

멸종위기종인 섬시호(*Bupleurum latissimum*, 산형과)의 수분기작

소순구 · 한경숙 · 김무열* · 박혜림¹ · 서은경² · 김양표³ · 김태흥³

전북대학교 생물과학부 & 생물다양성연구소 · ¹국립공원관리공단
내장산사무소 · ²국립공원관리공단 덕유산사무소 · ³전북대학교 농생물학과

환경부 멸종위기종인 섬시호(*Bupleurum latissimum*)를 현지 내에서 보다 효과적으로 보존할 수 있도록 종합적인 종생물학적 정보를 수집하고자, 섬시호의 수분기작 및 수분매개자의 특성을 조사하였다. 섬시호는 5월 말에 개화하며, 꽃은 개화된 상태로 3일간 지속되었다. 꽃은 응예선숙으로 수술이 성숙한 개화 1-2일째에 암술은 작은 돌기 형태를 이루었다. 꽃이 지기 시작하는 3일째부터 화주가 성숙하여 길게 나오고, 꽃잎은 노란색에서 붉은색으로 변하며 탈락하였다. 섬시호를 방문하는 곤충은 총 5목 11과 19종이었으며, 그 중 가장 효율적이며 주된 수분매개자는 호리꽃등에(*Episyrphus balteatus*)와 흰줄꼬마꽃벌(*Lasioglossum occidens*)이다.

주요어 : 산형과, 섬시호, 수분기작

시호속(*Bupleurum* L.)은 산형과(Apiaceae)중에서 가장 큰 속 중에 하나이며 주로 유라시아에 150여 종이 분포한다(Neves and Watson, 2004). 시호속은 단엽이고 거치가 없으며 엽맥이 평행맥인 특징에 의해 다른 속들과 구별된다. 한국에는 시호(*Bupleurum falcatum* L.), 개시호(*B. longiradiatum* Turcz.), 등대시호(*B. euphorbioides* Nakai), 섬시호(*B. latissimum* Nakai), 참시호(*B. scorzonrifolium* Willd.) 5분류군이 분포한다(Lee, 2003).

섬시호(*Bupleurum latissimum* Nakai)는 세계적으로 울릉도에만 한정 분포하는 한국 특산 식물이며(Kim, 2004), 환경부가 지정한 멸종위기 야생 동·식물 II급에 속하는 식물이다. 섬시호는 1970년대까지 울릉도 해안가 일대에서 관찰됐으나 서식지 환경의 변화로 급속히 사라져 그동안 많은 학자들의 정밀 탐사에서도 확인되지 않았다. 하지만 2000년 멸종된 것으로 알려졌던 섬시호가 발견되어 섬시호 복원에 새로운 가능성이 열렸다.

Nakai (1917)가 섬시호를 신종으로 발표한 이후, Kim and Yoon (1990)은 한국산 시호속에 대한 해부학적, 화학적 그리고 세포학적 연구를 하였고, Choi *et al.* (1996)은 RFLP와 ITS 염기서열에 의한 유연관계를 조사하였으나, 섬시호 재료를 확보하지 못해 섬시호에 대한 연

*교신저자: 전화 063-270-2788, 전송 063-270-3362, mykim@chonbuk.ac.kr
접수: 2008년 1월 25일/완료: 2008년 3월 5일

구가 이루어지지 못했다. 최근 Ahn (2004)은 섬시호를 포함한 한국산 시호속에 대한 화분 및 세포학적인 연구를 실시하였으며, Kim *et al.* (2006)은 섬시호의 개체군 생태를 조사했고, Choi *et al.* (2006)은 섬시호의 해부학적 연구를 그리고 Kim *et al.* (2006)은 분자 세포유전학적인 연구를 수행했다.

본 연구의 목적은 세계적으로 한국의 울릉도에만 분포하는 한국 특산식물이며 환경부가 지정한 멸종위기종인 섬시호의 수분기작을 밝히고, 특히 아직 연구된 바 없는 꽃의 구조와 수분매개자의 특성과의 관련성을 밝혀 섬시호의 종보전 및 복원전략을 세우는데 기초자료로 활용하려고 한다.

