

설악산 대청봉지역의 아고산대 산림식생¹

권혜진² · 권재환³ · 한경숙⁴ · 김무열⁵ · 송호경^{6*}

Subalpine Forest Vegetation of Daecheongbong Area, Mt. Seoraksan¹

Hye-Jin Kwon², Jae-Hwan Gwon³, Kyeong-Suk Han⁴, Mu-Yeol Kim⁵, Ho-Kyung Song^{6*}

요 약

본 연구는 설악산 대청봉지역의 아고산식물대에 분포하고 있는 식물군락을 분류하고, 식생과 토양환경과의 관계를 밝혀 이들을 보존하는데 필요한 기초 자료를 제공하고자 실시하였다. 대청봉지역의 아고산대 식물군락은 털진달래-사스래나무군락군으로 구분되었으며, 입지 환경에 따라 종조성을 달리하는 눈잣나무군락, 분비나무군락, 눈측백군락, 털진달래-사스래나무전형군락으로 구분되었다. 군락별 환경요인과 식생과의 ordination 분석 결과, 눈잣나무군락과 눈측백군락은 분비나무군락과 털진달래-사스래나무전형군락보다 전질소, 유효인산, 유기물함량 등의 양료가 다소 많은 입지에 분포하고 있었다. 분비나무군락과 털진달래-사스래나무전형군락이 눈잣나무군락과 눈측백군락보다 해발고가 다소 높은 입지에 분포하고 있었고, 눈잣나무군락과 눈측백군락은 북사면이나 북서사면에, 분비나무군락과 털진달래-사스래나무전형군락은 남서사면에 분포하는 것으로 나타났다.

주요어: 식물사회학, DCCA ordination, 토양특성

ABSTRACT

This study was carried out to analyze vegetation and soil characteristic, and ordination of subalpine forest vegetation of Daecheongbong area, Mt. Seorak. Communities by characteristic in species composition of subalpine forest were classified into *Rhododendron mucronulatum* var. *ciliatum* - *Betula ermani* community group, *Pinus pumila*, *Abies nephrolepis*, *Thuja koraiensis*, and *Rhododendron mucronulatum* var. *ciliatum* - *Betula ermanii* typical community. The results of the correlation between forest community and soil conditions of Daecheongbong area by DCCA ordination method are as follows: The *Pinus pumila* community and *Thuja koraiensis* community were mainly found in the high percentage area of total nitrogen, available phosphorous, organic matter in comparison with *Abies nephrolepis* community and *Rhododendron mucronulatum* var. *ciliatum* - *Betula ermanii* typical community. The *Abies nephrolepis* community and

1 접수 2009년 12월 30일, 수정(1차: 2010년 2월 18일, 2차: 2010년 4월 2일), 게재확정 2010년 4월 3일

Received 30 December 2009; Revised(1st: 18 February 2010, 2nd: 2 April 2010); Accepted 3 April 2010

2 충남대학교 대학원 산림자원학과 Dept. of Forestry Resources, Graduate School, Chungnam National Univ., Daejeon (305-764), Korea

3 국립공원관리공단 Korea National Park Service, Seoraksan(217-120), Korea

4 전북대학교 대학원 생물학과 Dept. of Biology, Graduate School, Chonbuk National Univ., Jeonju(561-756), Korea

5 전북대학교 생물과학부 & 생물다양성연구소 Dept. of Biological Sciences & Korean Institute for Biodiversity Research, Chonbuk National Univ., Jeonju(561-756), Korea

6 충남대학교 산림환경자원학과 Dept. of Environmental Forestry Resources, Chungnam National Univ., Daejeon(305-764), Korea

*교신저자 Corresponding author(hksong@cnu.ac.kr)

Rhododendron mucronulatum var. *ciliatum* - *Betula ermanii* typical community were mainly found in the high elevation area in comparison with *Pinus pumila* community and *Thuja koraiensis* community. The *Pinus pumila* community and *Thuja koraiensis* community were mainly found in the northern and northwestern direction, but *Abies nephrolepis* community and *Rhododendron mucronulatum* var. *ciliatum* - *Betula ermanii* typical community were mainly found in the southwestern direction.

