쇠뿔현호색의 개화특성 연구

성정원¹ · 이명훈¹ · 신현탁² · 윤정원²

¹영남대학교 대학원 조경학과 · ²국립수목원 전시교육과

(2013년 10월 23일 접수, 2014년 1월 6일 수정, 2014년 1월 20일 게재 확정)

Studies on Flowering Characteristics of *Corydalis cornupetala*

Y.H.Kim et J.H.Jeong

Jung won, Sung¹ · Myung hoon, Yi¹ · Hyun tak, Shin² · Jung won, Yoon²

¹Department of Landscape Architecture Yeungnam University · ²National Arboretum

(Received 23 October 2013, Revised 6 January 2014, Accepted 20 January 2014)

Abstract : *Corydalis cornupetala* is one of annual herbaceous species and belongs to Corydaceae. This spring ephemeral plant is also one of the Korean endemic plant species and ranged only at the Gyaeyeongsub(woodland) in Gyeongsan City. The overall researches to this species due to limited distribution and life strategy has highly significant. The present study is to support the habitat conservation including single recovery plan based on information of site characteristics of the habitat, and flowering characteristics. The wild habitat of *Corydalis cornupetala* is typically ranged at 70m HSL with silt sandy loam on the southeast gently slope. The flowering time was slightly different by the year; 18 March in 2011, 6 March in 2012 and 8 March in 2013. The flowering period was gradually increased in the recent three years; 19 days in 2011, 29.2 days in 2012 and 32 days in 2013. The habitat of *Corydalis cornupetala* should be managed both by in situ and ex situ conservation. Regarding to this, the clear evidence is remained as individual number was gradually decreased as 186.51 in 2011, 182.64 in 2012 and 160.24 in 2013.

Key Words : Gyaeyeongsub, Flowering time, Flowering period, Spring ephemeral plant, Conservation

주요어 : 계정숲, 개화시간, 개화기간, 춘계단명식물, 보존

1. 서론

기후변화로 인해 수반되는 물리적 변화는 널리 알려져 있는 것과 같이 빙하 감소, 영구 동토지역의 해빙, 봄에 하천수량의 증가, 호수나 강의 성

층효과와 변화, 해안침식 증가 등이 있다. 생물적 변화에는 개엽, 개화, 이주, 생식 시기 같은 봄에 일어나는 계절 현상의 변화와 종의 분포나 군집 구조의 변화 등이 있다(Rosenzweig *et al.*, 2008). 동물과 식물에서 나타나는 기후변화의 영향은 여

러 대륙과 지역에서 다양한 시간 스케일로 입증되고 있다(Root *et al.*, 2003).

기후변화가 육상식물이나 삼림에 미치는 영향은 광범위하게 작용하는 기온 변화 및 이산화탄소와 같은 온실기체의 직접적 영향에 더하여, 지역에 따라 불균등한 기온과 강수량의 변화, 극한사상의 빈도 변화, 무상기간의 연장 등이 주요인으로 작용하여 결과적으로 나타나는 것이다(Bazzaz, 1990; Walter *et al.*, 2002).

뿐만 아니라 기후변화의 속도는 과거 자연적인 변화에 비해 약 100배 이상 빠르게 진행되고 있다(Kong, 2007; Kim *et al.*, 2006). 그 결과 따뜻한 기후조건을 선호하는 난대성 식생대의 확장과 한대성 식생대의 쇠퇴가 진행되는가 하면, 식물의 개화시기가 빨라지고, 동물의 서식처가 교란되는 등의 다양한 생태적 부작용이 나타나고 있다는 점은 주지의 사실이다.