재 료 및 방 법

조사는 경상북도 울릉도의 남양에 위치한 자연서식처 내의 자연개체군과 전북 완주군 고산면에 소재한 전원생활 내의 증식개체군에서 수분매개자의 종류와 빈도, 그리고 자가불화합성 여부를 실험하였다. 양 지역에서의 조사 횟수는 각각 2회로 울릉도는 2006년 6월 2일과 3일 오전 6시부터 오후 8시까지 14시간동안 관찰하였다. 고산에서는 2006년 5월 20일과 21일 오전 6시부터 오후 8시까지 14시간동안 조사가 이루어졌다. 1-2차에 걸친 조사는 모두 동일 지역의 동일 개체군에서 이루어졌다. 울릉도 조사지역의 섬시호 생육환경은 바닷가에 가까운 계곡의 북동에서 북서 사면에 위치하며 해발고 50 m에서 180 m 사이에 분포하고 있다. 이곳은 통기가 우수하고 햇빛이 잘 드는 암반층 위 토양이 있는 곳이다. 섬시호는 교목층이 거의 없고, 아교목층으로 느티나무, 붉나무, 우산고로쇠, 산뽕나무 등이 자라며, 관목층으로는 왕메발톱나무, 섬국수나무, 섬피불나무, 섬취뽕나무, 보리밥나무 등이 자라는 곳에 분포하고 있다. 또한 초본류로는 넓은잎쥐오줌풀, 섬쑥부쟁이, 섬기린초, 왕둥굴레, 비늘고사리 등이 우점하고 있다(Kim *et al.*, 2006). 조사기간 중 관찰한 개화 개체수는 울릉도에서 10개체와 고산에서 8개체이며, 꽃의 성숙도는 불분명하여 성숙도에 따라 나누어 조사하지는 않았다.

방문곤충은 대부분 야외에서 기록하였고, 정확한 종동정과 화분의 부착여부를 확인하기 위해 모든 종류의 곤충을 한 개체씩 포충망을 이용해 채집하고, 청산가리(KCN)를 넣은 독병에 넣어 죽인 후 유산지에 옮겨 보관하였다.

자가불화합성과 타가수분 여부를 조사하기 위해 전라북도 완주군 고산면에 소재한 전원생활 내의 증식개체에서 개화되지 않은 10개의 꽃에 차단봉투를 설치하였고, 또 다른 꽃 10개는 수술을 전부 떼고 차단봉투를 설치하여 결실여부를 확인하였다. 채집된 곤충의 확증표본은 전북대학교 농생물학과 표본실에 보관하였다.

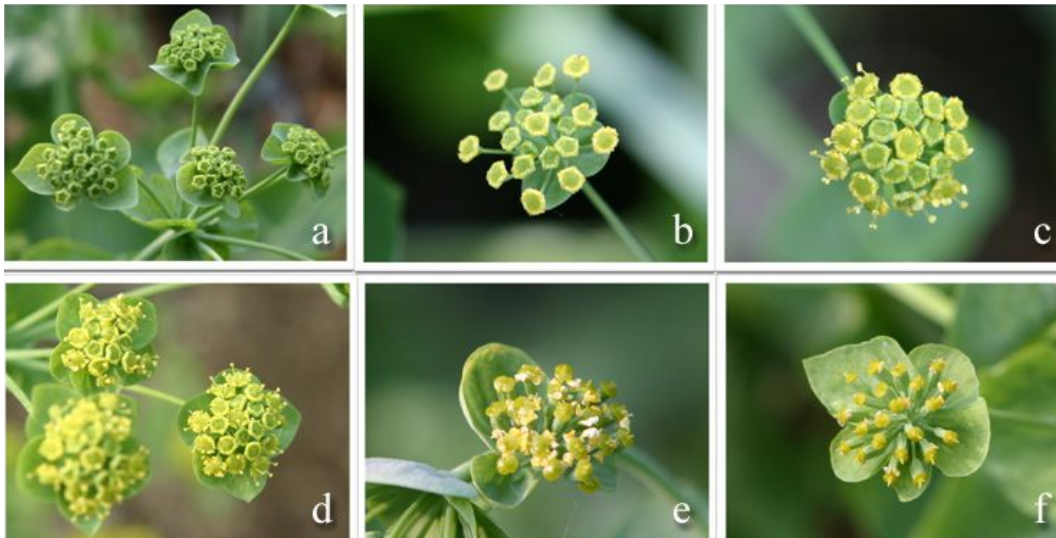


Fig. 1. Protandry flowers of the *Bupleurum latissimum*. a. Young flowers, b. Flowers before blooming, c. First day flowers after blooming, d. Second day flowers after blooming, e. Third day flowers after blooming, f. Fourth day flowers after blooming.

