



중부지역 주요 밀원식물에 대한 꿀벌의 방화활동 및 시기별 밀원조성

최진영¹, 임가윤¹, 오민석¹, 이승환^{1,2,*}

¹서울대학교 농생명공학부 곤충계통분류연구실, ²서울대학교 농업생명과학연구원

Foraging Activity of Honeybee and Seasonal Composition of Major Honey Plants in Central Area of South Korea

Jinyeong Choi¹, Kayun Lim¹, Minsuk Oh¹ and Seunghwan Lee^{1,2,*}

¹Laboratory of Insect Biosystematics, Department of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Seoul 08826, Republic of Korea

²Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul 08826, Republic of Korea

Abstract

Honey plants are considered a major role in the production of honey and pollen in the beekeeping industry. In South Korea, most production of honey has largely relied on a limited flowering plant, black locust (*Robinia pseudoacacia*). However, the forests of *R. pseudoacacia* have been gradually declined in South Korea because the Leaf-yellowing of black locust has widely spread to most regions since early 21st Century. Therefore, alternative honey plants should be studied to resolve the severe reliance on black locust in Korean beekeeping. Although 610 species of honey plants are known from South Korea, the foraging activity of honey bees (*Apis cerana* and *A. mellifera*) and seasonal compositions of each region were poorly studied on them. In this study, we investigated 37 species of honey plants for estimating the foraging activity of honey bees for them and 41 species of honey plants for evaluating their seasonal composition in the central area of South Korea. As a result, the following 16 trees and herbs were found as honey plants showing a high level of honeybees activity. *Buxus microphylla* var. *koreana*, *Prunus yedoensis*, *Rubus crataegifolius*, *Rhododendron schlippenbachii*, *Staphylea bumaldai*, *Robinia pseudoacacia*, *Rosa multiflora*, *Cirsium japonicum* var. *ussuriense*, *Trifolium repens*, *Ilex verticillata*, *Zizyphus jujuba* var. *inermis*, *Tilia amurensis*, *Koelreuteria paniculata*, *Fagopyrum esculentum*, *Perilla frutescens* var. *japonica*, and *Dendranthema zawadskii* var. *latilobum*. On the seasonal composition of honey plants, *Pyrus ussuriensis*, *Tilia amurensis*, *T. mandshurica*, *Impatiens textori*, *Dendranthema boreale*, *Elsholtzia ciliata*, and *Agastache rugosa* were considered major honey plants in Inje county, as well as *Prunus* spp., *Robinia pseudoacacia*, and *Castanea crenata*.

Keywords

Honey plants, Foraging activity, Seasonal composition, Honey bees, *Apis cerana*, *Apis mellifera*

서론

밀원식물은 양봉산업에 있어 효율적인 벌꿀 및 화분 생산에 매우 중요한 기능을 한다. 기본적으로 밀원식물은

화밀(nectar)과 화분(pollen)을 생산하여 꿀벌에게 먹이를 제공하는 역할을 함과 동시에 봉군의 세력유지 및 관리에 중요한 요소로 알려져 있다(Kim and Lee, 1989; Ryu, 2003). 양봉에 이용되는 밀원식물은 벌꿀생산에 중요한

역할을 하는 주요 밀원(major honey plant)과 그 외 보조 밀원(minor honey plant) 및 화분원(pollen source)으로 구분된다(Kim and Lee, 1989; Ryu, 2003). Lee (1998)는 국내 밀원식물을 주요밀원 25종, 보조밀원종 153종, 화분원 40종으로 구분하였다.

국내 주요 밀원 중 벌꿀 생산과 가장 밀접한 수종은 5월에 개화하는 아까시나무와 6월에 개화하는 밤나무로 매우 제한적인 상황이다(Lee, 1998). 특히, 국내 벌꿀 생산의 약 70% 정도는 아까시나무에 의존을 하고 있다(Park, 1996; Ryu, 2003). 아까시나무는 1891년에 국내에 도입되어 녹화 및 황폐지 복구를 위한 주요 조림수로 이용되었지만(Park, 1996), 전국적으로 발생한 아까시나무 황화현상 및 아까시잎혹파리, 흰가루병, 탄저병, 푸사리움병과 같은 병해충발생으로 국내 아까시나무림이 일부 집단고사하는 등 쇠퇴현상이 나타나고 있다(Sin *et al.*, 2006). 때문에, 불안정한 밀원수 환경에 대한 유연한 대처를 위해 대체 밀원식물이 계속적으로 발굴 및 제안되고 있다(Kim and Lee, 1989; Kim *et al.*, 2007; Kim, 2012).

밀원식물의 종류에 대한 연구는 국내에서 다수의 연구자에 의해 지속적으로 이루어져 왔다. 국내 밀원식물은 Choi (1973)에 의해 230여 종, Kim (1996)에 의해 245종, Cho (1996)에 의해 103종, Lee (1998)에 의해 198종, Paik (2000)에 의해 200종이 제안되었다. Ryu (2003)은 앞서 제시된 밀원식물을 종합하여 총 555종을 과단위로 정리하여 발표했다. 이후 추가적으로 밀원자원으로 가능성이 있는 야생초본류에 대한 집중적인 조사를 통해 Kim *et al.* (2007)은 기존에 알려진 종들을 포함하여 총 610종의 밀원식물을 정리하여 제시했다.

국내 야생성 목본 및 초본에 대한 꿀벌의 방화활동에 대한 연구는 있었으나, 대부분 제한적인 밀원을 대상으로 하였다. 꿀벌의 방화활동에 관한 국내 연구는 주로 화분매개 이용을 위한 시설 또는 노지에 과수, 채소 작물을 대상으로 이루어졌으며, 일부 야생성 목본 및 초본에 대해서도 수행되었지만 모두 시간대별 꿀벌의 방화빈도를 바탕으로 한 일주활동 특성에 대한 결과가 중점으로 제시되었다. 예를 들면, 사과(Lee *et al.*, 2008), 배(Lee *et al.*, 2007), 복숭아(Kim *et al.*, 2003), 딸기(Lee *et al.*, 2006)와 아까시나무(Oh and Choi, 1988), 헛개나무(Kim *et al.*, 2005), 쉬나무(Ryu *et al.*, 2007), 모감주나무(Ryu, 2002)에 대한 꿀벌의 방화활동 연구를 들 수 있다. 꿀벌의 방화율에 관한 연구는 Lee *et al.* (2003)과 Kim *et al.* (2007)에 의

해 각 91종, 59종과 같이 비교적 다양한 밀원식물에 대해 수행되었지만, 국내에 알려진 밀원식물 종수에 비하면 극히 일부를 대상으로 하였다.

