

섬시호(*Bupleurum latissimum* Nakai) 개체군의 생태*

김무열¹⁾ · 소순구¹⁾ · 박혜림²⁾ · 서은경³⁾ · 권혜진⁴⁾ · 송호경⁴⁾

¹⁾ 전북대학교 생물과학부 · ²⁾ 국립공원관리공단 월출산사무소
³⁾ 국립공원관리공단 덕유산사무소 · ⁴⁾ 충남대학교 환경임산자원학부

Ecology of *Bupleurum latissimum* Population*

**Kim, Muyeol¹⁾ · So, Soonku¹⁾ · Park, Hyerim²⁾ · Seo, Eunkyoung³⁾
Kwon, Hyejin⁴⁾ and Song, Hokyung⁴⁾**

¹⁾ Division of Biological Sciences, Chonbuk National University,

²⁾ Weolchulsan Korea National Park Service,

³⁾ Deogyusan Korea National Park Service,

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

ABSTRACT

This study was to analyze vegetation and soil characteristic, and ordination of *Bupleurum latissimum* community located in Seo-Myun, Isl. Ulleungdo. The *Bupleurum latissimum* community was classified into *Physocarpus insularis* subcommunity and *Artemisia stolonifera* subcommunity, and there was *Artemisia stolonifera* subcommunity in destroyed site of *Bupleurum latissimum* community. In the study sites, soil organic matter, nitrogen, available phosphorous, changeable potassium, changeable calcium, changeable magnesium concentration, cation exchangeable capacity, and soil pH were ranged from 19.0 ~ 25.6%, 0.67 ~ 0.96%, 47.8 ~ 103.0ppm, 2.4 ~ 2.8(me/100g), 13.8 ~ 15.0(me/100g), 8.4 ~ 9.0 (me/100g), 34.0 ~ 38.4(me/100g), and 5.9 ~ 6.0, respectively. The *Bupleurum latissimum* community had higher nitrogen, exchangeable magnesium, and available phosphorous concentration than in *Bupleurum euphorbioides* and *Bupleurum longiradiatum* community. The *Berberis amurensis* var. *latifolia* and *Valeriana officinalis* var. *latifolia* that was companion species of *Bupleurum latissimum* community was found in area of having high soil organic matter and nitrogen concentration. The *Ligustrum foliosum*

* 본 연구는 환경부 한국환경기술진흥원 차세대핵심환경기술개발사업의 연구비 지원(과제번호 052-061-050)으로 수행되었습니다.

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

Received : 13 October, 2006. **Accepted** : 12 December, 2006.

was found in shrubbery, and so the reason could give little competition with *Bupleurum latissimum* community. The *Bupleurum latissimum* is the endangered species managed by Ministry of Environments in Korea. Its community has been destroyed, and so we need any action to protect the community.

Key Words : *Bupleurum latissimum* community, DCCA ordination, soil property.

I. 서 론

시호속(*Bupleurum* L.)은 산형과(Umbelliferae) 중에서 가장 큰 속 중에 하나이며 주로 유라시아에 150여종 이상이 분포한다(Neves and Watson, 2004). 시호속은 단엽이고 거치가 없으며 엽맥이 평행맥인 특징에 의해 다른 속들과 구별된다. 한국에는 시호, 개시호, 등대시호, 섬시호, 참시호 5 분류군이 분포한다(이창복, 1980; 2003).

섬시호(Photo. 1. A)는 높이가 70~130cm이고 광난형인 근생엽과 이저인 경생엽을 가진 상록성의 다년초로 세계적으로 울릉도에 한정 분포하는 한국특산식물이며(김무열, 2004), 환경부가 지정한 멸종위기식물 II급에 속하는 식물이다. 섬시호에 관한 연구는 Nakai(1917)가 신중으로 발표한 이후 섬시호 재료를 확보하지 못해 그동안 이루어지지 못하다가, 최근 안진갑(2004)이 섬시호에 대한 화분 및 세포학적인 연구를 실시한 바 있다. 섬시호는 1970년대까지 울릉도 서쪽 해안일대에서 관찰되었으나 주위 환경의 변화로 급속히 사라져 그동안 많은 학자들의 정밀 탐사에서도 확인되지 않았다. 2000년 멸종된 것으로 알려졌던 섬시호가 새로 발견되어 섬시호 복원에 새로운 가능성이 열렸으나 자생지의 집단수와 개체수가 적어 생태환경에 대한 기초조사가 이루어진 바가 없었다.

