

한계령플(*Leontice microrhyncha*) 개체군의 식생과 토양특성

권재환¹⁾ · 권혜진²⁾ · 송호경³⁾

¹⁾ 국립공원관리공단 · ²⁾ 충남대학교 대학원 · ³⁾ 충남대학교 산림환경자원학과

A Study on Vegetation Structure and Soil condition of *Leontice microrhyncha* Population

Gwon, Jaehwan¹⁾ · Kwon, Hyejin²⁾ and Song, Hokyung³⁾

¹⁾ Korea National Park Service,

²⁾ Graduate School, Chungnam National University,

³⁾ Department of Environment and Forestry Resources, Chungnam National University.

ABSTRACT

This study was carried out to analyze the vegetation properties, soil characteristics and ordination of *Leontice microrhyncha* population in South Korea. The *Leontice microrhyncha* population was classified into *Quercus mongolica* dominant population, *Morus bombycis* dominant population, *Fraxinus mandshurica* population and *Leontice microrhyncha* typical dominant. The *Leontice microrhyncha* population was located at an elevation of 633m to 1,336m in Korea. In the study sites, soil organic matter, total nitrogen, available phosphate, exchangeable potassium, exchangeable calcium, exchangeable magnesium, cation exchange capacity and soil pH were 8.40~10.58%, 0.42~0.61%, 14.15~25.07mg/kg, 0.44~0.59cmol⁺/kg, 2.35~6.33cmol⁺/kg, 0.35~0.98cmol⁺/kg, 26.04~33.48cmol⁺/kg and 4.69~5.32 respectively. *Morus bombycis* dominant population was found in the low elevation and gentle sloped area that has high percentage of phosphoric acid and less percentage of total nitrogen, exchangeable calcium, exchangeable magnesium than other dominant population. *Fraxinus mandshurica* dominant population and *Leontice microrhyncha* typical population were found in the comparatively high elevation area that has low percentage of phosphoric acid and high percentage of total nitrogen,

Corresponding author : Song, Ho-kyung, Division of Environmental Forestry Resources, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea,
Tel : +82-42-821-5747, E-mail : hksong@cnu.ac.kr

Received : 13 April, 2010. **Revised** : 31 May 2010. **Accepted** : 11 June, 2010.

exchangeable calcium, exchangeable magnesium. *Quercus mongolica* dominant population was found in the medium elevation area that has medium percentage of total nitrogen, exchangeable calcium, exchangeable magnesium.

Key Words : *DCCA ordination*, *Phytosociology*, *Rare species*.

I. 서론

한계령풀(*Leontice microrhyncha*)은 미나리아재비목(Ranunculales) 매자나무과(Berberidaceae)에 속해 있는 다년초로 초장은 30~40cm이고 털이 없으며 뿌리는 땅속 깊이 뻗으며, 끝에 덩이줄기가 달려있어 매감자라고도 한다. 설악산 오색계곡의 비탈에서 처음 발견되었으며 우리나라를 중심으로 동북아시아에 드물게 분포한다. 환경부 지정 멸종위기 2급(환경부, 2005)이며, 산림청에서는 1996년 희귀 및 멸종위기식물 제110호로 지정하여 보호하고 있다(중부임업시험장, 1997).

한계령풀에 대한 연구로는 김은희(2006)가 점봉산지역 한계령풀 군락의 발달단계 빈도분석, 물리적 환경에 따른 서식지 분포패턴을 분석하였고, 이상훈(2008)은 한계령풀이 낮은 유전적 다양성을 가지며 높은 분화도와 매우 낮은 유전자 교류율을 나타내고 있다고 보고하였다. 또한 집단 내에서도 극히 일부 지역에 편중된 집중분포를 보이기 때문에 특정지역이 훼손되었을 경우, 임의 분포 집단에 비해 절멸될 가능성이 매우 높은 것으로 보고되었다(장진성 2001).

