

외대잔대(*Adenophora racemosa* J.Lee & S.Lee) 개체군의
classification과 ordination 분석*

지윤의¹⁾ · 문병철¹⁾ · 이아영¹⁾ · 윤태숙¹⁾ · 송호경²⁾ · 추병길³⁾ · 김호경¹⁾

¹⁾ 한국한의학연구원 한약자원연구부 · ²⁾ 충남대학교 환경임산자원학부 · ³⁾ 전북대학교 작물생명과학과

A Study on Classification and Ordination of
Adenophora racemosa Population*

Ji, Yunui¹⁾ · Moon, Byeong Cheol¹⁾ · Lee, A-Yeong¹⁾ · Yoon, Taesook¹⁾
Song, Hokyung²⁾ · Choo, Byung Kil³⁾ and Kim, Ho Kyoung¹⁾

¹⁾ Center of Herbal Resources Research, Korea Institute of Oriental Medicine,

²⁾ Division of Environmental Forest Resources, Chungnam National University,

³⁾ Department of Corp Agriculture & Life Science, Chonbuk National University.

ABSTRACT

This study was carried out to investigate vegetation structure and soil properties of *Adenophora racemosa* population distributed in Jeombongsan, Seoraksan, Odaesan and Dutasan in Gangwon-do, Korea. From August 2007 until September 2009, 2 m × 2 m quadrat was established in native area of *Adenophora racemosa* in order to record a dominants and coverage, and soil factors at 22 sites. It was found that the altitude in the distributed areas for *Angelica gigas* population was 800 m or more.

Adenophora racemosa population was classified into *Rhododendron mucronulatum* dominant population, *Geranium* var. *hirsutum* dominant population, *Carex siderosticta* dominant population and *Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus* dominant population. In the site of study, soil pH, electrical conductivity, soil organic matter, available phosphorous, and exchangeable potassium, exchangeable calcium, exchangeable magnesium, exchangeable sodium concentration and total nitrogen were ranged from 5.0~7.1, 0.06~0.65dS/m, 0.96~8.94%, 12.3~32.8mg/kg, 0.12~0.89cmol+/kg, 0.34~10.08cmol+/kg,

* 이 논문은 교육과학기술부 '한의학활용기반구축사업(L08020)'의 지원에 의해 수행되었으며, 본 연구의 자생지조사에 협조해 주신 국립공원관리공단에 감사드립니다.

Corresponding author : Kim, Ho Kyoung, Korea Institute of Oriental Medicine, Daejeon Expo-ro 483, Korea,
Tel : +82-42-868-9502, E-mail : hkkiom@kiom.re.kr

Received : 10 November, 2009. Accepted : 26 November, 2009.

0.1~1.4cmol+/kg, 0.02~0.29cmol+/kg and 0~8.4% respectively. According to the results of DCCA, *Adenophora racemosa* population were distributed in the high available phosphorous and exchangeable potassium, and *Rhododendron mucronulatum* dominant population was situated on low available potassium and high slope degree, *Geranium* var. *hirsutum* dominant population was high altitude, electrical conductivity and exchange magnesium, and *Carex siderosticta* dominant population and *Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus* were distributed on high total nitrogen, organic matter, available phosphorous.

Key Words : *Distribution, Classification, Soil Characteristics, DCCA Ordination.*

I. 서 론

외대잔대(*Adenophora racemosa*)는 초롱꽃과(Campanulaceae)의 초본으로 화서와 악편 등의 모양이 넓은잔대(*A. divaricata* var. *manshurica*)나 왕잔대(*A. tyosenensis*)와 유사하지만, 총상화서와 윤생화서를 가지며, 악편과 자방에 털이 없고 화관의 모양의 다른 점 때문에 1990년 신종으로 기재되었고(이중구·이상태, 1990), 김무열(2004)은 외대잔대를 한국의 특산식물로 기록하였다.

우리나라에 자생하고 있는 특산식물은 자연환경에 맞게 적응하면서 진화하여 한국에 분포하는 유일하고 독특한 식물로 귀중한 유전자원이며, 생물자원의 실질적인 지표가 되는 식물이다. 그러나 유럽에서 트리(tree)장식용으로 유명한 구상나무나, 미국의 Miss Kim 라일락의 경우처럼, 우리나라 특산 식물종이 국외로 유출되어 개량된 종을 다시 역수입하는 등 생물자원에 대한 주도권을 갖지 못했던 적이 있었으며, 미선나무, 모데미풀, 섬시호, 금강초롱, 땃강나무 등의 식물종은 멸종위기 식물로(산림청, 1997) 점점 자생지가 사라지고 있다.

최근 생물다양성 및 보호에 대한 관심이 커지면서 특산식물에 관한 많은 연구들이 이루어졌는데, 특산식물인 히어리(고갑천·임동욱, 2006; 장형태 등, 2008; 이은혜 등, 2007; 임동욱, 2005), 섬오갈피나무(고한중 등 2003), 모데미풀(이호선 등, 2003), 금강초롱(류승렬, 2002)에 대한 생리학

적 연구를 비롯한 이화학적 성분이나, 분자생물학적 관점에서의 분석이 이루어 졌다. 그러나 이러한 자원이 자생하고 있는 환경 분석에 대한 연구는 개느삼(오병운 등, 2009; 심경구 등, 2006), 히어리(이정환 등, 2000; 심경구, 2003), 고추냉이(김무열 등, 2008), 섬시호(김무열 등, 2006)에 대한 연구가 있으나, 우리나라 특산식물 대부분의 종에 대한 연구가 거의 이루어지지 않았으며, 외대잔대에 대한 연구는 전무한 실정이다. 특산종 외대잔대는 꽃의 크기와 모양이 원예용 품종 개발에 적합하고, 한방에서는 외대잔대를 포함한 잔대속 식물의 뿌리를 폐열해수(肺熱咳嗽), 자보음혈(滋補陰血) 등의 효능이 있는 한약재 '사삼(沙蔘)'으로 사용되고 있어 약용자원으로 이용 가능한 식물이다.

