

쇠뿔현호색 (*Corydalis cornupetala* Y.H.Kim et J.H.Jeong) 자생지의 생육환경과 식생구조¹

성정원² · 이명훈² · 윤정원² · 김기송² · 신현택³ · 김용식^{4*}

Growth Environment and Vegetation Structure of Native Habitat of *Corydalis cornupetala*¹

Jung-won Sung², Myung-hoon Yi², Jung-won Yoon², Gi-song Kim², Hyun-tak Shin³, Yong-Shik Kim^{4*}

요 약

쇠뿔현호색은 현호색과 현호색속 현호색절의 다년생 초본으로 우리나라 경산시 계정숲에만 제한적으로 분포하는 특산식물종이며, 춘계단명식물로 제한된 생육기간과 자원으로 생활전략을 가지고 있다. 본 연구는 쇠뿔현호색 (*Corydalis cornupetala* Y.H.Kim et J.H.Jeong) 개체군을 대상으로 자생지의 입지 특성과 식생구조를 파악하여 쇠뿔현호색 개체군 및 생태연구에 대한 기틀을 마련하고 자생지 보전을 위한 복원 계획 수립의 기초 자료를 제공하고자 한다. 토성은 미사질식양토이며, 토양산도는 pH 5.4~5.9로 약산성, 전기전도도는 0.22~0.50ds/m, 토양유기물함량은 7.61~15.78%로 나타났다. 토양분석결과 양이온치환용량이 우리나라 산림토양의 평균치보다 높게 나타났는데, 이는 방형구에서 유독 칼슘과 마그네슘의 함량이 높게 나타난 결과라 사료된다. 식생분석결과 5개 방형구 내에서 조사된 관속식물은 총 59분류군이었다. 군락분류의 경우 PC-ORD를 이용한 이단계 군락분석 결과 신나무, 갈퀴나물 및 쇠뿔꽃 군락으로 분류되었다. 쇠뿔현호색의 자생지는 출현종의 수보다는 우점하는 종의 상이성에 따라 집단의 유연관계가 결정되었다. 종다양도는 평균 1.26로 산출되었으며, 우점도와 균등도는 각각 0.08와 0.92이었다.

주요어: 특산식물, 보전, 개체군

ABSTRACT

The species of *Corydalis cornupetala* Y.H.Kim et J.H.Jeong Which is belong to the *Corydaliaceae* is only distributed at the Gyaeyeong Forest in Gyeongsan. As one of the spring ephemeral plants, this species has limited growing period. The present study is on site characteristics and vegetation structure in the wild habitats of *Corydalis cornupetala* Y.H.Kim et J.H.Jeong and offers basic information on habitat conservation including recovery plan. The soil texture is silty loam and soil acidity is ranged as pH 5.4~5.9. The electric conductivity was 0.22 - 0.50 ds/m and soil organic content is ranged as 7.61~15.78 %. Fifty nine vascular plants were identified from 5 quadrats. According to the two way cluster analysis applied by the PC-ORD, the community was classified as *Acer ginnala*, *Vicia amoena* and *Stellaria aquatica*. The habitat of *Corydalis cornupetala* Y.H.Kim et J.H.Jeong was determined by the dissimilarity indices rather than the species number of appearance. Species diversity was 1.26, and dominance and evenness were found to be 0.08 and 0.92, respectively.

1 접수 2013년 1월 31일, 수정 (1차: 2013년 4월 17일, 2차: 2013년 5월 6일), 게재확정 2013년 5월 7일

Received 31 January 2013; Revised (1st: 17 April 2013, 2nd: 6 May 2013); Accepted 7 May 2013

2 영남대학교 대학원 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Graduate School, Yeungnam Univ., Gyeongsan (712-749), Korea

3 국립수목원 Korea National Arboretum, Pocheon, Gyeonggi-do (487-821), Korea

4 영남대학교 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Graduate School, Yeungnam Univ., Gyeongsan (712-749), Korea

* 교신저자 Corresponding author: yongshik@yu.ac.kr

KEY WORDS: ENDEMIC SPECIES, CONSERVATION, POPULATION

서론

봄 식물 중에는 여름이나 가을까지 생육하는 식물이 있는 반면 수관(canopy)이 닫히기 전에 성장과 생식을 마치고 식물체 전체가 죽거나 지상부만 죽은 일년생 또는 다년생의 춘계단명식물(spring ephemeral)이 있다(Kim *et al.*, 2006). 춘계단명식물은 3월이나 4월중에 개화하여 아름다운 경관을 창출할 수 있으며, 생태계의 양분순환에 중요한 역할을 한다. 춘계단명식물의 분포는 토양의 양분, 낙엽의 분해, 상록수의 분포(Rogers, 1982), 미세한 지형적 차이(Beatty, 1984), 벌채 및 대규모의 교란(Meier *et al.*, 1995) 등이 그 종류와 수를 결정하게 된다. 한편 식물의 분포는 경사도, 해발고도 및 사면의 방향에 따라 토양의 양분, 수분 및 빛 환경요인 등 여러 가지 환경적 차이를 나타낸다. 이와 같은 미세한 지형의 차이와 연관된 환경요인은 식물의 분포와 다양성에 크게 영향을 주게 된다(Hamilton and Limbard, 1982; Titus, 1990; Ware *et al.*, 1992). 또한 숲 틈 속의 임상은 교란되지 않은 수관층 아래의 임상에 비해서 태양광선과 토양수분, 토양의 무기영양, 토양의 온도 등 여러 가지 측면에서 차이를 보인다(Collins and Pickett, 1988; Van Auken and Bush, 1991). 이와 같은 환경의 차이는 임상에 생육하는 초본의 성장 및 형태적 특징에 큰 영향을 미친다(Thompson, 1980; Dahlen and Boerner, 1987; Reader and Bricker, 1992).