결 과 및 고 찰

수분기작: 섬시호의 개화시기는 5월 말로 줄기 끝에 있는 정단의 화서부터 동시에 개화한 후 아래쪽 화서로 내려오기 때문에 한 개체당 개화기간이 길다. 꽃은 황색으로 개화하며 2일 동안 지속되다가 3일째가 되면 붉은색으로 변한다. 개화 1-2일째에 암술은 작은 돌기 형태였다가 꽃이 지기 시작하는 3일째부터 화주가 성숙하여 길게 나오고, 꽃잎은 노란색에서 붉은색으로 변하며 탈락하였다. 이상의 꽃 발달과정을 관찰해 본 결과 수술의 성숙이 암술에 비해 상대적으로 빠르며 수술과 꽃잎이 거의 떨어질 때쯤 암술의 발달이 완료되는 것으로 보인다. 그러므로 섬시호는 암술이 성숙하기 이틀 전에 수술의 약으로부터 화분이 방출된 후 암술이 성숙하는 응예선숙(protandry)형 식물이다(Fig. 1). 이같은 현상은 수술이 개화 이전에 꽃가루를 방출하고 암술머리는 개화 이후에 그 기능을 발휘하는 아까시나무의 응예선숙과 구별되었다(Kim and Kim, 1987).

섬시호의 울릉도 자생지내의 자연결실률은 71.6%이고, 고산의 자연결실률은 71.3%로, 자연결실률이 8.1%에 불과한 앓은부채(Hong and Sohn, 2003)에 비해 아주 높았다. 또한 차단봉투를 설치한 꽃 중 수술을 제거하지 않은 꽃은 6.2%의 결실률을 보였으나 수술을 제거한 꽃은 0%의 결실률을 보였다. 따라서 섬시호는 수분매개자의 방문이 이루어지지 못할 경우 자가수분도 가능한 자가화합성 식물일 가능성이 있음을 확인하였다.

Table 1. Insects visiting flowers of *Bupleurum latissimum*.

Order	Species	Locality		Status*
		Isl. Ulleung	Gosan	
Diptera	<i>Episyrphus balteatus</i> (de Geer) 호리꽃등에	○	○	TP, PF
	<i>Eristalis tenax</i> (Linne) 꽃등에		○	TP
	<i>Eristalis cerealis</i> Fabricius 배짚은꽃등에	○		TP
	<i>Helophilus virgatus</i> Coquillett 수중다리꽃등에	○		TP
	Syrphidae species 꽃등에과 종	○		SV
	<i>Delia platura</i> (Meigen) 씨고자리파리		○	NF
	<i>Lucilia caesar</i> (Linne) 금파리	○		NF
	<i>Lucilia illustris</i> (Meigen) 연두금파리	○	○	NF
	<i>Tachina nupta</i> (Rondani) 등줄기생파리	○		NF
	<i>Ectophasia rotundiventris</i> (Loew) 중국별똥보기생파리	○		NF
	<i>Fannia canicularis</i> (Linne) 딸집파리		○	NR
Lepidoptera	<i>Abraxas miranda</i> Butler 버드나무얼룩가지나방	○		NF
Hymenoptera	<i>Lasioglossum occidens</i> Smith 흰줄꼬마꽃벌	○	○	TP
	<i>Colletes collaris</i> Dours 어리꿀벌		○	TP
	<i>Apis mellifera</i> Linne 양봉꿀벌		○	TP
	<i>Campsomeris annulata</i> Fabricius 애배벌		○	TP, PF
	Ichneumonidae species 맷시벌과 종	○		SV
Coleoptera	Tenebrionidae species 거저리과 종	○		SV
Ephemeroptera	<i>Ephemerella strigata</i> Eaton 무늬하루살이		○	SV
Recorded Species Number		12	10	

*NR: Nectar Robber (with damaging flower), PF: Pollen Feeder, TP: True Pollinator, NF: Nectar Feeder (without damaging flower), SV: Simple Visitor (without pollination).