따라서 본 연구에서는 외대잔대 자생지의 분포 실태와 생태적인 특성 연구를 통해 자생지 개체군의 식생구조분석과 개체군과 환경인자와의 상관관계를 규명하여 자생지의 환경특성을 이해하고, 자원으로써의 효율적인 이용과 자연서식지의 확산을 위한 정보를 제공하고자 본 연구를 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 조사지 개황

외대잔대의 자생지는 설악산, 점봉산, 오대산 그리고 두타산에서 확인하였다(그림 1). 조사지



Figure 1. Survey area of native *Adenophora racemosa* in Gangwon-do, Korea.

역이 위치한 곳과 가장 가까운 기상대의 기상관측 자료(기상청, 2009)를 분석하여 Walter(1993)의 방법에 따라 기후도(climate diagram)를 작성

하였다(그림 1). 외대잔대 조사지의 연평균기온은 인제 10℃, 대관령 6℃, 속초와 동해가 12℃이며, 연평균강수량은 1114~1717mm로 하계다우형의 기후를 나타내고 있다.

2. 식생조사 및 분석

식생 및 토양 조사는 2007년 8월부터 2009년 9월까지 점봉산, 설악산, 오대산, 두타산의 외대잔대 자생지에서 실시하였으며, 2×2m 크기의 방형구를 총 22개를 설치하여 Dierssen(1990)의 9단계구분 우점도를 적용하여 우점도와 피도를 기록하고, 개체수를 기록하였다. 조사구의 식생은 교목층, 아교목층, 관목층, 초본층으로 구분하여 각 층별 출현종과 해발고 및 방위와 경사를 기록하고, 식생조사에서 얻어진 자료는 Ellenberg(1956)의 표작성법을 이용하여 식생단위를 분류하였다.

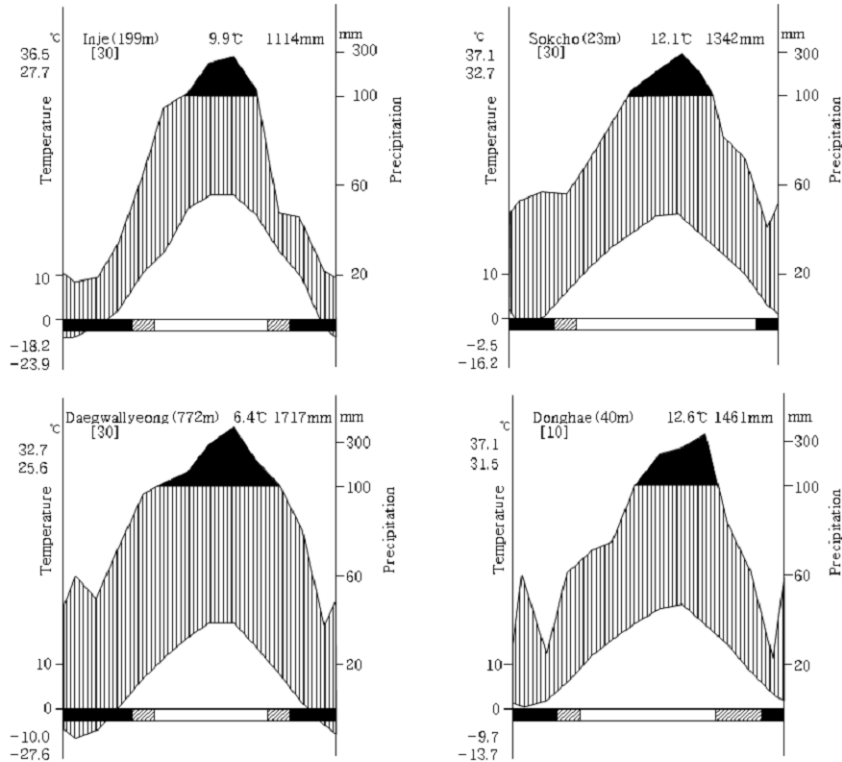


Figure 2. Climate diagram of Inje, Sokcho, Daegwallyeong and Donghae.

3. 토양조사 및 분석

토양시료의 채집은 각 조사구에서 낙엽층을 제외하고, 깊이 0~10cm에서 채취하여 음지에서 자연건조 후 토양의 화학적 특성을 분석하였다(농촌진흥청, 2000). 토양 중 유기물 함량은 Wakely-Black wet oxidation 법으로 분석하였고, 토양 pH는 1 : 5로, 전질소 함량은 micro-kjeldahl 법으로, 치환성 K, Ca, Mg 그리고 Na는 1 M ammonium acetate로 침출시킨 후 ICP를 이용하여 분석하였으며, 염류이온농도를 추정할 수 있는 전기전도도(EC)를 측정하였다. 유효인산은 Lancaster법으로 분석하였다.

