

울릉도 섬현삼(*Scrophularia takesimensis* Nakai) 개체군의 식생과 토양특성

한경숙¹⁾ · 김무열¹⁾ · 서강욱²⁾ · 권혜진³⁾ · 송호경⁴⁾

¹⁾ 전북대학교 자연과학대학 생물과학부 · ²⁾ 국립수목원

³⁾ 충남대학교 대학원 · ⁴⁾ 충남대학교 환경임산자원학부

Vegetation and Soil Properties of *Scrophularia takesimensis* Population in Ulleung Island

Han, Kyeongsuk¹⁾ · Kim, Muyeol¹⁾ · Suh, Ganguk²⁾
Kwon, Hyejin³⁾ and Song, Hokyung⁴⁾

¹⁾ Division of Biological Sciences, Chonbuk National University,

²⁾ National Arboretum, Pocheon,

³⁾ Graduate School, Chungnam National University,

⁴⁾ Division of Environmental Forestry Resources, Chungnam National University.

ABSTRACT

This study was carried out to analyze vegetation and soil characteristic, and ordination of *Scrophularia takesimensis* population, Ulleung Island. The *Scrophularia takesimensis* population was classified into *Aster spathulifolius* for. *oharai* dominant population, *Vitis amurensis* dominant population and *Scrophularia takesimensis* typical population. The *Scrophularia takesimensis* population was located in elevation of 1m to 6m, in Ulleung Island. In the study sites, soil organic matter, nitrogen, available phosphorous, exchangeable potassium, exchangeable calcium, exchangeable magnesium and exchangeable sodium concentration, and cation exchange capacity, and soil pH were 9.1 ~ 19.1%, 0.19 ~ 0.52%, 87.1 ~ 196.7mg/kg, 2.0 ~ 2.8cmol⁺/kg, 5.4 ~ 5.9cmol⁺/kg, 5.9 ~ 8.8cmol⁺/kg, 4.4 ~ 4.8cmol⁺/kg, 20.3 ~ 26.7cmol⁺/kg, and 6.8 ~ 8.0, respectively. The *Vitis amurensis* dominant population was mainly found

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

Received : 19 October, 2009. **Accepted** : 9 February, 2010.

in the high percentage of total nitrogen, organic matter, CEC in comparison with *Aster spathulifolius* for. *oharai* dominant population.

Key Words : DCCA ordination, Phytosociology.

I. 서 론

섬현삼(*Scrophularia takesimensis* Nakai)은 현삼과(*Scrophulariaceae*)의 현삼속에 속하는 종으로 세계적으로 울릉도에만 한정 분포하는 한국 특산식물(김무열, 2004)이며, 현재 환경부 멸종위기 야생 동·식물 II급의 법정보호종으로 지정되어있다(환경부, 2005).

섬현삼은 잎의 표면과 이면에 털이 없고 줄기에는 날개가 없으며 해변가에 서식하는 다년생 초본식물이다(한경숙 등, 2009). 섬현삼의 분류학적 위치는 개현삼(*S. grayana*)과 유사하여 변종으로 취급하는 경우도 있으나(Yamazaki, 1962), ITS 염기서열의 분석 결과 뚜렷이 구별되어 독립된 한국의 특산종을 지지해 주었다(한경숙 등, 2009).

섬현삼에 관한 생태적 특징과 분포에 대한 연구로 Ahn(2005)은 섬현삼이 갯메꽃(*Calystegia soldanella*)과 갯제비쭉(*Artemisia japonica* subsp. *littoricola*) 군락의 종들과 더불어 자라고 있음을 언급하였다. 강기호(2007)는 현지내 섬현삼 복원을 울릉도의 남양과 천부에서 시도하였다. 또한 Lim *et al.*(2008)은 울릉도 섬현삼 집단의 개체들의 공간적인 분포와 개체간 거리에 관한 연구에서 섬현삼이 덩어리 분포양상(*clumped distributional pattern*)을 보이며, 종 보존을 위해 20m 직경안에 최소 25개체가 필요함을 지적하였다.