본 연구의 대상종인 쇠뿔현호색은 현호색과 현호색속

(Genus *Corydalis*) 현호색절(Sect *Corydalis*) 다년생 초본으로 경산시 자인면의 계정숲에만 제한적으로 분포하는 특산식물이다. 3월에 개화하여 4월에 결실한 후 휴면하는 전형적인 춘계단명식물 종으로 곤충에 의해 수분하며, 종자로 번식한다(Min, 2003), 현호색의 꽃은 색과 형태에서 다른 현호색속 현호색절에 속하는 종들과 뚜렷이 구별되는데, 꽃색은 자줏빛이 도는 흰색이고, 위아래 외화판에 짙은 자주색 두 줄 무늬가 있으며, 아래 외화판 선단 모양이 쇠뿔형이다. 또한 거(spur)의 길이가 전체 꽃 길이의 절반에 가깝거나 넘을 정도로 길며, 포엽은 좁고 긴 피침형으로 끝이 갈라지지 않는다(Kim *et al.*, 2007).

쇠뿔현호색에 관한 연구 중 분류학적 연구는 수행되었지만 생태학적 연구는 아직 미진하다. 특히 쇠뿔현호색 자생지의 정보가 부재한 상황에서 쇠뿔현호색 자생지의 식생군락현황에 대한 조사 및 분석은 우리나라 식물 종 보전관리에 있어 매우 중요한 일이라 판단된다.

본 연구의 목적은 쇠뿔현호색의 자생지에 대한 입지적 특성과 식생구조 분석을 파악함으로써 이를 토대로 쇠뿔현호색 개체 및 생태연구에 대한 기틀을 마련하고 자생지 보전 및 복원 계획 수립을 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

연구방법

1. 조사지역

본 연구 조사지인 경산시 자인면의 계정숲(N 35°48'



(A)



(B)

Figure 1. Flower (A) and Seed (B) of *Corydalis cornupetala*

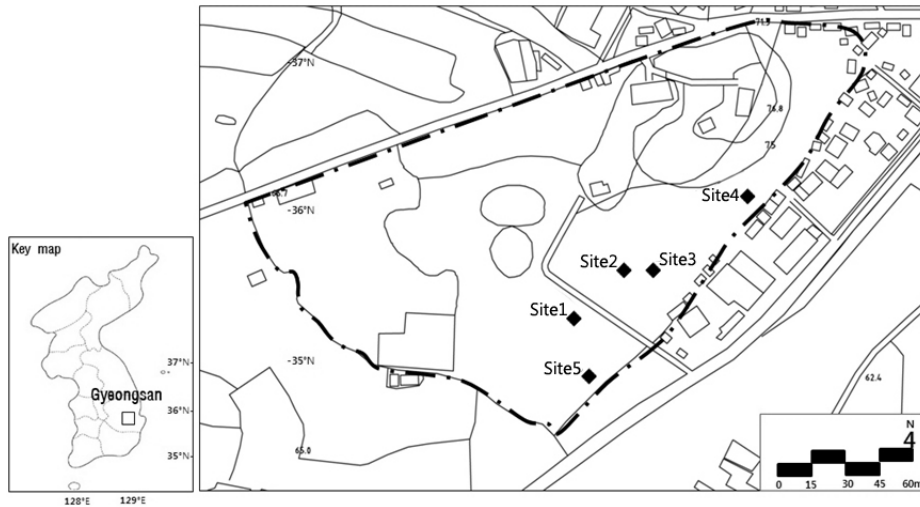


Figure 2. Map showing the study area

58.33", E 128°49'05.00")은 해발 69m이고 1997년 경상북도 기념물 제123호로 지정되었으며, 평지에 가까운 자연숲이다. 이 지역에 자생하는 쇠뿔현호색은 계정숲 전체 면적 35%의 남동사면에서만 출현하며, 마을과 도로에서 20m 정도 격리되어 있다(Figure 2). 주변 식생은 상수리나무, 이팝나무, 폰지나무 및 느티나무 등으로 구성된 낙엽활엽수림이다. 연구 대상지역의 기후는 연평균기온은 14.2℃, 연평균강수량은 1081.3mm였으며, 겨울철에는 매우 춥고 여름철에는 무더운 날씨가 나타나는 전형적인 온대대륙성기후이다. 자생지의 환경조건을 분석하기 위해 GPS(Garmin, Oregon300)를 이용하여 고도, 경사 및 방위 등을 정밀 조사하였다(Ahn and Kim, 2007).

2. 토양분석

토양분석은 유기물층을 제거한 후 A층에서 각 조사지당 1점씩 총 5점의 토양 시료 300g을 채취하여 실험실에서 자연 풍건 후 1mm 채로 거른 다음 분석용 시료로 사용하였다. 토양산도(pH)와 전기전도도(EC)는 토양을 증류수와 1:5(w/w)로 혼합하여 30분간 진탕한 후 진공펌프로 흡입하여 산도측정기와 전도도측정기로 측정한다. 유기물 함량(O.M.: organic matter)은 Tyurin법, 전질소(T.N.: total nitrogen)는 macro-Kjeldahl법, C.E.C.는 Brown법, 치환성 양이온(Ca^{2+} , Ma^{2+} , K^{+} , Na^{+})은 원자흡광분석기(SPCA-626D, SHIMADZU)로 측정한다. 그리고 토성은 비중계법(Kalra and Maynard, 1991)으로 측정한다(Buurman *et al.*, 1996). 토양은 경상북도농업기술센터에 의뢰하여 분석하였다.