시기별 밀원식물에 대한 꿀벌의 방화활동에 대한 연구는 밀원조성을 위한 기초자료로 활용가치가 높다. Ryu (2002)는 초봄부터 가을까지 지속적으로 개화하는 밀원을 조성한다면 벌꿀 생산량을 높이고 주년생산이 가능할 것이라 하였다. 밀원조성을 위한 계획수립 시 적합한 밀원을 선정하기 위해서는 개별 밀원에 대한 화밀 분비 및 성분 특성 등에 관한 연구뿐만 아니라 실제로 꿀벌의 방화가 어느 정도 일어나는지에 대한 연구가 수반될 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 중부지역(서울·경기·강원)을 대상으로 시기별 개화가 관찰된 밀원식물에 대한 꿀벌의 방화활동 조사를 수행하였다. 또한, 일부 조사대상지에 식생하는 밀원식물의 개화기를 조사하였다. 이를 통하여 중부지역 시기별 꿀벌의 방화활동이 높게 나타나는 주요 밀원식물 및 시기별 개화하는 밀원식물의 구성을 파악하고자 하였다.

재료 및 방법

밀원식물에 대한 꿀벌 방화활동 조사는 2015년 5월부터 2020년 10월 사이에 서울(관악구, 구로구), 강원(인제군 북면, 기린면, 인제읍), 경기(가평군 북면)에서 총 21회 수행하였다. 방화곤충조사는 일반적으로 주요 및 보조 밀원식물이 개화하는 기간인 3월부터 10월 사이에 조사대상지역에 개화가 관찰된 밀원식물을 대상으로 하였다. 조사는 꿀벌의 주 활동시간인 10시부터 16시 사이에 주로 수행하였다. 개화한 밀원식물군락에 나타나는 방화곤충은 포충망을 이용한 쓸어잡기(sweeping)로 채집하였다. 방화곤충은 벌목(Hymenoptera)과 파리목(Diptera) 곤충이 주로 채집되었으며, 본 연구에서는 채밀 및 채분 목적으로 밀원식물에 방문했을 가능성이 비교적 큰 벌목 곤충에 집중을 하였다. 따라서 채집물에서 벌목 곤충을 일차적으로 선별하였으며, 그중 꿀벌은 추가 동정을 통하여 양봉꿀벌(*Apis mellifera*)과 재래꿀벌(*A. cerana*)로 분류하였다. 최종적으로 꿀벌류를 포함한 벌목 곤충에 대한 밀원별 개체수를 확인하였고, 꿀벌의 비율을 바탕으로 밀원식물별 꿀벌의 방화활동 양상을 파악하였다. 밀원식물별 방화곤충조사는 조사 날짜, 장소, 시간 등이 상이한 조

건에서 수행되었으며, 꿀벌 외 다른 벌목 곤충 역시 밀원 식물별로 방화빈도가 일정하지 않았다. 그렇기 때문에 앞서 말한 벌목 곤충 중 꿀벌의 비율은 본 연구에서 절대적인 수치가 아닌 밀원식물에 대한 꿀벌의 방화활동 파악을 위한 간접적인 자료로 고려되어 해석 및 고찰에 이용되었다.

밀원식물의 개화기 조사는 2018년부터 2020년 중 4월~10월 사이에 인제군 북면 한계리에서 수행하였다. 육안조사를 통하여 밀원식물의 꽃이 피는 시점과 지는 시점을 파악하여 월별 초순(1일~10일), 중순(11일~20일), 하순(21일~30일)으로 구분하여 개화기를 조사했다.

결과 및 고찰

1. 주요 밀원 식물의 꿀벌 방화활동

본 연구를 통하여 중부지역에서 총 37종의 밀원식물(초본: 19종, 목본: 18종)에 대한 꿀벌의 방화활동 조사를 수행하였다(Table 1). 지역별로는 서울지역에서 8종, 인제지역에서 21종, 가평지역에서 19종의 밀원식물에 대해 방화곤충의 종구성에 대한 조사가 이루어졌다.

회양목, 벚나무, 산딸기, 철쭉, 고추나무, 아까시나무, 짚레꽃, 엉겅퀴, 토끼풀, 미국낙산홍, 대추나무, 피나무, 모감주나무, 메밀, 들깨, 구절초에서는 20개체 이상의 벌목 방화곤충이 채집되었다. 그리고 이 밀원식물들에서는 꿀벌의 비율이 25% 이상으로 나타났다. 이들 중 벚나무, 산딸기, 아까시나무, 짚레꽃, 대추나무, 피나무는 기존에 주요 밀원식물로, 회양목, 철쭉, 고추나무, 모감주나무는 기존에 보조밀원식물로 구분되었다(Lee, 1998).

일본조팝나무, 밤나무, 도라지, 환삼덩굴, 참취, 물봉선, 개여뀌, 고마리, 산국에서는 꿀벌의 비율이 35% 이상으로 나타났지만, 벌목 방화곤충이 20개체 미만으로 채집되었다. 이들 중 밤나무는 기존에 주요 밀원식물로 구분되었다(Lee, 1998).

애기똥풀, 보리수나무, 미나리냉이, 국수나무, 샬스타데이지, 망초, 붉나무, 두릅나무, 이고들빼기, 개쑥부쟁이, 미국쑥부쟁이에서는 꿀벌의 비율이 25% 미만으로 확인되었다. 하지만 모두 꿀벌의 방화가 이루어지고 있는 것이 확인되어 보조밀원식물로 활용될 가치가 있다고 판단된다. 이들 중 애기똥풀, 족동백나무, 망초, 붉나무, 이고들빼

기, 개쑥부쟁이, 미국쑥부쟁이에 대해서는 10개체 미만의 벌목 방화곤충이 채집되었다. 붉나무는 기존에 Lee (1998)에서 주요 밀원식물로 구분되었다.

2. 시기별 주요 밀원식물에 대한 꿀벌의 방화활동

본 연구에서 벌목 방화곤충이 20개체 이상 채집되었으며, 꿀벌의 비율이 25% 이상 나타난 16종을 주요 밀원식물로 선별하였다. 해당 밀원식물을 시기별로 나열하였으며, 이들에 대해서는 본 연구를 통해 확인된 꿀벌의 방화활동에 대한 조사 결과와 더불어 관련된 기존정보를 아래와 같이 기술하였다.

1) 회양목(*Buxus microphylla* var. *koreana* Nakai) (Fig. 1A)

회양목에 대한 방화곤충조사는 2016년 3월 21일, 3월 28일에 서울특별시 관악구 대학동에서 수행되었다. 벌목 방화곤충(총 119개체) 중 양봉꿀벌은 31개체가 채집되어 26.1%의 비율을 나타냈다. 이와 같이 벌목의 방화곤충 중 비교적 많은 수의 꿀벌이 채집되어 회양목에 대한 꿀벌의 활발한 방화활동이 일어나고 있는 것이 확인되었다. 회양목은 Choi (1973), Kim and Lee (1989), Cho (1996), Baik (2002), Lee (1998), Ryu (2003)에서 국내 밀원식물로 언급되었다. 회양목은 경기지역 기존 3월에 개화하는 보조밀원수종으로 알려져 있다(Lee, 1998). 또한, 회양목은 경기 및 강원지역의 보조밀원수종으로 구분되었다(Lee, 1998). 경산시에서 수행된 양봉꿀벌의 방화활동에 관한 연구에서 회양목은 3월 10일부터 3월 25일까지 개화하여 초봄에 약 15일간 꿀벌의 방화활동이 이루어지는 밀원식물로 나타났다(Jang and Ryu, 2014).