섬현삼의 자생지는 울릉도 해변가로 국한되어 있어, 현재 분포하고 있는 자생지가 자연재해나 인간의 간섭에 의해 파괴될 경우 절멸의 위기에 처하게 될 것으로 예상된다. 때문에 필자들은 울릉도내 섬현삼 자생지의 식생과 토양환경을 조사하여, 현지내 보존을 위한 관리방안 수립 및 현지

의 복원을 위한 설계 시 자생지의 생육환경과 유사한 입지를 조성하는데 필요한 기초자료로 활용하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 조사지 개황

섬현삼의 자생지인 울릉도는 한반도의 식물구계에 대한 연구사에 의하면 6개아구 중 울릉도아구에 속한다(김무열, 2004). 울릉도는 우리나라 최동단인 동경 130°47'40"~131°52'22" 북위 37°27'44"~37°33'31"에 위치한다.

울릉측후소의 기상자료에 의하면, 연평균기온이 12.3°C, 연평균강수량이 1,485mm이고, 동해의 한가운데에 위치하고 있어 전형적인 해양성 기후를 나타내며, 해류의 영향으로 동계 다우형의 강우특성을 나타낸다.

섬현삼은 해발고 1m에서 6m 사이의 해안가의 자갈밭과 절개지 위에 분포하고 있었다. 섬현삼의 자생지는 교목층이나 관목층이 없고 왕호장근, 갯메꽃, 땀땀이덩굴, 억새, 산쭉, 갯피불주머니 등의 초본층만으로 이루어져 있다.

2. 식생조사 및 토양 분석

식생조사는 2007년 7월 1일부터 2007년 7월 2일 사이에 섬현삼 자생지 중 인위적인 교란이 적은 입지를 대상으로 실시하였다. 조사지는 경북 울릉군 사동, 도동, 내수전, 석포, 추산, 현포 등 총 6개 지역의 해안가를 대상으로 5m×5m 크기의 방형구를 18개소 설치하였다(Figure 1). 식물 사회학적 식생조사를 위하여 층위별 식생을 기록하고, 출현종의 우점도는 Braun-Blanquet(1964)의 7단계 구분을 변형한 9단계 구분(Dierssen,

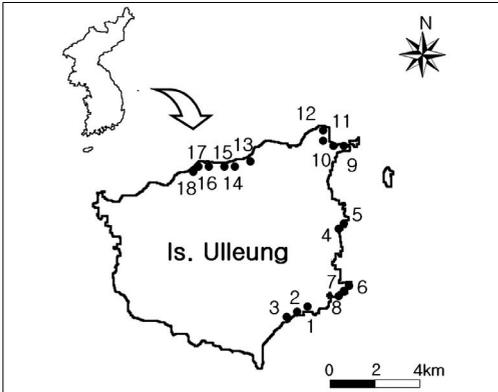


Figure 1. Sampling station in Ulleung Island. 1-3, Sadong; 4-5, Naesujeon; 6-8, Dodong; 9-12, Seokpo; 13-15, Chusan; 16-18, Hyunpo.

1990)을 적용하였다.

식물군락의 분류는 ZM방식에 따른 군락분류 방법으로 표작성법에 의하여 식생단위를 추출하고 군락을 분류하였다(Mueller-Dombois and Ellenberg, 1974).

토양은 각 조사구에서 유기물층을 제거한 후 0~10cm 깊이에서 채취하였으며, 실험실로 운반하여 자연 건조한 후 토양의 이화학적 특성을 분석하였다(농촌진흥청, 2000). 토양 중 유기물함량은 Wakely-Black wet oxidation법으로 분석하였고, 토성은 hydrometer법을 이용하여 sand, silt, clay의 비율을 구한 후 미농무성법에 의해 분류하였다. 토양 pH는 1 : 5로 분석하였고, 전질소 함량은 micro-Kjeldahl법으로, 치환성 K, Ca, Mg, Na는 1 M ammonium acetate로 침출 시킨 후 ICP를 이용하여 분석하고 양이온치환용량(CEC)은 Brown법으로 구하였으며, 유효인산은 Lancaster법으로 분석하였다.