최근 필자들은 울릉도 서면에서 섬시호 자생지를 새로 발견하고, 섬시호 자생지의 식생과 토양 환경을 조사하여 장기적인 보전전략 및 복원을 위한 기초 자료로 활용하려고 한다.

II. 재료 및 방법

1. 조사지 개황

최근에 자생지로 확인된 울릉도 서면은 울릉측 후소의 기상자료에 의하면, 연평균기온이 12.4°C, 연평균강수량이 1,485mm이고, 동해의 한가운데에 위치하고 있어 전형적인 해양성 기후를 나타내며, 해류의 영향으로 동계 다우형의 강우를 나타낸다(Yim and Kim, 1983).

섬시호 군락은 바닷가에 가까운 계곡의 북동에서 북서 사면에 위치하며 해발고도 50m에서 180m 사이에 분포하고있다. 이곳은 통기가 우수하고 햇빛이 잘드는 암반층 위 토양이 있는 곳이다. 섬시호는 교목층이 거의 없고, 아교목층으로 느티나무, 붉나무, 우산고로쇠, 산뽕나무 등이 자라며, 관목층으로는 왕매발톱나무, 섬국수나무, 섬피불나무, 섬쥐똥나무, 보리밥나무 등이 자라는 곳에 분포하고있다. 또한 초본류로는 넓은잎쥐오줌풀, 섬쑥부쟁이, 섬기린초, 왕둥굴레, 비늘고사리 등이 우점하고있다.

2. 식생조사 및 토양 분석

본 조사는 울릉도 서면 부근에서 2006년 5월 12일에 4m×4m 크기의 방형구를 7개소 설치하여, Braun-Blanquet(1964)의 7단계 구분을 변형한 9단계 구분(Dierssen, 1990)을 적용하여 우점도와 피도를 조사하였다.

토양은 각 조사구의 깊이 0~10cm에서 채취하였으며, 채취된 토양은 자연 건조한 후 토양의 화학적 특성을 분석하였다(농촌진흥청, 2000). 토양 중 유기물함량은 Wakely-Black wet oxidation법을

로 분석하였고, 토성은 hydrometer법을 이용하여 sand, silt, clay의 비율을 구한 후 미농무성법에 의해 분류하였다. 토양 pH는 1 : 5로 희석한 후 측정하였고, 전질소함량은 micro-Kjeldahl법으로, 치환성 K, Ca, Mg는 1 M ammonium acetate로 침출 시킨 후 ICP를 이용하여 분석하고, 양이온치환용량(CEC)을 구하였으며, 유효인산은 Lancaster법으로 분석하였다.

3. Ordination 분석

Ordination은 CA(correspondence analysis)의 확장인 DCCA(detrended canonical correspondence analysis)를 사용하였으며(Hill, 1979; Hill and Gauch, 1980), 자료의 분석은 Ter Braak(1987)의 CANOCO program을 이용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 군락 분류

섬시호군락은 넓은잎쥐오줌풀이 우점도 2A ~ 3, 왕매발톱나무가 우점도 + ~ 3으로 출현하고 있

으며, 이는 다시 섬국수나무 하위군락과 넓은잎의잎쭉 하위군락으로 분류되었다. 섬국수나무 하위군락(Photo. 1. B)은 섬국수나무가 우점도 + ~ 3, 섬쥐똥나무가 우점도 + ~ 2B로 출현하고 있다. 넓은잎의잎쭉 하위군락(Photo. 1. C)은 넓은잎의잎쭉이 우점도 1, 소태나무가 우점도 2A ~ 3으로 출현하고 있다(Table 1).



