

# 남한에서 만병초(*Rhododendron brachycarpum* D. Don ex G. Don) 개체군의 식생구조와 입지 특성<sup>1a</sup>

황 옹<sup>2</sup> · 한무석<sup>2</sup> · 김용율<sup>2</sup> · 김무열<sup>3\*</sup>

## Vegetation Structure and Site Characteristics of *Rhododendron brachycarpum* Population in South Korea<sup>1a</sup>

Yong Hwang<sup>2</sup>, Mu-Seok Han<sup>2</sup>, Yong-Yul Kim<sup>2</sup>, Mu-Yeol Kim<sup>3\*</sup>

### 요 약

본 연구는 만병초 개체군을 식물사회학적 방법으로 군락을 분류하고, 토양을 분석하였으며, 식생과 환경과의 상관관계를 밝히고자 분포서열법을 사용하여 분석하였다. 만병초 개체군은 주로 한반도 백두대간의 고산지대와 울릉도에 분포하고 해발고는 872~1466m의 높이에 위치하고 있다. 만병초 개체군은 회솔나무 우점개체군, 함박꽃나무 우점개체군, 눈측백 우점개체군, 만병초 전형개체군으로 분류되었다. 토양의 이화학적 특성을 분석한 결과 유기물함량은 10.45~15.28%, 전질소함량 0.37~0.61%, 치환성  $K^+$ 는 0.21~0.35cmol<sup>+</sup>/kg,  $Ca^{2+}$ 는 0.39~2.54cmol<sup>+</sup>/kg,  $Mg^{2+}$ 는 0.17~0.50cmol<sup>+</sup>/kg, 양이온치환용량 18.28~22.81cmol<sup>+</sup>/kg이며, 토양 pH는 4.66~5.23인 것으로 조사되었다. DCCA를 이용한 만병초 개체군의 식생과 환경요인과의 상관관계를 분석한 결과 해발고도가 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났으며 군락별 입지 특성은 회솔나무 우점개체군이 사면경사가 급하고 양료 중 전질소와 유기물함량이 낮은 지역에 분포하였고, 회솔나무 우점개체군에 비해 함박꽃 우점개체군과 눈측백 우점개체군은 사면경사가 낮고 전질소와 유기물의 양료가 높은 입지에 분포하였다. 눈측백 우점개체군은 해발고와 노암율이 높은 곳에 분포하는 것으로 나타났다. 만병초의 자생지는 약초채집으로 인한 훼손으로부터 취약한 상태이다. 따라서 개체군의 생육특성 파악과 자생지의 보전을 위한 구체적인 대책 마련이 요구된다.

주요어: 개체군 생태, 식물사회학, 토양특성

### ABSTRACT

This study was carried out to analyze the vegetation properties, soil characteristics and ordination of *Rhododendron brachycarpum* population in South Korea. *Rhododendron brachycarpum* were mainly distributed along the Ulleungdo and Baekdudaegan of the Korean peninsula and its population was located at an elevation of 872m to 1466m. The *Rhododendron brachycarpum* population was classified into *Taxus cuspidata* var. *latifolia* dominant population, *Magnolia sieboldii* dominant population, *Thuja koraiensis* dominant population and *Rhododendron brachycarpum* typical population. The composition of soil properties

1 접수 2014년 9월 4일, 수정 (1차: 2014년 12월 22일), 게재확정 2014년 12월 23일

Received 4 September 2014; Revised (1st: 22 December 2014); Accepted 23 December 2014

2 국립산림품종관리센터 Korea Forest Seed & Variety Center, 72 Suhoeri-ro, Suanbo-myeon, Chungju 380-941, Korea

3 전북대학교 생명과학과 Dept. of Biological Sciences, Chonbuk Nat'l Univ., Jeonju 561-756, Korea

a 이 논문은 산림청의 2013년도 품종심사를 위한 신품종 육성검증 기초연구(과제번호: KFSV KFSV 2009-1-2-3)에 의하여 연구되었음.

\* 교신저자 Corresponding author: Tel: 010) 7248-2788, E-mail: mykim@jbnu.ac.kr

in the same areas are as follows: organic matter, total nitrogen, available phosphorous, exchangeable  $K^+$ , exchangeable  $Ca^{2+}$ , exchangeable  $Mg^{2+}$  contained, and soil pH. The capacities of these chemical properties of the soil ranged from 10.45~15.28%, 0.37~0.61%, 0.21~0.35 $cmol^+/kg$ , 0.39~2.54 $cmol^+/kg$ , 0.17~0.50 $cmol^+/kg$ , 18.28~22.81 $cmol^+/kg$  and 4.66~5.23 respectively. The results of the correlation between communities and soil conditions of vegetation of *Rhododendron brachycarpum* by DCCA ordination method are as follows: *Taxus cuspidata* var. *latifolia* dominant population was found in the very steep sloped area that has low percentage of total organic matter and nitrogen than other populations. *Magnolia sieboldii* dominant population and *Thuja koraiensis* dominant population was found in the steep sloped area that has high percentage of total organic matter and nitrogen than other populations. *Thuja koraiensis* dominant population was found in the gentle sloped area that has high percentage of altitudinal and rock exposure. Current status of *Rhododendron brachycarpum* is very vulnerable with a collection of herbs constantly threatening the species' survival. Thus, concrete conservation plans to protect natural habitats should be set up as soon as possible.

**KEY WORDS: POPULATION ECOLOGY, PHYTOSOCIOLOGY, SOIL CHARACTERISTIC**

## 서론

우리 나라 백두대간과 울릉도에 분포하는 만병초는 진달래과(Ericaceae)에 속하며 국내에는 백산차속(*Ledum*), 진달래속(*Rhododendron*), 가솔송속(*Phyllodoce*), 진퍼리꽃나무속(*Chamaedaphne*), 장지식남속(*Andromeda*), 홍월굴속(*Arctous*), 산앵도나무속(*Vaccinium*) 등 7개 속이 존재한다. 그중 만병초를 포함한 진달래속(*Rhododendron*) 11종이 국내에 자생하는 것으로 알려져 있다(Flora of Korea Editorial Committee, 2007). 만병초류들은 유럽과 북미의 식물원, 공원 등에서 관상수로 널리 사용되고 있으며 200년 이상 육종 소재로 이용되었고, 최고의 정원 식물로 평가받고 있다(Sim et al., 2011). 만병초는 중국에서 칠리향(七里香) 또는 향수(香樹)로 불리며 유사종인 *Rhododendron spanotrichum* Balf. f. & W. W. Sm.을 홍화두견(紅花杜鵑)이라 하며 만성기관지염, 골수염, 객혈 등의 치료에 사용한다(Byun et al., 2005). 국내의 만병초는 민간에서 위, 장의 민무늬근 경련에 의해 생기는 요배산통, 동통, 관절통, 신장의 기능이 약해져 생기는 신허요통, 음위, 월경불순, 불임증 등의 치료, 신경통, 고혈압, 강장제, 이뇨제로 효과가 있는 것으로 알려져 있다(So, 1994; Kim, 1996; Ahn, 2000). 위와 같이 민간 요법 또는 본초학을 직·간접적으로 접한 등산객과 산채꾼들에 의해 무분별하게 훼손되어 현재 서식지가 심각하게 위협받고 있는 실정이다(National Institute of Environmental Research, 2007; Lee and Shim, 2011). 환경부 지정 멸종위기야생식물 2급으로 형태가 유사한 노랑만병초 또한 피해