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. 식물사회학적 식생조사 방법에 의한 개체군의 분류

한국 특산식물인 섬현삼은 주로 해안가의 바위틈에 분포하고, 교목층과 아교목층 및 관목층이 없이 초본층만으로 이루어져 있었으며, 갯메꽃, 산쭉, 갯제비쭉 등이 동반 출현하였다.

식물사회학적 군락 분류를 위해 총 18개 조사구를 대상으로 실시하였으며, 전체 조사구에서 출현한 52종을 표작성법으로 분석한 결과 본 조사지역의 섬현삼개체군은 왕해국우점개체군과 왕머루우점개체군, 섬현삼전형개체군으로 구분되었다(Table 1).

왕해국우점개체군은 총 8개의 조사구가 포함되었으며, 도동지역과 추산지역에 해당한다. 해발고는 1~6m 사이이며, 평균 암반노출율은 85%이고, 평균경사도는 30°의 급경사를 보이고 있다. 주로 북사면과 동사면, 북동·서사면에 분포하고 있었으며, 출현종수는 7~12종으로 조사구별 평균 10종의 식물이 출현하였다. 초본층의 평균 피도는 76%로 주로 섬현삼과 왕해국이 2A 이상의 우점도로 분포하였고, 갯메꽃, 산쭉, 갯제비쭉, 참억새, 털머위, 갯기름나물 등이 출현하고 있었다.

왕머루우점개체군은 총 7개의 조사구가 포함되었으며, 도동지역과 추산지역을 제외한 모든 지역에 고루 분포하였다. 해발고 1~5m 사이의 평균 암반노출율이 89%인 암석지대로 경사도가 17~50°로 3개의 개체군 가운데 가장 급경사지에 분포하였다. 사면방향은 북사면과 북동·남서사면이었으며, 개체군 가운데 가장 많은 8~17종이 출현하였다. 또한 초본층의 평균 피도율이 90%로 가장 높은 것으로 조사되었다. 섬현삼과 식별종인 왕머루가 2A~4의 우점도로 분포하였고, 땃대이덩굴, 산쭉, 갯메꽃, 김의털 등이 출현

Table 1. Vegetation table of *Scrophularia takesimensis* population.
 A. *Aster spathulifolius* for. *oharai* dominant population
 B. *Vitis amurensis* dominant population
 C. *Scrophularia takesimensis* typical population