Photo 1. *Bupleurum latissimum* Nakai 섬시호
A. Adult plant,
B. *Physocarpus insularis* subcommunity,
C. *Artemisia stolonifera* subcommunity.

Table 1. Vegetation table of *Bupleurum latissimum* community.

A : *Physocarpus insularis* subcommunity
B : *Artemisia stolonifera* subcommunity

Community type	A					B	
Running number	1	2	3	4	5	6	7
Relevè number	1	2	6	3	5	4	7
Direction(°)	355	355	38	10	332	358	67
Slope degree(°)	45	45	56	50	45	58	30
Altitude(m)	60	65	95	75	90	50	100
Rock rate(%)	100	100	100	100	100	100	100
Coverage of shrub layer(%)	85	40	30	40	25	50	50
Coverage of herb layer(%)	90	95	60	95	70	95	95
Species number	23	16	12	21	16	19	18
섬시호(<i>Bupleurum latissimum</i>) H	2B	2B	2B	2A	2A	2B	3
넓은잎쥐오줌풀(<i>Valeriana officinalis</i> var. <i>latifolia</i>) H	3	3	2B	2A	2A	2B	2B
왕매발톱나무(<i>Berberis amurensis</i> var. <i>latifolia</i>) S	2B	2B	2A	2A	+	+	3
섬국수나무(<i>Physocarpus insularis</i>) S	3	2B	2A	1	+	.	.
섬쥐똥나무(<i>Ligustrum foliosum</i>) S	2B	1	2A	+	2B	.	.
넓은잎의잎쭉(<i>Artemisia stolonifera</i>) H	.	.	.	.	.	1	1
소태나무(<i>Picrasma quassioides</i>) S	.	.	.	.	.	3	2A

Table 1. continued.

섬쭈부쟁이(<i>Aster glehni</i>) H	2M	.	+	2A	2B	3	2A
섬바디(<i>Dystaenia takeshimana</i>) H	+	1	.	2A	2A	+	2B
비늘고사리(<i>Dryopteris lacera</i>) H	2A	2B	1	2A	+	1	.
섬기린초(<i>Sedum takesimense</i>) H	2A	+	2B	2A	2B	.	1
송악(<i>Hedera rhombea</i>) H	1	+	2A	2A	.	1	+
평의다리(<i>Thalictrum aquilegifolium</i>) H	1	+	.	1	.	1	+
보리밥나무(<i>Elaeagnus macrophylla</i>) S	+	2A	.	+	2A	+	.
참나리(<i>Lilium tigrinum</i>) H	+	.	.	+	+	+	+
별꽃(<i>Stellaria media</i>) H	1	2A	.	.	.	+	+
갈퀴덩굴(<i>Galium spurium</i>) H	1	+	.	.	+	1	.
섬초롱꽃(<i>Campanula takesimana</i>) H	1	+	+	.	.	.	.
그늘사초(<i>Carex lanceolata</i>) H	2M	.	.	.	+	.	.
멍덕딸기(<i>Rubus idaeus</i> var. <i>microphyllus</i>) S	.	.	.	.	+	.	+
섬제비쭈(<i>Artemisia japonica</i> var. <i>hallaisanensis</i>) H	.	.	+	.	+	.	+
섬개회나무(<i>Syringa velutina</i> var. <i>verosa</i>) S	+	.	.	2B	.	.	.
울릉국화(<i>Chrysanthemum lucidum</i>) H	+	.	.	.	.	+	.
좁개잎나무(<i>Boehmeria spicata</i>) H	+	.	.	.	2A	.	.
동백나무(<i>Camellia japonica</i>) S	.	.	.	+	.	.	+
바위수국(<i>Schizophragma hydrangeoides</i>) S	+	.	.	.	.	.	.
뱀딸기(<i>Duchesnea chrysantha</i>) H	.	.	.	.	.	+	.
참억새(<i>Miscanthus sinensis</i>) H	.	.	+	.	.	.	.
왕둥굴레(<i>Polygonatum robustum</i>) H	.	.	.	2A	.	.	.
왕머루(<i>Vitis amurensis</i>) H	.	+	.	.	.	.	.
분꽃나무(<i>Viburnum carlesii</i>) S	.	+	.	.	.	.	.
섬괴불나무(<i>Lonicera insularis</i>) S	2A	.	.	.	.	.	.
섬말나리(<i>Lilium hansonii</i>) H	.	.	.	+	.	.	.
뿌리뱅이(<i>Youngia japonica</i>) H	.	.	.	+	.	.	.
사상자(<i>Torilis japonica</i>) H	.	.	.	.	.	1	.
사철나무(<i>Euonymus japonica</i>) S	.	.	.	2A	.	.	.
산마늘(<i>Allium victorialis</i> var. <i>platyphyllum</i>) H	.	.	.	2A	.	.	.
초피나무(<i>Zanthoxylum piperitum</i>) S	.	.	.	.	.	.	2A
큰줄방제비꽃(<i>Viola kusanoana</i>) H	.	.	.	2A	.	.	.
털바위떡풀(<i>Saxifraga fortunei</i> var. <i>pilosissima</i>) H	+	.	.	.	.	.	.
풍계나무(<i>Celtis jessoensis</i>) S	.	.	.	.	.	+	.
돌외(<i>Gynostemma pentaphyllum</i>) H	.	.	.	.	.	+	.
선갈퀴(<i>Asperula odorata</i>) H	.	.	.	.	.	.	+
고비고사리(<i>Coniogramme intermedia</i>) H	.	.	.	.	.	.	2B