본 연구는 지금까지 확인된 국내 자생지를 대상으로 한계령풀(*L. microrhyncha*)의 식물사회학

적 조사방법으로 한계령풀 개체군의 군락구조를 파악하고, 현존식생의 공간적 분포와 식생유형을 파악하여 환경변화에 따른 군집구조 변화의 예측이 가능하도록 하며, 자생지 보전 및 복원 전략 수립 시 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 연구범위 및 방법

1. 조사지 개황

한계령풀 자생지는 지리적으로 동경 127°38'50"~127°49'33", 북위37°44'46"~38°59'35"에 위치하고, 행정구역상 강원도 태백시(태백산, 금대봉), 인제군(점봉산), 정선군(가리왕산, 자명산), 홍천군(대학산, 구룡령)에 속해있으며, 경북 영주시(소백산)에서도 자생하는 것으로 보고되어 있다(대구지방환경청, 2004). 지형적으로는 해발고도 635m(대학산)~1,361m(금대봉)의 습윤한 산정의 능선과 계곡부에 주로 분포하였다.

조사지의 기후는 기상청의 기상자료(인제, 홍천 1973~2009; 태백 1986~2009; 정선 1997~2009; 구룡령 2002~2009)와 기상대 해발고도(조하만 등, 1989)의 5~7월 기온체감율인 고도 100미터 당 0.55°C(0.5°C~0.6°C)를 적용하여 자생지 평균 해발고도의 연평균기온을 산출하였다.



2007. 2. 24.

2007. 3. 23.

2007. 3. 30.

2007. 4. 5.

Photo 1. A process of *L. microrhyncha* growth in Jumbongsan.

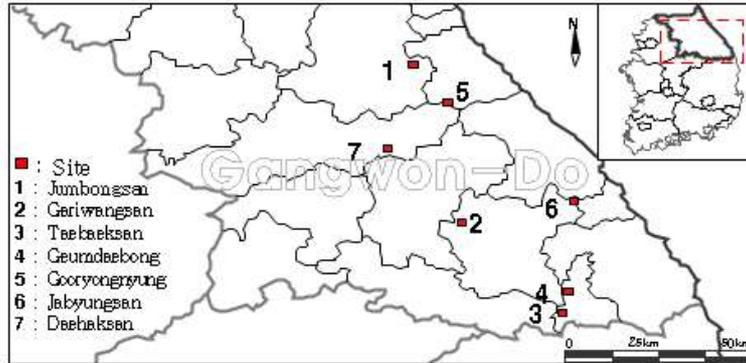


Figure 1. Geographical distribution of *L. microrhyncha* in South Korea.

그 결과 연평균기온은 5.13°C(가리왕산)~8.32°C(대학산), 온량지수(warmth index; WI °C·월) 49.3°C(금대봉)~73.2°C(자병산), 연평균 강수량은 1,332mm(태백)~1,592mm(구룡령)로 조사되었다. 6월에서 9월까지의 월평균 강수량이 100mm 이상인 하계집중호우형의 특성을 나타내는 온대중부 이북의 내륙성 기후를 보이는 지역이다.

2. 식생조사 및 토양 분석

식생조사는 2008년 5월에서 2009년 5월에 한계령풀 자생지 가운데 인위적인 간섭이 적었던 것으로 판단되는 지점을 대상으로 실시하였다. 조사구면적은 중첩방형구법을 이용하여 교목층과 아교목층은 15m×15m 크기로, 관목층, 초본층은 5m×5m 크기로, 총 7개 지역 31개 조사구를 설치하였다. 식물사회학적 조사를 위하여 교목층, 아교목층, 관목층, 초본층의 식생을 기록하고 출현종의 우점도는 Braun-Blanquet(1964)의 7단계 구분을 변형한 Dierssen(1990)의 9단계 구분법을 적용하였다.

조사지역의 입지 특성을 파악하기 위해 위·경도, 해발고도는 GARMIN社의 GPSmap 60CSx를 이용하여 지리정보를 수집하였고 SUUNTO社의 clinometer를 이용하여 사면방위와 경사의 입지환경요인을 측정하였다.

토양시료는 각 조사구 내에서 4곳의 유기물층을 제거한 후, 0~10cm 깊이에서 채취하여 하나로 혼합하였으며, 실험실로 운반하여 자연 건조

한 후 이화학적 특성을 분석하였다(농촌진흥청, 2000). 토양 중 유기물함량은 Walkley-Black wet oxidation법으로 분석하였고, 토성은 hydrometer 법을 이용하여 sand, silt, clay의 비율을 구한 후 미농무성법에 의해 분류하였다. 토양 pH는 토양과 증류수의 비율을 1:5로 분석하였고, 전질소 함량은 micro-Kjeldahl법으로, 치환성 K, Ca, Mg는 1M ammonium acetate로 침출 시킨 후 ICP(inductively coupled plasma mass spectrometer)를 이용하여 분석하고 양이온치환용량(C.E.C.; cation exchange capacity)을 구하였다.