를 받아 설악산과 태백산에 일부 지역에 분포하던 개체 중 태백산에 분포하는 개체는 더 이상 확인되지 않고 있다(Jang et al., 2009). 울릉도 개체군의 경우 도민들의 나뭇채취로 인해 직·간접적으로 피해를 받고 있다. 이에 따라서 만병초에 대한 종자발아(Lee et al., 1982; Lee et al. 2014), 생육환경(Hong et al., 1983), 재배환경(Hong et al., 1984) 등 증식 및 재배에 관한 연구가 진행되었다. 최근 만병초에 대한 생약학적 해명(Park et al., 1995)과 입추출물의 생리활성(Byun et al., 2005)에 대한 연구가 진행되었으며, 그 외에 만병초 DNA를 이용한 계통 및 생물지리학적 연구(Choi, 2007), 환경생태학적 특성연구(Lee and Shim, 2011)가 진행되었다. 이처럼 생물자원으로 각광 받고 있는 만병초는 현재 정확한 분포면적 및 입지환경, 개체수에 대한 자료가 부족한 것으로 사료된다. Lee and Shim(2011)의 연구에서 앞서 제시한 정보가 일부 수집 되었으나 입지환경에 대한 자료가 미비하며 조사 지역이 광범위 하고 접근이 용이하지 않은 위치에 있어 조사 방형구 수의 부족으로 수집 데이터에 한계를 보이고 있다. 또한 백두대간의 덕유산, 지리산 지역 자생지에 대한 언급이 없으며, 내륙집단과 도서집단에 대한 환경 및 입지특성에 대한 구체적인 정보에 한계가 있었다. 본 연구는 만병초의 개체군을 분류하고 내륙집단과 도서집단의 입지환경 및 토양특성을 밝혀 자생지에서 복원 증식에 필요한 자료를 확보하고 만병초의 현지보전 및 복원 전략 수립과 약용가치가 높은 희귀수종 자원보존 및 육종연구와 재배에 중요한 기초자료로 활용하는 것을 목적으로 수행하였다.

## 연구방법

### 1. 식생분석

만병초의 자생지는 크게 육지형과 울릉도형으로 구분되며, 육지형은 백두대간을 중심으로 해발 1,000m 이상 고지대에 자생한다. 백두대간은 역사시대에 형성된 개념으로 백두산에서 시작하여 원산, 낭림산, 두류산, 금강산, 오대산, 태백산, 속리산을 거쳐 지리산에 이르는 가장 큰 산줄기를 말한다(Lee *et al.*, 2003) 울릉도형은 울릉도 한 지역을 포함하며 포항에서 동북쪽으로 217km, 후포에서 159km, 임원에서 137km 거리의 동해상에 위치하고 있으며, 북위 37° 25' 00"~37° 30' 00", 동경 130° 46' 00"~130° 50' 00" 사이에 위치한다. 울릉도 최고봉인 성인봉(984m)을 정점으로 북동쪽에 말잔등(천두산, 967m), 나리봉(813.2m)이, 북서쪽으로는 미륵산(900.8m)과 초봉(608.2m)이 연봉을 이루며 북면과 서면의 경계로 잇대어 있으며, 성인봉 북쪽 바로 밑으로는 나리분지가 발달해 있다. 본 연구는 설악산(1,708m), 점봉산(1,424m), 개인산(1,341m), 계방산(1,577m), 오대산(1,563m), 태백산(1,567m), 함백산(1,572m), 지리산(1,915m), 울릉도 성인봉(984m)을 대상으로 만병초가 자생하는 천연림에서 실시하였다(Figure 1). 만병초와 함께 출현한 종들을 살펴보면 교목은 분비나무, 주목, 회솔나무, 마가목, 당단풍나무, 까치박달나무, 소나무, 곰솔, 신갈나무, 피나무, 너도밤나무, 우산고로쇠, 귀룽나무, 거제수나무, 개서어나무,

층층나무, 섬벚나무, 노각나무, 솔송나무, 야광나무 등이 출현하였고, 아교목은 당단풍나무, 함박꽃나무, 쪽동백나무, 두메오리나무 등이 출현하였다. 관목은 눈측백, 홍피불나무, 산앵도나무, 꽃개회나무, 나래회나무, 철쭉, 산철쭉, 미역줄나무, 개다래, 붉은병꽃나무, 매발톱나무, 쉬땅나무, 덩불조팝나무, 섬쥐똥나무, 생열귀나무, 정향나무, 개회나무, 개암나무, 생강나무, 국수나무, 백당나무, 산가막살나무, 병꽃나무 등이 출현하였으며, 초본으로는 뱀고사리, 관중, 뱀뚝, 퍼진고사리, 삿갓나물, 큰개별꽃, 나래박쥐나물, 눈개승마, 송이풀, 개고사리, 다람쥐꼬리 등이 출현하였다.

조사지의 기후분포는 조사지역과 가장 가까운 곳에 위치하는 인제(설악산, 점봉산, 개인산), 홍천(오대산, 계방산), 태백(태백산, 함백산), 산청(지리산), 울릉(성인봉) 기상관측소에서 측정한 지난 1981~2010년까지의 30년간 기상자료에 따른 조사지역의 연평균기온은 8.7~12.8°C이며, 연강수량은 1,210.5~1556.6mm로 나타났다.

### 2. 조사분석

야외조사는 2013년, 2014년 6~7월에 조사하였고, 만병초가 자생하는 지역을 대상으로 설악산 5개소, 점봉산 3개소, 개인산 2개소, 계방산 4개소, 오대산 2개소, 태백산 3개소, 함백산 4개소, 지리산 1개소, 울릉도 10개소 등 총 34개의 조사구를 설정하였다. 조사구 면적은 중첩방형구법을 이용하여 교목층과 아교목층은 15×15m 크기로 관목층, 초본층은 10×10m 크기로 조사구를 설치하였다(Figure 1). 각 조사구에서 출현하는 종 가운데 흉고직경 2cm 이상의 수목을 대상으로 매목조사를 실시하여 Curtis and McIntosh (1951)의 방법에 따라 중요치를 산출하였다. 또한 식물사회학적 조사를 위하여 출현종을 교목층, 아교목층, 관목층, 초본층으로 구분하여 기록 하였으며, 교목층의 평균수고(m)와 평균피도(%)를 기록하였다. 조사구 출현종의 우점도는 Braun-Blanquet(1964)의 우점도 7등급을 변형한 Dierssen (1990)의 9등급을 적용하였다(Table 1).