Subcommunity type	A								B							C		
Serial number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Releve number	15	14	8	9	12	13	7	6	18	17	5	3	10	11	2	1	4	16
Elevation	6	6	1	1	5	5	3	3	1	1	2	5	3	5	5	5	2	1
Direction	355	16	187	334	56	334	108	112	344	343	87	198	32	37	196	206	82	353
Slope degree	42	37	15	18	43	14	50	23	17	26	50	40	38	48	35	40	52	10
Coverage of herb layer(%)	80	80	30	85	60	100	95	80	95	85	80	100	90	100	80	60	70	95
Rock exposure ratio(%)	60	70	100	100	95	80	90	90	65	100	80	80	95	90	80	95	80	100
Number of species	7	10	8	11	12	12	12	10	8	9	11	15	16	17	11	7	9	9
<i>Scrophularia takesimensis</i> (섬현삼) H	+	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2a	2b	4	2a	2a	3	2b	2a	5
<i>Aster spathulifolius</i> for. <i>oharai</i> (왕해국) H	4	3	2a	2a	2a	1	1	+	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.
<i>Phragmites japonica</i> (달뿌리풀) H	.	.	.	.	3	2a	1	2a	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Vitis amurensis</i> (왕머루) H	.	+	.	r	.	+	1	.	4	3	2b	2a	2a	2a	r	.	.	.
<i>Cocculus trilobus</i> (맹맹이덩굴) H	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	r	.	2a	1	.	.	.
<i>Calystegia soldanella</i> (갯메꽃) H	.	2b	2a	.	.	2a	1	2a	2a	3	+	.	.	2a	+	2b	2a	2a
<i>Artemisia montana</i> (산쭯) H	.	r	.	2b	2a	2b	.	.	2a	2a	2a	2a	2b	2b	1	2a	2a	.
<i>Artemisia japonica</i> subsp. <i>littoralis</i> (갯제비쭯) H	2a	.	1	.	.	+	2a	2a	1	2a	.	.	.	1	.	.	.	.
<i>Miscanthus sinensis</i> (참억새) H	.	.	1	3	.	2a	.	1	1	.	.	.	.	1	2a	2a	.	.
<i>Corydalis heterocarpa</i> var. <i>japonica</i> (갯괴불주머니) H	+	+	.	.	2a	.	.	.	1	.	.	2a	2a	.	+	.	.	.
<i>Festuca ovina</i> (김의털) H	.	.	.	2a	.	.	1	+	.	2a	.	.	2b	2a	.	.	.	.
<i>Dystaenia takeshimana</i> (섬바디) H	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	2a	+	r	.	.	.
<i>Reynoutria sachalinensis</i> (왕호장근) H	+	.	.	.	2a	.	.	+	.	.	.	.	2a	2b	.	.	.	2a
<i>Rumex crispus</i> (소리쟁이) H	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	r	+	2a	.	.	.	.	+
<i>Cyrtomium falcatum</i> (도깨비고비) H	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	+	.	r	.	.	.	1	.
<i>Sedum oryzifolium</i> (땅채송화) H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2m	.	+	1	.	.	2a	.	.
<i>Lonicera insularis</i> (섬괴불나무) H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.	1	+	.	2a	.	.
<i>Lilium tigrinum</i> (참나리) H	.	1	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.
<i>Farfugium japonicum</i> (털머위) H	.	.	2a	.	.	.	4	4	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
<i>Peucedanum japonicum</i> (갯기름나무) H	.	.	2a	.	.	.	2a	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lysimachia mauritiana</i> (갯까치수영) H	1	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Dactylis glomerata</i> (오리새) H	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	2a	.	.
<i>Bromus japonicus</i> (참새귀리) H	.	.	1	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Oxalis corniculata</i> (괘이밥) H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	2a	.	.	.	.
<i>Aralia continentalis</i> (독활) H	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	.
<i>Gynostemma pentaphyllum</i> (들외) H	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Erigeron canadensis</i> (망초) H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.
<i>Cirsium nipponicum</i> (물영경귀) H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	+	.	.	.	.
<i>Carex boottiana</i> (밀사초) H	.	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
<i>Sonchus oleraceus</i> (방가지똥) H	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Aster glehni</i> (섬쭯부쟁이) H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Sasa kurilensis</i> (섬조릿대) H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2a	.	.	.	.	2b	.	.
<i>Campanula takesimana</i> (섬초롱꽃) H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	+	.
<i>Chelidonium majus</i> var. <i>asiaticum</i> (애기똥풀) H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2a	.	.	.	.	.
<i>Galium spurium</i> (갈퀴덩굴) H	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Setaria viridis</i> (강아지풀) H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Sagina japonica</i> (개미차리) H	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Agropyron tsukushiense</i> var. <i>transiens</i> (개밀) H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Polypogon monspeliensis</i> (갯쇠돌피) H	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Table 2. Soil characteristic of *Scrophularia takesimensis* population.

Soil characteristic	<i>Aster spathulifolius</i> for. <i>oharai</i> dominant population	<i>Vitis amurensis</i> dominant population	<i>Scrophularia takesimensis</i> typical population
Organic matter(%)	9.1 ± 3.1	18.1 ± 6.3	19.1 ± 6.3
Total N(%)	0.19 ± 0.08	0.52 ± 0.19	0.48 ± 0.13
Available phosphorous (mg/kg)	87.1 ± 80.3	129.1 ± 103.3	196.7 ± 66.9
Exc. K (cmol ⁺ /kg)	2.8 ± 1.2	2.3 ± 1.1	2.0 ± 0.7
Exc. Ca (cmol ⁺ /kg)	5.9 ± 4.2	5.8 ± 2.4	5.4 ± 4.5
Exc. Mg (cmol ⁺ /kg)	7.3 ± 3.3	8.8 ± 4.2	5.9 ± 3.5
Exc. Na (cmol ⁺ /kg)	4.5 ± 3.0	4.4 ± 3.7	4.8 ± 1.5
pH(1 : 5)	8.0 ± 1.1	7.0 ± 0.7	6.8 ± 1.5
CEC (cmol ⁺ /kg)	20.3 ± 8.6	26.7 ± 10.0	25.0 ± 5.9
Soil texture	silty clay, sandy clay loam	silty clay, sandy clay loam	sandy clay