3. 식생조사 및 분석

식생조사는 2011년 3월 19일부터 2012년 8월 28일까지 쇠뿔현호색 개체군을 대상으로 10회 반복 실시하였다. 조사지는 분포역이 좁은 이유로 쇠뿔현호색 개체수가 많은 초본층을 중심으로 5m x 5m 크기의 방형구를 5개 설정하였으며, 방형구 내에 출현한 식물종의 상대빈도, 상대밀도 및 상대피도를 구하였다. 이를 활용하여 상대우점치(Importance Value: IV)를 산출하였으며(Curtis and McIntosh, 1951), 각 층위별 구성 종들의 다양성과 균일성을 나타내기 위하여 Shannon-Weaver의 종다양도(H')를 적용하였고, 최대종다양도(Maximum H')는 $H'_{max} = \log S$ (S는 종수), 균등도(J')는 $J' = H'/H'_{max}$ 및 우점도(D')는 $D' = 1 - J'$ 식을 이용하였다(Pielou, 1975). 식물의 보통명과 학명은 국가표준식물목록을 따랐다(Korea Plant Names Index, 2008). 한편 자생지간 식생구조에 따른 유연관계를 파악하고자 지역 내에 출현한 전 분류군에 대한 중요치를 기초로 군락분석을 하였다. 군락분류는 PC-ORD v. 5.10 (McCune and Mefford, 2006)에 의한 이단계군락분석(Two-way Cluster Analysis)을 하였다.

결과 및 고찰

1. 토양 분석

토양은 식물이 생육하는데 주요한 구성요소 중 하나로 자생지 보전, 복원, 대량 증식 및 서식지의 보전을 위하여

자생지의 토양분석을 수행한다(Table 1). 쇠뿔현호색 자생지 토양의 물리·화학적 특성을 살펴보면, 토성은 미사질식양토(Sandy Clay loam)이며, 갈색 산림토양군에 속한다(Song *et al.*, 2009). 토양산도는 pH 5.4~5.9범위로 전체 약산성인데 우리나라 산림토양이 평균 pH 5.5임을 감안(Lee, 1981; Jeong *et al.*, 2002)할 때 쇠뿔현호색은 약산성 토양에 출현하고 있음을 알 수 있다. 토양 내에 존재하는 이온농도의 지표로 식물의 염류장애를 판단하는데 매우 중요한 전기전도도(EC)는 0.22~0.50ds/m 범위로 나타났다. 일반적으로 현호색과 식물은 토양특성상 낙엽층은 두껍고, 유기물함량 및 토양수분함량이 상대적으로 높은 곳에 출현한다고 보고된 바 있다(Lee and Cho, 2000). 쇠뿔현호색 자생지의 유기물함량(OM)은 7.6~15.8%로 나타났으며, 갈퀴현호색은 15.08%(Cheon *et al.*, 2009)로 나타나 우리나라 산림토양 A층의 평균유기물 함량 4.5%보다 높게 나타났다. 이는 현호색과 식물들은 비교적 유기물 공급이 원활하고 유실이 적은 지역에 주로 출현하는 것으로 사료된다. 토양유기물 함량과 밀접한 상관관계가 있는 것으로 알려진 전질소(TN)의 경우 평균 0.6%로 우리나라 산림토양 평균 0.19%에 비해 높게 나타났다.

한편 pH와 밀접한 관계가 있는 치환성 양이온함량은 Ca^{2+} 20.42~8.09cmol⁺/kg, Mg^{2+} 2.99~1.82cmol⁺/kg, K^+ 0.76~0.50cmol⁺/kg, Na^+ 0.19~0.10cmol⁺/kg 순으로 나타났다. 1984년부터 1990년까지 우리나라의 915개 산림토양에

대한 이화학적 분석결과 치환성양이온은 A층을 기준으로 할 때 일반적으로 산림토양에서 $Ca^{2+}>Mg^{2+}>K^+>Na^+$ 순으로 감소한다고 하였는데(Jeong *et al.*, 2002), 쇠뿔현호색 자생지 또한 이와 같은 경향을 보였다.

토양 중 양이온치환용량은 20.56~40.24cmol⁺/kg로 산림 토양의 지역 별 양이온치환용량이 16~20cmol⁺/kg 정도인 우리나라 산림토양의 평균치보다 함량이 높았다(Jeong *et al.*, 2002). 이는 유기물이 토양중 양이온치환용량의 30~70%를 제공하며 또한 이들의 분해로 인하여 치환성양이온이 토양에 공급되므로, 본 연구지역의 유기물함량이 평균 수준보다 높았기 때문에 양이온치환용량도 이와 유사한 수치를 보이는 것으로 판단된다.