각 방형구 마다 입지특성을 파악하기 위해 위·경도, 해발고도는 GARMIN社의 GPSmap 60CSx를 이용하여 지리정보를 수집하였고, SUUNTO社의 clinometer를 이용하여 사면방위와 경사의 입지 환경요인을 측정하였다. 조사된 자료는 일련의 표조작(Mueller-Dombois and Ellenberg, 1974)을 거쳐 개체군을 분류하였으며, 총합상재도표를 작성하여 개체군간의 종조성을 비교하였다.

토양시료는 각 조사구에서 유기물층을 제거한 후 깊이 0~10cm에서 채취하여, 자연 건조한 후 토양의 이화학적 특성을 분석하였다(Rural Development Administration, 2000). 토양의 유기물 함량은 Tyurin법으로 분석하였고, 전질소함

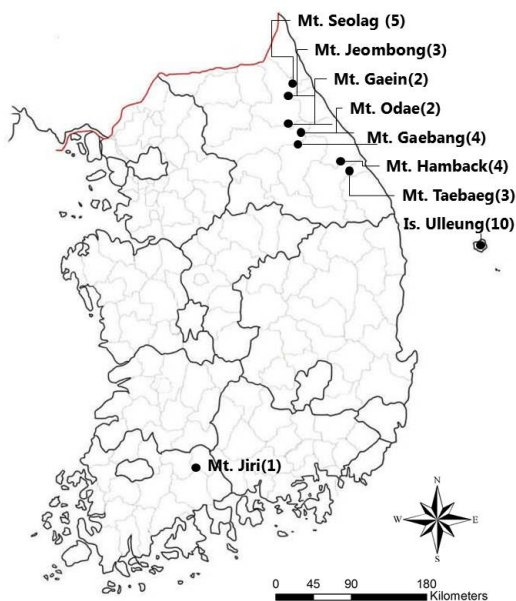


Figure 1. The locations of study sites

Table 1. Species dominance grade of Dierssen (1990)

Dominance	Individual	Coverage
r	1~2	1% or less
+	3~4	5% or less
1	5~50	5% or less
2m	50 above	5% or less
2a	any number	5~12.5%
2b	any number	12.5~25%
3	any number	25~50%
4	any number	50~75%
5	any number	75 above

유량은 macro-Kjeldahl법, 유효인산은 Ascorbic acid에 의한 몰리브덴 청법으로 정량하였으며, 치환성 양이온  $K^+$ ,  $Ca^+$ ,  $Mg^+$ 는 ICP(Inductively Coupled Plasma mass spectrometer)를 이용하여 분석하였다. 토양의 pH는 1 : 5로 희석하여 측정하였고(Black et al., 1965; Bicklhaupt and White, 1982), 양이온치환용량(C.E.C. : Cation Exchange Capacity)을 구하였다.

Ordination 분석은 CA(Correspondence Analysis)의 확장인 DCCA(Detrended Canonical Correspondence Analysis)로 환경인자를 직접 이용하였고(Hill, 1979; Hill and Gauch, 1980), 자료의 분석은 Ter Braak and Smilauer(1998)의 CANOCO(version 4.5)를 이용하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 개체군의 분류

만병초는 해발고 691~1,670m 사이의 산 능선과 노출된 급경사면의 돌이 많고 부식질이 많은 북사면에 주로 분포하였다. 만병초의 교목층으로는 분비나무, 마가목, 너도밤나무, 우산고로쇠, 당단풍나무, 까치박달나무, 소나무, 곰솔, 신갈나무, 주목, 피나무 등이 주를 이루었고, 아교목층으로는 마가목, 주목, 당단풍나무, 부계꽃나무, 분비나무, 함박꽃나무, 귀룽나무, 시달나무, 거제수나무, 너도밤나무, 쪽동백나무, 피나무, 관목층으로는 꽃개회나무, 시달나무, 당단풍나무, 마가목, 철쭉, 나래회나무, 산철쭉, 미역줄나무, 붉은병꽃나무, 개다래, 덩굴조팝나무, 섬쥐똥나무, 생열귀나무, 정향나무, 생강나무, 지렁나무, 국수나무, 백당나무, 산가막살나무, 병꽃나무, 솔송나무, 개암나무, 회솔나무 등이 자라는 곳에 분포한다. 초본층으로는 뱀고사리, 관중, 뱀뚝, 나래박쥐나무, 퍼진고사리, 샷갓나무, 큰개별꽃, 송이풀, 대사초, 개고사리, 다람쥐꼬리, 두루미꽃, 박새, 도깨비부채 등이 주로 나타났다.

전체 34개 조사구에서 출현한 182종을 대상으로 개체군

을 분류한 결과 만병초 개체군은 회솔나무 우점개체군(*Taxus cuspidata* var. *latifolia* dominant population), 함박꽃나무 우점개체군(*Magnolia sieboldii* dominant population), 눈측백 우점개체군(*Thuja koraiensis* dominant population), 만병초 전형개체군(*Rhododendron brachycarpum* typical population)으로 구분되었고, 식생표에서 만병초 개체군의 종조성은 울릉도형과 육지형으로 구분할 수 있었다(Table 2).

#### 1) 회솔나무 우점개체군

회솔나무 우점개체군은 울릉도에만 분포하고 총 10개 조사구가 포함되었으며, 해발고도는 691~976m(평균 872m)로 분포하였고, 주로 북사면에 나타났다. 사면 경사는 40~80°(평균 51°)에 노암율은 평균 30%에 분포하였다. 방형구당 12~18종(평균 15종)이 출현하였다. 교목층은 평균 13%의 피도로 마가목이 주로 우점하였고 우산고로쇠, 피나무, 너도밤나무, 신갈나무 등이 함께 출현하였다. 아교목층은 평균 30% 피도로 마가목, 당단풍나무가 우점하였고 너도밤나무, 쪽동백나무, 우산고로쇠 등이 함께 출현하였다. 관목층의 피도는 67%로 주로 만병초가 우점도 3~4값으로 구분중인 회솔나무가 1~2값으로 함께 출현하였다. 초본층은 35% 피도로 왓살고사리, 개고사리, 뱀고사리, 큰두루미꽃, 큰줄방제비꽃, 우산제비꽃 등이 출현하였다. 우점개체군 구분중으로 섬조릿대, 섬노루귀, 선갈퀴, 너도밤나무, 바위수국, 등수국, 일색고사리, 큰두루미꽃, 울릉산마늘 등이 나타났다.

#### 2) 함박꽃나무 우점개체군

우점개체군은 계방산, 개인산, 오대산, 지리산 등에서 총 9개 조사구가 포함되었으며, 해발고도는 1,172~1,555m(평균 1387m)로 분포하였고, 주로 북사면에 나타났다. 사면 경사는 30~80°(평균 42°)에 노암율은 평균 42%에 분포하였다. 방형구당 평균 27~42종(평균 36종)이 출현하였다. 교목층은 평균 9%의 피도로 분비나무가 주로 우점하였고 주목과 까치박달나무가 함께 출현하였다. 아교목층은 평균 29% 피도로 구분중인 함박꽃나무가 1~2값으로 우점하였고 시달나무, 주목, 꽃개회나무, 부계꽃나무 등이 함께 출현하였다. 관목층의 피도는 60%로 만병초, 시달나무, 미역줄나무가 함께 출현하였다. 초본층은 28% 피도로 관중, 대사초, 나래박쥐나무, 큰개별꽃 등이 출현하였다. 우점개체군 구분중으로 도깨비부채, 노루오줌, 각시서덜취, 개시호 등이 나타났다.