한편 이 연구의 대상종인 쇠뿔현호색은 현호색속(*Corydalis*)에 속하는 다년생 초본이며, 꽃은 색과 형태에서 다른 현호색속 현호색절에 속하는 종들과 뚜렷이 구별되는데, 꽃 색은 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). 또한 쇠뿔현호색은 춘계단명식물로 생태계의 양분순환에 중요한 역할을 수행하며(Zak *et al.*, 1990), 봄철 임상 내 화려한 꽃을 관찰할 수 있는 경관적인 가치도 제공해 준다. 하지만 짧은 생활사(phenology)를 가지고 있어(Min and Kang, 1994; Min and You, 1998), 기상변화에 취약하며, 향후 지구온난화 및 기후변화에 따른 절멸에 위협이 뒤따른다. 아울러 자원적 가치의 중요성과 종보전을 위한 자생지의 환경 분석과 생태적 특성에

대한 자료가 요구되고 있는 실정이다. 하지만 현재까지 쇠뿔현호색에 관한 연구는 대부분 현호색속을 대상으로 한 분류학(Kim *et al.*, 2007), 원예학, 약학, 자생지 분포 현황 및 식생구조(Sung *et al.*, 2013)만이 수행되었을 뿐 보전을 위한 기초자료가 요구된다.

따라서 이 연구에서는 쇠뿔현호색 자생지의 환경특성 및 개화특성을 파악하고, 이를 토대로 자생지 내·외 보전을 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

2. 자료 및 방법

쇠뿔현호색 자생지인 경상북도 경산시 자인면의 계정 숲(N 35°48'58.33", E 128°49'05.00")은 해발 75m이고 1997년 경상북도 기념물 제123호로 지정되었으며, 평지에 가까운 자연림이다. 계정 숲 내 쇠뿔현호색은 적은 수의 고립된 개체군으로 민가와 도로에서 20m 정도 격리되어 있다. 자생지 면적은 43,237m²으로 주변 식생은 상수리나무, 이팝나무, 편지나무 및 느티나무 등으로 구성된 낙엽활엽수림이다(Sung *et al.*, 2013).

경산시 기후는 자생지로부터 가장 근거리에 위치하는 경산시 중방동의 기상대 자료를 바탕으로 최근 30년간(1983~2012년)의 자료를 분석한 결과 연평균기온 14.2℃, 연평균강수량 1081.3mm로 겨울철은 매우 춥고 여름철에는 무더운 날씨가 나타나는 전형적인 온대대륙성기후 특징을 보여주고 있다(www.kma.go.kr, 2012).

자생지의 환경조건을 분석하기 위해 GPS (Garmin, Oregon300)와 국립지리원에서 발행한 1:25,000 지형도, Arc GIS 3.2 및 한국디지털지형도(Garmin, MapSource V7) 등을 이용하여 경사도, 표고 및 향을 분석한다. 자생지의 기온변

화 측정을 위해 계정 숲 내 지면으로 부터 2m 떨어진 나무에 자동 온·습도측정기계인 Hobo센서를 설치한다. 자동 온·습도측정기계는 매 시간마다 온·습도를 측정하도록 조작하여 2011년 2월 1일에 설치, 2013년 4월 30일 수거한다. 수거된 자료에서 월평균기온, 월최고기온, 월최저기온, 월평균상대습도 및 월최저상대습도를 산출한다. 이때 자동 온·습도측정기계는 직사광선이나 강우가 직접 닿지 않고 통풍이 잘되도록 설치한다. 특

히 자생지의 기상환경을 정밀 분석하기 위해 자생지와 5.7km 거리에 위치한 영남대학교 연습림을 설정하여 자생지와 비자생지간의 기상변화를 비교 분석한다.

조사방법은 분포역이 좁은 이유로 쇠뿔현호색 개체수가 많은 초본층을 중심으로 5m×5m 크기의 고정 방형구(Quadrat) 5개를 설치한다(Figure 1). 방형구 내 출현한 쇠뿔현호색의 개화시기, 개화기간 및 개체수를 모니터링 한다.