수분매개자: 조사 기간 동안, 울릉도에서는 4목 7과 12종, 고산에서는 3목 7과 10종의 곤충이 섬시호의 꽃을 방문함을 확인하였다(Table 1). 두 지역에서 공통적으로 관찰되는 종은 호리꽃등에(*Episyrphus balteatus*)와 흰줄꼬마꽃벌(*Lasioglossum occidens*) 2종이었다. 가장 빈도가 높은 곤충은 울릉도의 조사에서는 흰줄꼬마꽃벌이었으나 호리꽃등에의 방문 빈도도 높았다. 고산의 조사에서도 흰줄꼬마꽃벌의 방문이 높았으며, 딸집파리나 씨고자리파리같이 꽃에서 꿀을 훔치거나 먹는 곤충들의 방문빈도가 상대적으로 높았다. 하루 동안



Fig. 2. Insects visiting *Bupleurum latissimum*. a. *Lasioglossum occidentens*, b. *Episyrphus balteatus*, c. *Eristalis tenax*, d. *Ectophasia rotundiventris*, e. *Lucilia illustris*, f. *Abraxas miranda*, g. Syrphidae species, h. Tenebrionidae species.

의 방문빈도에 있어서는 매회 조사할 때마다 달라 일정하지 않았지만 울릉도의 조사에서는 9-13시의 방문빈도가 다른 때보다 월등히 높았다. 우점 방문 곤충인 흰줄꼬마꽃벌은 10-13시에 방문이 많았으며 3-4개의 화서 위를 주기적으로 순찰하였다. 호리꽃등에는 꽃에 앉기 전에 여러 번 관찰한 후 신중히 꽃에 앉고 꽃에서의 체류시간은 1분 정도이며 흰줄꼬마꽃벌과 비슷하다. 등줄기생파리, 중국별똥보기생파리, 연두금파리 등의 파리류 곤충들은 꽃을 전체적으로 감싸고 여러 꽃을 이동하며 다니면서 복부의 배면에 화분을 부착하였다. 울릉도와 고산 두 집단은 야간의 방문 곤충은 확인되지 않았다. 대부분의 방문 곤충은 화판에 앉아 꿀을 섭식하였지만, 호리꽃등에는 수술을 잡고 섭식하는 행동을 확인할 수 있었다. 꽃의 성숙도에서 꽃잎이 떨어진 성숙한 자방을 가진 꽃으로의 방문은 현저히 낮았다.

따라서 한국 특산식물이며 환경부가 지정한 멸종위기종인 섬시호는 응예선숙이고 타가수분에 의해 주로 수분기작이 이루어지기 때문에 현지내에서 보다 효과적으로 종보전이 이루어질 수 있도록 주변 자연식생과 수분매개자의 보전이 필수적으로 선행되어야 한다.

Table 2. Frequency of various insects visiting flowers during the observation period.

Site	Insect	Time																		Total
		06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20					
Isl. Ulleung	<i>Lasioglossum occidens</i>			2	33	44	55	47	22	32	19	11	1						266	
	<i>Episyrphus balteatus</i>		8	13	36	20	31	24	7	8	10	3							160	
	<i>Eristalis cerealis</i>			1		2													3	
	<i>Helophilus virgatus</i>			2				1											3	
	<i>Tachina nupta</i>			1		3	3	5	4	4	11	6	7						44	
	<i>Lucilia illustris</i>								6	10	2	5	2						25	
	<i>Ectophasia rotundiventris</i>					7	4	5	3	1	4								24	
	Tenebrionidae species					1	7		6	1		1							16	
	Syrphidae species				1	4	2	1	1	2			1						12	
	<i>Lucilia caesar</i>								6	2		2							10	
	Ichneumonidae species		1	2	1														4	
	<i>Abraxas miranda</i>				2													1	3	
	Total		1	10	23	73	79	101	95	56	48	51	24	8	1				570	
Gosan	<i>Lasioglossum occidens</i>			2	8	16	13	9	5	1	4	3						61		
	<i>Episyrphus balteatus</i>			2	2	12	5	1	2	5		3	2	1				35		
	<i>Colletes collaris</i>						1			15	6	6	6					34		
	<i>Eristalis tenax</i>						4											4		
	<i>Apis mellifera</i>						1											1		
	<i>Campsomeris annulata</i>									1								1		
	<i>Delia platura</i>		5	14	17	5	7	8	5	6	7	4	13	8	4	1		104		
	<i>Fannia canicularis</i>		5	8	2	2	6	3	6	11	2	9	5	2	5			66		
	<i>Ephemera strigata</i>													2				2		
	<i>Lucilia illustris</i>				1													1		
Total		10	22	24	17	41	35	21	25	30	23	32	18	10	1		309			