2. 식생분석

쇠뿔현호색 자생지는 해발 67-70m의 남동사면과 경사도 6-9° 범위의 완경사에 주로 위치한다(Table 2). 계정숲 일대 식물상의 경우 47과 91속 94종 2아종 11변종 및 2품종으로 총 109분류군이다. 식생구조를 보면 교목층은 수고 10m 이상의 상수리나무가 우점하여 광차단율이 50% 전후인 반음지 조건이며, 관목층은 신나무, 느티나무, 물푸레나무, 쥐똥나무, 팽나무 및 풀지나무 등이, 초본층은 갈퀴나물, 쇠별꽃 및 길뚝사초 등이 우점하고 있다. 전체 5개 방형구에서 확인된 관속식물은 35과 50속 52종 5변종 및 2품종 등 총 59분류

Table 1. Soil characteristic in each plots of *Corydalis cornupetala*

Plot No.	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 5	Average
Soil texture	Silt Clay loam	Silt Clay loam	Silt Clay loam	Silt Clay loam	Silt Clay loam	Silt Clay loam
pH(1:5)	5.7	5.6	5.9	5.4	5.4	5.6
TN(%)	1.0	0.9	1.0	0.1	0.2	0.64
OM(%)	13.2	15.8	12.1	7.6	8.8	11.5
EC(ds/m)	0.24	0.50	0.29	0.24	0.22	0.30
CEC(cmol ⁺ /kg)	31.42	40.24	32.26	23.82	20.56	29.66
K ⁺ (cmol ⁺ /kg ⁻¹)	0.50	0.70	0.76	0.72	0.57	0.65
Ca ²⁺ (cmol ⁺ /kg ⁻¹)	12.13	20.42	19.76	8.51	8.09	13.78
Mg ²⁺ (cmol ⁺ /kg ⁻¹)	2.93	2.16	2.67	2.99	1.82	2.51
Na ⁺ (cmol ⁺ /kg ⁻¹)	0.15	0.19	0.12	0.10	0.17	0.15

Table 2. Habitat status of the *Corydalis cornupetala* in the studied plots

Site number	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4	Site 5
Direction	SE	SE	SE	SE	SE
Latitude	35°48'59.8"	35°49'00.8"	35°49'00.9"	35°49'01.7"	35°48'58.3"
Longitude	128°49'06.4"	128°49'07.5"	128°49'08.2"	128°49'10.1"	128°49'06.4"
Altitude(m)	70	69	69	70	67
Slop degree(°)	9	6	6	8	6
Height of the tree(m)	10	12	-	-	-
Height of the shrub(m)	2	2	2.5	2.5	-
Height of the herb(m)	0.7	0.5	0.5	0.5	0.7

군이다. 각 과별 종다양도는 장미과가 6분류군으로 가장 많았고, 다음으로는 느릅나무과(5종류), 물푸레나무과(4종류) 등의 순이다.

1) 군락분석

쇠뿔호색 5개 방형구에서 확인한 식물종의 중요치를 이용한 조사지점 간의 유연관계를 보면, 쇠뿔호색의 유클리드거리 1.0 수준에서는 2개 군, 0.7 수준에서는 3개 군 및 0.3 수준에서는 4개 군으로 구분되었다(Figure 3).

교목층과 관목층의 발달이 극히 미약하고 다른 방형구에서 발견되지 않는 쇠뿔꽃이 가장 높은 중요치를 보인 방형구 5에서 가장 먼저 유집되었다. 다음으로는 방형구 1이 유집되었는데 이는 다른 방형구에서 발견되지 않거나 낮은 피도와 적은 개체수가 조사된 신나무의 중요치가 비교적 높았으며, 집단의 이질성을 결정짓는데 많은 영향을 미친 것으로 보인다. 또한 가까운 거리에서 유집된 방형구 2, 3 및 4는 갈퀴나물의 중요치가 비교적 높았다. 따라서 쇠뿔호색의 자생지는 공통적인 출현종의 수보다는 우점하는 종류의 상이성에 따라 집단의 유연관계가 결정되는 것으로 판단된다.

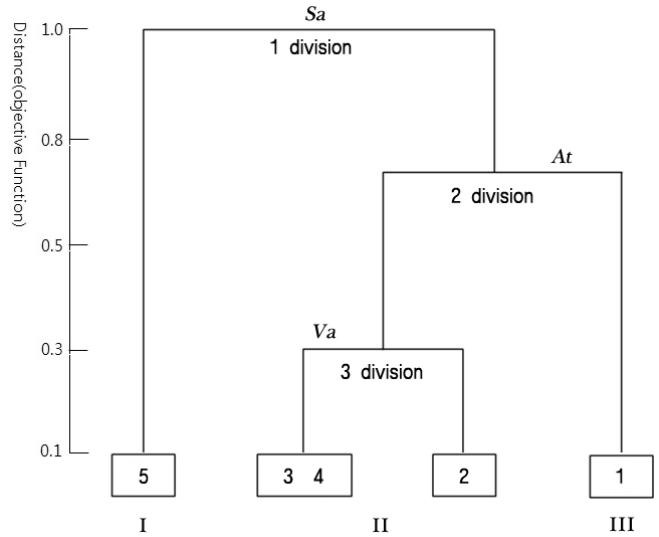


Figure 3. Dendrogram of the plots based on cluster analysis (Sa: *Stellaria aquatica* (L.) Scop, At: *Acer tataricum* subsp. *ginnala* (Maxim.) Wesm, Va: *Vicia amoena* Fisch. ex DC)

Table 3. Importance percentage(IP) and mean importance percentage(MIP) of major woody species in each plant communities