Figure 1. Study destination and meteorological equipment

Figure 2. *Corydalis cornupetala* 20% flowering (Left), 80% flowering (Right)

개화시기는 꽃대에 꽃이 20% 이상 개화하였을 때 개화시작시기로 보았으며, 꽃대에 꽃이 80% 이상 개화하였을 때를 만개로 보고 조사한다(Figure 2). 개화기간은 개화시작시점부터 꽃대에서 꽃이 모두 떨어지거나 꽃잎이 갈색으로 퇴색되어 건조한 상태가 남아있는 시점까지를 낙화시기로 보고 조사한다. 개체수는 지상부가 출현하여 개엽이 되는 시점에서 개체수를 조사하였으며, 단 개화가 관찰되지 않더라도 개체수는 기록하는 것을 원칙으로 한다. 쇠뿔현호색의 3년간 수집된 자료는 SPSS를 이용하여 신뢰도 분석, 단일변수 및 상관분석을 하였다.

3. 결과 및 고찰

1) 입지환경

계정 숲 표고분석은 65~70m 범위에서 40.1%로 가장 높은 비율을 차지하였으며, 경사도는 5°~10° 범위에서 72.5%로 나타나 비교적 완경사지에 주로 나타났다. 향의 경우 계정 숲은 동향이 37.8% 비교적 높은 비율을 차지하고 있으나 쇠뿔현호색은 남향에만 분포하는 것으로 나타났다(Table 1).

2) 단일적 변수의 통계적 요약

변수들에 대한 신뢰도 검증결과, Cronbach Alpha 값은 0.607로 신뢰성이 비교적 높았다. 개화시기 분석결과 2011년 3월 18일(SD=20.771), 2012년은 3월 6일(SD=29.318) 및 2013년 3월 8일(SD=25.254)로 년도 별 차이가 나타났다. 춘계단명식물인 쇠뿔현호색 개화시기 특성상 3월에 개화하므로 2~3월 기온의 영향을 받으며, 특히 눈이 녹고 임관이 닫히는 짧은 기간 동안 모든 생활사를 마쳐야 하는 춘계단명식물은 예기치 않은 저온이나 토양의 결빙으로 지상부의 출현과 개체의 생활사에 큰 영향을 미치게 된다. 이를 바탕으로 기상자료 분석결과 2012년, 2013년 봄철 기온은 지속적으로 높게 나타났으나 2011년 봄철 기온은 일시적인 저온현상이 자주 발생되어 개화시기에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

개화기간은 분석결과 2011년 19일(SD=5.168), 2012년 29.2일(SD=7.428) 및 2013년은 32일(SD=6.571)간 지속되어 매년 개화기간이 늘어난 것으로 나타났다. 이는 2011년 봄철 기온이 저온현상으로 식물생활사에 영향을 미쳤으나 2012년, 2013년 봄철 기온은 식물 생육이 가능한 기온이 지속적으로 유지되어 개화기간이 늘어난 것으로 나타났다.

개체수 분석결과 2011년 186.51개체(SD=6.777), 2012년 182.64개체(SD=7.475), 2013년

Table 1. Topographic characteristics of *Corydalis cornupetala* habitat

Elevation(m)		Slope(°)		Direction	
Range	Ratio(%)	Range	Ratio(%)	Range	Ratio(%)
55~60	6.7	5~10	72.5	East	37.8
60~65	18.2	10~15	18.7	West	3.7
65~70	40.1	15~20	4.7	South	27.9
70~75	26.7	20~25	1.9	North	30.6
75~80	8.3	25~35	2.2	—	—

160.24개체(SD=6,524)로 매년 개체수가 감소하는 것으로 나타났다.

쇠뿔현호색 생활사(phenology)에 영향을 주는 봄철 기상자료를 바탕으로 2011년 2월 초부터 2013년 4월 말까지 월평균기온, 월최고기온, 월최저기온, 월평균상대습도 및 월최저상대습도를 측정하였다. 월평균기온은 평균적으로 2011년 6.14℃(SD=2.98), 2012년 7.13℃(SD=5.06), 2013년 7.64℃(SD=4.25)로 나타났으며, 식물이 생육 가능한 5℃ 이상인 날은 2011년 49일, 2012년 59일, 2013년 62일로 관측되어 매년 봄철 기온은 상