KEY WORDS: PHYTOSOCIOLOGY, DCCA ORDINATION, SOIL CHARACTERISTIC

서론

대청봉 일대는 기후적으로 아한대에 속하며, 연평균기온 2.0°C, 1월 평균 최저기온 -14.7°C, 8월 평균 최고기온이 17.1°C로 연간 기온의 차이가 심하고, 연평균강수량은 1,100mm 이상이며 연중 운무 일수가 많아 상대습도가 70% 이상으로 높게 나타난다. 대청봉 일대에서 주된 바람의 방향은 남서풍이며, 정상부의 남사면 부위에서는 겨울과 이른 봄철의 강한 바람과 낮은 적설량, 낮은 기온에 따른 기계적인 피해와 생리적인 건조 피해의 결과로 1,550~1,650m 사이에 교목한계선이 나타난다. 이에 반해 북사면과 동사면은 수고 2~4m의 사스래나무가 우점하는 울창한 식생이 형성되어 교목한계선이 발견되지 않는다고 보고되었다(Korea National Park Service, 1999, Choi *et al.* 2001).

설악산 일대의 고산식물에 대한 연구는 Baek and Yim(1983)은 대청봉의 식생을, Kim and Chun(1992)이 대청봉을 중심으로 한 고산지역의 식물상과 식생구조에 대한 연구를, Kim *et al.*(1997b)이 고산지역의 식물상을, Kim *et al.*(1997a)이 대청봉-소청봉 지역의 산림구조에 관한 연구를 한 바 있다. 고산식물은 일반적으로 한대기후 지역에 나타나는데 지형, 지질 등의 영향으로 같은 위도 상에 있는 산악에서도 서로 차이가 생긴다. 설악산권에는 78종류의 고산식물이 분포하는데 눈잣나무, 눈쭈백나무, 설악눈주목, 흰장구채, 바람꽃, 톱바위취, 분홍바늘꽃, 등대시호, 노랑만병초, 만주송이풀, 돌창포 등은 설악산 일대에서만 유일하게 분포한다고 보고하였다(Chung, 1989).

설악산 일대의 아고산식물대에 대한 연구는 Hong(2004)이 풍층 관목림으로 눈잣나무군락, 눈쭈백군락, 털진달래군락과 낙엽활엽수림으로 사스래나무군락, 침엽수림군락으로 분비나무군락을 분류하였고, Hong *et al.*(2004)은 설악산 격리 잔존 눈잣나무 집단의 유전적 성상에 대한 연구에서 설악산 눈잣나무 집단의 낮은 유전다양성과 근친교배에 의한 집단 내 열세 유전자형의 증가로 인한 환경 적응력 감소의 가능성 등을 고려할 때 설악산 눈잣나무 집단의 유전자원 보전 대책이 조속히 마련되어야 한다고 보고하였다.

설악산의 눈잣나무(*Pinus pumila*) 집단은 남한에 존재하

는 유일한 집단으로 일본 혼슈 중부와 함께 눈잣나무의 남방 분포 한계에 해당되는 집단으로 알려져 있으며(Lee, 1989), 설악눈주목(*Taxus caespitosa*)과 더불어 고산지대에 자라는 수종으로 우리나라의 설악산 대청봉 지역에 소규모의 군락 형태로 불규칙하게 분포하고 있다.

최근 타결된 생물종다양성 협약으로 미래에는 유전자원 확보 및 개발이 더욱 중요해졌으나, 지속적인 지구 온난화 현상으로 인한 기온 상승은 한정된 지역에서만 분포하고 있는 우리나라 고산식물의 멸종 위기를 가져올 것으로 예상된다.

이에 본 연구는 설악산 대청봉지역에 분포하고 있는 아고산식물대에 분포하고 있는 군락을 분류하고 또한 군락과 토양환경과의 관계를 밝혀 이들을 보존하는데 필요한 기초 자료를 제공하고자 한다.