3. Ordination 분석

Ordination은 CA(correspondence analysis)의 확장인 DCCA(detrended canonical correspondence analysis)로 환경인자를 직접 이용하여 분석하였고(Hill, 1979; Hill and Gauch, 1980), 자료의 분석은 Ter Braak and Šmilauer(1998)의 CANOCO for Windows program을 이용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 개체군 분류

전체 31개 조사구에서 출현한 146종을 대상으로 식물사회학적 방법에 의한 분류를 실시한 결과, 신갈나무 우점개체군과 신뽕나무 우점개체군, 들메나무 우점개체군, 한계령풀 전형개체군

으로 구분되었다(Appendix 1).

1) 신갈나무(*Quercus mongolica*) 우점개체군

신갈나무 우점개체군은 총 7개의 조사구가 포함되었으며, 해발고도 1,049~1,270m 사이의 경사지에 분포하였고, 평균적으로 23종이 출현하였다. 교목층은 평균 83.6%의 피도로 신갈나무가 주로 우점하였고, 아교목층은 평균 16.4%의 피도로 만주고로쇠와 귀룽나무가 우점하였다. 관목층은 평균 7.6%의 낮은 피도로 귀룽나무와 딱총나무, 물참대 등이 출현하였다. 초본층은 평균 72.9%의 피도로 한계령풀이 우점도 3의 값으로 우점하였고 실새풀, 피나무, 박새, 벌깨덩굴, 얼레지, 풀솜대, 꿩의바람꽃, 개별꽃, 미나리냉이 등이 함께 출현하였다. 우점개체군 구분종으로는 신갈나무, 실새풀, 현호색, 광릉갈퀴, 넓은잎의잎쭈, 애기얇은부채, 송이풀 등이 해당되었다.

2) 산뽕나무(*Morus bombycis*) 우점개체군

산뽕나무 우점 개체군 총 7개의 조사구가 포함

되었고, 해발고도 633~1,091m 사이의 북, 북동, 북서 사면 계곡부에 주로 분포하였다. 교목층, 아교목층, 관목층의 평균 피도는 각각 76%, 19.4%, 9%를 보였다. 교목층에서는 산뽕나무가 상대적으로 높은 비율(우점도 5)로 우점하였고 아교목층에서는 참회나무, 만주고로쇠, 느릅나무, 층층나무 등이 출현하였으며, 관목층에서는 물참대가 우점하였다. 초본층은 평균 89.6%의 피도로 한계령풀이 우점도 3-4의 값으로 우점하고 있었으며, 갈퀴현호색, 피나무, 관중 등이 출현하였다. 우점개체군 구분종으로는 산뽕나무가 해당되었다.

3) 들메나무(*Fraxinus mandshurica*) 우점개체군

들메나무 우점개체군은 8개의 조사구가 포함되었고, 평균 해발고도 654~1,336m, 북서, 북, 북동 사면에 분포하였다. 평균출현종수는 31종으로 우점개체군 가운데 가장 많은 종이 출현하였다. 교목층은 평균 77.3%의 피도로 들메나무, 층층나무, 물푸레나무, 만주고로쇠, 복장나무 등이



Photo 2. Community of *L. microrhyncha* population(2008. 5. 2~5. 4.).

- A. *Quercus mongolica* dominant population, B. *Morus bombycis* dominant population.
C. *Fraxinus mandshurica* dominant population. D. *L. microrhyncha* typical population.

출현하였다. 아교목층은 평균 39.8%의 피도로 참회나무, 당단풍나무, 함박꽃나무, 귀룽나무 등이 출현하였고, 관목층은 평균 21.5%의 피도로 물참대가 주로 우점하였으며, 미역줄나무가 함께 출현하였다. 초본층은 평균 93.1%의 피도로 한계령풀이 우점도 3-4의 값으로 우점하였고, 관중, 얼레지, 갈퀴현호색, 별개덩굴, 피나무 등이 출현하였다. 우점개체군 구분종으로는 들메나무, 서덜취, 큰개별꽃, 붉은참반디, 털고사리, 샷갓나물, 눈개승마가 해당되었다.