3. Ordination 분석

Ordination은 여러 가지 환경요인들과 군집의 분포와의 상관관계를 규명하는 데에 이용되는데(정용문 등, 2006), CA(correspondence analysis)의 확장인 DCCA(detrended canonical correspondence analysis)를 사용하였으며(Hill, 1979; Hill and Gauch, 1980), 자료의 분석은 CANOCO(Ter Braak, 1987) program(version 4.5)을 이용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 개체군 분류(Classification)

외대잔대 개체군은 해발 764~1706m에 분포하고 있었으며, 설악산과 두타산에서는 산정에서, 오대산과 점봉산에서는 해발고 764m 이상에서 자생지를 확인하였고, 각 조사지에서 얻은 총 22개 조사구의 식생조사 자료를 표조작법을 이용하여 분류한 결과, 외대잔대 개체군은 관목성 식물종이 우점하는 진달래-싸리 우점개체군(*Rhododendron mucronulatum* dominant population), 초본성 식물이 우점하는 둥근이질풀 우점개체군(*Geranium* var. *hirsutum* dominant population), 대사초 우점개체군(*Carex siderosticta* dominant population) 그리고 눈개승마 우점개체군(*Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus* dominant population)의

총 4개의 우점개체군으로 분류되었다(표 1).

진달래-싸리 우점개체군의 총 출현종은 31종, 평균 피도율은 79%로 다른 개체군에 비해 출현종과 평균피도율이 낮은 값을 나타냈다. 개체군의 구분종인 진달래와 싸리는 관목층에서 보다 초본층에서 우점도가 높았고, 수반종으로 금마타리(*Patrinia saniculaefolia*), 새머느리밥풀(*Melampyrum setaceum* var. *nakaiantum*), 모데미풀(*Megaleranthis saniculifolia*), 두메취(*Saussurea triangulata*), 솔채꽃(*Scabiosa tschiliensis*), 한라부추(*Allium taquetii*), 산구절초(*Dendranthema zawadskii*), 산오이풀(*Sanguisorba hakusanensis*)이 높은 우점도와 빈도로 출현하였다. 또한 이 개체군에서는 우리나라 특산식물과 보호식물이 많이 출현하였는데, 보호식물이면서 특산식물인 금마타리, 모데미풀, 등대시호(*Acer pseudosieboldianum*)와 보호식물로만 등록된 정향나무(*Syringa patula* var. *kamibayshii*), 그리고 특산식물인 한라부추가 출현하였다.

둥근이질풀 우점개체군은 설악산 대청봉의 3개 조사구와 두타산의 정상에 자생하는 4개의 조사구로 분류되었다. 이 개체군의 구분종은 둥근이질풀로 조사구에서 2A~3의 높은 피도율로 우점하고 있었으며, 구분종 외에 수반종으로는 나비나물(*Vicia unijuga*), 잔잎마디(*Angelica czernaevia*)가 높은 우점도로 출현하였고, 개시호(*Bupleurum longeradiatum*)가 조사되었다. 또한 특산종인 토현삼(*Scrophularia koraiensis*)과 정영영경취(*Cirsium chanroenicum*)가 출현하였다.

대사초 우점개체군의 4개 조사구는 점봉산과 오대산에서 조사되었으며, 구분종은 대사초, 수반종으로 참나물(*Pimpinella brachycarpa*), 큰개별꽃(*Pseudostellaria palibiniana*), 죽도리풀(*Asarum sieboldii*)이 출현하였다. 대사초 우점개체군은 평균출현종이 18종(총 36종)으로 비교적 높은 종풍부도를 보였으며, 교목층과 아교목층의 피도율이 각각 89%, 28%로 다른 개체군에 비해 매우 높은 값을 보였고, 교목층과 아교목층에 주로 신갈나무

(*Quercus mongolica*), 당단풍(*Acer pseudosieboldianum*), 대부분이 동북향의 사면에 분포하고 있었는데, 까치박달나무(*Carpinus cordata*) 등이 많이 출현하 이호준 등(1994)의 연구에서 명지산의 신갈나무-고 있었다. 당단풍 군락에 대사초가 우점하였으며, 본 조사 또한, 대사초 우점개체군은 방위 300°~50°로 지역에 신갈나무와 당단풍의 우점도가 높은 조사

Table 2. Importance value(IV) of major species in each dominant population.

- A : *Rhododendron mucronulatum* dominant population
- B : *Geranium* var. *hirsutum* dominant population
- C : *Carex siderosticta* dominant population
- D : *Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus* dominant population