승하는 것으로 나타났다. 월최고기온은 평균적으로 2011년 13.19℃(SD=4.53), 2012년 15.79℃(SD=8.34), 2013년 17.06℃(SD=7.52)로 매년 기온이 상승하였으며, 월최저기온은 평균적으로 2011년 -0.54℃(SD=2.47), 2012년 0.63℃(SD=4.07), 2013년 0.22℃(SD=3.22)로 나타나 연도별 차이를 보였다. 특히 쇠뿔현호색이 출현한 3월 초 이후 꽃샘추위와 이상기후 현상으로 0℃ 이하인 날이 2011년 52일, 2012년 39일, 2013년 40일로 관측되었는데 이 기간 동안 개엽 및 개화한 개체는 저온에 의한 피해가 있었거나 생육에 영

Table 2. Statistical summary of flowering characters and one-parameter

Variables(Unit)	Year	Average (Standard deviation)	Max	Min	Quadrat(Number)
Flowering time(day)	2011	78.34(20,771)	91	71	5
	2012	66.23(29,318)	81	52	5
	2013	68.54(25,254)	84	59	5
Flowering period(day)	2011	19.08(5,168)	22	17	5
	2012	29.25(7,428)	30	23	5
	2013	32.55(6,571)	34	28	5
Population	2011	186.51(6,777)	189	183	5
	2012	182.64(7,475)	187	180	5
	2013	160.24(6,524)	163	157	5
Average monthly temperatures(℃)	2011	6.14(2.98)	7.81	4.20	5
	2012	7.13(5.06)	10.18	5.12	5
	2013	7.64(4.25)	9.45	5.20	5
Monthly maximum temperatures(℃)	2011	13.19(4.53)	15.78	11.25	5
	2012	15.79(8.34)	22.84	14.50	5
	2013	17.06(7.52)	22.04	14.52	5
Monthly minimum temperatures(℃)	2011	-0.54(2.47)	1.45	-1.02	5
	2012	0.63(4.07)	2.52	-1.55	5
	2013	0.22(3.22)	2.22	-1.00	5
Average monthly relative humidity(%)	2011	61.62(15.13)	71.35	56.22	5
	2012	60.08(26.32)	82.49	56.17	5
	2013	60.25(21.57)	73.85	52.28	5
Monthly minimum relative humidity(%)	2011	32.92(7.67)	36.82	29.15	5
	2012	34.42(19.72)	48.24	28.52	5
	2013	32.47(5.26)	35.51	30.25	5

Table 3. Average temperature in spring of habitat

Variables(Unit)	Year	2 month	3 month	4 month	Average
Average monthly temperatures(℃)	2011	1.43	5.02	11.96	6.14
	2012	0.12	7.01	14.27	7.13
	2013	1.85	9.61	11.47	7.64
Monthly maximum temperatures(℃)	2011	8.13	11.98	19.45	13.19
	2012	8.39	15.44	23.55	15.79
	2013	9.93	20.36	20.87	17.06
Monthly minimum temperatures(℃)	2011	-3.84	-2.03	4.26	-0.54
	2012	-5.81	0.89	6.83	0.63
	2013	-4.23	0.71	4.19	0.22

향을 미치는 것으로 판단된다. 아울러 기온은 개화시기에 영향을 미치는 것으로 보고되었으나 (Brown, 1953) 3년간 연구로 일반화하기에는 다소 무리가 있어 보다 장기간의 모니터링이 필요하다. 월평균상대습도의 경우 평균적으로 2011년 61.62%(SD=15.13), 2012년 60.08%(SD=26.32), 2013년 60.25%(SD=21.57)로 나타나 비교적 차이를 보이지 않았다. 월최저상대습도는 평균적으로 2011년 32.92%(SD=7.67), 2012년 34.42%(SD=19.72), 2013년 32.47%(SD=5.26)로 차이를 보이지 않았다(Table 2). 또한 계정 숲과 비슷한 환경을 가진 영남대학교 연습림의 자동 온·습도측정기체인 Hobo센서의 기상자료를 비교 분석한 결과 월평균기온은 2011년 자생지가 비자생지보다 0.7℃ 높았으나 2012년, 2013년은 비자생지가 자생지보다 0.3℃ 높아 연도별 차이를 보였다(Figure 3). 월최고기온은 2011년 자생지가 비자생지보다 2.2℃ 높았으나 2012년, 2013년은 비슷한 경향을 보였다. 특히 월최저기온은 2011~2013년 모두 자생지가 비자생지보다 0.5℃ 낮은 것으로 나타나 뚜렷한 차이를 보였다(Table 3).