4) 한계령풀 전형개체군

한계령풀 전형개체군은 전체 조사구 가운데 9개가 포함되었고, 평균 해발고도 697~1,332m, 계곡부와 북, 북서, 북동, 동사면부에 분포하였다. 교목층은 평균 73.2%의 피도로 복장나무, 일본잎갈나무, 물푸레나무, 층층나무, 만주고로쇠, 당단풍나무, 피나무, 황벽나무 등이 출현하였고, 아교목층은 평균 31.9%의 피도를 보이며 참회나무와 귀룽나무가 우점하였다. 관목층은 평균 10%의 피도로 물참대, 까치밥나무, 미역줄나무 등이 출현하였다. 초본층은 평균 89.8%의 피도로 한계령풀이 우점도 3의 값으로 우점하였고 박새, 얼레지, 갈퀴현호색 등이 함께 출현하였다.

2. 토양특성 분석

한계령풀 자생지의 토양에 대한 이화학적 특성을 분석한 결과는 Table 1과 같다.

토양의 이화학적 특성에 있어 유기물함량은 양이온치환용량, 보수력, 토양구조 등에 큰 영향을 미치며, 전질소와 유효인산의 대부분을 공급한다. 한계령풀 개체군의 유기물함량은 한계령풀 전형개체군이 10.58% 가장 높았으며, 신갈나무 우점개체군, 들메나무 우점개체군, 산뽕나무 우점개체군 순으로 나타났다. 정진현 등(2002)이 보고한 우리나라 일반적인 산림토양의 유기물함량인 4.49%보다는 높은 값을 보였으며, 신갈나무 우점개체군과 종조성이 유사한 홍문표(2004)가 보고한 설악산 신갈나무군락의 실새풀하위군락 평균 유기물함량인 13.02%보다 낮고, 박관수(2003)가 보고한 평창 신갈나무림의 평균 유기물함량인 7.31%보다는 높은 수치로 나타났다.

개체군별 해발고도에 따른 유기물 함량을 비교했을 때 해발고도가 평균 728m에 분포하고 있는 산뽕나무 우점개체군은 평균 해발고도 1,100m 이상의 신갈나무 우점개체군, 들메나무 우점개체군, 한계령풀 전형개체군보다 상대적으로 유기물함량이 낮은 것으로 조사되었다.

유기물은 토양 중 거의 모든 질소의 공급원(Miller and Donahue, 1990)이기 때문에 전질소

Table 1. Physicochemical properties of the soils used for *L. microrhyncha* population growth.

Soil property	<i>Quercus mongolica</i> dominant population	<i>Morus bombycis</i> dominant population	<i>Fraxinus mandshurica</i> dominant population	<i>L. microrhyncha</i> typical population
O.M. (%)	10.47 ± 3.57	8.40 ± 5.19	9.17 ± 4.74	10.58 ± 7.6
T.N. (%)	0.61 ± 0.15	0.42 ± 0.24	0.52 ± 0.26	0.60 ± 0.28
P ₂ O ₅ (mg/kg)	21.59 ± 16.05	25.07 ± 11.61	14.15 ± 5.98	14.99 ± 14.12
K (cmol ⁺ /kg)	0.59 ± 0.07	0.54 ± 0.29	0.46 ± 0.18	0.44 ± 0.19
Ca (cmol ⁺ /kg)	5.48 ± 3.98	2.35 ± 3.11	4.60 ± 4.74	6.33 ± 5.93
Mg (cmol ⁺ /kg)	0.89 ± 0.68	0.35 ± 0.49	0.82 ± 0.8	0.98 ± 0.9
pH	4.69 ± 0.23	5.32 ± 0.47	5.14 ± 0.59	5.10 ± 0.41
C.E.C. (cmol ⁺ /kg)	26.04 ± 8.25	28.86 ± 15.2	33.48 ± 17.15	30.57 ± 12.37
Texture	sandy loam	sandy loam	sandy loam	sandy loam

*O.M. : Organic matter, T.N. : Total Nitrogen, P₂O₅ : available phosphate.

는 토양유기물과 밀접한 상관관계를 보이는 것으로 알려져 있다(김태훈 등, 1991). 정진현 등(2002)은 우리나라 산림토양의 전질소 함량 평균을 0.19%로 보고하였고, 이미정(2007)은 우리나라 주요 참나무림의 군락구조 분석에서 신갈나무 군락의 전질소의 함량을 평균 0.22%로 보고하였다. 본 연구에서 우점개체군별로 살펴보면 0.42~0.61%의 범위로 높게 나타났는데 이는 조사지 토양의 유기물함량이 높았기 때문으로 사료되었다. 토양 pH와 밀접한 관계가 있는 치환성양이온 K, Ca, Mg의 경우, 신갈나무 우점개체군, 들메나무 우점개체군, 한계령풀 전형개체군에서 $Ca > Mg > K$ 순으로 높게 나타났다.