Order of total IV	Korea Name	Science Name	IV				Total
			A	B	C	D	
1	외대잔대	<i>Adenophora racemosa</i>	37.32	37.15	56.94	31.46	39.62
2	산새풀	<i>Calamagrostis langsdorfii</i>	23.07	14.58			11.82
3	대사초	<i>Carex siderosticta</i>		9.13	40.05	7.31	11.68
4	등근이질풀	<i>Geranium koreanum</i> var. <i>hirsutum</i>		32.32			10.40
5	금마타리	<i>Patrinia saniculaefolia</i>	25.30		3.72	7.10	9.77
6	산겨이삭	<i>Agrostis clavata</i>	7.52	7.07	17.31	3.26	8.34
7	넓은잎외잎쭈	<i>Artemisia stolonifera</i>	2.89	11.94	7.96	8.84	7.85
8	질경이	<i>Plantago asiaticab</i>		8.06	3.90	17.77	6.66
9	송이풀	<i>Pedicularis resupinata</i>		8.53		17.59	6.14
10	김의털	<i>Festuca ovina</i>	12.41	6.43			5.89
11	새머느리밥풀	<i>Melampyrum setaceum</i> var. <i>nakaiianum</i>	18.58				5.55
12	싸리	<i>Lespedeza bicolor</i>	15.32	3.01			5.44
13	나비나물	<i>Vicia unijuga</i>		16.04			5.19
14	모데미풀	<i>Megaleranthis saniculifolia</i>	17.03				5.13
15	양지꽃	<i>Potentilla fragarioides</i> var. <i>major</i>		11.87		6.07	5.07
16	진달래	<i>Rhododendron mucronulatum</i>	17.35				5.02
17	그늘사초	<i>Carex lanceolata</i>	5.64	9.52			4.79
18	산오이풀	<i>Sanguisorba hakusanensis</i>	11.62	4.04			4.73
19	큰개별꽃	<i>Pseudostellaria palibiniana</i>			16.22	8.97	4.70
20	두메취	<i>Saussurea triangulata</i>	15.25				4.49
21	참나물	<i>Pimpinella brachycarpa</i>		2.86	19.38		4.47
22	투구꽃	<i>Aconitum jaluense</i>	2.73	6.88	7.39		4.41
23	잔잎바디	<i>Angelica czernaevia</i>		13.02			4.23
24	눈개승마	<i>Aruncus dioicus</i> var. <i>kamtschaticus</i>				20.97	4.02
25	찰쭈	<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	5.98	5.48		2.31	3.95
26	여로	<i>Veratrum maackii</i> var. <i>japonicum</i>		7.69	4.73	2.31	3.86
27	솔채꽃	<i>Scabiosa tschiliensis</i>	13.14				3.86
28	미역줄	<i>Tripterygium regelii</i>		5.98		9.73	3.82
29	기름새	<i>Spodiopogon cotulifer</i>	11.83				3.81
30	오리방풀	<i>Isodon excisus</i>				19.31	3.69
	
	
	
Total			300	300	300	300	300
Number of species			31	56	36	48	117

구에 대사초의 우점도가 2A~2B 로 평균 피도는 30%였다.

다른 우점개체군과 달리 눈개승마 우점개체군은 오대산 단일지역에 분포하는 외대잔대의 조사구 4개로 분류되었다. 구분종으로는 눈개승마, 수반종으로는 관목성인 병꽃나무(*Weigela subsessilis*)가 출현하였다. 눈개승마 우점개체군은 상층식생인 교목층, 아교목층이 전혀 발달하지 않았고, 관목층의 피도율도 나머지 개체군과 비교할 때 낮은 값으로 조사되었다. 눈개승마 우점개체군의 수반종인 병꽃나무는 관목성의 식물종이긴 하지만, 본 조사지에서 관목층 보다 초본층에서 우점도가 높았다. 또한 교목층, 아교목층, 관목층의 피도율은 매우 낮은 반면, 초본층의 피도율은 90%로 높은 값을 보였으며, 외대잔대의 피도율은 12.5%로 다른 개체군과 비교할 때 낮은 값을 보였다.

2. 중요치와 종다양도

1) 중요치

각 조사구에서 조사된 초본층의 data를 가지고 중요치를 분석하였다. 그 결과 외대잔대 개체군에서 외대잔대의 중요치가 39.62로 산새풀 11.82, 대사초 11.68, 둥근이질풀 10.40 등 다른 종의 중요치와 비교할 때 매우 높은 값을 보였다(표 2).

외대잔대의 중요치를 백분율로 환산하면 13.2%로, 잣나무림의 초본층에서는 한 종의 중요치가 33.25%(송원희 · 윤충원, 2006), 공단지역에서 하층식생의 중요치에 대한 연구에서는 14.5%~

30.5%(박은희 등, 2004)를 보였는데, 외대잔대의 중요치는 함께 출현하는 다른 종에 비해 높은 값을 보이긴 하지만, 높은 중요치로 우점하는 것은 아니었다. 또한 외대잔대를 제외한 종들의 중요치도 낮은 값을 나타내었고, 각 우점개체군에서 외대잔대 중요치는 각각 37.32, 37.15, 56.94, 31.46로 대사초 우점개체군에서 중요치가 56.94로 가장 높은 값을 보였다.

2) 종다양도

외대잔대 개체군의 종다양성을 분석한 결과 종구성상태의 다양성을 나타내는 종다양도지수는 오대산의 조사지에서 0.7391, 두타산에서 1.3571의 값을 보였다(표 3). 우리나라 소나무림의 경우 종다양도가 0.7071~1.1259의 값을 나타내고 있으며(이수동 등, 2009; 이정재 등, 2006a; 2006b), 영인산의 산림식생에서 비산불지가 0.5728~0.8865, 산불지에서 0.3679~0.5907(김정호 · 이수동, 2007)의 종다양도 값과 비교해보면, 외대잔대 개체군의 종다양도는 비교적 높은 것으로 사료된다.

개체군의 구성종간 개체수의 분배정도를 나타내는 균재도(evenness)는 1에 가까울수록 종별 개체수가 균일하게 분포한다(Brower and Zar, 1977)는 기존의 보고와 비교하면, 외대잔대 개체군의 균재도는 0.3737~0.6580의 값을 보여 종별 개체수가 비교적 균일하지 않은 경향을 띄고 있다고 판단된다. 우점도는 0.9 이상일 때는 1종, 0.3~0.7일 때는 2~3종, 0.3 이하인 경우에는 다

Table 3. Value of species diversity in *Adenophora racemosa* population.