조사방법 및 분석

식생조사는 설악산 대청봉 지역에서 인간의 간섭을 받지 않은 입지를 대상으로 식생군락별로 5m × 5m 크기의 방형구를 설치하여 Braun-Blanquet(1964)의 7단계 구분법을 변형한 Dierssen(1990)의 9단계 구분법을 사용하여 조사구 내의 출현종을 교목층, 아교목층, 관목층, 초본층으로 구분하

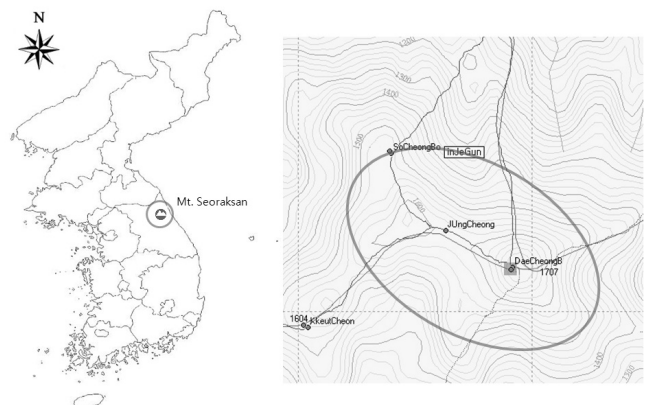


Figure 1. The location map of the study site at Mt. Seoraksan

여 조사하였다(Figure 1).

입지환경 요인으로는 조사지의 방위, 경사 및 해발고를 측정하고, 조사구별로 토양을 채취하여, 토양의 물리 화학적 요인을 분석하였다. 식생자료는 Ellenberg(1956)의 표작성법에 의하여 군락을 분류하고, Ter Braak(1987)의 CANOCO program을 이용하여 ordination을 분석하였다.

토양특성 분석(Black *et al.*, 1965; Bickelhaupt and White, 1982)은 현장에서 채취한 시료를 실험실로 운반한 후 음지에서 건조한 후, 토양의 유기물 함량은 Wakely-Black wet oxidation법으로 분석하였고, 전질소는 macro-Kjeldahl법, 유효인산은 Lancaster법으로 정량하였으며, 치환성 K, Ca, Mg는 ICP를 이용하여 분석하였다. 토양의 pH는 1 : 5로 희석하여 측정하였으며, CEC는 ammonium saturate법으로 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 군락 분류

총 15개의 조사구를 대상으로 분석을 실시하였으며, 조사구에서 출현한 65종을 Ellenberg(1956)의 표작성법에 의하여 분석하였다. 분석 결과 설악산 대청봉 주변의 아고산대 식물군락은 털진달래-사스래나무군락군(*Rhododendron mucronulatum* var. *ciliatum* - *Betula ermani* community group)으로 구분되었다(Table 1). 털진달래-사스래나무군락군은 입지 환경에 따라 종조성을 달리하는 눈잣나무군락(*Pinus pumila* community), 분비나무군락(*Abies nephrolepis* community), 눈쭈백군락(*Thuja koraiensis* community), 털진달래-사스래나무전형군락(*Rhododendron mucronulatum*

Table 1. Vegetation table of subalpine forest in Daecheongbong

Community type	A						B			C		D			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Number of releve	3	6	7	5	8	9	12	10	11	1	2	14	13	15	4
Releve number	3	6	7	5	8	9	12	10	11	1	2	14	13	15	4
Altitude	1614	1606	1615	1605	1661	1695	1690	1703	1696	1645	1650	1694	1700	1691	1625
Direction	310	297	330	312	289	4	233	242	233	338	350	154	200	165	310
Slope degree	24	11	12	10	17	27	15	8	15	25	22	20	17	20	24
Coverage of lower tree(T2) layer(%)							40	20	20						
Coverage of shrub(S) layer(%)	20	100	95	100	95	80	70	80	70	95	100	90	60	80	50
Coverage of herb(H) layer(%)	60	5	10	5	10	15	5	30	20	5	70	90	100	95	20
Number of species	15	14	15	14	12	13	11	23	10	11	9	15	24	22	11
<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>ciliatum</i> S	2B	2A	2B	2A	2B	3	3	2B	3	3	5	3	2B	2A	3
<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>ciliatum</i> H	2B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Betula ermani</i> S	+	+	+	2A	+	2A	+	2B	2A	.	+	4	3	3	2A
<i>Pinus pumila</i> S	5	5	5	4	4	3	2A	R	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pinus pumila</i> H	.	.	.	.	.	.	.	R	+	.	.	.	.	.	.
<i>Abies nephrolepis</i> T2	.	.	.	.	.	.	3	2B	2B	.	.	.	.	.	.
<i>Abies nephrolepis</i> S	.	+	.	+	2A	2A	2B	3	2B	.	.	.	.	.	+
<i>Thuja koraiensis</i> S	2A	.	.	.	.	.	.	.	.	3	2A	.	.	.	.
<i>Thuja koraiensis</i> H	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rhododendron aureum</i> S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2A	+	.	.	.	.
<i>Rhododendron aureum</i> H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Vaccinium uliginosum</i> S	.	.	.	+	R	.	+	.	.	1	1	.	+	.	.
<i>Vaccinium uliginosum</i> H	2A	.	1	+	2A	2M	1	1	2M	+	.	.	.	1	.
<i>Arundinella hirta</i> H	.	.	.	.	2M	2A	2A	.	2B	2A	1	1	4	5	.
<i>Saussurea alpicola</i> H	1	.	+	.	.	1	.	1	1	.	.	+	1	.	.
<i>Tripterygium regelii</i> S	.	.	+	.	+	.	+	.	.	2A	.	2B	2A	2A	.
<i>Tripterygium regelii</i> H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2A	3	.	.
<i>Carex lanceolata</i> H	2A	.	2M	.	.	2M	.	1	.	.	.	.	.	+	2A
<i>Weigela florida</i> S	.	.	.	.	+	.	+	R	+	+	.	.	.	.	.
<i>Weigela florida</i> H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	R	.
<i>Clematis koreana</i> S	.	.	.	.	R	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Clematis koreana</i> H	.	+	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.