토양 pH는 4.69~5.32로 일반적인 산림토양의 pH 5.48(정진현 등, 2002)보다 낮은 것으로 분석되었다. 양이온치환용량은 $26.04 \sim 33.48 \text{ cmol}^+/\text{kg}$ 으로 우리나라 산림토양의 평균치보다 높고, 박관수와 장규관(1998)이 보고한 신갈나무군집 $14.3 \sim 22.3 \text{ cmol}^+/\text{k}$ 보다도 높은 것으로 조사되었다. 유기물이 토양 중 양이온치환용량의 30~70%를 제공하며 또한 이들의 분해로 인하여 치환성양이온이 토양에 공급되므로, 본 연구지역의 유기물함량이 높았기 때문에 양이온치환용량이 높은 수치를 보이는 것으로 판단된다. 토양의 물리적 특성을 나타내는 토성은 모든 개체군 지역에서 점토의 구성이 15~20% 범위인 사양토로 조사되었다.

3. Ordination 분석

Figure 2는 식물사회학적 방법에 의해 분류된 4개의 개체군을 11개의 환경요인으로 DCCA ordination 분석을 실시한 결과를 I/II 축에 나타낸 것이다.

I축에서는 한계령풀 전형개체군과 들메나무 우점개체군과 신갈나무 우점개체군, 산뽕나무 우점개체군의 순으로 배열되었으며, II축에서는 들메나무 우점개체군과 한계령풀 전형개체군, 산뽕나무 우점개체군, 신갈나무 우점개체군으로 배열

되는 경향을 보였다. I축에서는 해발고와 전질소, 치환성양이온 중 Mg, Ca의 양료가 높은 상관관계를 보였으며 유기물함량이 다소 높은 상관관계를 보였다. II축에서는 pH와 사면방위가 높은 상관관계를 보였다.

분석 결과에서 산뽕나무 우점개체군은 다른 개체군보다 해발고, 치환성양이온 중 Mg, Ca의 양료와, 전질소, 유기물함량의 수치가 상대적으로 낮은 지역에 분포하는 것으로 나타났다. 반면에 pH, 경사, 사면방위는 대체로 산뽕나무 우점개체군이 높은 것으로 나타났다. 이는 다른 개체군보다 상대적으로 경사가 급하고 북사면 지역의 pH가 높은 곳에 분포하는 것으로 볼 수 있다.

들메나무 우점개체군과 한계령풀 전형개체군은 산뽕나무 우점개체군보다 해발고가 다소 높고, 유효인산의 함량이 적으며, 치환성 Mg와 Ca가 상대적으로 많은 입지에 분포하는 것으로 나타났다. 그리고 신갈나무 우점개체군은 해발고가 중간 정도이고, 전질소와 치환성 Mg와 Ca의 양료가 중간이며, pH가 낮은 지역에 분포하였다. 이는 김창환과 길봉섭(1992), 정진철 등(1997)이 무등산, 운장산의 삼림 군락 분석에서 들메나무 군락은 습하고 고도가 높은 지대에 군락을 형성하고 있다는 보고와 김현숙(2010)의 덕유산 삼림 군락 분석에서 들메나무군락은 전질소 함량, 치환성양이온(Ca, Mg)의 함량이 높은 값을 나타냈다는 보고와 본 연구 결과와 일치하였다.

환경부 지정 멸종위기 2급 식물인 한계령풀은 자생지 면적이 비교적 크지 않고 국소적인 지역에 고립된 집단이지만, 분포지역의 사면방위, 들메나무의 분포 특성 등을 고려해보면 수분조건이 양호한 토양 입지로 판단되며, 박경배(2000)가 점봉산지역의 들메나무림이 습윤한 환경에서 타수종보다 적응력이 높다고 보고한 것과 김현숙(2010)이 덕유산의 들메나무림이 습윤한 환경에서 타수종보다 적응력이 높다고 보고한 것을 고려할 때, 한계령풀은 습윤한 환경에서 분포한다고 추정할 수 있다. 그러나 지구온난화 등으로 춘