Dominant population	Number of species	Richness	Shannon' diversity	Maximum diversity	Evenness	Dominance
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	13.3	2.7425	0.9794	1.8781	0.5206	0.4794
<i>Geranium var. hirsutum</i>	16.4	3.3463	1.0891	2.0918	0.5195	0.4805
<i>Carex siderosticta</i>	18.3	3.5328	1.1872	2.1077	0.5643	0.4357
<i>Aruncus dioicus var. kamschaticus</i>	18.5	4.6022	1.0680	2.1286	0.4997	0.5003

수의 종이 우점된다(Whittaker, 1965). 외대잔대 개체군의 경우 모든 조사구가 0.3420~0.6263 범위의 우점도 값을 나타내어 각 조사구는 다수의 종이 아닌 2~3개의 특정 종에 의해 우점되고 있음을 확인하였다.

3. 토양특성

외대잔대 자생지의 지역별 토양을 분석한 결과 외대잔대 개체군의 토양 평균 pH는 5.7로, 우리나라 산림토양의 평균 pH 5.5(이수옥, 1981)와 매우 유사한 값을 보였지만, 설악산 대청봉의 조사구 1~3의 경우 pH 6.7~7.1로 높은 값을 보였으며, 이 조사구가 포함된 등근이질풀 우점개체군의 평균 pH도 6.1로 다른 우점개체군에 비해 높게 조사되었다(표 4). 토양의 이화학적 특성을 지배하는 유기물함량은 등근이질풀 우점개체군 8.1%, 대사초 우점개체군 9.1%, 진달래-싸리 우점개체군 4.9%, 눈개승마 우점개체군 4.7%의 값을 보이고 있으며, 토양의 pH가 높게 조사된 등근이질풀 우점개체군과 대사초 우점개체군의 유기물 함량이 높은 값을 나타냈다. 토양의 pH는 미량원소들을 식물체가 흡수 할 때 영향을 주는 가장 중요한 요소 중의 하나로, 일반적으로 원소의 토양 중 유효성은 pH가 높을 때 낮으며(McBride, 1981; 송석환 · 민일식, 2009), 유기물과 밀접한 관계가 있기 때문에(정진현 등, 2002) pH가 높은 등근이질풀 우점 개체군에서 유기물의 함량도 높은 값을 보였다고 판단된다.

외대잔대 개체군의 경우 0.02 ~ 0.61%로 평균

0.24%를 나타내어, 일반적인 토양의 전질소의 함량이 0.15%, 0.19%(Brady, 1990; 정진현, 2002), 평창의 신갈나무 임분에서 전질소의 함량 0.35%(박관수, 2003)의 보고와 비교할 때, 일반적인 토양의 전질소 함량에 비해 높은 값을, 신갈나무 임분 보다는 다소 낮은 값을 보였다. 전질소의 함량이 높은 값을 보인 두 개 우점개체군은 유기물의 함량도 높은 값을, 전질소 함량이 낮은 값을 보인 두 개의 우점개체군은 유기물의 함량도 낮은 값을 보였다. 정 등(2003)의 연구에서 유기물의 함량과 전질소의 함량이 유의적 상관관계가 있었고, 본 조사지의 토양분석 결과 유사한 패턴을 보였다.

4. DCCA Ordination 분석

식생군락들은 환경요인에 따라 분포하고 있으며, ordination은 군집의 구조를 밝히고 군집에서 식생과 환경과의 상호작용에 대한 가정을 유출해내는 데에 이용한다(Greig-smith, 1983; Ter Braak, 1986; 1987). 본 연구에서 환경요인에 따라 우점개체군 및 종을 배열하여 종과 환경요인과의 관계를 알아보고자 DCCA ordination 분석을 실시하였다.

화살표는 환경변수들의 방향이나 축을 결정한다(김영식 등, 2002). 따라서 외대잔대 개체군의 DCCA 분석 결과에 나타난 ordination diagram에서 우점개체군들은 12개의 환경요인에 따라 분포하고 있으며, 제1축에서는 경사도와 치환성이 온 K가 높은 상관관계를 보이고 있으며, 해발고

Table 4. Soil characteristics of *Adenophora racemosa* population.

Dominant population	pH	OM (g/kg)	EC (dS/m)	T-N (%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex Cation(cmol+/kg)			
						K	Na	Mg	Ca
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	5.6	4.89	0.13	0.12	21.54	0.16	0.16	0.21	0.93
<i>Geranium</i> var. <i>hirsutum</i>	6.1	8.06	0.39	0.32	22.40	0.54	0.56	0.84	4.33
<i>Carex siderosticta</i>	5.3	9.11	0.11	0.39	25.79	0.41	0.07	0.14	0.80
<i>Aruncus dioicus</i> var. <i>kamtschaticus</i>	5.7	4.65	0.12	0.14	27.49	0.50	0.04	0.30	1.83

도 비교적 높은 상관관계를 보여주고 있다. 제 2 축은 사면의 방향과 유효인산, pH 등과 높은 상관관계가 있음을 보여주고 있다(그림 3). 이들 환경요인들과 개체군과의 관계를 살펴보면, 진달래-싸리 우점개체군의 경우 사면경사가 높은 입지에 분포하며, 치환성이온 K가 낮은 입지에 분포하고 있으며, 이 우점개체군의 경우 다른 군락에 비하여 평균경사도는 높고 치환성 K의 평균값은 낮은 값을 보였다(표 4).