즉, 유기물이 토양 중 CEC 총량의 30- 70%를 제공하며 또한 이들의 부식으로 인하여 양이온치환 입자가 제공되기 때문이다(Miller and Donahue, 1990). 토성은 미사질식토와 사질식양토, 사질식토로 해안가로 인해 모래의 함량이 많은 것으로 나타났다.

3. Ordination 분석

식생분포에 영향을 미치는 여러 가지 환경인자들 중에서 수분요소가 가장 중요한 인자로 알려져 있다. 분포지의 지형조건 및 방위는 토양 내 수분함량을 좌우하는 요인으로, 본 연구대상지의 해발고, 경사, 방위 및 토양의 이화학적 특성 등의 환경요인과 섬현삼개체군의 상관관계 분석을 실시하였다. 이러한 분석 결과를 통해 섬현삼이 자생하기 위한 주위 환경인자에 대한 분포 범위를 가늠할 수 있을 것으로 기대된다.

Figure 2는 식물사회학적 방법에 의해 구분된 3개 우점개체군을 12개의 환경요인과 2회 이상

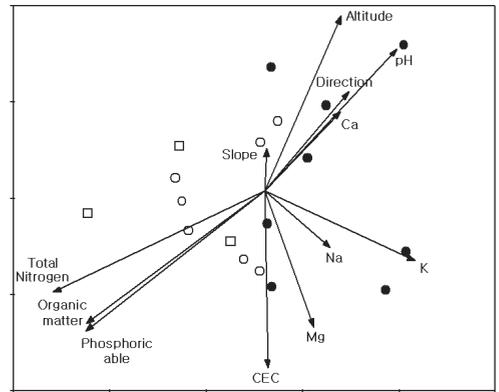


Figure 2. Vegetation data of *Scrophularia takesimensis* population : DCCA(detrended canonical correspondence analysis) ordination diagram with plots(●, ○, □) and environmental variables (arrow). The plots are : ●=*Aster spathulifolius* for. *oharai* dominant population, ○=*Vitis amurensis* dominant population, □= *Scrophularia takesimensis* typical population.

에서 출현한 34종을 대상으로 DCCA ordination 을 분석한 결과를 평면상에 나타낸 것이다.

왕해국우점개체군은 pH가 가장 높고, 유기물, 유효인산, 전질소 등의 함량이 가장 적은 입지에 분포하고, 반대로 왕머루우점개체군은 유기물함량 등이 가장 많은 입지에 분포하고 있는 것으로 나타났다. 이는 왕해국우점개체군이 해안가 모래사장에 가장 근접하여 분포하기 때문에 토양의 유기물함량이 해수에 의해 쉽게 용탈되고, pH가 높은 염기성의 특성을 가지고 있기 때문으로 판단된다. 섬현삼전형개체군은 왕해국우점개체군과 왕머루우점개체군의 중간 입지에 분포하는 것으로 분석되었다. Ordination 분석결과 섬현삼개체군간 유기물함량, 전질소함량, 유효인산함량 등에 의해 분포 차이를 보이고 있었으며, 섬현삼우점도가 높은 왕머루우점개체군과 섬현삼전형개체군은 유기물함량이 11~25% 사이의 값을 나타내는 것으로 조사되었다.

IV. 결 론

울릉도 섬현삼 개체군에 대한 식생과 토양의 이화학적 특성을 분석한 결과는 다음과 같다. 섬현삼 개체군은 울릉군 사동, 도동, 내수전, 석포, 추산, 현포지역의 해안가의 암반 사이에 자생하고 있으며, 식물사회학적 방법에 의해 개체군을 분류한 결과 왕해국우점개체군, 왕머루우점개체군, 섬현삼전형개체군으로 분류되었다.

