

# 버들개회나무(*Syringa fauriei* H. Lév.) 개체군의 식생구조와 입지특성<sup>1</sup>

황용<sup>2</sup> · 김용율<sup>2</sup> · 김무열<sup>3\*</sup>

## Vegetation Structure and Site Characteristics of *Syringa fauriei* Population in South Korea<sup>1</sup>

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

### 요약

본 연구는 물푸레나무과의 한국특산식물인 버들개회나무 자생지의 입지 환경과 생태적 특성을 알아보기 위하여 수행되었다. 버들개회나무 개체군은 주로 강원도의 계곡과 강변을 따라 분포하고 해발고는 121~520m의 높이에 위치하고 있다. 식생분석결과 4개 지역의 20개 방형구내에서 조사된 관속식물은 총 320분류군이였다. 버들개회나무 개체군은 광대싸리 우점개체군, 당단풍나무 우점개체군, 족제비싸리 우점개체군, 쉬땅나무 우점개체군으로 분류되었다. 토양의 이화학적 특성을 분석한 결과 유기물함량은 1.98~2.81%, 전질소함량 0.13~0.20 mg/kg, 치환성  $K^+$ 는 0.10~0.33  $cmol^+/kg$ ,  $Ca^{2+}$ 는 3.44~20.53  $cmol^+/kg$ ,  $Mg^{2+}$ 는 0.34~0.95  $cmol^+/kg$ , 양이온치환용량 8.08~13.68  $cmol^+/kg$ 이며, 토양 pH는 6.28~7.74인 것으로 조사되었다. 버들개회나무 개체군 내에서 중요치는 물참대 86.99%, 물푸레나무 43.97%, 박쥐나무 23.01%, 버들개회나무 18.52%, 가래나무 18.40%, 버드나무 11.56%로 나타났다. DCCA를 이용한 버들개회나무 개체군의 식생과 환경요인과의 상관분석 결과 해발고도와  $Mg^{2+}$ 가 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 광대싸리와 당단풍나무 우점개체군은 pH, CEC,  $Mg^{2+}$ 가 높은 지역에 분포하였고, 당단풍나무 우점개체군의 경우 광대싸리 우점개체군보다  $K^+$ 가 높은 곳에 분포하였다. 족제비싸리 우점개체군은 해발고가 높고, 유효인산과  $K^+$ , 노암울이 높은 곳에 분포하는 것으로 나타났다.

주요어: 개체군 생태, 식물사회학, 토양특성

### ABSTRACT

This study intended to investigate environmental factors including soil and vegetation in order to understand the environmental and ecological characteristics of the Korean endemic species, *Syringa fauriei*. *Syringa fauriei* is mainly distributed along the valley and riverside of the Gangwondo and its population is located at an elevation of 121~520m. Consequent to a vegetation survey within natural populations, a total of 320 taxa were identified from 20 quadrates in 4 natural populations. The *Syringa fauriei* population was classified into *Securinea suffruticosa* dominant population, *Acer pseudosieboldianum* dominant population, *Amorpha fruticosa* dominant population and *Sorbaria sorbifolia* var. *stellipila* dominant population. According to the physical and chemical soil analysis, *Syringa fauriei* habitats contained 1.98~2.81% of organic matter and 0.13~0.20 mg/kg of total nitrogen. The concentrations of cation exchange capacities  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ , and  $Mg^{2+}$  were 0.10~0.33  $cmol^+/kg$ , 3.44~20.53  $cmol^+/kg$ , and 0.34~0.95  $cmol^+/kg$ , respectively. Positive ion substitution capacity was 8.08~13.68  $cmol^+/kg$ . The pH was 6.28~7.74. The importance value of *Deutzia glabrata*, *Fraxinus rhynchophylla*, *Alangium platanifolium* var. *trilobum*, *Syringa fauriei*, *Juglans*

1 접수 2016년 4월 14일, 수정 (1차: 2016년 8월 4일, 2차: 2016년 8월 12일), 게재확정 2016년 8월 13일

Received 14 April 2016; Revised (1st: 4 August 2016, 2nd: 12 August 2016); Accepted 13 August 2016

2 국립산림품종관리센터 Korea Forest Seed & Variety Center, 72 Suhoeri-ro, Suanbo-myeon, Chungju 27495, Korea

3 전북대학교 생명과학과 Dept. of Biological Sciences, Chonbuk Nat'l Univ., Jeonju 54896, Korea

\* 교신저자 Corresponding author: Tel: +82-63-270-2788, Fax: +82-63-270-3351, E-mail: mykim@jbnu.ac.kr

*mandshurica*, and *Salix koreensis* in the *Syringa fauriei* population were 86.99%, 43.97%, 23.01%, 18.52, 18.40%, and 11.56%, respectively. Correlation analysis between the vegetation of *Syringa fauriei* populations and its environmental factors using DCCA revealed that the altitude above sea level and  $Mg^{2+}$  were the most influential factors, while dominant populations of *Securinega suffruticosa* and *Acer pseudosieboldianum* were spread across areas with high percentages of pH, CEC, and  $Mg^{2+}$ . *Acer pseudosieboldianum* population was dispersed in areas with higher  $K^+$  compared to *Securinega suffruticosa* population. The dominant population of *Amorpha fruticosa* was found to live in places with high altitudes above sea level and with high rates of available phosphate,  $K^+$ , and rock-exposure.