Table 1. (Continued)

<i>Quercus mongolica</i> S	.	2A	.	2A	.	.	.	.	2A	.	.	+	2A	2B	.
<i>Quercus mongolica</i> H	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Majanthemum bifolium</i> H	.	1	.	1	.	.	R	.	.	.	.	.	2M	1	.
<i>Sanguisorba hakusanensis</i> H	.	2A	.	.	.	1	.	2A	.	.	.	.	2A	.	+
<i>Lonicera sachalinensis</i> S	.	.	.	+	1	.	.	.	.	1	2A	2A	.	.	.
<i>Acer tschonoskii</i> var. <i>rubripes</i> S	.	+	+	+	.	.	.	.	.	R	.	.	.	.	.
<i>Acer tschonoskii</i> var. <i>rubripes</i> H	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cnidium tachiroei</i> H	.	.	1	.	.	.	.	+	.	.	.	R	+	.	.
<i>Adenophora racemosa</i> H	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	R	+	2M	.
<i>Geranium koreanum</i> H	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	1	2A	2A	.
<i>Chrysanthemum zawadskii</i> var. <i>alpinum</i> H	+	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	+
<i>Allium thunbergii</i> H	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	R	+	.
<i>Viola orientalis</i> H	.	1	.	.	.	.	.	2M	.	.	.	R	R	.	.
<i>Bupleurum euphorbioides</i> H	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Veratrum maackii</i> var. <i>japonicum</i> H	.	+	.	.	.	.	.	R	.	.	.	.	1	.	.
<i>Carex atrata</i> H	2B	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2A
<i>Hanabusaya asiatica</i> H	.	.	.	.	.	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Syringa wolffi</i> S	.	.	.	R	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Syringa wolffi</i> H	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Swertia tetrapetala</i> H	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	R	.	.
<i>Galium trachyspermum</i> H	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	1	.	.
<i>Aruncus dioicus</i> var. <i>kamtschaticus</i> H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	R	+	.	.
<i>Taxus caespitosa</i> H	.	1	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex siderosticta</i> H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	2M	.
<i>Aconitum longecassidatum</i> H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.
<i>Sorbus commixta</i> S	.	R	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Pedicularis manshurica</i> H	.	.	1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Angelica decursiva</i> H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.
<i>Anemone narcissiflora</i> H	.	.	.	.	.	2A	.	2A	.	.	.	.	.	.	.
<i>Synurus deltoides</i> H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.
<i>Asarum sieboldii</i> H	.	.	.	.	.	.	.	.	R	.	.	R	.	.	.
<i>Rhododendron schlippenbachii</i> S	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.
<i>Arctous ruber</i> H	2A	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Pseudostellaria heterophylla</i> H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Selaginella rossii</i> H	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Alnus fruticosa</i> var. <i>mandshurica</i> S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Patrinia rupestris</i> H	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potentilla dickinsii</i> H	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Vaccinium uliginosum</i> H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1
<i>Boehmeria nivea</i> H	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Solidago virga-aurea</i> var. <i>asiatica</i> H	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bistorta manshuriensis</i> H	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thalictrum filamentosum</i> H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Calamagrostis langsdorffii</i> H	.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Artemisia montana</i> H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Lycopodium clavatum</i> var. <i>nipponicum</i> H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.
<i>Pedicularis resupinata</i> H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Astilbe koreana</i> H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Dryopteris monticola</i> H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	R	.	.	.	.	.