Scientific name	Community I ¹				Community II ¹				Community III ¹			
	C ²	S ²	H ²	M ²	C ²	S ²	H ²	M ²	C ²	S ²	H ²	M ²
<i>Corydalis cornupetala</i>	-	-	11.9	2.0	-	-	11.7	2.0	-	-	6.4	6.4
<i>Zelkova serrata</i>	-	20.7	5.9	7.9	-	22.7	4.8	8.4	-	-	3.2	3.2
<i>Acer ginnala</i>	-	28.3	-	9.4	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	-	14.2	0.4	4.8	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Viola mandshurica</i>	-	-	4.0	0.7	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Vicia amoena</i>	-	-	-	-	-	-	11.7	2.0	-	-	-	-
<i>Euonymus alatus</i>	-	-	-	-	-	-	9.5	1.6	-	-	-	-
<i>Celastrus flagellaris</i>	-	-	-	-	-	4.5	11.7	3.5	-	-	-	-
<i>Stellaria aquatica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.2	11.2
<i>Cardamine amaraeformis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.2	3.2
<i>Achyranthes japonica</i>	-	-	2.0	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cardamine bellidifolia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.6	1.6
<i>Cardamine flexuosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.6	1.6
<i>Carex bostrychostigma</i>	-	-	11.9	2.0	-	-	2.4	0.4	-	-	12.8	12.8
<i>Carex gibba</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.3
<i>Carex lanceolata</i>	-	-	7.9	1.3	-	-	0.5	0.1	-	-	-	-
<i>Celtis aurantiaca</i>	-	-	-	-	-	-	2.4	0.4	-	-	-	-
<i>Celtis sinensis</i>	-	14.2	4.0	5.4	-	45.5	4.8	15.9	-	-	3.2	3.2
<i>Chenopodium koraiense</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.2	3.2
<i>Chionanthus retusus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.6	1.6
<i>Cocculus trilobus</i>	-	-	2.0	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Commelina communis</i>	-	-	4.0	0.7	-	-	0.5	0.1	-	-	1.6	1.6
<i>Cornus walteri</i>	-	-	-	-	-	-	4.8	0.8	-	-	1.6	1.6
<i>Cudrania tricuspidata</i>	-	-	-	-	-	-	4.8	0.8	-	-	-	-

2) 상대우점치 분석

군락 별로 상대우점치의 분석 결과를 살펴보면(Table 3) 군락 I(신나무군락)은 방형구 1 포함되었으며. 교목층은 상수리나무(IP:100%)만 출현하였다. 아교목층은 존재하지 않으며, 관목층은 신나무(IP:28.3%)가 우점종이며, 느티나무(IP:20.7%), 물푸레나무(IP:14.1%), 쥐똥나무(IP:14.1%) 및 팽나무(IP:14.1%)가 경쟁 상태이었다. 초본층은 쇠뿔현호색(IP:11.9%)과 길뚝사초(IP:11.9%)가 우점종이며, 수반종은

그늘사초(IP:8.0%), 주름조개풀(IP:8.0%), 제비꽃(IP:4.0%) 및 닭의장풀(IP:4.0%) 등이 관찰되었다. 본 군락 I 은 교목층에서 상수리나무의 우점아래, 관목층에서는 신나무의 세력을 유지하면서 느티나무, 물푸레나무, 팽나무 등 입지쟁탈이 당분간 지속될 것으로 판단된다. 군락 II(갈퀴나물군락)은 방형구2, 3, 4가 포함되었으며, 교목층은 상수리나무(IP:100%)만 출현하였다. 아교목층은 존재하지 않으며, 관목층은 팽나무(IP:45.5%)가 우점종이며, 쥐똥나무(IP:22.7%)가 경쟁 상태이었다. 수반종은 감태나무(IP:4.6%), 풀지나무

(Table 3. Continued)

Scientific name	Community I ¹				Community II ¹				Community III ¹				
	C ²	S ²	H ²	M ²	C ²	S ²	H ²	M ²	C ²	S ²	H ²	M ²	
<i>Desmodium podocarpum</i>	-	-	2.0	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Duchesnea indica</i>	-	-	2.0	0.3	-	-	-	-	-	-	3.2	3.2	-
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	-	-	4.0	0.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Galium spurium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.6	9.6	-
<i>Hemiptelea davidii</i>	-	-	-	-	-	-	0.5	0.1	-	-	-	-	-
<i>Humulus japonicus</i>	-	-	0.4	0.1	-	-	-	-	-	-	0.3	0.3	-
<i>Juniperus rigida</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.3	-
<i>Celastrus orbiculatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.3	-
<i>Ligustrum obtusifolium</i>	-	14.2	4.0	5.4	-	22.7	4.8	8.4	-	-	1.6	1.6	-
<i>Lindera glauca</i>	-	1.4	2.0	0.8	-	4.5	2.4	1.9	-	-	3.2	3.2	-
<i>Liriope platyphylla</i>	-	-	0.4	0.1	-	-	2.4	0.4	-	-	-	-	-
<i>Mosla dianthera</i>	-	-	2.0	0.3	-	-	-	-	-	-	0.3	0.3	-
<i>Oplismenus undulatifolius</i>	-	-	7.9	1.3	-	-	2.4	0.4	-	-	6.4	6.4	-
<i>Oxalis corniculata</i>	-	-	2.0	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Persicaria lapathifolia</i>	-	-	2.0	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Persicaria longiseta</i>	-	-	0.4	0.1	-	-	0.5	0.1	-	-	6.4	6.4	-
<i>Poa acroleuca</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.2	3.2	-
<i>Pourthiaea villosa</i>	-	-	0.4	0.1	-	-	2.4	0.4	-	-	-	-	-
<i>Prunus sargentii</i>	-	-	0.4	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Prunus serulata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.6	1.6	-
<i>Quercus acutissima</i>	100.0	-	4.0	50.7	100.0	-	2.4	50.4	-	-	1.6	1.6	-
<i>Rhus tricocarpa</i>	-	-	-	-	-	-	0.5	0.1	-	-	-	-	-
<i>Robinia pseudoacacia</i>	-	-	-	-	-	-	2.4	0.4	-	-	-	-	-
<i>Rosa multiflora</i>	-	-	4.0	0.7	-	-	4.8	0.8	-	-	3.2	3.2	-
<i>Rubus crataegifolius</i>	-	-	2.0	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scilla scilloides</i>	-	-	0.4	0.1	-	-	0.5	0.1	-	-	-	-	-
<i>Staphylea bumalda</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.3	-
<i>Symplocos chinensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.6	1.6	-
<i>Trigonotis radicans</i>	-	-	-	-	-	-	2.4	0.4	-	-	-	-	-
<i>Ulmus davidiana</i>	-	7.1	5.9	3.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Veronica didyma</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.3	-
<i>Senecio vulgaris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.3	-
<i>Youngia japonica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.6	1.6	-

