach, OR, USA.
- McCune, B and M. J. Mefford. 2006. PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data, Version 5.17. MJM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA.
- McGeoch, M.A. 1998. The selection, testing and

- application of terrestrial insects as bioindicators. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* 73(2) : 181-201.
- Mielke, P. W., Jr., and K. J. Berry. 1982. An extended class of permutation techniques for matched pairs. *Communities. Statist.-Theor. Meth.* 11 : 1197-1207.
- Miller, H.G. and R.L. Donahue. 1990. *Soil. An interduction to soil and plant growth.* Prentice-Hall. N.J., 768p.
- Nakai, T. 1919. Report on the Vegetation of Dagelet island, Corea. Chosen Government. 87p.
- Noss, R.F. 1990. Indicators for monitoring biodiversity : A hierarchical approach. *Conservation Biology* 4(4) : 355-364.
- Spellerberg, I.F. 1991. *Monitoring ecological change.* Cambridge University Press. 334p.
- 木元新作 · 武田博清, 1991. *群集生態學入門*, 東京. 洪立出版株式會社. 198p.

Appendix 1. Mean Importance Percentage (M.I.P.) of major woody species of sixteen plots in study site.

Plot number	Community A											Community B				
	1	2	3	4	5	6	7	11	13	14	15	16	8	9	10	12
<i>Taxus baccata</i> var. <i>latifolia</i>	-	5.30	-	6.74	14.23	8.56	-	7.08	-	-	-	-	-	-	10.50	-
<i>Tsuga sieboldii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.76	-	-	5.63
<i>Alnus maximowiczii</i>	-	-	33.08	-	-	-	-	-	-	-	-	11.48	-	-	-	-
<i>Fagus engleriana</i>	32.77	19.59	12.78	42.70	22.87	53.45	16.23	37.67	11.70	33.39	56.34	28.04	59.72	51.16	55.75	45.39
<i>Quercus acutissima</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.90	-	-	-	-	-	-
<i>Celtis jessoensis</i>	-	-	5.76	-	-	-	6.43	-	-	-	20.07	-	-	-	-	-
<i>Ulmus laciniata</i>	-	6.89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Broussonetia kazinoki</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.41	-	11.90	-	-	-	-
<i>Morus bombycis</i>	-	-	-	-	-	-	4.64	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Boehmeria spicata</i>	-	-	4.35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cinnamomum japonicum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.81	-	-
<i>Camellia japonica</i>	-	-	-	-	-	-	5.00	7.14	-	-	-	-	7.73	4.81	6.36	-
<i>Schizophragma hydrangeoides</i>	-	-	4.08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Prunus takesimensis</i>	-	-	12.45	8.87	8.58	14.31	8.66	-	14.24	15.60	-	-	-	11.36	-	14.40
<i>Rubus takesimensis</i>	-	-	4.17	-	-	-	4.64	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sorbus amurensis</i>	-	8.20	6.63	11.82	5.08	-	-	-	9.28	-	-	-	-	4.74	8.18	13.67
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	-	-	4.08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Robinia pseudoacacia</i>	-	-	-	-	-	-	10.76	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhus javanica</i>	-	-	-	6.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acer takesimense</i>	-	-	-	8.56	4.40	-	4.85	-	9.97	-	8.62	-	-	-	-	9.22
<i>Acer pictum</i> subsp. <i>mono</i>	53.80	43.77	-	-	31.70	14.75	32.13	30.46	25.90	18.69	14.98	48.59	11.00	8.70	-	-
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.79	-	4.76	-
<i>Vitis coignetiae</i> for. <i>glabrescens</i>	-	-	-	-	4.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tilia insularis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	18.69	-	-	-	-	-	-	-
<i>Elaeagnus glabra</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.81	4.71	-
<i>Cornus controversa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.28	-	-	-	-	-	-
<i>Styrax obassia</i>	-	5.42	4.08	14.81	4.33	8.94	6.66	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ligustrum foliosum</i>	-	5.42	4.44	-	4.47	-	-	7.08	5.20	6.74	-	-	-	4.81	4.71	5.81
<i>Callicarpa japonica</i> var. <i>luxurians</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	5.02	-	-	-	-	-	-	5.87
<i>Sambucus sieboldiana</i> var. <i>pendula</i>	13.43	-	4.08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.81	-	-
<i>Sasa kurilensis</i>	-	5.42	-	-	-	-	-	10.57	-	-	-	-	-	-	5.03	-