조금 향상된 곳으로 다른 수종이 잘 자라지 않는 곳에 분비 나무의 출현빈도가 높으며 소규모의 군락을 형성하고 있다고 보고하였다.

(3) 눈측백군락(*Thuja koraiensis* community)(Figure 2-C)

이 군락의 식별종은 눈측백과 노랑만병초이고, 1,645~1,650m의 북사면에 주로 분포하며, 출현종수는 9~11종이다. 교목층과 아교목층을 형성하지 않으며, 관목층의 피도는 95~100%, 초본층의 피도는 5~70%(평균 37.5%)로 나타났다.

Hong(2004)은 설악산에서 눈측백은 주로 해발 1,000m 이상에서 군락을 형성하고 있으며, 경사가 급하며, 암반이 노출되고 표토가 얇아 건조기에 수분 부족으로 다른 수종이 잘 자라지 않는 북사면에 발달한 암괴원의 가장자리가 최적 서식지라고 보고하였다.

(4) 털진달래-사스래나무전형군락(*Rhododendron mucronulatum* var. *ciliatum*-*Betula ermanii* typical community)(Figure 2-D)

이 군락의 식별종은 털진달래와 사스래나무이고, 해발 1,625~1,700m의 남서사면에 주로 분포하며, 출현종수는 11~24종(평균 18종)이다. 교목층과 아교목층을 형성하지 않으며, 관목층의 피도는 50~90%(평균 70%), 초본층의 피도는 20~100%(평균 67.3%)로 나타났다.

Hong(2004)은 이 군락을 털진달래군락과 사스래나무군락으로 구분하였고, 설악산 아고산지대의 털진달래군락은 해발 1,580~1,685m 지역으로 해발고도가 높아 기온이 낮으며 바람의 영향을 많이 받는 서사면의 관목대와 암반 주변에 소규모의 순군락을 형성하고 있으며, 눈잣나무군락보다 바람의 영향이 더 강하게 받아 눈이 적게 쌓이는 입지에 순군락을 형성한다고 하였다. 그리고 사스래나무군락은 교목층이 없이 5m 내외의 수관층을 형성하며, 능선의 동사면

으로 바람의 영향을 직접 받지 않아 적설량이 많으며 5월 말까지 눈이 녹지 않는 곳에 우점한다고 보고하였다.

Yim and Baek(1985)은 ‘설악산의 식생’에서 사스래나무는 신갈나무림대의 윗부분에 분포역을 가지며, 시닥나무, 눈측백나무 등의 출현빈도가 높다고 기재하였다.

2. 토양 특성

설악산 대청봉 아고산대 지역의 토양을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 식물 성장에 중요한 영향을 미치며, 토양의 이화학적 특성을 지배하는 유기물함량은 25.3~70.2%로, 우리나라 산림토양의 경우 일반적인 유기물함량이 4.49% 정도임을 감안할 때(Jeong *et al*, 2002), 본 조사지의 유기물함량은 매우 높은 것으로 사료되며, 이는 대청봉 일대의 해발고도가 매우 높아 기온이 낮고 강수량과 운무 일수가 많아 함수량이 많기 때문인 것으로 생각된다. 또한 토양 중 전질소함량도 0.71~1.60%로 분포하여 일반적인 토양의 전질소함량 0.19%(Jeong *et al*, 2002)에 비해 높은 질소함량을 보였는데, 유기물은 토양 중 거의 모든 질소의 공급원(Miller and Donahue, 1990)이기 때문에 이러한 결과는 토양의 유기물함량이 매우 높았기 때문으로 사료된다.