¹ Community I : *Acer ginnala* for. *coccineum* Nakai, Community II : *Vicia amoena* Fisch. ex DC, Community III : *Stellaria aquatica* (L.) Scop.

² C: importance percentage in canopy layer S: importance percentage in the shrub layer H: importance percentage in the herbaceous layer M: mean importance percentage

Table 4. Species diversity indices of woody and herb plants species in the investigated plots

Sites	No. of species	Species diversity(H')	Maximum H'(H'max)	Evenness(J')	Dominance
Community 1	35	1.43	1.48	0.97	0.04
Community 2	15	1.04	1.13	0.92	0.08
Community 3	31	1.32	1.52	0.87	0.13
Average	27	1.26	1.38	0.92	0.08

(IP:4.6%) 등이 관찰되었다. 초본층은 갈퀴나물(IP:11.7%) 이 우점종이며, 회잎나무(IP:9.5%), 짚레꽃(IP:4.7%)이 경쟁 상태이었다. 본 군락Ⅱ는 갈퀴나물이 우점하는 군락으로 상수 리나무의 우점아래, 관목층에서는 팽나무의 세력이 당분간 지속될 것으로 판단된다. 군락Ⅲ(쇠별꽃군락)은 방형구 5가 포함되었으며, 교목층, 아교목층 및 관목층은 나타나지 않았다. 초본층은 길뚝사초(IP:12.8%), 쇠별꽃(IP:11.7%) 및 갈퀴덩굴(IP:10.4%)이 우점종이다. 수반층은 주름조개풀(IP:6.9%), 개여뀌(IP:6.9%) 등이 주로 관찰되었다.

3) 종다양성 분석

층위 별 출현종수와 Shannon의 종다양성지수(H'), 최대 종다양도(H'max), 균등도(J'), 우점도는(D')를 보면(Table 4), 종다양성지수의 경우 군락 I 에서 1.43로 가장 높았으며, 군락Ⅱ에서 1.04로 가장 낮았다. 출현종수로 산출되는 최대 종다양도(H'max)의 경우 군락Ⅲ에서 1.52로 다른 방형구 보다 높게 나타났다. 각 종의 개체수 분포정도를 의미하는 균등도는 그 값이 1에 가까울수록 종별 개체수가 균일한 상태를 나타내는데(Brower and Zar, 1977), 군락 별 균등도는 0.87~0.97의 범위로 현재 중간 경쟁에 의해 안정되어 가는 과정으로 판단되며 향후 입지환경에 적응된 수종들에 의해 안정된 군락이 될 것으로 사료된다. 균등도와 상반되는 우점도는 군락Ⅲ에서 0.13으로 가장 높게 군락 I 에서 0.04으로 가장 낮게 나타났다. 우점도가 0.9이상일 때는 한 종에 의해, 0.3~0.7일 때는 2~3종에 의해, 0.3이하 일 때는 여러 종에 의해 우점 되는 점(Whittaker, 1956)으로 보아 본 조사지의 방형구 전체가 0.2이하로 나타나 특정 종에 의해 우점 되지 않고 다수의 종으로 군락이 이루어져 있음을 알 수 있다.

3. 보전방안

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). 본 연구 대상종인 쇠뿔현호색은 춘계단명식물로 주로 온대낙엽활엽수에서 임관이 닫히기 전에 휴

면에 들어가는 일년생 혹은 다년생 식물을 말한다(Cho, 1998). 이로 인하여 춘계단명식물은 군락생태학적 역할로 삼림 내에서 상층의 다른 식물보다 빛을 먼저 이용하기 때문에 빛 이용의 효율성을 높이는 결과를 가져올 뿐만 아니라 눈이 녹아 흘러내는 물과 더불어 생태계 내에서 유출되는 무기영양소를 흡수함으로써 생태계의 무기영양소가 다른 생태계로 이동되지 않게 하고 삼림 내에서 순환하도록 한다(Zak et al., 1990). 이러한 생태계의 중요한 역할을 담당하는 춘계단명성 식물인 쇠뿔현호색은 국내의 지리적 분포범위가 경상시 계정숲으로 매우 제한되어 있다. 자생지의 범위 또한 대부분 남동사면 및 햇볕이 잘 드는 숲의 가장자리와 해발 70m의 완경사에서 개체군을 이루고 있으며, 3월 초·중순에 지상부가 출현하고 4월 하순에 고사하여 총 평균 45일 생육기간을 갖는다. 또한 곤충에 의해 수분하며, 종자로 번식하나(Min, 2003), *Corydalis flavula*(Farnsworth, 2001)에서처럼 일부 개체는 폐쇄화(cleistogamous flower)로 결실하기도 한다. 한편 3~4월에 개화하는 쇠뿔현호색은 야생화 동호회 사진작가 및 등산객 등 무분별한 채취와 등산로 이탈에 따른 답압으로 개체수가 줄어들 가능성이 매우 높다. 따라서 쇠뿔현호색의 자생지 보전을 위해서는 환경변화에 대한 취약성을 줄이고 자생지의 개체군 크기를 확대시킬 수 있는 효율적인 보전방안의 마련이 필요하며, 동태분석 모니터링과 종자의 산포, 공간적 유전 구조와 같은 기초 연구가 필요하다. 또한 생물다양성의 장기적 보호를 위한 가장 좋은 전략은 현지 내 보전(in site conservation)으로서 자연 군락들과 개체군들을 그 자체로 보전하는 것이다(Primack, 2004). 이는 그 종이 살아가는 서식지의 여러 물리적 환경조건 뿐만 아니라 그곳에서 함께 서식하는 동식물과의 상호작용을 포함하여 보전하는 효과가 있기 때문이다(Qiaoming et al., 2002). 또한 장래의 지구온난화에 대하여는 매우 취약한 상태에 처해 있어 이에 따른 대책마련이 필요하며, 멸종과 멸종에 대비하여 현지 외 보전(ex situ conservation)에서 보전원 조성 같은 보다 적극적인 보전 전략이 필요하다.