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

## 서론

버들개회나무(*Syringa fauriei* H. Lev.)는 물푸레나무과(Oleaceae) 수수꽃다리속(*Syringa*)에 속하는 낙엽활엽 아교목이며 높이는 2~6m 정도로 자란다. 수피의 색은 주로 밝은 올리브 회색이 나타나며 수피 갈라짐과 벗겨짐이 없고 피목이 있다. 겨울눈은 길이 2~3.5mm의 타원형 또는 난형이며 털이 없다. 1년지는 털이 없고 주로 밝은 녹색이 나타나며, 2년지는 주로 밝은 올리브 갈색이 나타난다. 잎은 대생 배열하며 좁은 난형 또는 피침형이고 엽신의 길이는 6~15.5cm, 너비는 1.5~4.0cm, 엽병의 길이는 0.6~2.4cm이다. 엽선은 예두 또는 점첨두, 엽저는 설저이다. 잎 표면의 색은 주로 짙은 녹색을 띤다. 이면의 색은 밝은 노랑색을 띤 녹색이다. 잎 표면에 털이 없고 주맥에 털이 약간 있다. 잎 이면 맥 위에는 백색 털이 밀생한다. 잎 표면 주맥은 얇게 함몰되고 단면이 U형이다. 꽃은 5~6월에 2년지 끝에 원추화서로 개화하며 화서의 길이는 8.5~13.5cm, 너비는 6.0~14.0cm이며 털이 없다. 소화경의 길이와 꽃받침통의 길이는 2mm 미만이다. 화관 길이는 3.0~4.0mm, 화관 직경은 4.8~5.9mm이며 4갈래로 갈라지고, 흰색이다. 화관 열편이 반절정도 뒤로 휘다. 화관 열편의 가장자리는 말림이 없거나 약하다. 화관 열편 길이는 2.0~3.4mm, 열편의 너비는 1.7~2.0mm이며 화관 통부 길이는 0.9~1.5mm이다. 수술은 2개, 길이는 3.4~5.0mm이며 약의 길이는 1.1~2.0mm이다. 암술 길이는 2.1~3.3mm이다. 열매는 9월과 10월에 성숙하고 열매의 길이는 0.8~1.3cm, 직경은 0.4~0.6cm이며 타원형 또는 장타원형이다. 열매 표면에 피목이 없고 성숙한 열매의 색은 갈색이다. 종자의 길이는 7.0~11.0mm, 너비는 2.9~5.0mm로 장타원형이며 종자의 색은 갈색이 나타난다.

버들개회나무는 1906년 Faurie가 금강산에서 처음 채집하였고 Leveille(1910)에 의해 최초로 신종기재 되었으며, 1983년 이창복 교수에 의해 계방산 근처에서 채집된 바 있

다. 그리고 2008년 국립수목원에 의해 강원도 정선에서 새로운 자생지가 발견되었고, 이후 주변지역에서 일부 자생지가 확인되었으나, 버들개회나무의 분포 및 자생지 생태 환경에 대한 연구가 미흡한 실정이다(Chung *et al.*, 2011). 금강산에서만 자생하는 것으로 알려졌던 버들개회나무가 강원도 남부지역에 발견됨으로써 기후변화에 따른 자연적 교란으로 생태적 도태 가능성과 적은 개체수에 의한 유전적 다양성의 소실이 우려되기 때문에 현지 내·외 보존을 위한 대책수립에 관심이 높아졌다. 이에 대한 기초연구는 Chung *et al.*(2011)에 의해 강원도 정선을 중심으로 버들개회나무의 개체 수, 면적, 분포특성 등을 조사하였고, Kim *et al.*(2012)은 버들개회나무의 새로운 자생지 확보와 주변 식생, 식물상 조사를 통해 분포지역 입지환경과의 연관성을 찾는 시도를 하였다. 이후 2013년 북부지방산림청에서 버들개회나무 자생지의 산림유전자원보호구역 지정 추진을 위한 타당성 조사 연구가 진행되었고, 2014년 1월 8일에 산림유전자원보호구역으로 지정 고시 되었다. 하지만 노출된 보호구역과 그 외에 버들개회나무 자생지 훼손에 대비할 수 있는 자료와 정보가 부족하며 이를 보완해야 한다.

따라서 본 연구에서는 Chung *et al.*(2011)과 Kim *et al.*(2012)의 버들개회나무 자생지 분포에 대한 연구를 보완하고, 버들개회나무의 개체군을 분류하여 분포지역 입지환경 및 토양특성을 밝혀 자생지에서의 복원 증식에 필요한 자료 확보와 한국 특산식물인 버들개회나무의 현지보전 및 복원 전략 수립에 필요한 기초자료를 제공하고자 한다.

## 연구방법

### 1. 조사지역

버들개회나무는 강원도 금강산, 정선, 홍천, 화천에 자생하며, 본 연구는 남한지역 중 인위적 간섭이 적은 자생지에서 실시하였다. 조사지역과 가장 가까운 곳에 위치하는 홍

천, 인제, 영월 기상관측소에서 측정된 1981~2010년까지의 30년간 기상자료에 따른 조사지역의 연평균기온은 10.1~10.8°C이며 연 강수량은 1,210.5~1,405.4mm로 나타났다. 조사지역 입지의 특성을 파악하기 위해 위경도, 해발고도는 GARMIN 회사의 GPSmap 60CSx를 이용하여 지리정보를 수집하였고, SUUNTO회사의 clinometer를 이용하여 사면방위와 경사의 입지 환경요인을 측정하였다.