등근이질풀 우점개체군의 경우 사면의 방향과 전기전도도, 해발고, Mg와 상관을 갖는 것으로 나타났다. 이 우점개체군으로 분류된 조사구의 평균 해발고는 다른 우점개체군에 비해 높았고, pH, 전기전도도(EC), 치환성 Na, Ca, Mg 이온의 평균값이 높은 값을 보였다.

대사초 우점개체군의 경우 전질소, 유효인산,

유기물의 환경요인이 높은 입지에 분포하고 있으며, 눈개승마 우점개체군의 경우 중간입지에 분포하고 있었다.

그림 4은 22개 조사구의 분류에서 구분종 또는 표징종으로 이용된 23종을 species matrix를 작성하여 12개 환경인자와 상관관계를 나타낸 ordination diagram이다.

진달래-싸리군락에서 구분종인 금마타리, 새머느리밥풀, 모데미풀, 두메취, 솔채꽃, 한라부추, 산구절초, 산오이풀 등은 우점개체군과 마찬가지로 사면경사가 높고 치환성이온 K가 비교적 낮은 지역에 분포하였다. 대사초 우점개체군의 대사초, 참나물, 큰개별꽃, 족도리풀은 전질소와 유기물과 높은 상관을 보였다. 또한 산새풀, 나비나물, 등근이질풀 등은 사면의 경사가 낮은 지역에 분포하고 있음을 확인 할 수 있으며, 이들 종이

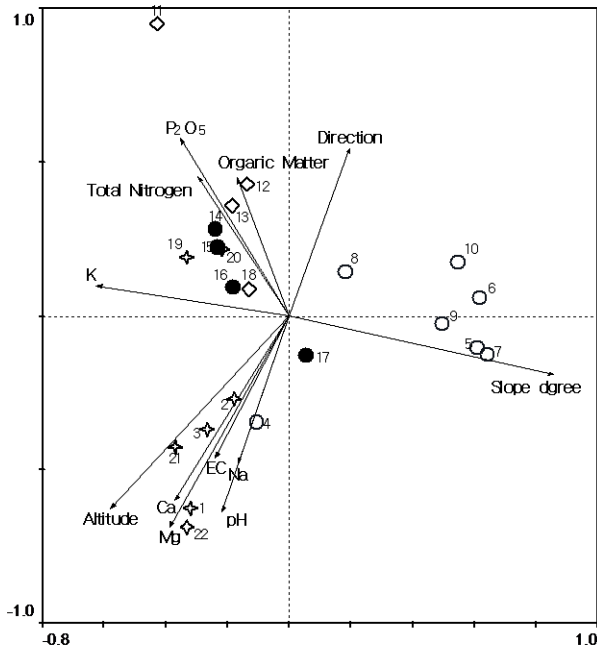


Figure 3. DCCA(detrended canonical correspondence analysis) ordination diagram with releve(○, ●, ◇, ☆) and environmental variables(arrow) of *Adenophora racemosa* population.
 ○ : *Rhododendron mucronulatum* dominant population
 ☆ : *Geranium* var. *hirsutum* dominant population
 ◇ : *Carex siderosticta* dominant population
 ● : *Aruncus dioicus* var. *kamschaticus* dominant population

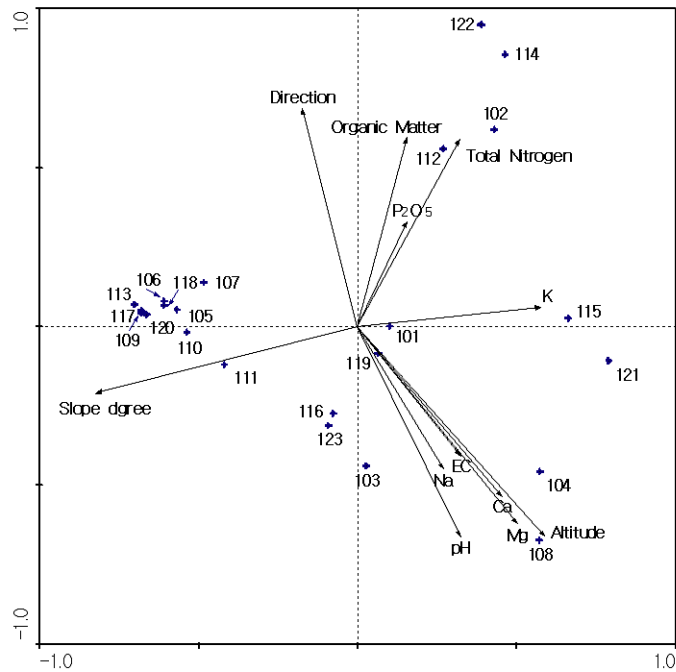


Figure 4. DCCA(detrended canonical correspondence analysis) ordination diagram with 44 species and environmental variables(arrow) of *Adenophora racemosa* population.

101 : *Adenophora racemosa*; 102 : *Carex siderosticta*; 103 : *Calamagrostis langsdorfii*; 104 : *Geranium koreanum* var. *hirsutum*; 105 : *Patrinia saniculaefolia*; 106 : *Melanpyrum setaceum* var. *nakaianum*; 107 : *Lespedeza bicolor*; 108 : *Vicia unijuga*; 109 : *egaleranthis saniculifolia*; 110 : *Rhododendron mucronulatum*; 111 : *Sanguisorba hakusanensis*; 112 : *Pseudostellaria palibiniana*; 113 : *Saussurea triangulata*; 114 : *Pimpinella brachycarpa*; 115 : *Angelica czernaevia*; 116 : *Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus*; 117 : *Scabiosa tschiliensis*; 118 : *Dendranthema zawadskii*; 119 : *Weigela subsessilis*; 120 : *Allium taquetii*; 121 : *Bupleurum longeradiatum*; 122 : *Asarum sieboldii*; 123 : *Isodon excisus*.