4. 종합 및 제언

경상북도 기념물 제123호로 지정되어 있는 경상시 계정

숲은 우리나라 온대 낙엽활엽수림이 온전히 보전되어 아름다운 식생경관을 연출하는 가치가 높은 식생이고 예로부터 단오제가 열리는 등 민속신앙 측면에서도 의미있는 지역이다. 계정숲의 보전 및 관리의 기초자료 구축을 목적으로 진행된 본 연구의 결과를 종합하여 보면 다음과 같다. 총 면적 58,080m²의 좁은 면적이지만 상수리나무, 이팝나무, 느티나무 및 팽나무 등 온대 수종들이 생육하고 있어 자연숲으로의 가치뿐만 아니라 생물종다양성 측면에서도 가치가 매우 높다고 판단된다.

본 연구 대상종인 쇠뿔현호색은 다년생 초본으로 계정숲 전체 면적의 35%인 남동사면과 완경사에서만 국한되어 분포하는 특산식물이며, 주로 햇볕이 잘 드는 숲의 가장자리에 무리를 이룬다. 경산시 기상대 자료를 바탕으로 기후를 분석한 결과 연평균기온은 14.0℃, 연평균강수량은 1079.1mm로 온난하고 다습한 온대기후 특징을 전형적으로 보여준다. 토양분석 결과 토양 pH는 평균 5.6으로 약산성, 전기전도도는 0.22~0.50ds/m으로 나타났다. 토양유기물함량(OM)은 평균 11.6%, 전질소(TN)는 평균 0.6%로 우리나라 산림토양 평균치 보다 높았는데 이는 자생지 유기물의 공급이 원활하고 유실이 적은 지역에서 쇠뿔현호색이 출현하는 것으로 판단된다.

토양 pH와 밀접한 관계가 있는 치환성 양이온함량은 Ca²⁺ 20.42~8.09cmol⁺/kg, Mg²⁺ 2.99~1.82cmol⁺/kg, K⁺ 0.76~0.50cmol⁺/kg, Na⁺ 0.19~0.10cmol⁺/kg 순으로 나타났으며, 토양 중 양이온치환용량은 20.56~40.24cmol⁺/kg로 나타났다. 군락분류의 경우 PC-ORD v. 5.10 (McCune and Mefford, 2006)에 의한 이단계군락분석(Two-way Cluster Analysis)을 실시한 결과 3개의 소단위인 신나무, 갈퀴나물 및 쇠뿔꽃군락으로 구분되었다. 쇠뿔현호색의 자생지는 출현종의 수보다는 우점하는 종의 상이성에 따라 집단의 유연관계가 결정되었다. 한편 일반적으로 현호색과 식물은 교목층보다 관목층이 상대적으로 높은 자생지에서 많이 분포한다고 보고된 바 있다(Lee and Cho, 2000). 본 대상지 또한 교목층은 상수리나무 군락을 대표하고 있으며, 관목층은 신나무, 느티나무 및 물푸레나무 등이 경쟁 상태인 것으로 나타나 쇠뿔현호색의 식생구조를 파악할 수 있다. 층위 별 종다양성지수는 평균 1.17로, 최대종다양도 지수는 1.28로 나타났다. 균등도는 평균 0.92로 현재 중간 경쟁에 의해 안정되어 가는 과정으로 판단된다. 우점도는 평균 0.08로 특정종에 의해 우점 되지 않고 다수의 종으로 군락이 이루어져 있음을 알 수 있다.

본 연구의 연구결과로 구축된 기초자료는 계정숲의 보존 및 관리지침에 응용될 수 있는 자료구축으로서 의의가 있다고 사료된다. 따라서 향후 계정숲과 같은 자연숲에 대한 보전과 관리를 위해서는 전체 개체군의 동태분석 모니터링,

종자의 산포 및 공간적 유전구조 등 기초연구가 필요하다고 판단된다.