본 조사지 토양의 이화학적 특성은 유기물함량이 9.1~19.1%, 전질소 함량은 0.19~0.52%, 유효인산 87.1~196.7mg/kg, 치환성 K 2.0~2.8 cmol⁺/kg, 치환성 Ca 5.4~5.9cmol⁺/kg, 치환성 Mg 5.9~8.8cmol⁺/kg, 치환성 Na 4.4~4.8cmol⁺/kg, 양이온치환용량 20.3~26.7cmol⁺/kg로 높게 나타났다. 또한 pH는 6.8~8.0으로 매우 높은 값으로 해안가의 염기성토양의 특징을 나타내고 있다. 섬현삼 개체군의 식생과 환경요인과의 ordination분석 결과 왕해국우점개체군은 pH가 높고, 유기물, 유효인산, 전질소 등의 함량이 가장 적은 입지에 분포하고, 왕머루우점개체군은

유기물함량 등이 가장 많은 입지에 분포하였다. 섬현삼은 환경부가 지정한 멸종위기 II급에 속하는 보호식물으로써 울릉도 자생지의 보존을 위하여 지속적인 모니터링과 함께 자생지 외 보존을 위한 대량증식 및 유전자분석 등의 연구가 필요할 것으로 요망된다.

인 용 문 헌

- 강기호. 2007. 섬현삼 대체서식지 복원 및 모니터링 사업. 2007 서식지외보전기관 종보전사업 성과보고서. pp.23-35.
- 김무열. 2004. 한국의 특산식물. 솔과학. 136pp.
- 김무열 · 소순구 · 박혜림 · 서은경 · 권혜진 · 송호경. 2006. 섬시호(*Bupleurum latissimum* Nakai) 개체군의 생태. 한국환경복원녹화기술학회 9(6) : 78-85.
- 농촌진흥청. 2000. 토양 및 식물체 분석법. 202pp.
- 송호경 · 소순구 · 김무열 · 박종민 · 이상화 · 박관수. 2007. 울릉도 삼림식생과 환경과의 상관관계. 한국환경생태학회지 21(1) : 82-92.
- 정진현 · 구교상 · 이충화 · 김춘식. 2002. 우리나라 산림토양의 지역별 이화학적 특성, 한국 임학회지 91(6) : 694-700.
- 환경부. 2005. 야생동 · 식물보호법. [http : //218.38.254.106 : 8080/meweb/main/index.jsp](http://218.38.254.106:8080/meweb/main/index.jsp).
- 한경숙 · 소순구 · 이정희 · 김무열. 2009. 한국산 현삼속(*Scrophularia*, 현삼과)의 분류학적 연구. 식물분류학회지 39(4) : 237-246.
- Ahn, Y. H. 2005. Ecological characteristics and distribution of native *Scrophularia takesimensis* in Ulleung-do. Island. Kor. J. Env. Sci. 14 (12) : 1087-1092.
- Braun-Blanquet, J. 1964. Pflanzensoziologie. 3. Auflage. Wien, New York. 865pp.
- Dierssen, K. 1990. Einführung in die Pflanzensoziologie. Akademie-Verlag Berlin. 241pp.
- 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. *Vegetatio*, 42 : 47-58.
- Lim, Yeonseok, Sung-Tae Na, Sung-Jin Lee, Kang Hyun Cho and Hyunchur Shin. 2008. Spatial Distributin Patterns and Implications for Conservation of *Scrophularia takesimensis* (Scrophulariaceae), an Endangered Endemic Species on Ulleung Island, Korea. *J. Plant Biol.* 51(3) : 213-220.
- 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 H. Ellenberg. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology.* John Wiley & Sons. 547pp.
- Ter Braak, C. J. F., and Šmilauer P. 1998. *CANOCO-Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows.* Microcomputer Power, Ithaca, USA 352pp.
- Yamazaki, T. 1962. *Scrophularia grayana* var. *takesimensis*(Nakai) Yamazaki. *J. Jap. Bot.* 37 : 264.