섬국수나무 하위군락은 서면지역 해발 60m에서 90m 사이에 출현하며, 섬시호가 암반의 틈 사이에서 자생하는 관계로 교목층은 존재하지 않고 있으며, 아교목층은 느티나무, 붉나무, 우산고로쇠, 산뽕나무가 우점하고 있다. 관목층에는 왕매발톱나무, 섬국수나무, 섬취뽕나무가 우점하고 있고, 초본층에는 넓은잎쥐오줌풀, 섬쭈부쟁이,

섬바디, 비늘고사리, 섬기린초, 송악 등이 우점하고 있다. 각 층위별 피도는 아교목층이 23%, 관목층이 44%, 초본층이 82%를 점유하고 있다. 서면은 북동향에서 북서향으로, 경사도는 45~56°, 출현종수는 12~23종(평균 18종)이었다.

넓은잎외잎쭈 하위군락도 서면지역 해발 50m에서 100m 사이에 출현하며, 섬국수나무 하위군

락과 마찬가지로 고목층은 존재하지 않고 있으며, 아고목층에는 풍게나무가 우점하고 있다. 관목층에는 왕매발톱나무와 소태나무가 우점하고 있고, 초본층에는 넓은잎쥐오줌풀, 섬쭉부쟁이, 섬바디, 넓은잎외잎쭉, 송악, 꿩의다리 등이 우점하고 있다. 각 층위별 피도는 아고목층이 10%, 관목층이 50%, 초본층이 95%를 점유하고 있다. 사면은 북향에서 북동향으로, 경사도는 30~58°, 출현종수는 18~19종이었다.

넓은잎외잎쭉 하위군락은 섬시호 군락 중 인간 등의 영향으로 일부 식생이 파괴되어 넓은잎외잎쭉과 귀화식물인 가중나무가 침입하여 형성된 하위군락으로, 계속하여 주변식생이 파괴되면 사라질 위험성이 있는 군락으로 보호대책이 요망된다.