사 사

본 연구는 환경부 한국환경기술진흥원 차세대핵심환경기술개발사업의 연구비 지원(과제번호 052-061-050)으로 수행되었습니다. 섬시호의 수분기작을 조사할 수 있도록 전북 완주군 고산면에 소재한 전원생활 내에 증식개체군을 조성해 주신 조한직 대표님께 진심으로 감사드립니다.

인 용 문 헌

Ahn, J. K. 2004. Taxonomic relationship of *Bupleurum latissimum* Nakai (Apiaceae), endemic to Ulleung Island, Korea. M.S. Thesis, Chonbuk National University.

- Choi, H. J., M. Kim and K. Heo. 2006. Anatomy of *Bupleurum latissimum* Nakai (Apiaceae), an endemic species of Korea. Korean J. Medicinal Crop Sci. 14: 342-346.
- Choi, H. K., H. J. Kim, H. Shin and Y. Kim. 1996. Phylogeny and ribosomal DNA variations of *Bupleurum* (Umbelliferae). Korean J. Pl. Taxon. 26: 219-233.
- Hong, S. P. and H. C. Sohn. 2003. Pollination of *Symplocarpus renifolius* Schott ex Miquel (Araceae) in Korea. Korean J. Pl. Taxon. 33: 165-179.
- Kim, M. 2004. Korean Endemic Plants. Solkwahak, Seoul. Pp 135-136..
- _____, S. So, H. Park, E. Seo, H. Kwon and H. K. Song. 2006. Ecology of *Bupleurum latissimum* population. J. Korean Env. Res. & Reveg. Tech. 9: 78-85.
- Kim, S. Y., J. W. Bang and J. Lee. 2006. Cytogenetic analysis using mitosis, meiosis chromosome and bicolor fluorescence *in situ* hybridization of *Bupleurum latissimum* Nakai. Korean J. Medicinal Crop Sci. 14: 354-359.
- Kim, T. W. and K. J. Kim. 1987. Nectar production and pollination mechanism of *Robinia pseudoacacia* L. Korean J. Apiculture 2: 82-92.
- Kim, Y. S. and C. Y. Yoon. 1990. A taxonomic study on the genus *Bupleurum* in Korea. Korean J. Pl. Taxon. 20: 209-242.
- Lee, T. B. 2003. Coloured Illustrated Flora of Korea. Hyangmunsa, Seoul. P 831.
- 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. Ann. Bot. 93: 379-398.

Pollination Mechanism of *Bupleurum latissimum* (Apiaceae)

Soonku So, Kyeongsuk Han, Muyeol Kim*, Hyerim Park¹, Eunkyong Seo², Yang-Pyo Kim³, and Tae-Heung Kim³

Division of Biological Sciences and Korean Institute for Biodiversity Research, Chonbuk National University, Jeonju 561-756; ¹Naejangsan Korea National Park Service, Jeongeup 580-300; ²Deogyusan Korea National Park Service, Muju 568-815; ³Dep. of Agricultural Biology, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

The pollination system of *Bupleurum latissimum* Nakai (Apiaceae) was investigated in the natural population of Korea. The various insects of 19 species, 11 families, 5 orders visited the flowers of *B. latissimum*. *Episyrphus balteatus* and *Lasioglossum occidens* were considered as the most effective pollen vector which have associated specially with *B. latissimum*. The visitation frequency peaked at 10 AM - 13 PM and no visitor was recognized during night time. The flowers of *B. latissimum* last during only three days and they are protandry. It is also confirmed that the flower of *B. latissimum* is self-compatible and cross-pollination by vectors is critical for successful seed setting.

Key words: Apiaceae, *Bupleurum latissimum*, pollination mechanism.

*Corresponding author: Phone +82-63-270-2788, Fax +82-63-270-3362, mykim@chonbuk.ac.kr
Received: 25 January 2008/Accepted: 5 March 2008