출현한 조사구의 사면은 남동방향이고, 해발고, pH, Mg, Na, EC와 높은 상관성을 나타냈다.

외대잔대는 우점도가 2A인 조사구의 평균 경사도가 2A 이상인 조사구의 평균보다 높은 값을 보였으며, DCCA에 의한 ordination 결과에서 사면경사와 상관관계가 있는 것으로 확인되었다.

이상의 결과로 볼 때, 외대잔대 개체군은 비교적 다양한 입지에서 개체군을 이루며, 환경요인을 조금씩 달리하는 진달래, 싸리, 둥근이질풀, 대사초, 눈개승마 등의 우점종들과 경쟁하며 분포하고 있으며, 외대잔대의 분포와 가장 상관성이 있는 환경요인은 사면경사로 경사도가 낮을수록 높은 우점도로 분포하고 있음을 확인하였다.

IV. 결 론

외대잔대 개체군은 해발 760m 이상에 위치하고 있었으며, 설악산과 두타산에서는 산정에서 발견되었고, 오대산과 점봉산에서는 해발고 700m 이상에서 자생함을 확인하였으며, 외대잔대 개체군은 진달래-싸리 우점개체군(*Rhododendron mucronulatum* dominant population), 둥근이질풀 우점개체군(*Geranium* var. *hirsutum* dominant population), 대사초 우점개체군(*Carex siderosticta* dominant population), 눈개승마 우점개체군(*Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus* dominant population)의 4개 우점개체군으로 분류되었다.

외대잔대 개체군에서 외대잔대의 중요치는 39.62로 산새풀 11.82, 대사초 11.68, 둥근이질풀 10.40 등 다른 종의 중요치와 비교할 때 매우 높은 값을 보였으나, 군재도와 우점도의 값이 낮아 외대잔대 개체군의 자생지에서 분포하고 있는 종들의 개체수가 비교적 균일할지 않을 뿐만 아니라, 생태적으로 안정된 다수의 종에 의해 우점되는 것이 아니라 2~3 종의 특정 종에 의해 우점되고 있었다. 그러나 외대잔대 개체군의 종다양도가 비교적 높은 값을 보여 개체수가 균일하지 않지만, 다양한 종들이 출현하는 것을 판단된다.

Ordination에 의한 환경요인과의 상관관계를 보면, 외대잔대 개체군에서 4개의 우점개체군의 입지는 서로 다른 입지환경과의 상관을 보이고 있어, 외대잔대는 비교적 환경조건을 달리 하는 진달래, 싸리, 둥근이질풀, 대사초, 눈개승마 등의 우점종들과 경쟁하며 분포하였고, 외대잔대의 분포와 가장 상관이 있는 환경요인은 사면경사인 것으로 판단된다.

인 용 문 헌

- 기상청. 2009. 기후자료. www.kma.go.kr/index.jsp.
- 고갑천 · 임동욱. 2006. 한국 특산 히어리의 기내 증식. 원예과학기술지 24(2) : 272-278.
- 고한중 · 송창길 · 조남기. 2003. 섬오갈피나무의 발아 및 유묘의 생육특성. 한국약용작물학회지 11(1) : 46-52.
- 김무열 · 소순구 · 박혜림 · 서은경 · 권혜진 · 송호경. 2006. 섬시호(*Bupleurum latissimum* Nakai) 개체군의 생태. 한국환경복원녹화기술학회지 9(6) : 78-85.
- 김무열. 2004. 한국의 특산식물. 술과학. pp.160.
- 김무열 · 소순구 · 한경숙 · 이지혜 · 박관수 · 송호경. 2008. 고추냉이(*Wasabia japonica*(Miq.) Matsum.) 개체군의 식생과 토양특성. 한국환경생태학회지 22(5) : 530-535.
- 김영식 · 김창환 · 이경보. 2002. 서열법에 의한 만경강 하천식생의 분석. 한국환경과학회지 11(10) : 1031-1037.
- 김정호 · 이수동. 2007. 산불지역 식생구조 분석을 통한 식생복원 모델 개발. 한국환경생태학회지 21(5) : 400-414.
- 농촌진흥청. 2000. 토양 및 식물체 분석법. 103-120.
- 류승렬 · 이호선 · 장정은 · 유동립 · 김종화 · 강상헌. 2002. 금강초롱꽃 분화재배에 있어서 Uniconazole과 적심 처리에 따른 생육 및 개화 반응. 한국원예학회지 43(1) : 81-85.
- 류승렬 · 이호선 · 조광수 · 유동립 · 강상헌 · 김종화. 2002. 금강초롱꽃의 종자발아 및 줄기삽에 미치는 몇 가지 요인의 영향. 한국원예학회지 43(3) : 369-372.
- 박관수. 2003. 광양, 평창, 영동 지역 신갈나무 임분의 현존생물량 및 순생산량 92(6) : 567-574.
- 박은희 · 김종갑 · 이정환 · 조현서 · 민재기. 2004. 공단지역에 우점하고 있는 덩굴식물류의 식생변화. 한국생태학회지 27(6) : 335-345.
- 송석환 · 민일식. 2009. 금산 지역 토양 차이에 의한 인삼 중 무기 원소의 함량 변화. 고려인삼학회지 33(1) : 13-25.
- 송원희 · 윤충원. 2006. 설악산 국립공원 잣나무 천연림의 군락유형 및 임분구조. 한국환경생태학회지 20(1) : 29-40.
- 심경구 · 하유미 · 손창진 · 한두석 · 이선아. 2006. 조경용(造景用) 향토수종 이용을 위한 소재 개발에 관한 연구 -한국 특산식물 개느삼(*Echinosophora koreensis* Nakai)의 자생지 조사 및 형태적 특성에 관하여-. 한국전통조경학회지 24(1) : 32-42.
- 심경구 · 하유미 · 이원한 · 김영배 · 김동수. 2003. 한국 특산 회귀 식물 히어리의 분포 및 형태적 특성. 한국원예학회지 44(2) : 260-266.
- 오병운 · 한종원 · 양선규 · 장의상 · 장창기 · 김