2. 토양 특성

섬시호군락의 토양을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 식물 성장에 중요한 영향을 미치며, 토양의 이화학적 특성을 지배하는 유기물함량은 19.0~25.6%로, 우리나라 산림토양의 경우 일반적인 유기물함량이 4.49% 정도임을 감안할 때 (정진현 등, 2002), 본 조사지의 유기물함량은 매우 높은 것으로 사료되며, 이는 노암율이 100%로 높아 암반 사이에 유기물이 축적된 결과로 판단된다. 또한 토양 중 전질소함량도 0.67~0.96%로 분포하여 일반적인 토양의 전질소함량 0.19% (정진현 등, 2002)에 비해 높은 질소함량을 보였는데, 유기물은 토양 중 거의 모든 질소의 공급원 (Miller and Donahue, 1990)이기 때문에 이러한 결과는 토양의 유기물이 매우 높았기 때문으로 사료된다. 토양 중 유효인산함량이 47.8~103.0 ppm으로 매우 높게 나타난 것은 울릉도가 화산의 분출에 의하여 형성된 섬이라는 특수성에 기인한다고 판단된다.

본 연구의 토양 중 치환성 K, Ca, Mg 함량도 높게 나타났으며, 군락별로 약간씩의 차이를 보이는 것으로 나타났다. 본 조사지역의 토양 pH는 5.9~6.0으로 약산성 토양의 특징을 나타내고 있

Table 2. Soil characteristic of *Bupleurum latissimum* community.

Soil characteristic	<i>Physocarpus</i>	<i>Artemisia</i>
	<i>insularis</i> subcommunity	<i>stolonifera</i> subcommunity
Organic matter(%)	25.6	19.0
Total N(%)	0.96	0.67
Available P(ppm)	47.8	103.0
Exc. K(me/100g)	2.4	2.8
Exc. Ca(me/100g)	13.8	15.0
Exc. Mg(me/100g)	8.4	9.0
pH(1 : 5)	5.9	6.0
CEC(me/100g)	38.4	34.0
Soil texture	Sandy loam	Sandy loam

으나, 일반적인 산림토양 pH 5.48(정진현 등, 2002)보다는 중성에 가깝다고 판단된다. 토양 중 양이온치환용량(CEC)도 34.0~38.4로 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 양이온치환 입자가 제공되기 때문이다(Miller and Donahue, 1990). 토성은 사양토로 나타났다.

3. Ordination 분석

군락들은 환경요인에 따라 분포하고 있으며, 군락과 환경요인들과의 관계를 분석하기 위하여 ordination을 많이 이용한다. 섬시호 군락은 울릉도에 자생하는 멸종위기식물로 분포지역이 한정되어 있어 섬시호만으로 ordination을 실시하는 것보다는 같은 속의 등대시호와 개시호를 포함하여 ordination을 실시하는 것이 효과적이라고 판단되어 강원도 미시령의 등대시호 군락과 전라북도 덕유산의 개시호 군락을 포함하여 ordination을 실시하였다.

Figure 1은 섬시호, 등대시호, 개시호의 19개 조사구에서 2개소 이상에서 출현한 45종과 11개 환경요인으로 분석한 결과를 I/II 평면상에 나타낸 것이며, Figure 1에서 보는 바와 같이 각 군락

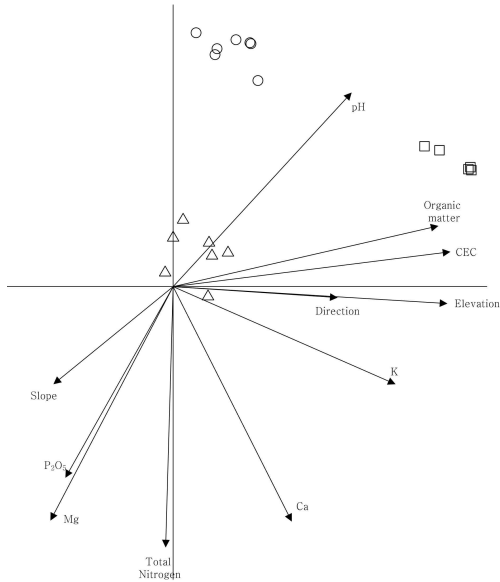


Figure 1. Vegetation data of 3 *Bupleurum* taxa community : DCCA(detrended canonical correspondence analysis) ordination diagram with plots(△, ○, □) and environmental variables(arrow). The plots are : △=*Bupleurum latissimum* community, ○=*Bupleurum euphorbioides* community, □=*Bupleurum longiradiatum* community.