LITERATURE CITED

- Ahn, Y.H and Y.H. Kim(2007) Distribution and Ecological Characteristics of Native *Rubus careanus* in Korea. Korean Journal of Environment and Ecology 21(2): 176-185. (in Korean)
- Beatty, S.W.(1984) Influence of Microtopography and Canopy Species on Spatial Patterns of Forest Understory Plants Ecology 65(5): 1406-1419.
- Brower, J.R. and J.H. Zar(1977) Field and laboratory methods for general ecology. Wm. C. Brown Company, 194pp.
- Buurman, P., van Langen and E.J. Velthorst(1996) Manual for soil and water analysis. Backhuys Publishers, Leiden, pp. 59-61.
- Cheon, K.S., S.K Jang, K.A. Kim and K.O. Yoo(2009) Ecological Characteristics of Korean Endemic Plant, *Corydalis grandicalyx* J. Oriental Bot. Res 5:80.
- Cho, D.S.(1998) A Study on the Growth and Senescence of Spring Ephemerals. Journal of Natural Science 19: 199-210. (in Korean)
- Collins, B.S. and S.T.A. Pickett(1988) Demographic Responses of Herb Layer Species to Experimental Canopy gaps in a Northern Hardwood Forest. Journal of Ecology 76(2): 437-450.
- Curtis, J.T. and R.P. McIntosh(1951) An Upland Forest Continuum in the Prairie-Forest Border Region of Wisconsin. Ecology 32(3): 476-496.
- Dahlen, T.S. and R.E.J. Boerner(1987) Effects of Canopy Light Gap and Early Emergence on the Growth and Reproduction of *Geranium maculatum*. Canadian Journal of Botany 65(2): 242-245.
- Farnsworth, E.(2001) New England Plant Conservation Program. Conservation and Research Plan. *Corydalis flavula*(Raf.) DC yellow *Corydalis*, New England Wildflower Society. 180. Hemenway Road Framingham. MA 01701. 508/877-7630.
- Hamilton, E.S. and A. Limbard(1982) Selective Occurrence of Arborescent Species on Soils in a Drainage Toposequence. Ottawa Conuty. Ohio. Ohio Journal of Science 82: 282-292.
- 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)
- Kalra, Y.P. and D.G. Maynard(1991) Methods manual for forest soil and plant analysis. Forestry Canada, Northwest Region, Northern Forestry Centre, Edmonton, CA, pp. 1-116.
- Kim, J.S., B.H. Yang., J.M. Chung., B.C. Lee and J.C. Lee(2006) Genetic Diversity and Structure of a Rare and Endemic, Spring Ephemeral Plant *Corydalis filistipes* Nakai of Ullung Island in

- Korea. J. Ecol. Field Biol. 29(3): 247-252.
- Kim, Y.H., J.H. Jeong, D.G. Jo and Z.S. Kim(2007) *Corydalis cornupetala* Y.H. Kim et J.H. Jeong: A New Species of *Corydalis* sect. *Corydalis*(Fumariaceae), Korean Journal of Plant Taxonomy 37(3): 217-224. (in Korean)
- Korea Meteorological Administration(2011) <http://www.kma.go.kr>
- Korea Plant Names Index(2008) <http://www.korea.plants.go.kr>
- Lee, K.S. and D.S. Cho(2000) The Effects of Microenvironmental Heterogeneity on the Spatial Distribution of Herbaceous Species in a Temperate Hardwood Forest in Korea. Journal. Ecology 23(3): 255-266. (in Korean)
- Lee, S.W.(1981) Studies on Forest in Korea(2). Journal Korea Forest Society 54:25-35. (in Korean)
- McCune, B. and M.J. Mefford(2006) PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 5. 10. MjM Software, Gleneden Beach. Oregon. USA.
- Meier, A.J., S.P. Bratton and D.C. Diffy(1995) Possible Ecological Mechanisms for Loss of Vernal-Herb Diversity in Logged Eastern Deciduous Forest. Ecological Applications 5(4): 935-946.
- Min, B.M.(2003) Population's Limit of *Corydalis*(Sect. *Pes-gallinacea*) Group Living in the Same Area. Korea. Journal. Ecology 26(4):173-180. (in Korean)
- Pielou, E.C.(1975) Ecological Diversity. John Wiley and Sons, New York, 168pp.
- Primack, R.B.(2004) A primer of conservation biology(3rd ed.). Sinauer Associates, Sunderland, U.S.A., 292pp.
- Qiaoming, L., Z. Xu and T. He(2002) Ex situ genetic conservation of endangered *Vatica guangxiensis* (Dipterocarpaceae) in China. Biological Conservation 106(2): 151-156.
- Reader, R.J. and B.D. Bricker(1992) Response of Five Deciduous Forest Herbs to Partial Canopy Removal and Patch Size. American Midland Naturalists 127(1): 149-157.
- Song, J.M., G.Y. Lee and J.S. Yi(2009) Growth Environment and Vegetation Structure of Natural Habitat of *Polygonatum stenophyllum* Maxim. Journal of Forest Science 25(3): 187-194. (in Korean)
- Thompson, J.N.(1980) Treefalls and Colonization Patterns of Temperate Forest Herbs. American Midland Naturalists 104(1): 176-184.
- Titus, J.H.(1990) Microtopography and Woody Plant Regeneration in a Hardwood Floodplain Swamp in Florida. Bulletin of Torrey Botanical Club 117(4): 429-437.
- Van Auken, O.W. and J.K. Bush(1991) Influence of Shade and Herbaceous Competition on the Seedling Growth of Two Woody Species. Madrona 38(3): 149-157.
- Ware, S., P.L. Redfearn, Jr. G.L. Pyrah and W.R. Weber(1992) Soil pH Topography and Forest Vegetation in the Central Ozarks. American Midland Naturalists 128(1): 40-52.
- Whittaker, R.H.(1956) Vegetation of the Great Smoky Mountains. Ecological Monographs 26(1): 1-80.
- Zak, D.R., P.M. Groffman, K.S. Pregitzer, S. Christensen and J.M. Tiedje(1990) The Vernal Dam: Plant-microbe Competition for Nitrogen in Northern Hardwood Forest. Ecology 71(2): 651-665.