#### 3) 눈측백 우점개체군

우점개체군은 설악산, 함백산, 점봉산 등에서 총 6개 조사구가 포함되었으며, 해발고도는 1,363~1,670m(평균 1442m)

로 분포하였고, 주로 북사면에 나타났다. 사면 경사는 32~45° (평균 39°)에 노암을 평균 50.5%에 분포하였다. 방형구당 평균 20~29종(평균 22종)이 출현하였다. 아교목층은 평균 18% 피도로 마가목이 우점하였고 부계꽃나무, 분비나무가 함께 출현하였다. 관목층의 피도는 62%로 만병초와 눈썹백이 주로 우점하였고 나래회나무, 철쭉, 산철쭉, 꽃개회나무 등이 함께 출현하였다. 초본층은 16% 피도로 퍼진고사리, 다람쥐꼬리, 뱀톱 등이 함께 출현하였다. 우점개체군 구분

종은 산앵도나무, 홍피불나무로 나타났다.

4) 만병초 전형개체군

우점개체군은 함백산, 태백산, 점봉산, 오대산 등에서 총 9개 조사구가 포함되었으며, 해발고도는 1,340~1522m(평균 1466m)로 분포하였고, 주로 북사면에 나타났다. 사면 경사는 28~60°(평균 37°)에 분포하였다. 방형구당 평균 34종(31~43종)이 출현하였다. 교목층은 평균 2%의 피도로 분

Table 2. Synthesis table of *Rhododendron brachycarpum* populations using by ZM school's method

Habitat type	Ulleungdo		Inland	
Popualtion type	A	B	C	D
Number of releve	10	9	7	8
Mean altitude	872	1387	1442	1466
Mean Slope degree	51	42	39	37
Mean Coverage of upper tree(T1) layer(%)	13	9	0	2
Mean Coverage of lower tree(T2) layer(%)	30	29	18	13
Mean Coverage of shrub(S) layer(%)	67	60	62	79
Mean Coverage of herb(H) layer(%)	35	28	16	23
Number of species	15	36	22	34
Rock exposure(%)	31	42	50	49
<i>Rhododendron brachycarpum</i> (만병초)	V	V	V	V
<i>Taxus cuspidata</i> var. <i>latifolia</i> (회솔나무)	V	.	.	.
<i>Sasa kurilensis</i> (섬조릿대)	IV	.	.	.
<i>Hepaticamaxima</i> (섬노루귀)	IV	.	.	.
<i>Asperula odorata</i> (선갈퀴)	IV	.	.	.
<i>Fagus engleriana</i> (너도밤나무)	III	.	.	.
<i>Schizophragma hydrangeoides</i> (바위수국)	III	.	.	.
<i>Hydrangea petiolaris</i> (등수국)	III	.	.	.
<i>Arachniodes standishii</i> (일색고사리)	III	.	.	.
<i>Maianthemum dilatatum</i> (큰두루미꽃)	III	.	.	.
<i>Viola kusanoana</i> (큰줄방제비꽃)	II	.	.	.
<i>Allium ochotense</i> (울릉산마늘)	II	.	.	.
<i>Magnolia sieboldii</i> (함박꽃나무)	.	V	.	.
<i>Rodgersia podophylla</i> (도깨비부채)	.	V	.	.
<i>Astilbe rubra</i> (노루오줌)	.	IV	.	.
<i>Saussurea macrolepis</i> (각시서덜취)	.	III	.	.
<i>Bupleurum longeradiatum</i> (개시호)	.	III	.	.
<i>Thuja koraiensis</i> (눈썹백)	.	.	V	.
<i>Vaccinium hirtum</i> var. <i>koreanum</i> (산앵도나무)	.	.	V	.
<i>Lonicera sachalinensis</i> (홍피불나무)	.	I	IV	.
<i>Sorbus commixta</i> (마가목)	V	III	III	III
<i>Tripterygium regelii</i> (미역줄나무)	.	IV	V	V
<i>Euonymus macropterus</i> (나래회나무)	.	IV	V	V
<i>Syringa wolfii</i> (꽃개회나무)	.	III	V	V
<i>Athyrium yokoscense</i> (뺨고사리)	IV	III	IV	IV
<i>Acer komarovii</i> (시닥나무)	.	IV	V	V

\* A: *Taxus cuspidata* var. *latifolia* dominant population, B: *Magnolia sieboldii* dominant population, C: *Thuja koraiensis* dominant population, D: *Rhododendron brachycarpum* typical population, The other 156 species were omitted by author.

비나무가 주로 우점하였다. 아교목층은 평균 13% 피도로 귀룽나무, 거제수나무, 마가목, 주목 등이 출현하였다. 관목층의 피도는 79%로 시달나무, 나래회나무, 철쭉, 꽃개회나

무, 주목이 우점도 1~2 값으로 함께 출현하였다. 초본층은 23% 피도로 전호, 관중, 두루미꽃, 샷갓나물, 나래박쥐나물, 박새 등이 출현하였다.

Table 3. Importance value of the major tree species in the *Rhododendron brachycarpum* population