들은 환경요인에 따라 분포하고 있다.

섬시호 군락은 등대시호 군락이나 개시호 군락에 비하여 전질소, 치환성 Mg, 유효인산이 많은 입지에 분포하고 있고, 개시호 군락은 다른 군락에 비하여 유기물함량과 양이온치환용량이 다소 많은 입지에 분포하고 있으며, 등대시호 군락은 전질소, 유효인산, 치환성 Mg와 Ca 등이 가장 적은 입지에 분포하고 있다.

Figure 2는 섬국수나무 하위군락과 넓은잎의 앞쪽 하위군락의 환경요인들과의 관계를 I/II 평면상에 나타낸 것이다. 섬국수나무 하위군락이 넓은잎의 앞쪽 하위군락에 비해 비교적 전질소 함량이 많은 입지에 분포하고 있는 것으로 나타났으나, 섬시호 군락 중 일부가 인간 등에 의하여 파괴된 입지에 넓은잎의 앞쪽 등이 침입하여 형성된 하위군락으로 토양특성들 간에 유의차는 없었다.

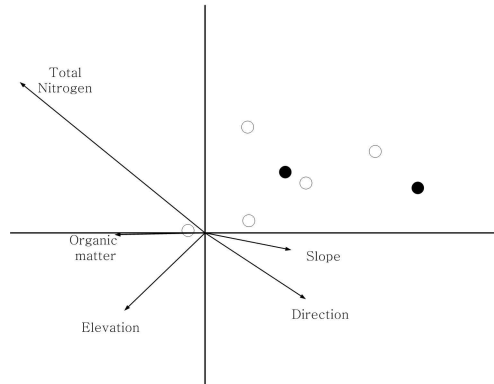


Figure 2. Vegetation data of *Bupleurum latissimum* community : DCCA(detrended canonical correspondence analysis) ordination diagram with plots(○, ●) and environmental variables(arrow). The plots are : ○=*Physocarpus insularis* subcommunity, ●=*Artemisia stolonifera* subcommunity.

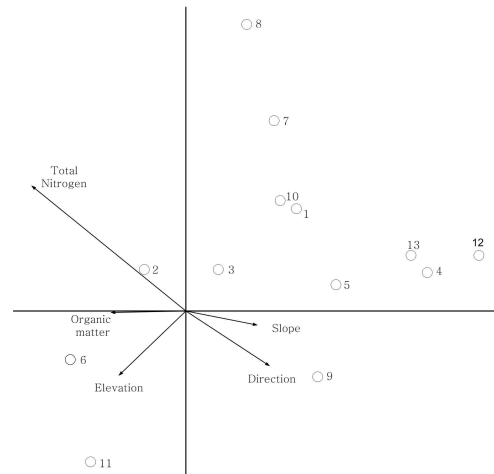


Figure 3. Vegetation data of *Bupleurum latissimum* community : DCCA(detrended canonical correspondence analysis) ordination diagram with species and environmental variables(arrow). The number are : 1 : *Bupleurum latissimum*, 2 : *Berberis amurensis* var. *latifolia*, 3 : *Valeriana officinalis* var. *latifolia*, 4 : *Aster glehni*, 5 : *Dystaenia takeshimana*, 6 : *Dryopteris lacera*, 7 : *Sedum takesimense*, 8 : *Hedera rhombea*, 9 : *Elaeagnus macrophylla*, 10 : *Ligustrum foliosum*, 11 : *Physocarpus insularis*, 12 : *Picrasma quassioides*, 13 : *Artemisia stolonifera*

Figure 3은 조사된 섬시호 군락에 분포하는 주요 식물과 환경요인들을 I/II평면상에 나타낸 것이다.