2) 벚나무(*Prunus serrulata* Lindley var. *spontanea* (Maxim.)) (Fig. 1B)

벚나무에 대한 방화곤충조사는 2016년 4월 6일, 4월 8일에 서울특별시 관악구 신림동에서 수행되었다. 벌목 방화곤충(총 39개체) 중 양봉꿀벌은 22개체가 채집되어 56.4%의 비율을 나타냈다. 이와 같이 벌목의 방화곤충 중 비교적 많은 수의 꿀벌이 채집되어 벚나무에 대한 꿀벌의 활발한 방화활동이 일어나고 있는 것이 확인되었다. 벚나무류는 Choi (1973), Kim (1996), Cho (1996), Lee (1998), Ryu (2003)에서 국내 밀원식물로 언급되었다. 벚나무는

Table 1. The number and proportion of honeybees among hymenopteran insects collected from each honey plant

Flowering time (month)	Honey plant (Korean name)	Date	Locality	Total No. of bees (Hymenoptera)	Species of honeybee	No. of honeybee	Percent of honeybee
March	<i>Buxus microphylla</i> var. <i>koreana</i> Nakai (회양목)*	21.iii.2016; 28.iii.2016	Daehak-dong, Gwanak-gu, Seoul	119	<i>A. mellifera</i>	31	26.1
April	<i>Prunus serrulata</i> Lindley var. <i>spontanea</i> (Maxim.) (벚나무)*	6.iv.2016; 8.iv.2016	Sillim-dong, Gwanak-gu, Seoul	39	<i>A. mellifera</i>	22	56.4
May	<i>Rubus crataegifolius</i> Bunge (산딸기)*	7.v.2020	Oryu-dong, Guro-gu, Seoul	114	<i>A. mellifera</i>	64	56.0
		28.v.2020	Mokdong-ri, Buk-myeon, Gapyeong-gun	34	<i>A. mellifera</i> <i>A. cerana</i>	19 6	55.9 9.4
	<i>Rhododendron schlippenbachii</i> Maxim. (철쭉)*	8.v.2020	Mokdong-ri, Buk-myeon, Gapyeong-gun	238	<i>A. mellifera</i>	66	27.7
					<i>A. cerana</i>	33	13.9
	<i>Chelidonium majus</i> var. <i>asiaticum</i> Ohwi (애기똥풀)	8.v.2020	Mokdong-ri, Buk-myeon, Gapyeong-gun	8	<i>A. mellifera</i>	1	12.5
					<i>A. cerana</i>	1	12.5
	<i>Elaeagnus umbellata</i> Thunb. (보리수나무)	8.v.2020	Mokdong-ri, Buk-myeon, Gapyeong-gun	20	<i>A. mellifera</i>	3	15.0
	<i>Cardamine leucantha</i> O.E. Schulz (미나리냉이)	8.v.2020	Mokdong-ri, Buk-myeon, Gapyeong-gun	26	<i>A. mellifera</i>	4	15.4
	<i>Staphylea bumalda</i> DC. (고추나무)*	8.v.2020	Mokdong-ri, Buk-myeon, Gapyeong-gun	24	<i>A. mellifera</i>	17	70.8
					<i>A. cerana</i>	5	20.8
	<i>Styrax obassia</i> Siebold & Zucc. (쪽동백나무)	20.v.2015	Nambuk-ri, Inje-eup, Inje-gun	5	<i>A. mellifera</i>	3	60.0
		20.v.2015	Nambuk-ri, Inje-eup, Inje-gun	60	<i>A. mellifera</i>	43	71.7
29.v.2020		Hangye-ri, Buk-myeon, Inje-gun	101	<i>A. mellifera</i>	92	91.1	
				<i>A. cerana</i>	4	4.0	
<i>Robinia pseudoacacia</i> L. (아까시나무)*		20.v.2020	Oryu-dong, Guro-gu, Seoul	117	<i>A. mellifera</i>	105	89.7
	<i>A. cerana</i>				7	6.0	
	28.v.2020	Mokdong-ri, Buk-myeon, Gapyeong-gun	24	<i>A. mellifera</i>	15	62.5	

Table 1. Continued

Flowering time (month)	Honey plant (Korean name)	Date	Locality	Total No. of bees (Hymenoptera)	Species of honeybee	No. of honeybee	Percent of honeybee
May	<i>Rosa multiflora</i> Thunb. (찔레꽃)*	20.v.2020	Oryu-dong, Guro-gu, Seoul	14	<i>A. mellifera</i>	8	57.2
					<i>A. cerana</i>	3	21.4
		28.v.2020	Mokdong-ri, Buk-myeon, Gapyeong-gun	16	<i>A. mellifera</i>	4	25.0
					29.v.2020	Hangye-ri, Buk-myeon, Inje-gun	111
		<i>A. cerana</i>	11	9.9			
		21.v.2015	Girin-myeon, Inje-gun	18	<i>A. mellifera</i>	10	55.6
	29.v.2020				Hangye-ri, Buk-myeon, Inje-gun	20	<i>A. mellifera</i>
	29.v.2020	Hangye-ri, Buk-myeon, Inje-gun	71	<i>A. mellifera</i>	71	97.2	
				28.v.2020	Mokdong-ri, Buk-myeon, Gapyeong-gun	14	<i>A. mellifera</i>
	29.v.2020	Hangye-ri, Buk-myeon, Inje-gun	7				<i>A. mellifera</i>
				29.v.2020	Hangye-ri, Buk-myeon, Inje-gun	15	<i>A. mellifera</i>
	June	<i>Ilex verticillata</i> (L.) A. Gray (미국낙산홍)*	15.vi.2020				Mokdong-ri, Buk-myeon, Gapyeong-gun
<i>A. cerana</i>				26	26.8		
15.vi.2020		Oryu-dong, Guro-gu, Seoul	13	<i>A. mellifera</i>	4	30.8	
				<i>A. cerana</i>	6	46.2	
15.vi.2020		Oryu-dong, Guro-gu, Seoul	16	<i>A. mellifera</i>	3	18.8	
				<i>A. cerana</i>	2	12.5	
23.vi.2020	Hangye-ri, Buk-myeon, Inje-gun	13	<i>A. mellifera</i>	12	92.3		
			<i>A. cerana</i>	1	7.7		
23.vi.2020	Sobeop-ri, Buk-myeon, Gapyeong-gun	15	<i>A. mellifera</i>	4	26.7		
23.vi.2020	Mokdong-ri, Buk-myeon, Gapyeong-gun	199	<i>A. mellifera</i>	117	58.8		