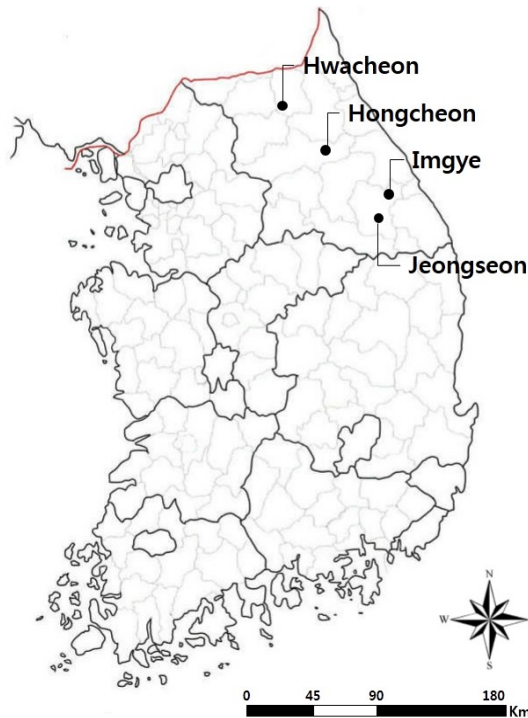


Figure 1. Study sites of *Syringa fauriei* populations in South Korea

## 2. 식생조사

식생조사는 2012년 5월부터 2014년 10월까지 강원도 지역의 버들개회나무 자생지 중 가급적 인위적인 간섭이 적었던 것으로 판단되는 지점을 조사지로 선정하였다(Figure 1). 조사구 면적은 15×15m 크기로 조사구를 설치하였다. 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 기록하였으며, 교목층의 평균 수고(m)와 평균 피도(%)를 기록하였다. 식물의 동정은 Lee(2014)의 도감을 참고하였고, 학명과 국명은 국립수목원의 국가식물표준목록(Korean National Arboretum and The Plant Taxonomic

Society of Korea, 2007)을 따랐다. 조사구 출현종의 우점도는 Braun-Blanquet(1964)의 우점도 7등급을 변형한 Dierssen(1990)의 9등급을 적용하였다. 조사지역의 지형적 환경요인을 분석하고자 해발고 및 방위와 사면경사를 측정하였다. 조사된 자료는 일련의 표조작(Mueller-Dombois and Ellenberg, 1974)을 거쳐 개체군을 분류하였으며, 종합상재도표를 작성하여 개체군간의 종조성을 비교하였다. 분석용 자료는 수집된 식생자료에서 각종의 피도계급을 그 계급이 나타내는 식피율 범위의 중간 값으로 전환한 후 전체 출현종의 합에 대한 각종의 상대 값으로 구한 중요치(importance value)로 삼았다. 이 과정에서 출현 빈도 5% 이하의 종은 제외 하였다.

## 3. 토양분석

토양시료는 각 조사구에서 유기물층을 제거한 후 깊이 0~10cm에서 채취하여, 자연 건조한 후 토양의 이화학적 특성을 분석하였다(National Academy of Agricultural Science, 2012). 토양의 유기물 함량은 Tyurin법으로 분석하였고, 전 질소함유량은 Kjeldahl법, 유효인산은 Lancaster법으로 정량하였으며, 치환성 양이온  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ 는 초산암모늄 침출법으로 정량 후 ICP(Inductively Coupled Plasma mass spectrometer)를 이용하여 분석하였다. 토양의 pH는 1 : 5로 희석하여 측정하였고(Black *et al.*, 1965; Bicklaupt and White, 1982), 양이온치환용량(C.E.C. : Cation Exchange Capacity)을 구하였다.

## 4. Ordination 분석

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

# 결 과

## 1. 개체군의 분류

버들개회나무는 강원도 지역의 해발고 121~520m 계곡과 강변 사이의 노출된 경사면에 주로 분포하였다. 버들개회나무의 교목층으로는 가래나무, 고로쇠나무, 다릅나무, 물푸레나무, 버드나무 등이 주를 이루고, 아교목층으로는 가래나무, 개암나무, 고로쇠나무, 광대싸리, 느릅나무, 느티나무, 다릅나무, 당단풍나무, 떡갈나무, 물푸레나무, 버드나

무, 복자기 등이 자라는 곳에 분포한다. 관목층으로는 개암나무, 고추나무, 광대싸리, 국수나무, 매자나무, 박쥐나무, 붉나무, 병꽃나무, 생강나무, 산조팝나무, 쉬땅나무, 신나무, 얇은잎고광나무, 오갈피나무, 정형나무, 조록싸리, 족제비싸리, 키버들 등이 출현한다. 초본층으로는 쌀새, 개감수, 동강고랭이, 그늘사초, 참쭉, 큰점나도나물, 줄딸기, 쥐오줌풀, 산괴불주머니, 짙신나물 등이 주로 나타났다. 전체 4개 지역 20개 조사구에서 출현한 320종을 대상으로 개체군을 분류한 결과 버들개회나무 개체군은 광대싸리 우점개체군

(*Securinega suffruticosa* dominant population), 당단풍나무 우점개체군(*Acer pseudosieboldianum* dominant population), 족제비싸리 우점개체군(*Amorpha fruticosa* dominant population), 쉬땅나무 우점개체군(*Sorbaria sorbifolia* var. *stellipila* dominant population)으로 구분되었다(Table 1).

1) 광대싸리 우점개체군

광대싸리 우점개체군은 총 6개 조사구가 포함되었으며, 해발고도는 329~518m(평균 412m)로 북동사면(NE)에 분

Table 1. Synthesis table of *Syringa fauriei* populations using by ZM school's method