주요 식물과 환경과의 상관관계를 보면 소태나무, 넓은잎외잎쭉, 섬쭉부쟁이, 보리밥나무 등은 전질소, 유기물함량 등의 양료가 적은 입지에 분포하고 있으며, 송악, 섬기린초, 왕매발톱나무 등은 전질소와 유기물함량이 비교적 많은 입지에 분포하고 있다. 섬시호와 수반종이라고 할 수 있는 왕매발톱나무와 넓은잎쥐오줌풀은 섬시호보다 전질소와 유기물함량이 다소 많은 입지에 분포하고 있으며, 섬시호와 비슷한 입지에 분포하는 섬쥐똥나무는 주로 관목층에 분포하고 있어, 섬시호와 경쟁을 완화시킨 것으로 판단된다.

IV. 결 론

울릉도 서면지역에 분포하는 섬시호군락에 대한 식생과 토양 및 ordination을 분석한 결과는 다음과 같다. 섬시호군락은 섬국수나무 하위군락과 넓은잎외잎쭉 하위군락으로 분류되었으며, 섬시호군락 중 파괴된 입지에 넓은잎외잎쭉 하위군락이 출현하고 있다. 섬시호군락의 입지는 유기물함량 19.0~25.6%, 전질소함량 0.67~0.96%, 유효인산함량 47.8~103.0ppm, 치환성 K 2.4~2.8(me/100g), 치환성 Ca 13.8~15.0(me/100g), 치환성 Mg 8.4~9.0(me/100g), 양이온치환용량 34.0~38.4(me/100g)로 높게 나타났으며, 토양 pH는 5.9~6.0으로 약산성 토양의 특징을 나타내고 있다. 섬시호군락은 등대시호군락이나 개시호군락에 비하여 전질소, Mg, 유효인산이 많은 입지에 분포하고 있다. 섬시호와 수반종이라고 할 수 있는 왕매발톱나무와 넓은잎쥐오줌풀은 섬시호보다 전질소와 유기물함량이 다소 많은 입지에 분포하고 있으며, 섬시호와 비슷한 입지에 분포하는 섬쥐똥나무는 주로 관목층에 분포하고

있어, 섬시호와 경쟁을 완화시킨 것으로 판단된다. 섬시호군락은 환경부가 지정한 멸종위기식물 II급에 속하는 식물로 주위 환경이 파괴되어가고 있어 보호대책이 요망된다.

인 용 문 헌

- 김무열. 2004. 한국의 특산식물. 솔과학. 136p.
 농촌진흥청. 2000. 토양 및 식물체 분석법. 202p.
 안진갑. 2004. 울릉도 고유종 섬시호의 분류학적 위치. 전북대학교 석사학위논문. 1-37pp.
 이창복. 1980. 대한식물도감. 향문사. 578p.
 이창복. 2003. 원색대한식물도감. 향문사. 831p.
 정진현 · 구교상 · 이충화 · 김춘식. 2002. 우리나라 산림토양의 지역별 이화학적 특성. 한국임학회지 91(6) : 694-700.
 Braun-Blanquet, J. 1964. Pflanzensoziologie. 3. Auflage. Wien, New York. 865p.
 Dierssen, K. 1990. Einführung in die pflanzensoziologie. Akademie-Verlag Berlin. 241p.
 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.
 Miller, H. G., and R. L. Donahue. 1990. Soils. An introduction to soils and plant growth. Prentice-Hall. N.J. 768p.
 Nakai, T. 1917. *Bupleurum latissimum* Nakai. Bot. Mag. Tokyo, 31 : 28.
 Neves, S. S., and M. F. Watson. 2004. Phylogenetic relationships in *Bupleurum*(Apiaceae) based on nuclear ribosomal DNA ITS sequence data. Annals of Botany, 93 : 379-398.
 Ter Braak, C. J. F. 1987. CANOCO - a FORTRAN

program for canonical community ordination by [partial] [detrended] [canonical] correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis(version 2.1). TNO Institute of Applied Computer Science, Statis-

tics Department, Wageningen, The Netherlands.

Yim, Y. J., and S. D. Kim. 1983. Climate-diagram map of Korea. Korean J. Ecology 6(4) : 261-272.