Species	Relative coverage(%)	Relative density(%)	Relative frequency(%)	Importance value(%)
<i>Abies nephrolepis</i>	2.95	11.78	3.54	18.28
<i>Acer komarovii</i>	4.37	1.55	5.18	11.09
<i>Acer okamotoanum</i>	0.41	1.18	0.27	1.86
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	4.57	3.04	4.90	12.52
<i>Acer ukurunduense</i>	2.12	4.22	3.00	9.34
<i>Actinidia polygama</i>	0.62	0.02	1.91	2.55
<i>Alnus maximowiczii</i>	0.71	0.47	0.82	2.00
<i>Berberis amurensis</i>	0.78	0.26	1.36	2.40
<i>Betula chinensis</i>	0.41	0.08	0.82	1.31
<i>Betula costata</i>	0.74	3.23	1.36	5.34
<i>Carpinus tschonoskii</i>	0.25	0.62	1.09	1.97
<i>Cornus controversa</i>	0.29	0.43	0.54	1.26
<i>Deutzia glabrata</i>	0.29	0.13	0.82	1.23
<i>Euonymus macropterus</i>	6.19	4.63	5.72	16.55
<i>Fagus engleriana</i>	6.19	4.63	1.36	12.19
<i>Ligustrum foliosum</i>	0.64	0.02	0.54	1.21
<i>Lonicera sachalinensis</i>	0.83	0.29	1.63	2.76
<i>Magnolia sieboldii</i>	2.10	1.95	2.18	6.23
<i>Pinus densiflora</i>	0.17	0.86	0.27	1.30
<i>Pinus koraiensis</i>	0.68	0.85	0.54	2.07
<i>Pinus thunbergii</i>	0.24	2.75	0.27	3.26
<i>Prunus padus</i>	2.16	4.64	3.27	10.06
<i>Prunus takesimensis</i>	0.64	0.69	0.54	1.88
<i>Quercus mongolica</i>	1.60	2.94	2.72	7.26
<i>Rhododendron brachycarpum</i>	18.63	4.52	9.26	32.42
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	4.13	0.94	3.81	8.89
<i>Rhododendron yedoense f. poukhanense</i>	1.71	0.39	3.00	5.09
<i>Rosa davurica</i>	0.35	0.03	1.36	1.74
<i>Sorbaria sorbifolia var. stellipila</i>	0.46	0.03	0.82	1.31
<i>Sorbus commixta</i>	8.52	18.07	6.54	33.13
<i>Spiraea miyabei</i>	0.44	0.22	1.09	1.75
<i>Styrax obassia</i>	0.85	0.91	0.82	2.58
<i>Syringa wolfii</i>	4.83	1.93	5.45	12.21
<i>Taxus cuspidata var. latifolia</i>	2.15	0.92	1.91	4.97
<i>Taxus cuspidata</i>	3.54	14.50	4.09	22.13
<i>Thuja koraiensis</i>	1.41	0.22	1.36	3.00
<i>Tilia amurensis</i>	1.27	2.77	1.63	5.67
<i>Tripterygium regelii</i>	7.02	1.08	5.99	14.10
<i>Tsuga sieboldii</i>	0.41	0.35	0.27	1.03
<i>Vaccinium hirtum var. koreanum</i>	0.55	0.08	1.09	1.72
<i>Weigela florida</i>	0.92	0.19	2.18	3.29
The others	2.86	1.57	4.63	9.06
Total	100.00	100.00	100.00	300.00

2. 중요치 분석

식물 군락의 분류 이외에 각 조사구의 식생조사 자료를 토대로 중간 상대적 우세를 통합적으로 비교하기 위하여 Curtis & McIntosh(1951)의 방법에 따라 중요치를 산출하

였다(Table 3). 그 결과는 전체 181종 가운데 마가목의 중요치가 33.71%로 가장 높게 나타났으며, 만병초 32.42%, 주목 22.13%, 분비나무 18.28%, 나래회나무 16.55%, 미역줄나무 14.10%, 당단풍나무 12.52%, 꽃개회나무 12.52%, 너도밤나무 12.19%, 시닥나무 11.09%, 귀룽나무 10.06%

Table 4. Importance value of the major tree species in the Ulleungdo Habitat type *Rhododendron brachycarpum* population

Species	Relative coverage(%)	Relative density(%)	Relative frequency(%)	Importance value(%)
<i>Acer okamotoanum</i>	7.96	1.60	3.08	4.21
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	10.62	9.60	13.85	11.36
<i>Alnus maximowiczii</i>	2.94	1.60	3.08	2.54
<i>Fagus engleriana</i>	15.75	8.00	7.69	10.48
<i>Ligustrum foliosum</i>	0.08	2.40	4.62	2.36
<i>Pinus koraiensis</i>	0.47	1.60	3.08	1.72
<i>Pinus thunbergii</i>	10.41	0.80	1.54	4.25
<i>Prunus takesimensis</i>	6.15	3.20	9.23	6.19
<i>Quercus mongolica</i>	0.03	0.80	1.54	0.79
<i>Rhododendron brachycarpum</i>	2.45	35.20	15.38	17.68
<i>Sorbus commixta</i>	29.08	20.80	15.38	21.76
<i>Styrax obassia</i>	3.93	3.20	4.62	3.91
<i>Taxus cuspidata</i> var. <i>latifolia</i>	1.98	5.60	10.77	6.12
<i>Tilia amurensis</i>	7.19	4.00	4.62	5.27
<i>Tsuga sieboldii</i>	0.96	1.60	1.54	1.37
Total	100.00	100.00	100.00	300.00

\* The other 27 species were omitted by author.

Table 5. Importance value of the major tree species in the Inland Habitat type *Rhododendron brachycarpum* population

Species	Relative coverage(%)	Relative density(%)	Relative frequency(%)	Importance value(%)
<i>Abies nephrolepis</i>	22.41	4.00	4.29	10.23
<i>Acer komarovii</i>	0.97	6.77	6.79	4.84
<i>Acer pseudosieboldianum</i>	0.40	2.77	3.21	2.13
<i>Acer ukurunduense</i>	5.25	3.38	3.57	4.07
<i>Betula costata</i>	1.41	1.23	2.86	1.83
<i>Euonymus macropterus</i>	0.39	5.23	6.79	4.13
<i>Lonicera sachalinensis</i>	0.11	1.85	2.14	1.37
<i>Magnolia sieboldii</i>	2.72	2.15	2.50	2.46
<i>Pinus densiflora</i>	3.64	0.31	0.36	1.44
<i>Prunus padus</i>	2.69	3.69	4.29	3.55
<i>Quercus mongolica</i>	7.14	2.46	3.21	4.27
<i>Rhododendron brachycarpum</i>	1.30	14.15	7.14	7.53
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	0.41	4.92	4.29	3.21
<i>Rhododendron yedoense</i> f. <i>poukhanense</i>	0.21	3.08	3.57	2.29
<i>Sorbus commixta</i>	7.24	5.23	5.00	5.82
<i>Syringa wolfii</i>	1.24	5.54	6.79	4.52
<i>Taxus cuspidata</i>	33.13	4.62	4.64	14.13
<i>Thuja koraiensis</i>	0.22	3.69	1.79	1.90
<i>Tilia amurensis</i>	4.22	0.62	0.71	1.85
<i>Tripterygium regelii</i>	0.56	9.23	6.43	5.41
<i>Weigela florida</i>	0.12	1.54	1.79	1.15
Total	100.00	100.00	100.00	300.00

의 순으로 나타났다.

이들 개체군의 종조성은 울릉도형(A)과 내륙형(B~D)으로 구분되었다. 각 각 중요치를 산출한 결과 울릉도형(A) 만병초 자생지에서는 마가목의 중요치가 21.76%로 가장 높게 나타났으며, 만병초 17.68%, 당단풍나무 11.36%, 너도밤나무 10.48%, 섬벚나무 6.19%, 회솔나무 6.12%, 피나무 5.27%, 곰솔 4.25%, 우산고로쇠 4.21%, 쪽동백나무 3.91%, 두메오리나무 2.94% 순으로 나타났다(Table 4).

내륙형(B~D) 만병초 자생지에서는 주목의 중요치가 14.13%로 가장 높게 나타났으며, 분비나무 22.41%, 만병초 7.53%, 마가목 5.82%, 미역줄나무 5.41%, 시달나무 4.84%, 꽃개회나무 4.52%, 신갈나무 4.27%, 나래회나무 4.13%, 부계꽃나무 4.07%, 귀룽나무 3.55%, 철쭉 3.21%, 함박꽃나무 2.46%, 산철쭉 2.29%, 당단풍나무 2.13%, 눈측백 1.9%, 피나무 1.85%, 거제수나무 1.83%, 소나무 1.44%, 홍괴불나무 1.37%, 붉은병꽃나무 1.15% 순으로 나타났다(Table 5).