본 연구의 토양 중 치환성 K, Ca, Mg 함량도 높게 나타났으며, 군락별로 약간씩의 차이를 보이는 것으로 나타났다. 본 조사지역의 토양 pH는 4.3~4.9로 약산성 토양의 특징을 나타내고 있으며, 일반적인 산림토양 pH 5.48(Jeong *et al*, 2002)보다는 산성에 가깝다고 판단된다. 토양 중 양이온 치환용량(CEC)도 18.9~37.3cmol⁺/kg로 비교적 높게 나타났다. 이 같은 결과도 본 연구지역의 높은 유기물함량에 기인하는 것으로 판단되는데, 유기물은 토양 중 CEC 총량의 30~70%를 제공하며 또한 이들의 부식으로 인하여 양

Table 2. Soil characteristic of subalpine forest in Daecheongbong

Soil characteristic	<i>Pinus pumila</i> community	<i>Abies nephrolepis</i> community	<i>Thuja koraiensis</i> community	<i>Rhododendron mucronulatum</i> var. <i>ciliatum</i> - <i>Betula ermanii</i> typical community
Organic matter(%)	55.70	25.30	70.20	32.18
Total N(%)	1.14	0.71	1.60	0.85
Available P(ppm)	28.52	15.33	47.35	18.13
Exc. K(cmol ⁺ /kg)	1.33	0.72	1.55	0.83
Exc. Ca(cmol ⁺ /kg)	3.66	3.25	6.04	2.60
Exc. Mg(cmol ⁺ /kg)	2.82	1.68	5.22	1.75
pH(1:5)	4.5	4.7	4.3	4.8
CEC(cmol ⁺ /kg)	27.50	20.34	37.30	18.92
Soil texture	sandy clay loam	sandy clay	loamy sand	sandy clay

이온치환 입자가 제공되기 때문이다(Miller and Donahue, 1990).

3. Ordination 분석

산림군락들은 환경요인에 따라 분포하고 있으며, 이들과 환경요인들과의 관계를 분석하기 위하여 ordination이 많이 이용된다. Figure 3은 설악산 대청봉 지역의 아고산대의 15개 조사구에서 2개소 이상에서 출현한 26종과 11개 환경요인으로 분석한 결과를 I/II 평면상에 나타낸 것이다. Figure 3에서 보는 바와 같이 각 군락들은 환경요인에 따라 분포하고 있으며, 환경요인 중 해발고, 사면방향, 전질소, 유효인산 등과 상관관계가 높은 것으로 나타났다.

눈잣나무군락과 눈측백군락은 분비나무군락과 털진달래-사스래나무전형군락보다 전질소, 유효인산, 유기물함량 등의 양료가 다소 많은 입지에 분포하고 있다. 해발고도로 보면, 분비나무군락과 털진달래-사스래나무전형군락이 눈잣나무군락과 눈측백군락보다 다소 높은 입지에 분포하고 있고, 사면으로 보면, 눈잣나무군락과 눈측백군락은 북사면이

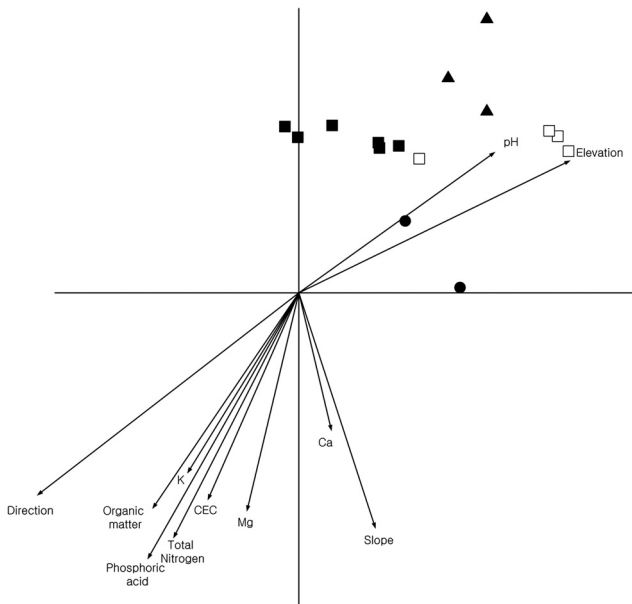


Figure 3. Vegetation data of subalpine forest in Daecheongbong : DCCA(detrended canonical correspondence analysis) ordination diagram with plots(■, ▲, ●, □) and environmental variables(arrow). The plots are : ■=*Pinus pumila* community, ▲=*Abies nephrolepis* community, ●=*Thuja koraiensis* community, □=*Rhododendron mucronulatum* var. *ciliatum*-*Betula ermanii* typical community

나 북서사면에, 분비나무군락과 털진달래-사스래나무전형 군락은 남서사면에 분포하는 것으로 나타났다.