Table 1. Continued

Flowering time (month)	Honey plant (Korean name)	Date	Locality	Total No. of bees (Hymenoptera)	Species of honeybee	No. of honeybee	Percent of honeybee
June	<i>Zizyphus jujuba</i> var. <i>inermis</i> (Bunge) Rehder (대추나무)*	23.vi.2020	Mokdong-ri, Buk-myeon, Gapyeong-gun	199	<i>A. cerana</i>	79	39.7
		23.vi.2020	Hangye-ri, Buk-myeon, Inje-gun	24	<i>A. mellifera</i> <i>A. cerana</i>	9 15	37.5 62.5
	<i>Tilia amurensis</i> Rupr. (피나무)*	23.vi.2020	Hangye-ri, Buk-myeon, Inje-gun	47	<i>A. mellifera</i> <i>A. cerana</i>	34 4	72.3 8.5
June to July	<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxm. (모감주나무)*	24.vi.2015	Daehak-dong, Gwanak-gu, Seoul	53	<i>A. mellifera</i>	45	84.9
		9.vii.2020	Mokdong-ri, Buk-myeon, Gapyeong-gun	222	<i>A. mellifera</i> <i>A. cerana</i>	60 89	27.0 40.1
July	<i>Adenophora grandiflora</i> Nakai (도라지)	15.vii.2015	Gwidun-ri, Inje-eup, Inje-gun	6	<i>A. mellifera</i>	3	50.0
September	<i>Humulus japonicus</i> Siebold & Zucc. (환삼덩굴)	4.ix.2015	Nambuk-ri, Inje-eup, Inje-gun	19	<i>A. mellifera</i>	12	63.2
	<i>Rhus javanica</i> L. (붉나무)	4.ix.2015	Nambuk-ri, Inje-eup, Inje-gun	2	<i>A. mellifera</i>	1	50.0
	<i>Aralia elata</i> (miq.) Seem. (두릅나무)	5.ix.2015	Yongdae-ri, Buk-myeon, Inje-gun	24	<i>A. mellifera</i>	2	8.3
	<i>Aster scaber</i> Thunb. (참취)	15.ix.2020	Mokdong-ri, Buk-myeon, Gapyeong-gun	17	<i>A. mellifera</i>	12	70.6
		15.ix.2020	Mokdong-ri, Buk-myeon, Gapyeong-gun	11	<i>A. mellifera</i> <i>A. cerana</i>	9 1	81.8 9.1
	<i>Impatiens textori</i> Miq. (물봉선)	16.ix.2020	Hangye-ri, Buk-myeon, Inje-gun	9	<i>A. mellifera</i> <i>A. cerana</i>	3 1	33.3 11.1
		<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench (메밀)*	15.ix.2020	Mokdong-ri, Buk-myeon, Gapyeong-gun	89	<i>A. mellifera</i> <i>A. cerana</i>	17 70
	<i>Perilla frutescens</i> var. <i>japonica</i> H. Hara (들깨)*		15.ix.2020	Mokdong-ri, Buk-myeon, Gapyeong-gun	74	<i>A. mellifera</i>	24

Table 1. Continued

Flowering time (month)	Honey plant (Korean name)	Date	Locality	Total No. of bees (Hymenoptera)	Species of honeybee	No. of honeybee	Percent of honeybee
September	<i>Perilla frutescens</i> var. <i>japonica</i> H. Hara (들깨)*	15.ix.2020	Mokdong-ri, Buk-myeon, Gapyeong-gun	74	<i>A. cerana</i>	48	64.9
		16.ix.2020	Hangye-ri, Buk-myeon, Inje-gun	35	<i>A. mellifera</i> <i>A. cerana</i>	27 6	77.1 17.1
	<i>Crepidiastrum denticulatum</i> (Houtt.) Pak & Kawano (이고들빼기)	16.ix.2020	Hangye-ri, Buk-myeon, Inje-gun	2	<i>A. mellifera</i>	2	100.0
	<i>Polygonum longisetum</i> Bruijn (개여뀌)	16.ix.2020	Hangye-ri, Buk-myeon, Inje-gun	17	<i>A. mellifera</i>	5	29.4
					<i>A. cerana</i>	1	5.9
	<i>Aster meyendorffii</i> (Regel & Maack) Voss (개쑥부쟁이)	16.ix.2020	Hangye-ri, Buk-myeon, Inje-gun	12	<i>A. mellifera</i>	3	25.0
	<i>Aster pilosus</i> Willd. (미국쑥부쟁이)	16.ix.2020	Hangye-ri, Buk-myeon, Inje-gun	13	<i>A. mellifera</i>	2	15.4
<i>Persicaria thunbergii</i> (SieAold & Zucc.) H. Gross (고마리)	16.ix.2020	Hangye-ri, Buk-myeon, Inje-gun	10	<i>A. mellifera</i>	7	70.0	
				<i>A. cerana</i>	3	30.0	
October	<i>Dendranthema boreale</i> (Makino) Y. Ling (산국)	23.x.2020	Mokdong-ri, Buk-myeon, Gapyeong-gun	13	<i>A. cerana</i>	13	100.0
	<i>Dendranthema zawadskii</i> var. <i>tilobum</i> (Maxim.) Kitam. (구절초)*	23.x.2020	Mokdong-ri, Buk-myeon, Gapyeong-gun	44	<i>A. mellifera</i>	39	88.6
<i>A. cerana</i>					5	11.4	

*, showing percent of honeybee $\geq 25\%$ and total number of bees ≥ 20 in this study

경기지역 기준 4월에 개화하는 주요 밀원수종으로 알려져 있다(Lee, 1998). 또한, 벚나무는 경기 및 강원지역의 보조밀원수종으로 구분되었다(Lee, 1998). 수원시에서 수행된 연구에서 왕벚나무는 4월 6일부터 4월 15일까지, 산벚나무는 4월 10일부터 19일까지 두 종 모두 약 10일간 개화했다(Kim et al., 2019).