Popualtion type	A	B	C	D
Number of releve	6	5	5	4
Altitude(m)	412	133	475	520
Slope degree(°)	27	27	35	34
Coverage of upper tree(T1) layer(%)	0	4	0	0
Coverage of upper tree(T2) layer(%)	22	19	12	20
Coverage of shrub(S) layer(%)	16	16	18	16
Coverage of herb(H) layer(%)	10	8	10	7
Number of species	47	63	38	34
Rock exposure(%)	11	22	11	43
<i>Syringa fauriei</i> 버들개회나무	II	II	II	II
<i>Securinega suffruticosa</i> 광대싸리	I	.	.	.
<i>Lespedeza maximowiczii</i> 조록싸리	I	.	.	.
<i>Spiraea blumei</i> 산조팝나무	I	.	.	.
<i>Weigela florida</i> 붉은병꽃나무	I	.	.	.
<i>Melica onoei</i> 쌀새	I	.	.	.
<i>Acer pictum</i> subsp. <i>Mono</i> 고로쇠나무	I	.	.	.
<i>Acer triflorum</i> 복자기	I	.	.	.
<i>Matteuccia struthiopteris</i> 청나래고사리	I	.	.	.
<i>Euphorbia sieboldiana</i> 개감수	I	.	.	.
<i>Neoscirpus dioicus</i> 동강고랭이	I	.	.	.
<i>Carex lanceolata</i> 그늘사초	I	.	.	.
<i>Acer pseudosieboldianum</i> 당단풍나무	.	I	.	.
<i>Boehmeria spicata</i> 좁개잎나무	.	I	.	.
<i>Quercus dentata</i> 떡갈나무	.	I	.	.
<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i> 느릅나무	.	I	.	.
<i>Rubus oldhamii</i> 줄딸기	.	I	.	.
<i>Alangium platanifolium</i> var. <i>trilobum</i> 박쥐나무	.	I	.	.
<i>Amorpha fruticosa</i> 족제비싸리	.	.	I	.
<i>Artemisia dubia</i> 참쭉	.	.	I	.
<i>Sorbaria sorbifolia</i> var. <i>stellipila</i> 쉬땅나무	.	.	.	I
<i>Cerastium fischerianum</i> 큰점나도나물	.	.	.	I
<i>Smilax china</i> 청미래덩굴	.	I	I	.
<i>Salix integra</i> 키버들	.	I	I	I
<i>Valeriana fauriei</i> 쥐오줌풀	.	I	I	I
<i>Cerastium holosteoides</i> var. <i>hallaisanense</i> 점나도나물	.	I	I	I
<i>Taraxacum officinale</i> 서양민들레	.	.	.	I
<i>Deutzia glabrata</i> 물참대	.	I	.	I

\* A: *Securinega suffruticosa* dominant population, B: *Acer pseudosieboldianum*, C: *Amorpha fruticosa* dominant population, D: *Sorbaria sorbifolia* var. *stellipila*, The other 292 species were omitted by author

포하였다. 사면 경사는 4~35°(평균 26°)에 노암울은 평균 11%에 분포하였다. 방형구당 40~51종(평균 46종)이 출현하였다. 교목층은 출현하지 않았고, 아교목층은 평균 22% 피도로 버들개회나무가 우점하였고 고로쇠나무, 물푸레나무, 신나무 등이 함께 출현하였다. 관목층의 피도는 16%로 주로 버들개회나무가 우점도 2a~2b값으로 구분중인 광대싸리가 1~2b값으로 함께 출현하였다. 초본층은 10% 피도로 미나리냉이, 팽이밥, 고사리, 단풍취, 자귀풀, 청미래덩굴, 환삼덩굴, 황고사리, 민들레, 다래 등이 출현하였다. 우점개체군 구분종으로 광대싸리, 조록싸리, 산조팝나무, 붉은병꽃나무, 쌀새, 고로쇠나무, 복자기, 청나래고사리, 개감수, 동강고랭이 등이 나타났다.

## 2) 당단풍나무 우점개체군

당단풍나무 우점개체군은 총 5개 조사구가 포함되었으며, 해발고도는 121~146m(평균 132m)로 북동사면(NE)에 분포하였고, 사면 경사는 20~38°(평균 27°)에 노암울은 평균 22%에 분포하였다. 방형구당 54~70종(평균 62종)이 출현하였다. 교목층은 평균 4%의 피도로 느릅나무와 당단풍나무가 출현하였다. 아교목층은 평균 19% 피도로 버들개회나무가 우점도 2a~3값으로 우점하였고 물푸레나무, 떡갈나무, 신나무, 가래나무 등이 함께 출현하였다. 관목층의 피도는 16%로 구분중인 당단풍나무, 좁개잎나무, 박쥐나무, 물참대가 1~2a값으로 함께 출현하였다. 초본층은 8% 피도로 산괴불주머니, 꼭두서니, 짚신나물, 개고사리, 황고사리, 큰도둑놈의갈고리, 진득찰, 노루삼, 전호, 터리풀, 가시여뀌, 흑새끼풀, 큰물통이 등이 출현하였다. 우점개체군 구분종으로 당단풍나무, 좁개잎나무, 떡갈나무, 느릅나무, 줄딸기, 박쥐나무 등이 나타났다.

## 3) 족제비싸리 우점개체군

족제비싸리 우점개체군은 총 5개 조사구가 포함되었으며, 해발고도는 423~498m(평균 475m)로 북동사면(NE)에 분포하였고, 사면 경사는 25~45°(평균 35°)에 노암울은 평균 11%에 분포하였다. 방형구당 32~46종(평균 38종)이 출현하였다. 교목층은 출현하지 않았고, 아교목층은 평균 12% 피도로 버들개회나무, 물푸레나무, 가래나무, 신나무, 버드나무 등이 함께 출현하였다. 관목층의 피도는 18%로 주로 족제비싸리가 우점도 r-2a값으로 키버들, 얇은잎고광나무, 물참대, 산철쭉, 붉나무 등이 함께 출현하였다. 초본층은 10% 피도로 박주가리, 명아주, 달맞이꽃, 새포아풀, 벼룩나물, 참새귀리, 오리새, 소리쟁이 등이 출현하였다. 우점개체군 구분종으로 족제비싸리, 참쭉 등이 나타났다.

## 4) 쉬땅나무 우점개체군

쉬땅나무 우점개체군은 총 4개 조사구가 포함되었으며, 해발고도는 519~520m(평균 520m)로 북동사면(NE)에 분포하였고, 사면 경사는 20~45°(평균 34°)에 노암울은 평균 43%에 분포하였다. 방형구당 27~39종(평균 33종)이 출현하였다. 교목층은 출현하지 않았고, 아교목층은 평균 20% 피도로 버들개회나무, 가래나무 등이 함께 출현하였다. 관목층의 피도는 16%로 주로 버들개회나무가 우점도 2b~3값으로 구분중인 쉬땅나무, 큰점나도나물이 함께 출현하였다. 초본층은 7% 피도로 큰점나도나물, 씬바귀, 질경이, 꼭두서니, 쇠비름, 민들레, 토끼풀, 미나리냉이 등이 출현하였다.