3) 상관분석

쇠뿔현호색 개화시기의 설명에 관련된 변수들

간의 Pearson의 상관분석 결과 개화시기와 이에 영향을 미치는 기상요소 5개의 변수들과의 각각의 상관관계는 1% 유의수준에서 통계적으로 유의성이 있는 것으로 나타났다(Table 4). 개화시기와 기상요소 간의 상관관계는 모두 부(-)의 관계를 보여준다. 즉 월평균기온, 월최고기온, 월최저기온, 월평균상대습도 및 월최저상대습도가 높을수록 개화시기는 빨라지는 것을 알 수 있다. 각 식물의 개화일과 기온과의 상관관계를 파악하여 분석한 결과 개화시기는 기온이 상승함에 따라 앞당겨지는 경향을 보였으며, 3월 4월에 개화하는 식물은 3월 기온의 받는 것으로 판단된다. 개화기간과 기상요소 간의 상관관계는 모두 정(+)의 관계를 보여준다. 즉 월평균기온, 월최고기온, 월최저기온, 월평균상대습도 및 월최저상대습도가 높을수록 개화기간은 늘어나는 것으로 나타났다.

4) 개화특성

개화시기 분석결과 2011년 방형구 1, 4에서 3월 16일, 2012년 방형구 5에서 3월 4일, 2013년 방형구 4, 5에서 3월 6일로 가장 빨리 개화가 관찰되었다. 환경요인 조건이 동일한 방형구 내에서 비교적 차이가 나타나는 것은 서리, 풍향 및 풍속 등에 의한 미기상요소에 영향을 받은 것으로 판단된

Figure 3. Between habitat and non-habitat of Average monthly temperatures(a), Monthly maximum temperatures(b), Monthly minimum temperatures(c)

Table 4. Pearson correlation

	FT	FP	AMT	MMT	MIT	AMRH	MMRT
Flowering time	1,000 ($< .0001$)						
Flowering period	-0.798** ($< .0001$)	1,000 ($< .0001$)					
Average monthly temperatures	-0.103** ($< .0001$)	0.265** ($< .0001$)	1,000				
Monthly maximum temperatures	-0.215** ($< .0001$)	0.359** ($< .0001$)	0.795** ($< .0001$)	1,000 ($< .0001$)			
Monthly minimum temperatures	-0.106** ($< .0001$)	0.182** ($< .0001$)	0.717** ($< .0001$)	0.283** ($< .0001$)	1,000 ($< .0001$)		
Average monthly relative humidity	-0.138** ($< .0001$)	0.115** ($< .0001$)	0.129** ($< .0001$)	0.297** ($< .0001$)	0.572** ($< .0001$)	1,000 ($< .0001$)	
Monthly minimum relative humidity	-0.119** ($< .0001$)	0.074** ($< .0001$)	0.022* ($< .0001$)	-0.415** ($< .0001$)	0.554** ($< .0001$)	0.921** ($< .0001$)	1,000 ($< .0001$)

FT: Flowering time, FP: Flowering period, AMT: Average monthly temperatures, MMT: Monthly maximum temperatures, MIT: Monthly minimum temperatures, AMRH: Average monthly relative humidity, MMRT: Monthly minimum relative humidity

Table 5. Flowering characters of Quadrat

	Year	Quadrat 1	Quadrat 2	Quadrat 3	Quadrat 4	Quadrat 5	Average
Flowering time	2011	3/16	3/20	3/22	3/16	3/18	3/18
	2012	3/6	3/6	3/10	3/6	3/4	3/6
	2013	3/8	3/8	3/10	3/6	3/6	3/7
Flowering period	2011	21	15	17	21	21	19.0
	2012	28	32	26	28	32	29.2
	2013	28	30	34	36	32	32.0
Population	2011	298	144	79	143	266	186
	2012	275	155	81	141	261	182.6
	2013	189	156	92	109	255	160.2

다.