회솔나무 우점개체군은 전체 37종이 출현하였으며 마가목이 21.76%로 가장 높게 나타났다. 그 다음으로 만병초, 당단풍나무, 너도밤나무, 회솔나무 순으로 나타났다. 함박꽃나무 우점개체군은 전체 126종이 출현하였으며 주목이 27.8%로 가장 높게 나타났다. 그 다음으로 분비나무, 만병초, 함박꽃나무, 신갈나무 순으로 나타났다. 눈측백 우점개체군은 전체 52종이 출현하였으며 주목이 16.6%로 가장 높게 나타났다. 그 다음으로 마가목, 분비나무, 만병초, 부계꽃나무 순으로 나타났다. 만병초 전형개체군은 주목이 19.1%, 귀룽나무 11.5%, 미역줄나무 9.1%가 고르게 분포하였다. 개체군별 중요치에서는 마가목, 당단풍나무, 피나무가 내륙과 도서 모두 전체적으로 고르게 분포하는 특징을 보였다. 조사지역의 상층수목은 고산형 수종인 마가목, 주목, 분비나무, 회솔나무 등 낙엽활엽수와 침엽수가 함께 나타나며 자생지 위치는 대부분 북사면에 노암이 있는 곳에 위치하였다. 관목층과 초본층의 구성은 비교적 습기가 많고

약간 반그늘인 서식환경을 선호하는 식물들이 확인되었고 Lee and Shim(2011)의 연구와 유사하였다.

### 3. 토양 분석

산림토양은 산림생태계를 구성하는 많은 환경인자 중의 하나로서 임목의 분포, 생장 및 갱신에 매우 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Park and Lee, 1990). 따라서 본 연구에서는 만병초의 분포와 토양환경과의 관계를 알아보고자 만병초 개체군별 토양의 이화학적 특성을 분석하였다(Table 6).

토양의 이화학적 특성에 있어 유기물함량은 양이온치환 용량, 보수력, 토양구조 등에 큰 영향을 미치며, 전질소와 유효인산의 대부분을 공급한다. 만병초 개체군의 유기물함량은 눈측백 우점개체군이(12.91%) 가장 높았으며, 함박꽃나무 우점개체군(12.78%), 회솔나무 우점개체군(11.76%) 순으로 평균 12.45%로 나타났다. Jeong *et al.*(2002)이 연구한 우리나라 일반적인 산림토양의 유기물함량인 4.49%보다 높은 값을 보였다.

유기물은 토양 중 거의 모든 질소의 공급원(Miller and Donhue, 1990)이기 때문에 전질소는 토양유기물과 밀접한 상관관계를 보이는 것으로 알려져 있다(Kim *et al.*, 1991). Jeong *et al.*(2002)의 연구에서 우리나라 산림토양의 평균 전질소 함량이 0.19%로 나타났으며, 본 연구에서 개체군별 함량은 0.38~0.54% 범위로 높게 나타났다. 이는 조사지의 토양의 유기물함량이 높았기 때문으로 사료되었다.

토양 내 유효인산의 함량은 토양 pH나 유기물함량과 밀접한 관계가 있으며 pH가 낮을 경우 인산의 난용성화에 기인하여 유효인산의 함량이 낮게 나타나는 것으로 알려져 있다(Jeong *et al.*, 2002). 그러나 본 연구 결과 유효인산은 토양의 타 화학적 성질에 비해 편차가 크게 나타나 토양의 pH나 유기물함량과의 뚜렷한 관계가 나타나고 있지 않으며, Lee(1981)도 동일한 산림지역에서도 유효인산의 변이

Table 6. Physicochemical properties of the soil in *Rhododendron brachycarpum* population

Site	<i>Taxus cuspidata</i> var. <i>latifolia</i> dominant population	<i>Magnolia sieboldii</i> dominant population	<i>Thuja koraiensis</i> dominant population	<i>Rhododendron</i> <i>brachycarpum</i> typical population
pH	5.22 ± 0.24	4.77 ± 0.22	4.85 ± 0.32	4.90 ± 0.19
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	5.90 ± 4.41	14.11 ± 3.73	14.00 ± 9.33	23.22 ± 13.34
O.M.(%)	11.76 ± 4.30	12.78 ± 2.29	12.91 ± 3.63	12.36 ± 1.87
T.N(%)	0.38 ± 0.10	0.52 ± 0.11	0.42 ± 0.10	0.54 ± 0.08
C.E.C(cmol+/kg)	20.56 ± 3.80	21.70 ± 4.12	18.72 ± 1.69	18.97 ± 3.81
K <sup>+</sup> (cmol+/kg)	0.25 ± 0.12	0.24 ± 0.05	0.21 ± 0.05	0.33 ± 0.06
Ca <sup>2+</sup> (cmol+/kg)	0.36 ± 0.55	1.97 ± 0.76	1.01 ± 0.95	2.50 ± 0.86
Mg <sup>2+</sup> (cmol+/kg)	0.17 ± 0.17	0.44 ± 0.17	0.22 ± 0.10	0.48 ± 0.15



가 매우 크게 나타나는 것으로 보고하고 있다.

토양 pH와 밀접한 관계가 있는 치환성양이온  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ 의 경우 개체군별로 차이를 보이는 것으로 나타났다.  $K^+$ 는 회솔나무 개체군이 가장 높은 수치로 조사되었으며, 눈측백 우점개체군이 가장 낮은 값으로 조사되었다.  $Ca^{2+}$ 과  $Mg^{2+}$ 는 함박꽃나무 개체군이 가장 높은 수치로 조사되었으며, 회솔나무 우점개체군이 가장 낮은 값으로 조사되었다. 그리고 회솔나무 우점개체군을 제외한 다른 개체군들은  $Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^+$ 의 순으로 높게 나타났다.

토양 pH는 회솔나무 우점개체군, 함박꽃나무 우점개체군, 눈측백 우점개체군 순으로 높게 나타났다. 평균 4.94(4.77~5.22)로 일반적인 산림토양의 pH 5.48(Jung *et al.*, 2002)보다 낮은 것으로 분석되었다. 이는 pH에 영향을 주는 부식층의 발달로 낮은 수치를 보인다고 판단된다. 특히 눈측백 우점개체군의 경우 식생으로 인한 유기물의 공급과 너털 지대의 바위틈의 습윤한 입지에 의해 식물 유체가 천천히 분해되어 유기산이 생성, 집적되는 현상에 기인하여 다른 우점개체군 보다 pH가 낮은 것으로 판단된다.

양이온치환용량은 19.99(18.72~20.56)cmol+/kg으로 우리나라 산림토양의 평균치 12.5cmol+/kg보다 높았다. 유

기물이 토양 중 양이온치환용량의 30~70%를 제공하며 또한 부식에 기인하여 치환성양이온이 토양에 공급되므로, 본 연구지역의 유기물함량이 높았기 때문에 양이온치환용량이 높은 수치를 보이는 것으로 판단된다.