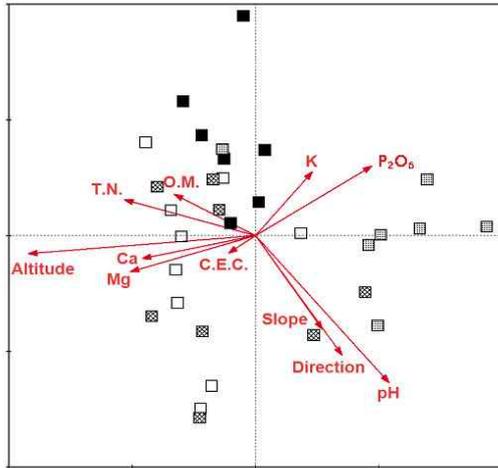


Figure 2. Vegetation data of *L. microthynea* population : DCCA (detrended canonical correspondence analysis) ordination diagram with plots (■, ▨, ▩, □) and environmental variables (arrow). The plots are : ■=*Quercus mongolica* dominant population, ▨=*Morus bombycis* dominant population, ▩=*Fraxinus mandshurica* dominant population, □=*L. microthynea* typical population, C.E.C. : Cation exchange capacity, O. M. : Organic matter, T.N. : Total nitrogen, P₂O₅ : available phosphate.

계 단명식물인 한계령풀이 생육에 유리한 계절이 짧아지고 불순하고 급격한 온도변화와 자생지 내 초본층의 성장경쟁 및 관목층, 교목층의 조기 개엽으로 인한 햇빛투과 차단 시기를 앞당기는 등, 생육여건이 불리한 환경을 발생시킬 수 있다.

IV. 결 론

희귀식물인 한계령풀은 주로 점봉산, 구룡령, 자병산, 가리왕산, 대학산, 금대봉, 태백산 지역의 해발고도 633~1,336m의 습윤한 지역에 군락을 이루며 자생하고 있었으며 해발고도가 낮고 연평균기온이 상대적으로 높은 지역(대학산, 자병산)에서는 주로 북, 북동, 북서 사면에 분포하였다.

식물사회학적 방법에 의한 분류를 실시한 결과, 신갈나무 우점개체군과 산뽕나무 우점개체

군, 들메나무 우점개체군, 한계령풀 전형개체군으로 구분되었다.

한계령풀 개체군의 토양분석결과 유기물함량 8.4~10.58%, 전질소 함량 0.42~0.61%, 치환성 K 함량 0.44~0.59cmol⁺/kg, 치환성 Ca 함량 2.35~6.33cmol⁺/kg, 치환성 Mg의 함량 0.35~0.98cmol⁺/kg, 양이온치환용량 26.04~33.48cmol⁺/kg으로 조사되었다. 토양 pH는 4.69~5.32의 약산성으로 일반적인 산림토양과 유사한 값을 보였다.

식생과 환경과의 상관관계를 분석해 보면, 산뽕나무 우점개체군은 타 개체군보다 해발고가 낮고, 치환성양이온 중 Mg와 Ca, 전질소, 유기물함량의 양료가 상대적으로 낮은 지역에 분포하는 것으로 나타났다. 반면에 pH, 경사는 대체로 산뽕나무 우점개체군이 높은 것으로 나타났다. 들메나무 우점개체군과 한계령풀 전형개체군은 산뽕나무 우점개체군보다 해발고가 다소 높고, 유효인산의 함량이 적으며, 치환성 Mg와 Ca가 상대적으로 많은 입지에 분포하는 것으로 나타났다. 그리고 신갈나무 우점개체군은 해발고가 중간 정도이고, 전질소와 치환성 Mg와 Ca의 양료가 중간이며, pH가 낮은 지역에 분포하였다.

인 용 문 헌

- 김은희. 2007. 점봉산 한계령풀(*Leontice microthynea*) 군락의 생태적 특성. 가톨릭대학교 이학석사학위논문.
- 김태훈 · 정진현 · 이충화 · 구교상 · 이원규 · 강인애 · 김사일. 1991. 토양형별 주요수종의 성장. 임업연구원 연구보고 42 : 91-106.
- 김창환 · 길봉섭. 1992. DCCA와 Polar Ordination에 의한 무등산 삼림군락 분석. 한국생태학회지 15(2) : 117-125.
- 김현숙. 2010. 덕유산국립공원 산림 식생의 생태적 특성 연구. 충남대학교 농학박사학위논문. p.207.
- 농촌진흥청. 2000. 토양 및 식물체 분석법. p.202.