3) 산딸기 (*Rubus crataegifolius* Bunge) (Fig. 1C)

산딸기에 대한 방화곤충조사는 2020년 5월 7일에 서울특별시 구로구 오류동(1차 조사), 2020년 5월 28일에 경기도 가평군 목동리(2차 조사)에서 수행되었다. 1차 조사에서는 벌목 방화곤충(총 114개체) 중 양봉꿀벌은 64개체가 채집되어 56.0%의 비율을 나타냈다. 2차 조사에서는 벌목 방화곤충(총 34개체) 중 양봉꿀벌은 19개체, 재래

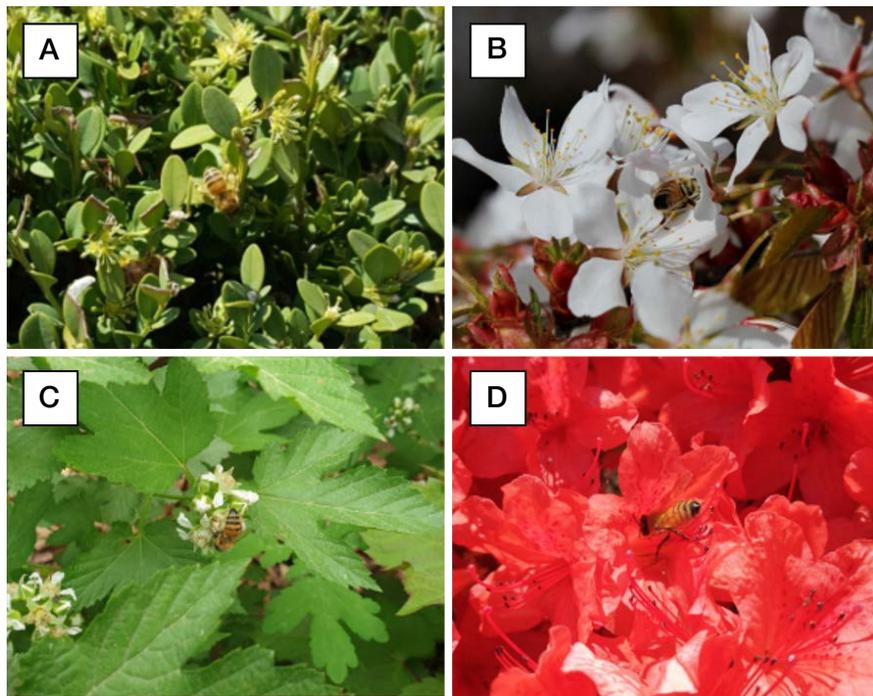


Fig. 1. Foraging activity of *Apis mellifera* on (A) *Buxus microphylla* var. *koreana*, (B) *Prunus yedoensis*, (C) *Rubus crataegifolius* and (D) *Rhododendron schlippenbachii*.

꿀벌은 6개체가 채집되어 두 종의 꿀벌이 73.5%의 비율을 나타냈다. 이와 같이 벌목의 방화곤충 중 비교적 많은 수의 꿀벌이 채집되어 산딸기에 대한 꿀벌의 활발한 방화활동이 일어나고 있는 것이 확인되었다. 산딸기는 Choi (1973), Kim and Lee (1989), Kim (1996), Cho (1996), Lee (1998), Ryu (2003)에서 국내 밀원식물로 언급되었다. 산딸기는 경기지역 기준 5월에 개화하는 주요 밀원수종으로 알려져 있다(Lee, 1998). 또한, 산딸기는 경기 및 강원 지역의 주요 밀원수종으로 구분되었다(Lee, 1998). 청주시에서 수행된 방화곤충에 관한 연구에서 산딸기는 5월 13일부터 5월 15일 사이에 50%이상 개화를 나타냈고, 벌목 내 주요 방화곤충은 양봉꿀벌인 것으로 나타났다(Lee and Choi, 1997).

4) 철쭉(*Rhododendron schlippenbachii* Maxim.) (Fig. 1D)

철쭉에 대한 방화곤충조사는 2020년 5월 8일에 경기도 가평군 목동리에서 수행되었다. 벌목 방화곤충(총 238개체) 중 양봉꿀벌은 66개체, 재래꿀벌은 33개체가 채집되어 두 종의 꿀벌이 41.6%의 비율을 나타냈다. 이와 같이 벌목의 방화곤충 중 비교적 많은 수의 꿀벌이 채집되

어 철쭉에 대한 꿀벌의 활발한 방화활동이 일어나고 있는 것이 확인되었다. 철쭉은 Lee (1998), Ryu (2003)에서 국내 밀원식물로 언급되었다. 철쭉은 경기지역 기준 5월에 개화하는 보조밀원수종으로 알려져 있다(Lee, 1998). 또한, 유사종인 진달래는 경기 및 강원지역의 주요 밀원수종으로 구분되었다(Lee, 1998).

5) 고추나무(*Staphylea bumalda* DC.) (Fig. 2A)

고추나무에 대한 방화곤충조사는 2020년 5월 8일에 경기도 가평군 목동리에서 수행되었다. 벌목 방화곤충(총 24개체) 중 양봉꿀벌은 17개체, 재래꿀벌은 5개체가 채집되어 두 종의 꿀벌이 91.7%의 비율을 나타냈다. 이와 같이 벌목의 방화곤충 중 비교적 많은 수의 꿀벌이 채집되어 고추나무에 대한 꿀벌의 활발한 방화활동이 일어나고 있는 것이 확인되었다. 고추나무는 Choi (1973), Baik (2002), Lee (1998), Ryu (2003)에서 국내 밀원식물로 언급되었다. 고추나무는 경기지역 기준 5월에 개화하는 보조 밀원수종으로 알려져 있다(Lee, 1998).

6) 아까시나무(*Robinia pseudoacacia* L.) (Fig. 2B)

아까시나무에 대한 방화곤충조사는 2015년 5월 20일에

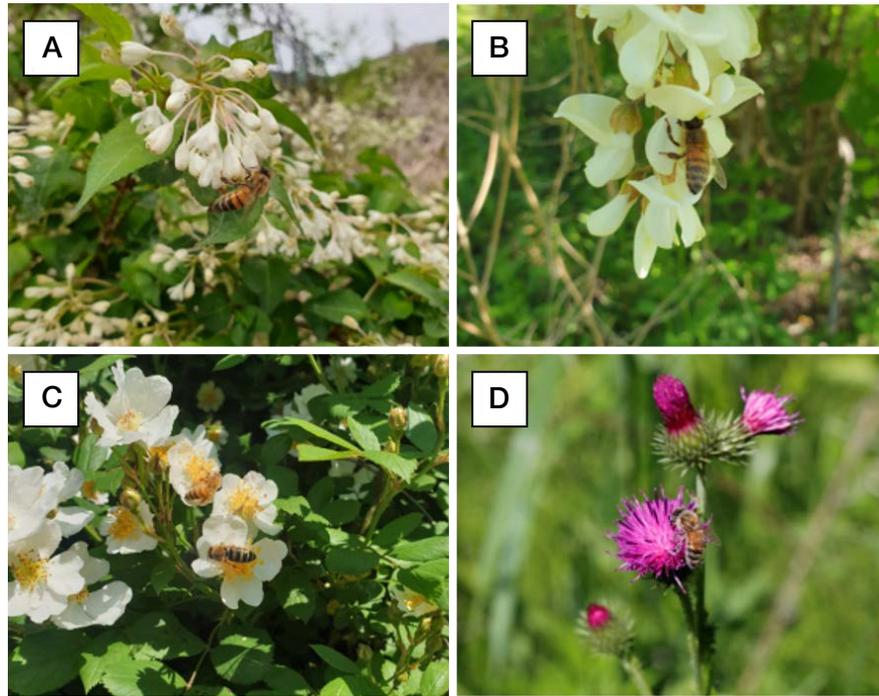


Fig. 2. Foraging activity of *Apis mellifera* on (A) *Staphylea bumalda* and (B) *Robinia pseudoacacia*, (C) *A. mellifera* (upper) and *A. cerana* (under) on *Rosa multiflora*, and (D) *A. mellifera* on *Cirsium japonicum* var. *ussuriense*.