인용문헌

Baek, S.D. and Y.J. Yim(1983) Vegetation of Daecheong-bong, Mt. Seolag. Journal of Ecology and Field Biology 6(1): 1-13.

Bickelhaupt, D.H. and E.H. White(1982) Laboratory manual for soil and plant tissue analysis. SUNY Coll. Envir. Sci. and For., Syracuse, N.Y., 67pp.

Black, C.A., D.D. Evans, L.E. Ensminger, J.L. White and F.E. Clark(1965) Methods of Soil Analysis. Part I: Physical and Mineralogical Properties, Including Statistics of Measurement and Sampling. Am. Soc. Agr., Madison, WI., 770pp.

Braun-Blanquet, J.(1964) Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Springer-Verlag, New York, 631pp.

Choi, O.K.(2001) Effects of human trampling disturbance on the spatial distribution of native plant species at the subalpine zone near the peak of Mt. Sorak. Thesis for the Degree of Master, Graduate School of Education, University of Gangneung, 69pp.

Chung, Y.H.(1989) The Distributional Patterns of Alpine Plants of Korea. Nature Conservation 66: 29-38.

Dierrsen, K.(1990) Einführung in die Pflanzensoziologie. Akademie-Verlag Berlin, 241pp.

Ellenberg, H.(1956) Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. Eugen Ulmer, Stuttgart. 136pp.

Hill, M.O. and H.G. Jr. Gauch(1980) Detrended correspondence analysis and improved ordination technique. Vegetatio 42: 47-58.

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.

Hong, M.P.(2004) Ecological studies on the forest vegetation of Mt. Seorak. Dissertation of the Konkuk University. 263pp.

Hong, Y.P., H.Y. Kwon, B.H. Yang, S.W. Lee, C.S. Kim and S.D. Han(2004) Genetic status of an isolated relict population of Dwarf Stone Pine in Mt. Seorak. Journal of Korean Forest Society 93(5): 393-400.

Jeong, J.H., K.S. Koo, C.H. Lee and C.S. Kim(2002) Physico-chemical properties of Korean Forest Soils by regions. Journal of Korean Forest Society 91(6): 694-700.

Kim, G.T., G.C. Choo and T.W. Um(1997) Studies on the structure of forest community at Taechongbong-Sochongbong area in Soraksan National Park. Korean Journal of Environment and Ecology 10(2): 240-250.

Kim, S.H., H. Kim, U.T. Kang and S.H. Chun(1997) The Flora of

- alpine forest zone in Mt. Seorak.. The Journal of Korean Biota. 2: 1-18.
- Kim, T.W. and S.H. Chun(1992) Study on the vegetation structure and flora of alpine forest zone at Taechongbong area in Mt. Seorak. Bulletin of the Kwanak Arboretum 12: 1-12.
- Korea National Park Service(1999) An exact analysis of topography, soil and Vegetation of subalpine forest zone in Mt. Seorak. Korea National Park Service, 187pp.
- Lee, K.S., O.K. Choi and S.C. Kim(2002) Effects of human tramping disturbance on the vegetation at the subalpine zone near the peak of Mt. Sorak. Korea. Journal of Ecology and Field Biology 25(5): 321-328.
- Lee, T.B.(1989) Dendrology. Hyangmunsa, Seoul, 331pp.
- Miller, H.G. and R.L. Donahue(1990) Soils. An introduction to soils and plant growth. Prentice-Hall, N.J., 768pp.
- Song, J.S. and S. Nakanishi(1985) On the *Pinus pumila* of Mt. Sulak Korea. Jap. J. Ecol. 35(4): 537-541.
- Ter Braak and C.J. F.(1987) CANOCO - A FORTRAN program for canonical community ordination by correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis(Version 2.1). TNO Institute of Applied Computer Science, Statistics Department, Wageningen, The Netherlands.
- Yim, Y.J. and S.D. Baek(1985) Vegetation of Mt. Seolag. Bulletin of the Chungang University, 200pp.