연도별로 비교한 결과 2011년 3월 18일, 2012년 3월 6일, 2013년 3월 7일로 개화를 관찰할 수 있었으며, 2011년보다 2012년은 10일 2013년은 11일 이른 시기에 개화를 관찰할 수 있었다. 특히 개화시기 일 때 월평균기온을 분석한 결과 2011년 5.3℃, 2012년 5.5℃, 2013년 5.1℃로 관측되어 쇠뿔현호색은 5℃ 이상 지속되었을 때 개화를 관찰할 수 있는 것으로 나타났다.

개화기간은 2011년 방형구 1, 4 및 5에서 21일 2012년 방형구 2, 5에서 32일 2013년 방형구 4에서 36일로 개화기간이 가장 길었다. 반면 2011년 방형구 2에서 15일 2012년 방형구 3에서 16일 2013년 방형구 1에서 28일로 개화기간이 가장 짧게 나타났다. 이른 시기에 개화한 개체는 평균적으로 개화기간이 30일, 늦은 시기에 개화한 개체는 11일로 나타났다. 이는 늦게 개화한 꽃망울이 일찍 개화한 것보다 먼저 낙화되는 것을 보고 알 수 있었다. 특히, 기온이 낮을 경우 상대적으로 호흡량이 낮아 에너지 축적으로 안정되어 더 오래 개화를 관찰할 수 있다. 또한 기온이 낮을 경우 상대적으로 호흡량이 낮아 에너지 축적으로 안정되어 더 오래 개화를 관찰할 수 있다(Min, 2003).

개체수 모니터링 분석결과 2011년 방형구 1에서

298개체, 2012년 방형구 1에서 275개체 및 2013년 방형구 5에서 255개체로 가장 많이 관찰되었다. 반면 2011년 방형구 3에서 79개체 2012년 방형구 3에서 81개체, 2013년 방형구 2에서 92개체로 가장 적게 관찰되었다. 계정 숲 내에 위치한 방형구 2, 3는 개체수가 늘어났지만 등산로, 운동시설 및 편의시설이 위치한 방형구 1, 4 및 5는 개체수가 줄어든 것으로 나타났다(Table 5). 이는 접근성이 용이하여 야생화 동호인들의 사진촬영과 탐방객들에 의한 무분별한 남획으로 개체수가 점차 줄어든 것으로 판단되며, 이에 따른 대책 마련이 필요하다.

한편 최근 3년 간 기상자료를 바탕으로 쇠뿔현호색의 개화적정 온·습도를 비교 분석한 결과 개화직전의 월평균기온은 4.7℃, 개화적정 월평균기온은 7.6℃, 휴면일 때 월평균기온은 12.6℃로 나타났다. 월평균습도의 경우 개화직전의 습도는 59.2%, 개화적정 습도는 56.6%, 휴면일 때 월평균습도는 54.6%로 나타났다(Table 6). 이는 쇠뿔현호색이 7.6℃ 이상의 기온과 56.6%의 적정 습도를 지속적으로 유지시켜 주었을 때 개화하는 것으로 분석되었다. 아울러 기상자료의 장기적인 모니터링은 향후 쇠뿔현호색의 증식과 보전관리를 위해 지속적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

Table 6. Flowering time of proper temperature and humidity

Division	BFTH				FPTH				DTH			
	2011	2012	2013	Ave	2011	2012	2013	Ave	2011	2012	2013	Ave
Average monthly temperatures(℃)	4.7	4.8	4.6	4.7	7.2	7.4	8.2	7.6	13	13.2	11.6	12.6
Monthly maximum temperatures(℃)	12.4	10.7	15.1	12.7	14.4	16.5	18.8	16.6	21.3	23.4	21.9	22.2
Monthly minimum temperatures(℃)	-2.7	0.5	-3.5	-1.9	-0.4	0.7	0.3	0.2	4.4	5.4	3.9	4.6
Average monthly relative humidity(%)	51	74.7	52	59.2	52.3	60.3	57.2	56.6	57.2	53.9	52.8	54.6
Monthly minimum relative humidity(%)	21.9	53.3	23.9	33	25.2	33.7	27.1	28.7	27.3	28.1	27.6	27.7