강원도 인제군 남북리(1차 조사), 2020년 5월 29일에 강원도 인제군 한계리(2차 조사), 2020년 5월 20일에 서울특별시 구로구 오류동(3차 조사), 2020년 5월 28일에 경기도 가평군 목동리(4차 조사)에서 수행되었다. 1차 조사에서는 벌목 방화곤충(총 60개체) 중 양봉꿀벌은 43개체가 채집되어 71.7%의 비율을 나타냈다. 2차 조사에서는 벌목 방화곤충(총 101개체) 중 양봉꿀벌은 92개체, 재래꿀벌은 4개체가 채집되어 두 종의 꿀벌이 95.1%의 비율을 나타냈다. 3차 조사에서는 벌목 방화곤충(총 117개체) 중 양봉꿀벌은 105개체, 재래꿀벌은 7개체가 채집되어 두 종의 꿀벌이 95.7%의 비율을 나타냈다. 4차 조사에서는 벌목 방화곤충(총 24개체) 중 양봉꿀벌은 15개체가 채집되어 62.5%의 비율을 나타냈다. 이와 같이 벌목의 방화곤충 중 비교적 많은 수의 꿀벌이 채집되어 아까시나무에 대한 꿀벌의 활발한 방화활동이 일어나고 있는 것이 확인되었다. 아까시나무는 Choi (1973), Kim and Lee (1989), Kim (1996), Cho (1996), Baik (2002), Lee (1998), Ryu (2003)에서 국내 밀원식물로 언급되었다. 아까시나무는 경기지역 기준 5월에 개화하는 주요 밀원수종으로 알려져 있다(Lee, 1998). 또한, 아까시나무는 경기 및 강원지역의 주요 밀원수종으로 구분되었다(Lee, 1998). 수

원지에서 수행된 밀원식물의 개화, 꿀벌방화 및 화밀분비 특성에 관한 연구에서 아까시나무는 5월 20일부터 5월 26일까지 약 7일간 개화하였으며, 개화 최성기는 5월 21일부터 23일까지 3일간인 것으로 나타났다(Han *et al.*, 2009).

7) 찔레꽃 (*Rosa multiflora* Thunb.) (Fig. 2C)

찔레꽃에 대한 방화곤충조사는 2020년 5월 20일에 서울특별시 구로구 오류동(1차 조사), 2020년 5월 28일에 경기도 가평군 목동리(2차 조사), 2020년 5월 29일에 강원도 인제군 한계리(3차 조사)에서 수행되었다. 1차 조사에서는 벌목 방화곤충(총 14개체) 중 양봉꿀벌은 8개체, 재래꿀벌은 3개체가 채집되어 두 종의 꿀벌이 78.6%의 비율을 나타냈다. 2차 조사에서는 벌목 방화곤충(총 16개체) 중 양봉꿀벌은 4개체가 채집되어 25.0%의 비율을 나타냈다. 3차 조사에서는 벌목 방화곤충(총 111개체) 중 양봉꿀벌은 39개체, 재래꿀벌은 11개체가 채집되어 두 종의 꿀벌이 45.1%의 비율을 나타냈다. 이와 같이 벌목의 방화곤충 중 비교적 많은 수의 꿀벌이 채집되어 찔레꽃에 대한 꿀벌의 활발한 방화활동이 일어나고 있는 것이 확인되었다. 찔레꽃은 Choi (1973), Kim and Lee (1989), Cho

(1996), Baik (2002), Lee (1998), Ryu (2003)에서 국내 밀원 식물로 언급되었다. 짙레꽃은 경기지역 기준 5~6월에 개화하는 화분원수종으로 알려져 있다(Lee, 1998). 또한, 짙레꽃은 경기 및 강원지역의 주요 화분원수종으로 구분되었다(Lee, 1998).

8) 엉겅퀴(*Cirsium japonicum* var. *ussuriense* (Regel) Kitam.) (Fig. 2D)

엉겅퀴에 대한 방화곤충조사는 2015년 5월 21에 강원도 인제군 기린면(1차 조사), 2020년 5월 29일에 강원도 인제군 한계리(2차 조사)에서 수행되었다. 1차 조사에서는 별목 방화곤충(총 18개체) 중 양봉꿀벌은 10개체가 채집되어 55.6%의 비율을 나타냈다. 2차 조사에서는 별목 방화곤충(총 20개체) 중 양봉꿀벌은 15개체가 채집되어 두 종의 꿀벌이 75.0%의 비율을 나타냈다. 이와 같이 별목의 방화곤충 중 비교적 많은 수의 꿀벌이 채집되어 엉겅퀴에 대한 꿀벌의 활발한 방화활동이 일어나고 있는 것이 확인되었다. 엉겅퀴는 Choi (1973), Kim and Lee (1989), Cho (1996), Baik (2002), Ryu (2003)에서 국내 밀원식물로 언급되었다.

9) 토끼풀(*Trifolium repens* L.) (Fig. 3A)

토끼풀에 대한 방화곤충조사는 2020년 5월 29일에 강원도 인제군 한계리에서 수행되었다. 별목 방화곤충(총 71개체) 중 양봉꿀벌은 71개체가 채집되어 100%의 비율을 나타냈다. 이와 같이 별목의 방화곤충 중 비교적 많은 수의 꿀벌이 채집되어 토끼풀에 대한 꿀벌의 활발한 방화활동이 일어나고 있는 것이 확인되었다. 토끼풀은 Choi (1973), Kim and Lee (1989), Kim (1996), Cho (1996), Baik (2002), Ryu (2003)에서 국내 밀원식물로 언급되었다.

10) 미국낙산홍(*Ilex verticillata* (L.) A. Gray) (Fig. 3B)

미국낙산홍에 대한 방화곤충조사는 2020년 6월 15일에 경기도 가평군 목동리에서 수행되었다. 별목 방화곤충(총 97개체) 중 양봉꿀벌은 68개체, 재래꿀벌은 26개체가 채집되어 두 종의 꿀벌이 96.9%의 비율을 나타냈다. 이와 같이 별목의 방화곤충 중 비교적 많은 수의 꿀벌이 채집되어 미국낙산홍에 대한 꿀벌의 활발한 방화활동이 일어나고 있는 것이 확인되었다.