- 윤영 · 지성진 · 강신호. 2009. 강원도 양구군 특산식물 개느삼(콩과) 자생지 내의 식물상과 식생-양구군 남면 죽곡리, 황강리를 중심으로. 한국환경복원녹화기술학회지 12(2) : 19-28.
- 이경재 · 김정호 · 한봉호. 2006. 서울시 남산 주요 식생군락의 11년간(1994~2005년) 식생구조 변화분석. 한국환경생태학회지 20(4) : 448-463.
- 이경재 · 최진우 · 최윤규 · 한봉호. 2006. 가야산 국립공원 홍류동 계곡 소나무림의 생태적 특성 및 15년간(1989년~2004년) 식생구조 변화분석. 한국환경생태학회지 20(2) : 188-199.
- 이수동 · 이경재 · 최진우. 2009. 서울시 소나무림의 생태적 특성에 따른 관리방안 연구. 한국환경생태학회지 23(3) : 258-271.
- 이수옥. 1981. 한국의 산림토양에 관한 연구(II). 한국임학회지 54 : 25-35.
- 이은혜 · 류지은 · 임동욱 · 정홍락 · 이재석. 2007. 히어리 개체군의 선택적 사면분포와 미기상학적 요인. 환경생물학회지 25(4) : 363-369.
- 이정환 · 강호철 · 안현철 · 조현서. 2000. 한국 특산 히어리 군락의 식생구조와 맹아지 동태. 한국환경생태학회지 13(3). 280-287.
- 이중구 · 이상태. 1990. 한국산 잔대속의 1 신종 : 외대잔대. 식물분류학회지 20(2) : 121-126.
- 이호선 · 류승렬 · 장정은 · 유동림 · 강상현. 2002. Gibberellin 처리에 따른 금강초롱꽃의 휴면타파 및 체내 생리적 활성 변화. 한국원예학회지 43(1) : 77-80.
- 이호준 · 이재석 · 변두원. 1994. 명지산 신갈나무림의 군락분류와 식생패턴. 한국생태학회지 17(2) : 185-201.
- 임동욱 · 황인천 · 정홍락. 2005. 보호종인 히어리의 자생지내외 보전과 지역사회 협력 모델 개발 -1. 히어리 분포지 특성에 관한 연구. 한국환경생태학회지 19(2) : 162-176.
- 장형태 · 김남춘 · 김무열 · 권혜진 · 송호경. 2008. 히어리(*Corylopsis coreana*) 개체군의 식생과 토양특성. 한국환경생태학회지 22(6) : 609-615.
- 정용문 · 김동석 · 김광동 · 이상화 · 송호경. 2006. 부여군 부소산의 산림군락 구조. 한국환경복원녹화학회지 9(1) : 55-63.
- 정진현 · 구교상 · 이충화 · 김춘식. 2002. 우리나라 산림토양의 지역별 이화학적 특성. 한국임학회지 91(6) : 694-700.
- 정진현 · 김춘식 · 구교상 · 이충화 · 원형규 · 변재경. 2003. 우리나라 산림토양의 모암별 이화학적 특성. 한국임학회지 92(3) : 254-262.
- Brady, N. C. 1990. The nature and properties of soil. MacMillan Publishing Company. pp.621.
- Brower, J. E., and Zar, J. H. 1977. Field and laboratory method for general ecology. Wm. C. Brown Company Publ. Iowa. 1-184.
- Dierssen, K. 1990. Einführung in die Pflanzensoziologie. Berlin : Akademie-Verlag, 241.
- Ellenberg, H. 1956. Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. Stuttgart : Eugen Ulmer. pp.136.
- Greig-Smith, P. 1983. Quantitative plant ecology. 3rd ed. Blackwell, Oxford. pp.256.
- 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.
- M. B. McBride, L. D. Tyler and D. A. Hovde. 1981. Cadmium Adsorption by Soils and Uptake by Plants as Affected by Soil Chemical Properties. Soil Sci Soc Am J. 45 : 739-744.
- Ter Braak, C. J. F. 1986. Canonical correspondence

- analysis : a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecol.* 67 : 1167-1179.
- Ter Braak, C. J. F. 1987. CANOCO-A FOR-TRAN program for canonical community ordination by correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis(version 4.5) TNO institute of applied computer science, statistics department, wageningen, the Netherlands.
- Walter, H. 1993. Vegetation of the earth in relation to climate and the eco-physiological conditions. Springer-verlag, NY. 237p.
- Whittaker, R. H. 1965. Dominance and diversity in land plant communities. *Science*, 147 : 250-260.