- 대구지방환경청. 2004. 대구경북의 식물조사보고서. p.41.
- 박관수. 2003. 광양, 평창, 영동 지역 신갈나무 임분의 현존생물량 및 순생산량. 한국임학회지 92(6) : 567-574.
- 박관수 · 장규관. 1998. 신갈나무림의 군집별 토양특성. 한국생태학회지 2(2) : 236-241.
- 이미정. 2007. 우리나라 주요 참나무림의 군락구조분석 및 생태적 식재모델연구. 충남대학교 농학박사학위논문. p.108.
- 이상훈. 2008. 멸종위기종인 한계령풀(*Leontice microrhyncha*)의 서식지 특성과 유전적 다양성에 관한 연구. 중앙대학교 이학석사학위논문.
- 장진성 · 김휘 · 김용식. 2001. 국내 희귀 및 멸종위기식물 평가에 대한 제고. 한국식물분류학회지 31(2) : 107-142.
- 정진철 · 장규관 · 최정호 · 장석기 · 오동훈. 1997. TWINSpan과 ordination에 의한 운장산삼림군락과 환경의 상관관계 분석. 한국임학회지 86(4) : 459-465.
- 정진현 · 구교상 · 이충화 · 김춘식. 2002. 우리나라 산림토양의 지역별 이화학적 특성. 한국임학회지 91(6) : 694-700.
- 조하만 · 조천호 · 이종범 · 유근배 · 정귀원. 1989. 소백산의 춘하계에 대한 기온 분포 특성, 기상연구논문집 6(1), 51-06.
- 중부임업시험장. 1997. 희귀 및 멸종위기 식물도감.
- 홍문표. 2004. 설악산 삼림식생의 생태학적 연구. 건국대학교 이학박사학위논문. p.83.
- 환경부. 2005. 멸종위기야생동식물 화보집. 환경부. p.240.
- Braun-Blanquet, J. 1964. Pflanzensoziologie. Grundsätze der Vegetation 3. Auf. Springer-Verlag. Wien, New York. p.865.
- Dierssen, K. 1990. Einführung in die Pflanzensoziologie. Akademie-Verlag Berlin. p.241.
- Hill, M. O. 1979. DECORANA - A FORTRAN Program for Detrended Correspondence Analysis and Reciprocal Averaging. Ithaca, N.Y. Cornell Univ. Press.
- Hill, M. O., and H. G. Jr. Gauch. 1980. Detrended Correspondence Analysis, an improved ordination technique. Vegetation, 42 : 47-58.
- Miller, H. G., and R. L. Donahue. 1990. Soils. An introduction to soils and plant growth. Prentice-Hall. N.J. p.768.
- Ter Braak, C. J. F., and P. Šmilauer. 1998. CANOCO - Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows. Microcomputer Power, Ithaca, USA p.352.

Appendix 1. Vegetation table of *L. microrhyncha* population.