#### 4. Ordination 분석

식물사회학적 방법에 의하여 분류된 만병초 하위개체군과 해발고, 경사, 방위, 토양의 이화학 특성 등 11개의 환경요인으로 DCCA ordination 분석을 실시한 결과를 평면상으로 나타낸 것이다. Figure 2에서 해발고, pH,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  등이 식생분포에 영향을 미치는 환경인자로 나타났다. 해발고는 눈측백 우점개체군(1442m)이 가장 높은곳에 나타났으며, 회솔나무 우점개체군(871m)이 가장 낮은 곳에 나타났다. pH는 회솔나무 우점개체군이 가장 높은 곳에 나타난 반면 눈측백 우점개체군이 가장 낮게 나타났다.  $Ca^{2+}$ 과  $Mg^{2+}$ 은 만병초 전형개체군, 함박꽃나무 우점개체군, 눈측백 우점개체군 순으로 나타났으며, 경사는 회솔나무 우점개체군, 눈측백 우점개체군, 함박꽃나무 우점개체군 순으로 나타났다. 전질소와 유기물은 눈측백 우점개체군, 함박꽃나무 우점개체군, 회솔나무 우점개체군 순으로 나타났다.

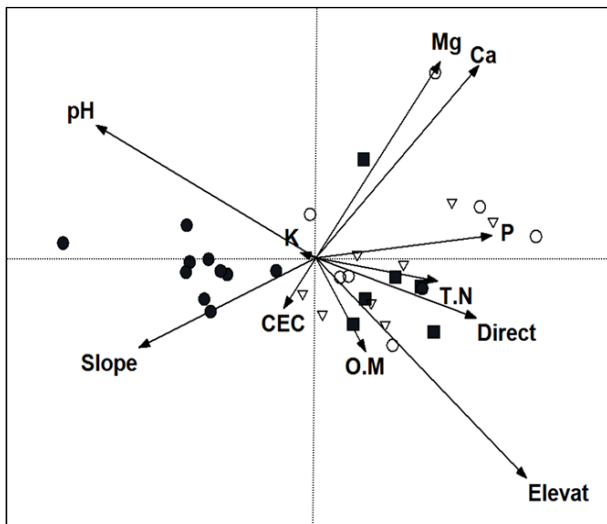


Figure 2. Vegetation data of *R. brachycarpum* population: DCCA(deterended canonical correspondence analysis) ordination diagram with plots(●, ▽, ■, ○) and environmental variables (arrow). The plosts are : ●= *Taxus cuspidata* var. *latifolia* dominant population, ▽= *Magnolia sieboldii* dominant population, ■= *Thuja koraiensis* dominant population, ○= *Rhododendron brachycarpum* typical population, C.E.C. : Cation exchange capacity, O.M. : Organic matter, T. N. : Total nitrogen, P2O5 : available phosphate.

#### 5. 종합고찰

만병초 개체군은 회솔나무 우점개체군, 함박꽃나무 우점개체군, 눈측백 우점개체군, 만병초 전형개체군으로 구분되었다. 만병초는 고산에 자생하는 취약종으로 해발고 872~1,466m 사이의 계곡부, 능선의 노암지와 급경사지의 입지 특성을 보여주었다. 비교적 습기가 많고 반그늘인 서식환경을 선호하는 식물들이 출현하였고 Lee and Shim(2011)의 조사 결과와 유사하였다. 현재 확인된 만병초 자생지는 사람의 인위적인 간섭이 적고 접근이 어려우며 4-5월에도 눈이 잘 녹지 않는 북사면의 급경사 노암 노출지와 능선구간에 주로 분포하였다.

만병초개체군의 토양분석결과 유기물함량 10.45~15.28%, 전질소함량 0.37~0.61%, 치환성  $K^+$  0.21~0.35cmol+/kg,  $Ca^{2+}$ 함량 0.39~2.54cmol+/kg,  $Mg^{2+}$  0.17~0.50cmol+/kg, 양이온치환용량 18.28~22.81cmol+/kg으로 조사되었다. 토양 pH는 4.66~5.23의 약산성으로 일반적인 산림토양과 유사한 값을 보였다.

식생분포에 영향을 미치는 환경인자들 중에서 해발고, 경사, pH, 전질소, 유기물 등이 우점개체군 분포와 상관관계가 높은것으로 나타났다. 식생과 환경과의 상관관계를 분석해 보면, 회솔나무 우점개체군은 pH와 경사가 상대적으로 높았지만 다른 우점개체군과는 달리 낮은 고도에 분포하였

다. 반면 눈측백과 함박꽃나무 우점개체군은 전질소와 유기물의 함량이 회솔나무 우점개체군보다 높은 곳에 분포하였다. 그리고 눈측백 우점개체군은 다른 우점개체군 보다 상대적으로 노암율이 높았다. 이들 개체군의 종조성은 울릉도형(A)과 내륙형(B~D)으로 구분되었다. 울릉도형은 너도밤나무, 섬벚나무, 회솔나무, 우산고로쇠, 섬취뽕나무, 솔송나무 등 울릉도 자생식물이 주가 되고, 내륙형의 경우 주목, 분비나무, 꽃개회나무, 눈측백나무, 거제수나무 등이 주가 되었다.

만병초 자생지 현황을 보면 강원도를 포함한 백두대간의 만병초 자생지는 조사가 다수 진행 되었으나 속리산, 덕유산, 지리산을 포함하는 백두대간의 남부 지역에 자생하는 만병초 자생지 특성을 명확하게 밝혀진 바가 없다. 본 연구에서도 이를 해결하기 위해 문헌과 표본 정보를 바탕으로 조사하였으나 조사 방향구를 설치할 개체군을 찾는데 실패하였다. 지리산의 경우 칠선계곡의 노암 절개지와 주변 사면과 저지대 일부 개체를 확인하였다. 접근이 어려운 곳에 위치해 조사를 진행할 수 없었다. 접근이 쉬운 칠선계곡의 저지대에 일부 개체는 굴취 및 절단 등 인간의 인위적인 간섭을 받고 있었다. 이는 약재로 가치가 높아 불법적인 채취가 이루어지고 있으며, 이로 인해 자생지에서의 훼손이 심각하게 일어났으며 현재에 이르러 그 개체수가 급감소한 것으로 판단된다.

본 연구에서 확인된 만병초 자생지는 주민 및 관광객에 의해 고정적이고 지속적인 피해를 받지 않는 입지 조건에 의해 개체군이 형성 된것으로 사료되며 험악한 입지조건에 의해 종자로 발생한 어린 개체 수가 적었다. 최근 생물다양성협약(Convention on Biological Diversity; CBD)에 의해 지구 환경변화와 더불어 종다양성 등 자원화에 대한 중요성이 높아지고 있다. 원예 조경 및 약용식물로 가치가 높은 자생 만병초 보전을 위해서는 속리산, 덕유산, 지리산을 포함하는 백두대간의 남부지역의 추가 조사가 필요하며 험지에 위치한 자생지 복원과 모니터링에 대한 기술 개발이 필요하다.