## 2. 중요치 분석

식물 군락의 분류 이외에 각 조사구의 식생조사 자료를 토대로 중간 상대적 우세를 통합적으로 비교하기 위하여 Curtis and McIntosh(1951)의 방법에 따라 중요치를 산출하였다(Table 2). 그 결과는 전체 320종 가운데 물참대의

Table 2. Importance value of the major tree species in the *Syringa fauriei* population

Taxa	Relative density(%)	Relative coverage(%)	Relative frequency(%)	Importance value(%)
<i>Deutzia glabrata</i> 물참대	5.3	45.2	36.5	87.0
<i>Fraxinus rhynchophylla</i> 물푸레나무	3.2	22.6	18.2	44.0
<i>Alangium platanifolium</i> var. <i>trilobum</i> 박쥐나무	2.6	11.3	9.1	23.0
<i>Syringa fauriei</i> 버들개회나무	10.5	4.4	3.6	18.5
<i>Juglans mandshurica</i> 가래나무	3.2	3.3	12.0	18.4
<i>Salix koreensis</i> 버드나무	2.1	5.2	4.2	11.6
<i>Corylus heterophylla</i> 개암나무	2.1	1.4	5.2	8.8
<i>Salix integra</i> 키버들	7.4	0.6	0.3	8.3
<i>Staphylea bumalda</i> 고추나무	4.7	0.6	2.1	7.4
<i>Acer tataricum</i> subsp. <i>ginnala</i> 신나무	4.7	0.5	1.0	6.3
<i>Acer pictum</i> subsp. <i>Mono</i> 고로쇠나무	2.1	0.8	3.1	6.1
Total	100	100	100	300

\* The other 309 species were omitted by author

중요치가 87%로 가장 높게 나타났으며, 물푸레나무 44%, 박쥐나무 23%, 버들개회나무 18.5%, 가래나무 18.4%, 버드나무 11.6%, 개암나무 8.8%, 키버들 8.3%, 고추나무 7.4%, 신나무 6.3%, 고로쇠나무 6.1% 순으로 나타났다. 버들개회나무 개체군의 출현 수종은 습기가 많은 계곡주변에 주로 분포하는 물푸레나무, 박쥐나무, 가래나무, 고로쇠나무, 버드나무 등이 높은 중요치를 보이며, 숲과 계곡의 가장 자리에 분포하는 물참대, 키버들, 광대싸리, 쉬땅나무, 조록싸리 등이 출현하는 것을 미루어 볼 때 버들개회나무는 수분공급이 원활한 지역을 선호하고 계곡과 물가의 노출된 사면을 좋아하는 수종으로 판단된다.

### 3. 토양분석

산림토양은 산림생태계를 구성하는 많은 환경인자 중의 하나로서 임목의 분포, 생장 및 갱신에 매우 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Park and Lee, 1990). 본 연구에서는 버들개회나무의 분포와 토양환경과의 관계를 알아보고자 버들개회나무 개체군별 토양의 이화학적 특성을 분석하였다(Table 3).

버들개회나무 개체군의 유기물함량(O.M.; organic matter)은 쉬땅나무 우점개체군(2.81%)이 가장 높았으며, 족제비싸리 우점개체군(2.64%), 당단풍나무 우점개체군(2.24%), 광대싸리 우점개체군(1.98%)순으로 평균 2.42%로 나타났다. Jeong *et al.* (2002)이 연구한 우리나라 일반적인 산림토양의 유기물함량인 4.49%보다 낮은 값을 보였다. 유기물은 토양 중 거의 모든 질소의 공급원(Miller and Donahue, 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 평균 함량은

0.15% 범위로 낮게 나타났다. 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 산림지역에 유효인산의 변이가 매우 크게 나타나는 것으로 보고하고 있다. 토양 pH와 밀접한 관계가 있는 치환성양이온 K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>의 경우 개체군별로 차이를 보이는 것으로 나타났다. K<sup>+</sup>는 족제비싸리 우점개체군이 가장 높은 수치로 조사되었으며, 광대싸리 우점개체군이 가장 낮은 값으로 조사되었다. Ca<sup>2+</sup>는 족제비싸리와 광대싸리 우점개체군이 높게 나타난 반면 당단풍나무, 쉬땅나무 우점개체군은 낮게 나타났다. Mg<sup>2+</sup>는 당단풍나무 우점개체군이 가장 높은 수치로 조사되었으며 쉬땅나무 우점개체군이 가장 낮은 값으로 조사되었다. 그리고 각 우점개체군들은 Ca<sup>2+</sup>>Mg<sup>2+</sup>>K<sup>+</sup>의 순으로 나타났다.

토양 pH는 쉬땅나무 우점개체군, 당단풍나무 우점개체군, 족제비싸리 우점개체군, 군광대싸리 우점개체군 순으로 높게 나타났다. 평균 7.1(6.3~7.7)로 일반적인 산림토양의 pH 5.48(Jung *et al.*, 2002)보다 높은 것으로 분석되었다. 이는 pH에 영향을 주는 부식층과 입지특성에 기인한 것으로 판단된다. 특히 광대싸리 우점개체군의 경우 노출된 식생에 의해 유기물 공급에 필요한 식물 유체가 빨리 분해되고, 유기산이 생성되어도 계곡 물에 의한 세탈이 진행되기 때문에 다른 우점개체군 보다 pH가 높은 것으로 판단된다. 양이온치환용량은 평균 11.4(8.1~12.6) cmol<sup>+</sup>/kg으로 우리나라 산림토양의 평균치 12.5 cmol<sup>+</sup>/kg보다 낮았다. 유기물은 토양 중 양이온치환용량의 30~70%를 제공하고, 부식에 기인하여 토양에 치환성양이온을 공급한다. 본 연구지역의