Population type	A							B							C							D									
Serial number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Releve number	2	3	6	1	4	5	13	30	31	24	25	27	11	28	8	29	18	19	20	21	14	15	7	9	22	16	10	17	23	12	26
Altitude(m)	1104	1053	1270	1118	1073	1049	1174	671	679	694	696	633	1091	635	1283	654	1310	1023	1028	1026	1179	1336	1267	1277	1039	1332	1280	1319	1041	1065	697
Direction(°)	72	15	227	88	172	72	38	347	10	30	35	48	48	305	320	355	350	35	35	25	340	337	291	357	80	334	350	337	35	25	360
Slope degree(°)	20	30	25	18	25	20	15	26	23	33	40	25	27	26	8	24	30	27	24	25	25	29	13	12	22	30	14	27	45	27	28
Coverage of upper tree(T1) layer(%)	90	85	90	50	90	90	90	88	85	50	85	65	70	90	65	75	80	65	75	78	90	90	60	70	80	94	65	90	65	60	75
Coverage of lower tree(T2) layer(%)	10	20	5	0	20	30	30	0	18	55	5	0	45	13	65	6	5	70	40	22	50	60	5	10	85	30	10	42	0	85	20
Coverage of shrub(S) layer(%)	10	10	2	5	1	10	15	0	14	0	0	3	18	28	10	3	50	40	40	4	10	15	20	5	12	3	5	10	20	15	0
Coverage of herb(H) layer(%)	80	70	70	70	70	70	80	93	90	95	80	95	85	80	95	96	95	92	90	92	90	95	90	90	90	95	90	95	83	80	95
Number of species	30	23	28	24	19	24	19	17	18	12	16	19	25	24	24	28	36	38	29	29	32	32	24	23	29	31	26	23	27	21	22
<i>Leontice microrhyncha</i> H	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<i>Quercus mongolica</i> T1	3	3	3	3	2b	2a	2a	.	.	.	.	.	.	.	2b	.	.	2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus mongolica</i> T2	2a	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Corydalis turschaninovi</i> H	+	+	.	1	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vicia venosa</i> var. <i>cuspidata</i> H	+	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Artemisia stolonifera</i> H	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Symplocarpus nipponicus</i> H	1	+	.	2a	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lilium disichum</i> H	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sambucus williamsii</i> var. <i>coreana</i> S	+	.	+	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Lychnis cognata</i> H	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Morus bombycis</i> T1	.	2a	.	.	.	.	.	5	5	.	3	3	2a	2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Morus bombycis</i> T2	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	3	2a	2a	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Morus bombycis</i> S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fraxinus mandshurica</i> T1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	3	3	2b	2b	2a	2a	2a	2a	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Fraxinus mandshurica</i> T2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stussarea grandifolia</i> H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euonymus oxyphyllus</i> S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euonymus oxyphyllus</i> H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pseudostellaria palibiniana</i> H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sanicula rubriflora</i> H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Athyrium pycnosorum</i> H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Aranus dioica</i> var. <i>kamshaticus</i> H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hylomecon vernale</i> H	+	1	1	.	1	2a	+	2b	+	.	1	2b	1	1	+	+	+	+	1	2a	1	+	+	+	1	+	+	+	+	1	.
<i>Veratrum oxycarpum</i> H	+	+	+	+	+	1	.	+	.	.	+	+	.	.	2a	+	1	+	+	1	+	+	2a	+	1	1	2a	1	1	.	.
<i>Meehania urticifolia</i> H	.	.	1	+	.	+	1	.	+	+	1	+	+	+	+	.	1	1	2a	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Erythronium japonicum</i> H	1	1	1	1	1	1	+	.	.	.	.	.	.	.	1	.	2b	1	+	+	+	2a	+	1	+	2a	1	1	.	.	+
<i>Smilacina japonica</i> H	.	1	1	.	.	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	1	.	+	+	+	.	.	+	.	1	+
<i>Anemone raddeana</i> H	2m	+	+	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	+	.	.	.	1	.	1	.	+	+	2m	.	.	+	+
<i>Aconitum jalbuense</i> H	.	+	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	+	+	1	1	+	+	.	+	+	+	.	+	+	+	+
<i>Pimpinella brachycarpa</i> H	+	.	1	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	+	+	+	+	.	+	+	+	+	.	2m	+	+	+	.
<i>Dryopteris crassirhizoma</i> H	.	.	.	.	.	.	r	1	2a	.	.	.	1	2a	.	3	1	1	.	.	1	1	1	.	1	1	r	.	1	.	1
<i>Anemone koraiensis</i> H	.	1	2m	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	1	1	+	.	+	1	.	+	.	
<i>Carnus controversa</i> T1	3	.	.	.	.	.	3	2a	.	.	.	.	3	3	.	3	2b	2a	2b	3	3	4	.	3	.	3	.	2a	.	.	
<i>Corydalis grandicalyx</i> H	.	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	2m	.	2m	.	.	.	1	2m	+	2m	.	2m	2m	1	.	2m	.
<i>Heracleum moellendorffii</i> H	1	.	1	.	1	r	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	1	r	1	.	.	1	.	1	.	1	.	1	.	.
<i>Asilbe chinensis</i> var. <i>avidii</i> H	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	2m	1	1	.	.	+	+	.	+	+	+	.	.
<i>Allium monanthum</i> H	.	.	2m	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	+	+	+	.	+	1	+	.	1
<i>Deutzia glabrata</i> S	.	.	.	.	+	r	1	+	1	.	.	+	1	+	.	.	.	1	.	.	1	2a	.	.	.	.	.	.	.	2a	1
<i>Pseudostellaria heterophylla</i> H	+	.	2m	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	+	.	.	.	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Paris verticillata</i> H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Acer truncatum</i> T1	.	2b	3	.	3	.	2b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2b	2b	3	2b	2b	2a	2b	.