BFTH: before flowering temperature and humidity, FPTH: flowering proper temperature and humidity, DTH: Dormancy temperature and humidity

4. 요약 및 결론

생물다양성을 위협하는 요인은 서식처파괴, 서식처쇠퇴, 서식처조각화, 기후변화, 생물자원의 과도한 이용, 외래종 침입 등과 이러한 모든 요인들의 상승작용 등으로 구분되며, 멸종위기종은 적어도 두 가지 이상의 요인에 직면해 있다(Wilcove *et al.*, 1998; Terborgh, 1999). 이 중 기후변화는 그 자체가 종과 생태계에 대한 주요한 위협 요소가 될 것이며(Peters and Darling, 1985), 특히 좁은 서식처나 자원을 요구하는 종들이 변화에 가장 취약하고(Dennis, 1993), 인간의 활동에 의하여 이미 위협을 받는 생물과 생태계는 기후변화에 따른 추가적인 스트레스에 더 취약하다.

이 연구는 기상변화에 따른 쇠뿔현호색 개체군의 개화특성을 분석하기 위해서 최근 3년 동안의 쇠뿔현호색의 개화시기, 개화기간 및 개체수를 모니터링하여 분석하였다. 쇠뿔현호색은 경상북도 경산시 자인면 제정 숲에서 처음 발견되어 기재되었으며, 다른 지역에서는 아직 보고된 바 없

다. 쇠뿔현호색 자생지의 지형특성은 평지에 가까운 자연림으로 남동사면에서만 집중 분포하며, 해발고도는 65~70m, 경사도는 5°~10°, 향은 남향과 북향에 높은 비율로 나타났다.

쇠뿔호색 개화시기를 분석한 결과 2011년 3월 18일, 2012년은 3월 6일 및 2013년 3월 8일로 년도 별 차이를 보였다. 이는 춘계단명 식물인 쇠뿔현호색 개화 특성상 3월에 개화하므로 2~3월 기온의 영향에 받으며, 기온이 높을수록 개화시기는 앞당겨지는 것으로 분석되었다. 개화기간은 2011년 19일, 2012년 29.2일 및 2013년은 32일 간 지속되어 매년 늘어난 것으로 나타났다. 이는 봄철 일시적인 저온현상이나 수분스트레스 등 기상변화가 불안정했던 2011년에 비해 2012년, 2013년의 기상변화는 안정적으로 관찰되어 개화기간이 늘어난 것으로 판단된다. 개체수는 2011년 186,51개체, 2012년 182,64개체 및 2013년 160,24개체로 매년 개체수가 줄어든 것으로 나타났다. 이는 접근성이 용이한 방형구 주변 야생화 동호인들의 촬영, 피압 및 탐방객들의 무분별한 남획으

로 개체수가 점차 줄어들 것으로 판단되며 이에 따른 대책마련이 시급하다.

통계분석결과 상관관계는 1% 유의수준에서 통계적으로 유의성이 있는 것으로 나타났다. 개화시기와 기상요소 간의 상관관계는 모두 부(-)의 관계를 보여 기온이 상승함에 따라 개화시기가 앞당겨지는 것을 알 수 있었다. 개화기간은 모두 정(+)의 관계를 보여 기온이 상승함에 따라 개화기간이 늘어난 것으로 분석되었다.

이 연구를 통해 개화시기가 이를수록 개화기간이 길어진다는 것을 알 수 있었다. 하지만 조사된 모든 종에서 동일한 결과를 보인 것은 아니며, 연구의 대상이 3년간의 자료로 일반화하기에는 부족한 부분이 있다. 따라서 이와 같은 방법을 좀 더 보완하고 보다 많은 개체를 대상으로 한 장기간 연구가 필요하다고 판단된다. 또한 종자로 번식하는 쇠뿔현호색 개체의 동태분석을 위해 향후 5년 이상의 장기적인 모니터링을 통한 분석이 지속되어야 할 것이다.