Table 3. Physicochemical properties of the soils used for *Syringa fauriei*

	<i>Securinega suffruticosa</i> dominant population	<i>Acer pseudosieboldianum</i> dominant population	<i>Amorpha fruticosa</i> dominant population	<i>Sorbaria sorbifolia</i> var. <i>stellipila</i> dominant population
pH	7.74 ± 0.63	6.83 ± 0.66	7.60 ± 0.61	6.28 ± 0.71
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	14.90 ± 33.40	14.07 ± 12.18	21.14 ± 16.41	45.33 ± 48.71
O.M.(%)	1.98 ± 0.70	2.24 ± 1.99	2.64 ± 0.90	2.81 ± 1.92
T.N(%)	0.14 ± 0.09	0.13 ± 0.06	0.14 ± 0.05	0.20 ± 0.06
C.E.C(cmol+/kg)	11.41 ± 3.42	12.55 ± 2.80	13.68 ± 4.45	8.08 ± 3.36
K <sup>+</sup> (cmol+/kg)	0.10 ± 0.02	0.31 ± 0.29	0.33 ± 0.15	0.14 ± 0.05
Ca <sup>2+</sup> (cmol+/kg)	17.97 ± 8.05	7.18 ± 2.87	4.18 ± 0.95	3.44 ± 2.41
Mg <sup>2+</sup> (cmol+/kg)	0.66 ± 0.52	0.95 ± 0.31	0.54 ± 0.17	0.34 ± 0.26

유기물함량이 낮았기 때문에 양이온치환용량이 낮은 수치를 보이는 것으로 판단된다.

#### 4. Ordination 분석

식물사회학적 방법에 의하여 분류된 버들개회나무 개체군과 해발고, 경사, 방위, 토양의 이화학 특성 등 11개의 환경요인으로 DCCA ordination 분석을 실시한 결과를 평면상으로 나타냈다(Figure 2). 분석결과에서 Mg<sup>2+</sup>, 해발고, K<sup>+</sup> 등이 식생분포에 영향을 미치는 환경인자로 나타났다. 버들개회나무의 개체군 중 당단풍나무 우점개체군과 광대싸리 우점개체군은 Mg<sup>2+</sup>가 높은 곳에 분포한 반면 족제비싸리 우점개체군과 쉬땅나무 우점개체군은 낮은 곳에 분포하였다. 해발고는 쉬땅나무 우점개체군(519m)과 족제비싸리 우점개체군(475m)이 높은 곳에 나타났으며, 광대싸리 우점개체군(412m)과 당단풍나무 우점개체군(132m)이 가장 낮은 곳에 분포하였다. 유효인산은 쉬땅나무 우점개체군

이 가장 높게 나타난 반면 당단풍나무 우점개체군이 가장 낮게 나타났다. K<sup>+</sup>는 족제비싸리 우점개체군이 가장 높게 나타났고 광대싸리 우점개체군이 가장 낮게 나타났다.

Table 4. Correlation of environmental variables with two axes of DCCA for description of variables for *Syringa fauriei*

variables	correlation coefficients	
	1	2
Mg <sup>2+</sup>	-0.6266**	0.1629
Altitude	0.2743	-0.6222**
K <sup>+</sup>	0.5043*	0.2391

\* p<0.05; \*\* p<0.01.

\* Less than correlation coefficient 0.5 omitted.

#### 5. 보전방안

희귀종의 의미는 그 종의 지리적 분포범위나 서식처의 범위가 협소하거나, 지역 내 개체군의 크기가 작은 경우를 말하며, 세 가지 모두에 해당하는 종은 본질적으로 절멸에 취약하다. 하지만 실제 희귀식물들은 본질적인 희귀성만으로는 자동적으로 절멸이 위협에 처해지지 않는다. 즉, 종의 자체요인이 아닌 다른 요인으로 인해 강제로 희귀해진다는 것이다.(Townsend, 2008, Cheon et al., 2012)

본 조사결과 버들개회나무는 계곡과 강변 사이의 노출된 경사면에 장마철 태풍과 우수에 의한 지반 침강과 강풍에 의한 도복 가능성이 높은 곳에 분포하고 있었다. 자연재해에 의한 자생지 훼손과 종자 유실에 의해 중간 경쟁에서도 약해 스스로 분포역을 넓히지 못하고 주변 식생의 발달에 따른 피음에 의해 축소된 것으로 추정된다. 산림유전자원보호구역으로 지정되어 있는 화천군의 경우 북한강의 둘레길 조성으로 강변 절벽 계곡부의 전석지에 버들개회나무 자생지가 노출되어 있고, 샛길을 통한 인간의 트레킹으로 답압을 받아 간접적인 피해를 입고 있었다. 산림유전자원보호구역이 아닌 홍천과 임계면의 경우 경작지에 인접한 개체들이 있고 경작지 주변부 식물인 참죽, 서양민들레, 질경이, 쇠비름, 쇠무릎, 참새귀리 등이 출현하며, 버들개회나무의 근방아가 경작지로 뺏어 나오기 때문에 경작지 주변부 가지치기에 의한 직접적인 피해를 받고 있었다. 또한 버들개회나무가 강원도 남부지역에 제한된 분포를 하고 현지에서 종자 발아보다 근방아에 의한 무성개체를 형성하는 특성을 가지므로 집단 간, 집단 내 유전변이를 조사한 후 유전적으로 구별되는 개체군 파악이 필요하다.