11) 대추나무(*Zizyphus jujuba* var. *inermis* (Bunge) Rehder) (Fig. 3C)

대추나무에 대한 방화곤충조사는 2020년 6월 23일에 경기도 가평군 목동리(1차 조사), 강원도 인제군 한계리(2차 조사)에서 수행되었다. 1차 조사에서는 별목 방화곤충(총 199개체) 중 양봉꿀벌은 117개체, 재래꿀벌은 79개체가 채집되어 두 종의 꿀벌이 98.5%의 비율을 나타냈다. 2차 조사에서는 별목 방화곤충(총 24개체) 중 양봉꿀벌은 9개체, 재래꿀벌은 15개체가 채집되어 두 종의 꿀벌이 100%의 비율을 나타냈다. 이와 같이 별목의 방화곤충 중 비교적 많은 수의 꿀벌이 채집되어 대추나무에 대한 꿀벌의 활발한 방화활동이 일어나고 있는 것이 확인되었다. 대추나무는 Choi (1973), Cho (1996), Ryu (2003)에서 국내 밀원식물로 언급되었다. 대추나무는 경기 및 강원지역의 주요 밀원수종으로 구분되었다(Lee, 1998). 수원시에서 수행된 밀원식물의 개화생리 및 꿀벌 방화특성에 관한 연구에서 대추나무는 6월초에 개화를 시작한 이후 평균 40일의 개화기간을 보였으며, 꿀벌은 오전 10시경에 가장 활발한 방화활동을 나타냈다(Nam et al., 2015).

12) 피나무(*Tilia amurensis* Rupr.) (Fig. 3D)

피나무에 대한 방화곤충조사는 2020년 6월 23일에 강원도 인제군 한계리에서 수행되었다. 별목 방화곤충(총 47개체) 중 양봉꿀벌은 34개체, 재래꿀벌은 4개체가 채집되어 두 종의 꿀벌이 80.9%의 비율을 나타냈다. 이와 같이 별목의 방화곤충 중 비교적 많은 수의 꿀벌이 채집되어 피나무에 대한 꿀벌의 활발한 방화활동이 일어나고 있는 것이 확인되었다. 피나무는 Choi (1973), Kim and Lee (1989), Kim (1996), Cho (1996), Lee (1998), Ryu (2003)에서 국내 밀원식물로 언급되었다. 피나무는 경기지역 기준 7월에 개화하는 주요 밀원수종으로 알려져 있다(Lee, 1998). 또한, 유사종인 찰피나무는 경기 및 강원지역의 주요 밀원수종으로 구분되었다(Lee, 1998). 수원시에서 수행된 피나무에 대한 꿀벌의 방화활동에 관한 연구에서 꿀벌은 오전 7시에서 오전 10시 사이에 가장 활발한 방화활동이 나타나는 것으로 확인되었다(Kim and Choi, 1988).

*피나무속(*Tilia*)은 전 세계적으로 약 30종이 알려져 있으며, 유럽과 북아메리카, 서아시아, 동북아시아와 같은 북반구 온대지역에 주로 서식한다. 국내에서는 피나무, 섬피나무, 연밭피나무, 찰피나무, 염주나무, 옹기피나무, 털피

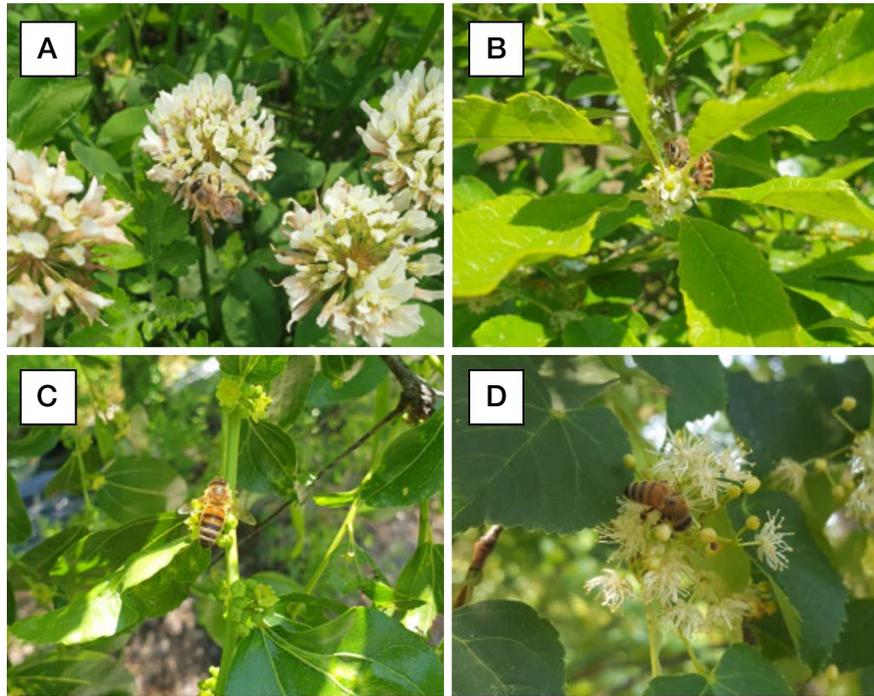


Fig. 3. Foraging activity of *Apis mellifera* on (A) *Trifolium repens*, (B) *Ilex verticillata*, (C) *Zizyphus jujuba* var. *inermis* and (D) *Tilia amurensis*.

나무, 개염주나무, 뽕잎피나무, 보리자나무, 구주피나무와 같이 총 11종이 보고되었다(Boo and Park, 2016). 그중 찰피나무와 피나무는 꿀벌의 방화빈도가 높게 나타나며, 6월과 7월 사이에 두 종의 개화가 연속적으로 이루어져 장기간 꿀벌에게 화밀을 제공하는 밀원식물로서 높은 가치가 있는 것으로 확인되었다(Lee, 1998; Han *et al.*, 2010).

13) 모감주나무 (*Koelreuteria paniculata* Laxm.)

(Fig. 4A)

모감주나무에 대한 방화곤충조사는 2015년 6월 24일에 서울특별시 관악구 대학동(1차 조사), 2020년 7월 9일에 경기도 가평군 목동리(2차 조사)에서 수행되었다. 1차 조사에서는 벌목 방화곤충(총 53개체) 중 양봉꿀벌은 45개체가 채집되어 84.9%의 비율을 나타냈다. 2차 조사에서는 벌목 방화곤충(총 222개체) 중 양봉꿀벌은 60개체, 재래꿀벌은 89개체가 채집되어 두 종의 꿀벌이 67.1%의 비율을 나타냈다. 이와 같이 벌목의 방화곤충 중 비교적 많은 수의 꿀벌이 채집되어 모감주나무에 대한 꿀벌의 활발한 방화활동이 일어나고 있는 것이 확인되었다. 모감주나무는 Baik (2002), Lee (1998), Ryu (2003)에서 국내 밀원식물로 언급되었다. 모감주나무는 경기지역 기준 7~8월

에 개화하는 보조밀원수종으로 알려져 있다(Lee, 1998). 경산사에서 수행된 꿀벌의 방화활동에 관한 연구에서 모감주나무는 7월 21일에서 26일까지 약 6일의 개화기간을 보였으며, 꿀벌은 그 기간에 9시부터 17시까지 방화활동을 보이는 것으로 나타났다(Ryu, 2002).