참고문헌

- Bazzaz, F. A., 1990, The Response of Natural Ecosystems to Rising Global CO₂ Levels, *Annual Review of Ecology and systematics*, 21, 167-196.
- Brown, D. S., 1953, Climate in Relation to Deciduous Fruit Production in California, VI The Apparent Efficiencies of Different Temperatures for the Development of Apricot Fruit. *proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 62, 173-183 (in Korean).
- Dennis, R. L. H., 1993, *Butterflies and climate Change*, Manchester University Press, Manchester, UK.
- [Http://www.kma.go.kr/weather/climate/past_cal.jsp](http://www.kma.go.kr/weather/climate/past_cal.jsp)
- Kim, J. S., Chung, J. M., Lee, B. C., and Park, J. H., 2006, The Plant Species Composition and Phytogeographical Significance on Algific Talus Slope in Korea, *Korea J. Pl. Taxon*, 36(1), 61-89 (in Korean).
- Kim, Y. H., Jeong, J. H., Jo, D. G., and Kim, J. S., 2007, *Corydalis cornupetala* Y.H. Kim et J.H. Jeong: A New Species of *Corydalis* sect. *Corydalis*(Fumariaceae), *Korea J. Pl. Taxon*, 37(3), 217-224 (in Korean).
- Kong, W. S., 2007, *Look at the Geography of Plant Biogeography and Ecology*, 1-335, Seoul, Geo book (in Korean).
- Min, B. M. and Kang, H. J., 1994, Population Structure and Vegetative Growth -Population Dynamics of *Symplocarpus renifolius*, *Korea J Ecol*, 17(4), 453-461 (in Korean).
- Min, B. M. and You, J. S., 1998, Population Dynamics of *Arisaema robustum*, *Korea J Ecol*, 21(1), 27-33 (in Korean).
- Min, B. M., 2003, Several Growth Properties of *Pesgallinaceua* (*Corydalis*, Fumariaceae) Group, *Korea J Ecol*, 26(4), 181-188 (in Korean).
- Peters, R. L. and Darling, J. D. S., 1985, The Greenhouse Effect and Nature Reserves. *bioscience* 35, 707-717.
- Root, T. L., Price, J. T., Hall, K. R., Schneider, S. H., Rosenzweig, C., and Pounds, J. A., 2003, Fingerprints of global warming on wild animals and plants, *Nature*, 421, 57-60.
- Rosenzweig, C., Karoly, K., Vicarelli, M., Neofotis, P., Wu, Q., Casassa, G., Menzel, A., Root, T. L., Estrella, N., Seguin, B., Tryjanowski, P., Liu, C., Rawlins, S., and Imeson, A., 2008, Attributing Physical and Biological Impacts to Anthropogenic Climate Change, *Nature*, 453, 353-358.
- Sung, J. W., Yi, M. H., Yoon, J. W., Kim, G. S., Shin, H. T., and Kim, Y. S., 2013, Growth Environment and Vegetation Structure of Native Habitat of *Corydalis cornupetala*, *Korea J Ecol*, 27(3), 271-

- 279 (in Korean).
- Terborgh, J., 1999, *Requiem for Nature*, Island Press, Washington, D.C.
- Walter, G. R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T. J. C., Fromentin, J. M., O Hoegh-Guldberg, and Bairlein, F., 2002, Ecological responses to recent climate change, *Nature*, 416, 389-395.
- Wilcove, D.S., Rothstein, D., Dubow, J.,Phillups, A., and Losos, E., 1998, Quantifying threats to imperiled species in the United States, *Bio Science*, 48, 607-615.
- Zak, D. R., Groffman, P. M., Pregitzer, K. S., Christensen, S., and Tiedje, J. M., 1990, The Vernal Dam, Plant-microbe Competition for Nitrogen in Northern Hardwood Forest, *Ecology*, 71(2), 651-665.