따라서 버들개회나무의 보전을 위해서는 자연스럽게 집단이 성장할 수 있도록 피음에 영향을 주는 주변식물을 정

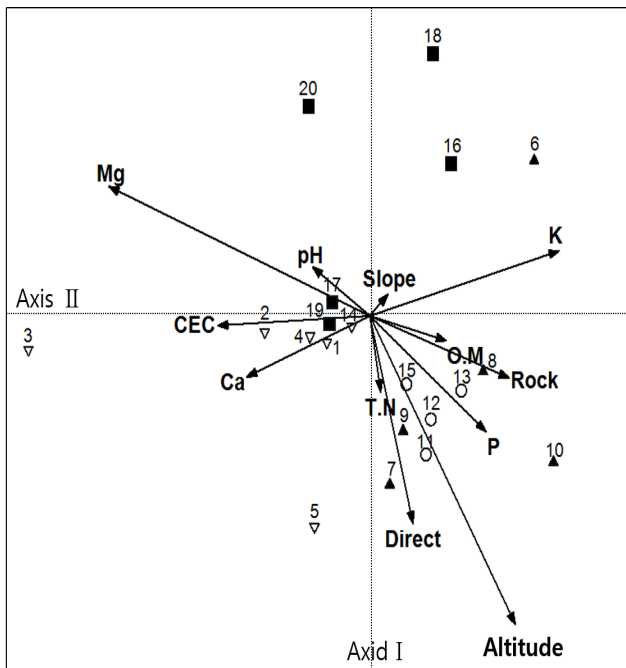


Figure 2. Vegetation data of *Syringa fauriei* population: DCCA(deterended canonical correspondence analysis) ordination diagram with plots(▽, ■, ▲, ○) and environmental variables(arrow). The ploster are: ▽= *Securinega suffruticosa* dominant population, ■= *Acer pseudosieboldianum* dominant population, ▲= *Amorpha fruticosa* dominant population, ○= *Sorbaria sorbifolia* var. *stellipila* dominant population, C.E.C. : Cation exchange capacity, O.M : Organic matter, T.N : Total nitrogen, P : available phosphate



리하고, 자생지 주변의 셋길을 막는 보호펜스 설치와 경작지 주변 개체들의 종자와 유묘를 확보하고 동시에 유전다양성 분석을 통해 유전적으로 구별되는 개체군의 크기를 평가하여 보전전략을 수립해야 할 것으로 판단된다.

## 고 찰

희귀 및 특산식물을 보호·관리하는 데에는 종의 생물학적 특성과 개체군의 크기 및 분포에 대한 확실한 이해를 필요로 한다. 이를 위해서는 그 종이 처한 환경, 분포, 생물적 상호작용, 유전적 변이 등에 대한 충분한 정보가 필요하다 (Primack, 2004, Sung *et al.*, 2013).

본 연구 대상종인 버들개회나무는 강원도 지역의 해발고 121~520m 계곡과 강변 사이의 노출된 경사면에 주로 분포하였다. 버들개회나무 개체군은 광대싸리 우점개체군, 당단풍나무 우점개체군, 족제비싸리 우점개체군, 쉬땅나무 우점개체군으로 구분되고, 토양의 이화학적 특성을 분석한 결과 유기물함량은 1.98~2.81%, 전질소함량 0.13~0.20mg/kg, 치환성  $K^+$ 는 0.10~0.33cmol<sup>+</sup>/kg,  $Ca^{2+}$ 는 3.44~20.53cmol<sup>+</sup>/kg,  $Mg^{2+}$ 는 0.34~0.95cmol<sup>+</sup>/kg, 양이온치환용량 8.08~13.68cmol<sup>+</sup>/kg이며, 토양 pH는 6.28~7.74인 것으로 조사되었다. 광대싸리와 족제비싸리 우점개체군은 pH,  $Ca^{2+}$   $Mg^{2+}$ 이 높게 나타난 반면, 당단풍나무와 쉬땅나무는 낮게 나타났다. 산림공간정보시스템과 토양환경정보시스템으로 당단풍나무와 쉬땅나무 우점개체군의 분포 지역을 확인한 결과 토양모재가 변성암인 반면, 광대싸리와 족제비싸리 우점개체군은 계곡과 하천의 물에 의해  $Ca^{2+}$ 가 용탈되어도 토양모재가 석회로 구성된 퇴적암이기 때문에  $Ca^{2+}$ 가 높게 나타난 것으로 판단되며, pH의 경우도 석회성분에 의한  $H^+$ 의 중화로 약 알칼리성을 보이는 것으로 사료된다(Brady and Weil, 2009). CEC의 경우 쉬땅나무 우점개체군만 낮은 수치로 나타났다. 쉬땅나무 우점개체군은 잔적층이 있는 곳에 분포하며, 토양의 입자가 크고 표면적이 작아 CEC가 낮게 나타난 것으로 판단된다(Brady and Weil, 2009). 유효인산의 경우 족제비싸리와 쉬땅나무가 우점개체군이 높은 수치로 나타났다. 이는 곡간지와 산릉경사지에 인접한 경작지로부터 집적된 인산이 표면유거와 침식과 같은 경로를 통해 유입되어 유효인산이 높은 수치로 나타난 것으로 사료된다.

DCCA를 이용한 버들개회나무 개체군의 식생과 환경요인과의 상관분석 결과 해발고도와  $Mg^{2+}$ 가 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났으며(Table 4), 광대싸리와 당단풍나무 우점개체군은 pH, CEC,  $Mg^{2+}$ 가 높은 지역에 분포하였고, 당단풍나무 우점개체군의 경우 광대싸리 우점개체군보다  $K^+$ 가 높은 곳에 분포하였다. 족제비싸리 우점개체군은 해발고가 높고, 유효인산과  $K^+$ , 노암율이 높은 곳에 분포하

는 것으로 나타났다.