## 감사의 글

이 논문은 2013년도 품종심사를 위한 신품종 육성검증 기초연구(과제번호: KFSV KFSV 2009-1-2-3)에 의하여 연구되었음. 조사 연구에 대한 연구계획을 직접 설계하고 이를 수행할 수 있는 기회를 주신 이정호 연구관님과 조사에 도움을 주신 임영균 주무관님 그리고 송호경 교수님께 감사 글을 전합니다.

## REFERENCES

- Ahn, D.K.(2000) Illustrated book of Korean Medicinal Herbs, Kyohaksa, Seoul, 751pp. (in Korean)
- Black, C. A. · Evans, D. D. · Ensminger, L. E. · White, J. L. and Clark, F. E.(1965) Methods of Soil Analysis. Part I : Physical and Mineralogical Properties, Including Statistics of Measurement and Sampling. Am. Soc. Agr., Madison, WI. pp.770.
- Bickelhaupt, D.H. & White, E.H.(1982) Laboratory Manual for Soil and Plant Tissue Analysis. State University of New York College of Environmental Science and Forestry. Syracuse. NY. 67pp.
- Braun-Blanquet, J.(1964) Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Springer-Verlag, New York, 631pp.
- Byun, K.S, Y.W. Lee, H.J. Jin, M.K. Lee, H.Y. Lee, K.J. Lee, M.Y. Heo, C.Y. Yu and J.H. Lee(2005) Genotoxicity and Cytotoxicity in Human Cancer and Normal Cell Lines of the Extracts of *Rhododendron brachycarpum* D. Don Leaves. J. Medicinal Crop Sci. 13(4): 199-205. (in Korean with English abstract)
- Choi, G.(2007) Rhododendrons and phylogeny using DNA sequence data biogeographic studies. Bulletin Korea Plant Conservation Society. 64(-): 9-14. (in Korean)
- Curtis, J. T. and McIntosh, R. P. (1951) Anj Upland Forest Continuum in the Prairie Forest Border Region of Wisconsin. J. Ecology 32 : 476-496.
- Dierssen, K.(1990) Einführung in die Pflanzensoziologie. Akademie-Verlag Berlin, 241pp.
- Flora of Korea Editorial Committee(2007) The genera of vascular plants of Korea. Academy Publishing Co., Seoul, 1306-1308pp. (in Korean)
- Hill, M.O. and H.G. Jr. Gauch(1980) Detrended correspondence analysis and improved ordination technique. Vegetatio 42: 47-58.
- Hill, M.O.(1979) TWINSPLAN - 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.
- Hong, H.O., Lee, G.E. and K.C. You(1984) Studies on the Wild *Rhododendron brachycarpum* in Korea (III) With Special Reference to the Growth Environments and Cultural Requirements. Korean Society for Horticultural Science. 25(1):50-55. (in Korean with English abstract)
- Hong, H.O., Lee, G.E., K.C. You and K.H. Han(1983) Studies on the Wild *Rhododendron brachycarpum* in Korea (II) With Special Reference to the Growth Environments. Korean Society for Horticultural Science. 24(1): 57-61. (in Korean with English abstract)

- Jang, C.G, J.S Suh, M.C. Kim, S.H. Ok, J.M. Park, S.P. Cheon, J.M. Choi(2009) Classification, ecological and habitat characteristics study of endangered species *Rhododendron aureum* georgi. Presented at the 4th annual meeting of the Korean Association of Korean Society of Plant Tissue Culture, Seoul, Korea, October 26-27, pp. 240. (in Korean)
- Jeong, J.H., K.S. Koo, C.H. Lee and C.S. Kim(2002) Physicochemical properties of Korean Forest Soils by regions. Journal of Korean Forest Society 91(6): 694-700. (in Korean with English abstract)
- Kim, T.J.(1996) Plant Resources of South KoreaⅢ. Seoul national university publishing department, Seoul, 299pp. (in Korean)
- Kim, T. H., J.H. Jung, C.H. Lee, W.K. Lee, I.A. Kang and S.I. Kim (1991) Studies on the Growth of Major Tree Species by Forest Soil Types. The research reports of the forestry research institute 42 : 91-106. (in Korean with English abstract)
- Korea national arboretum(2002) Deogyusan plant resource literature materials. (in Korean)
- Lee, J. H., C.Y. Song, Y. Hwang, and J.Y. Moon(2014) Effect of Temperature, Light Intensity, Covering Depth, Watering Frequency or GA<sub>3</sub> on the Germination of *Rhododendron brachycarpum* Native to Korea. Flower Res. J. 22(2):68-73
- Lee, S.W.(1981) Studies on forest soils in Korea (Ⅱ). Jour. Korean For. Soc. 54: 25-35. (in Korean with English abstract)
- Lee, B.C. and I.S. Shim(2011) Environmental and Ecological Characteristics Distribution of Natural Growth Region in *Rhododendron Brachycarpum*. Journal of the Environmental Sciences. 20(10) : 1319-1328. (in Korean with English abstract)
- Lee, D.W., J.H. Shin and S.G. Kang(2003) Watershed concept embedded in the Baekdoodaegan frame. Korean J. Ecol. 26(4):215-221. (in Korean with English abstract)
- Lee, G.E., Y.N. Soong and H.O. Hong(1982) Studies on the Wild *Rhododendron fauriei* for. *rufescens* in Korea (Ⅰ) With Special Reference to the Seed Germination. Korean Society for Horticultural Science. 23(1): 64-69. (in Korean with English abstract)
- Miller, H.G. and R.L. Donahue(1990) Soils: an Introduction to Soils and Plant Growth. Prentice-Hall. N. J., 768pp.
- Mueller-Dombois, D. and Ellenberg, H.(1974) Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and Sons. pp.54.
- National institute of environmental research(2007) Ongoing conservation measures for endangered species of wild flora. (in Korean)
- So, B.G.(1994) Illustrated book of China Medicinal HerbsⅡ, Yeogang publisher, Seoul, 31pp. (in Korean)
- Park, K.S. and Lee, S.O.(1990) The Influence of organic Matter on Soil Aggregation in Forest Soils. Journal of Korean Forest Society 79(4) : 367-375. (in Korean with English abstract)
- Park, J.H., J.S. kim, A.J. Kim, A. Y. Jeong and Tsuneo Namba (1995) A Pharmacognostical Study on the 'Man Byung Cho' Korean Society of Medical Crop Science. 26(2): 168-174.(in Korean with English abstract)
- Rural Development Administration(2000) Analysis Method of Soil and Plants.
- Sim, M.s., Y.J Kim, D.S. Lee, M.C. Yoon, S.H. Lee, S.S. Kim, Y.H. Kwong, and W.C. Kang(2011) Thermotropic Leaf Movements of *Rhododendrons* during the Winter Season. Korean Society for Horticultural Science. 29(2): 151. (in Korean with English abstract)
- Ter Braak, C.J.F. and P. Šmilauer(1998) CANOCO -Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows. Microcomputer Power, Ithaca, USA, 352pp.