버들개회나무 자생지 현황을 보면 강원도 정선읍 조사지역에서 약 200개체가 분포하고, 임계면에서 약 50개체, 홍천에서 약 30개체, 화천군에서 약 40개체로 조사되었다. 화천군과 임계면의 경우 치수가 지속적으로 증가하고 있어 다음 세대에도 지속적으로 유지될 것으로 보고된 바 있다 (Chung *et al.*, 2011; Kim *et al.*, 2012). 하지만 버들개회나무 자생지의 세대 존속 여부는 자생지에서 종자발아에 기인한 것인지, 성숙개체의 근맹아에 기인한 것인지 확인이 필요하다. 현지에서 종자 발아보다 근맹아에 의한 무성개체를 형성하는 특성을 가지므로 집단 간, 집단 내 유전변이를 조사한 후 유전적으로 구별되는 개체군의 크기 확인이 필요하다.

버들개회나무의 식생구조와 입지특성, 유전적다양성을 규명하려면 금강산 지역의 자생지에서 수집된 자료와 정보가 추가되어야 한다. 더불어 자생지 보전을 위해서는 환경변화에 대한 취약성을 줄이고 자생지의 개체군 크기를 확대시킬 수 있는 효율적인 보전방안의 마련이 필요하며, 동태 분석 모니터링과 종자의 산포, 공간적 유전구조, 종자발아, 증식과 같은 기초 연구가 필요하다. 금강산을 포함한 북한 지역에서 확인된 버들개회나무 자생 집단에 조사가 진행된다면 한국 특산식물인 버들개회나무의 유전적 다양성까지 고려된 복원 증식과 현지보전 및 복원 전략 수립이 수행될 수 있다고 판단된다.

본 연구의 연구결과로 강원도 남부지역 버들개회나무의 현지보전 및 복원 전략 수립에 필요한 기초자료 구축으로서 의의가 있다고 사료된다. 따라서 향후 버들개회나무의 보전과 관리를 위해서는 동태분석 모니터링과 종자의 산포, 공간적 유전구조, 종자발아 및 증식과 같은 기초 연구가 필요하다고 판단된다.

## 감사의 글

본 논문을 검토해 주신 충남대학교 송호경 명예교수님과 현지조사에 대한 조언을 해주신 이정심 박사님 그리고 자료 수집에 도움을 주신 국립산림품종관리센터의 임영균 주무관님께 감사드립니다.

## REFERENCES

- Braun-Blanquet, J.(1964) Pflanzensoziologie. Grundzuge der Vegetationskunde. Springer-Verlag, New York, 631pp.
- 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. 770pp.
- Bickelhaupt, D. H. and White, E. H.(1982) Laboratory manual for soil and plant tissue analysis. SUNY Coll. Envir. Sei. and For. Syracuse, N.Y. 67pp.
- Brady, N.C. and R.R. Weil(2009) Elements of the nature and properties of soils(3rd ed.). Prentice Hall publishing company, NJ, USA.
- Curtis, J. T. and McIntosh, R. P.(1951) An Upland Forest Continuum in the Prairie Forest Border Region of Wisconsin. Ecological Society of America 32(3) : 476-496.
- Cheon, K.S., J.S. Han, K.A. Kim, K.H. Ok and K.O. Yoo(2012) Habitats environmental characteristics of *Polypodium vulgare* L. in Uleung-do. Korean Journal of Environment and Ecology. 26(1): 1-10. (in Korean with English abstract)
- Chung, J. M., J. K. Shin, B. C. Lee and K. W. Park.(2011) Distribution and Population Dynamics of Natural Populations of an Endemic Tree Species, *Syringa fauriei* H. Lev. in Korea. Joint conference of Forest science. Korean Forest Society. pp. 578-579
- Dierssen, K.(1990) Einführung in die Pflanzensoziologie. Akademie-Verlag Berlin, 241pp.
- Hill, M.O.(1979) TWINSpan - A FORTRAN program for arranging multivariate data in an order two-way table by classification of the individuals and attributes. Ithaca, N.Y. Cornell Univ. Press, 50pp.
- 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. 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)
- Kim, S. C., Y. S. Kim, H. B. Lee, H. M. Kim and W. G. Park.(2012) Distribution and Population Dynamics of Natural Populations of an Endemic Tree Species, *Syringa fauriei* H. Lev. in Korea. Joint conference of Forest science. Korean Forest Society. pp. 174-176
- Korean National Arboretum and The Plant Taxonomic Society of Korea(2007) A synonymic list of vascular plants in Korea. Korea National Arboretum, Pocheon, 468pp. (in Korean)
- Leveille, H. (1910) Decades plantarum novarum. Fedde. Rep. 8:285.
- Lee, S.W.(1981) Studies on forest soils in Korea (Ⅱ). Jour. Korean For. Soc. 54: 25-35. (in Korean with English abstract)
- Lee, T.B.(2014) Coloured Flora of Korea: vol. I, Ⅱ. Hyangmunsa, Seoul, I : 914pp; Ⅱ : 910pp. (in Korean)
- Mueller-Dombois, D. and Ellenberg, H.(1974) Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and Sons. 54pp.
- Miller, H.G. and R.L. Donahue(1990) Soils: an Introduction to Soils and Plant Growth. Prentice-Hall. N. J., 768pp.
- National Academy of Agricultural Science.(2012) Agricultural Science and Technology Research Analysis Standard. Rural Development Administration, Korea, 16-20pp.
- Park, K.S. and S.O. Lee(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)
- Primack, R.B.(2004) A primer of conservation biology(3rd ed.). Sinauer Associates, U.S.A., 292pp.
- Sung, J.W., M.H. Yi, J.W. Yoon, G.S. Kim, H.T. Shin and Y.S. Kim( 2013) Growth environment and vegetation structure of native habitat of *Corydalis cornupetala* Y. H. Kim et J. H. Jeong. Korean Journal of Environment and Ecology. 27(3): 271-279. (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.
- Townsend, C.R., M. Begon and J.L. Harper(2008) Essentials of ecology(3rd ed.). Blackwell Publishing, Oxford.