14) 메밀 (*Fagopyrum esculentum* Moench) (Fig. 4B)

메밀에 대한 방화곤충조사는 2020년 9월 15일에 경기도 가평군 목동리에서 수행되었다. 벌목 방화곤충(총 89개체) 중 양봉꿀벌은 17개체, 재래꿀벌은 70개체가 채집되어 두 종의 꿀벌이 97.8%의 비율을 나타냈다. 이와 같이 벌목의 방화곤충 중 비교적 많은 수의 꿀벌이 채집되어 메밀에 대한 꿀벌의 활발한 방화활동이 일어나고 있는 것이 확인되었다. 메밀은 Kim and Lee (1989)에서 국내 밀원식물로 언급되었다. 대구에서 수행된 메밀에 대한 꿀벌의 방화활동에 관한 연구에서 꿀벌은 오전 8시부터 18시까지 방화활동이 확인되었으며, 그중 오전 9시에 가장 활발한 방화활동이 나타났다(Sim *et al.*, 1998). 또한, 해당연구에서 메밀에 대한 꿀벌의 방화기간은 28일로, 개화 이후 15일, 16일째에 꿀벌의 방화활동이 상대적으로 활발하게 이루어지는 것이 확인되었다.

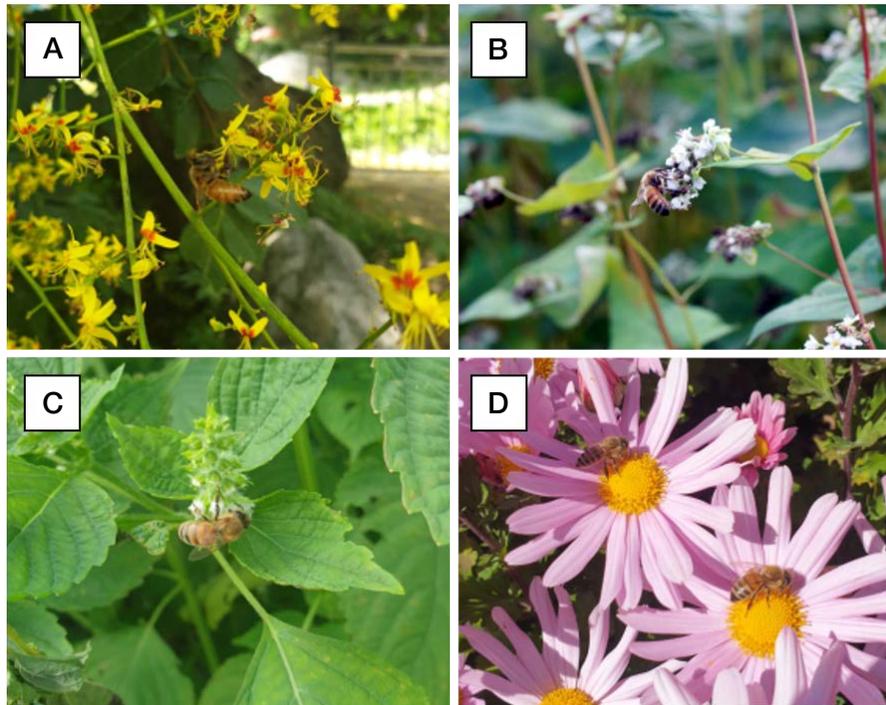


Fig. 4. Foraging activity of *Apis mellifera* on (A) *Koelreuteria paniculata*, (B) *Fagopyrum esculentum*, (C) *Perilla frutescens* var. *japonica*, and (D) *A. cerana* (upper) and *A. mellifera* (lower) on *Dendranthema zawadskii* var. *latilobum*.

**15) 들깨 (*Perilla frutescens* var. *japonica* Hara)
(Fig. 4C)**

들깨에 대한 방화곤충조사는 2020년 9월 15일에 경기도 가평군 목동리(1차 조사), 2020년 9월 16일에 강원도 인제군 한계리(2차 조사)에서 수행되었다. 1차 조사에서는 벌목 방화곤충(총 74개체) 중 양봉꿀벌은 24개체, 재래꿀벌은 48개체가 채집되어 두 종의 꿀벌이 97.3%의 비율을 나타냈다. 2차 조사에서는 벌목 방화곤충(총 35개체) 중 양봉꿀벌은 27개체, 재래꿀벌은 6개체가 채집되어 두 종의 꿀벌이 94.3%의 비율을 나타냈다. 이와 같이 벌목의 방화곤충 중 비교적 많은 수의 꿀벌이 채집되어 들깨에 대한 꿀벌의 활발한 방화활동이 일어나고 있는 것이 확인되었다. 들깨는 Kim and Lee (1989), Kim (1996), Cho (1996), Baik (2002), Ryu (2003)에서 국내 밀원식물로 언급되었다. 청주에서 수행된 밀원식물에 대한 방화곤충 및 화분매개 효율에 관한 연구에서 들깨는 9월 11일에 개화가 이루어졌으며, 방화곤충 중 벌목의 곤충이 월등히 높은 비중으로 화분매개 활동을 하는 것으로 나타났다(이 등, 1995).

16) 구절초 (*Dendranthema zawadskii* var. *latilobum* (Maxim.) Kitam.) (Fig. 4D)

구절초에 대한 방화곤충조사는 2020년 10월 23일에 경기도 가평군 목동리에서 수행되었다. 벌목 방화곤충(총 44개체) 중 양봉꿀벌은 39개체, 재래꿀벌(*Apis cerana*)은 5개체가 채집되어 두 종의 꿀벌이 100.0%의 비율을 나타냈다. 이와 같이 벌목의 방화곤충 중 비교적 많은 수의 꿀벌이 채집되어 구절초에 대한 꿀벌의 활발한 방화활동이 일어나고 있는 것이 확인되었다. 구절초는 기존의 연구에서 꿀벌의 방화활동이 관찰되지 않았으나 다른 곤충의 방화활동이 관찰된 밀원자원으로 이용 가능성이 있는 야생초본류로 언급되었다(Kim *et al.*, 2007).

**3. 중부 산간지역(강원도 인제군)의 밀원식물
계절별 조성**

본 연구를 통하여 강원도 인제군에서 총 41종의 밀원식물(초본: 13종, 목본: 28종)의 개화기를 조사하였다(Table 2). 강원도 인제군에 일부 밀원식물은 경기지역을 기준으로 제시된 밀원식물의 개화기표(Lee, 1998)보다 다소 늦

Table 2. Flowering time of 41 honey plants in Inje county

Honey plant	April			May			June			July			August			September			October		
	E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L	E	M	L
<i>Lindera obtusiloba</i> Blume**	■	■																			
<i>Prunus mume</i> Siebold & Zucc.**	■	■																			
<i>Prunus mandshurica</i> (Maxim.) Koehne**	■	■	■																		
<i>Prunus pendula</i> for. <i>ascendens</i> (MAK). OHWI	■	■	■																		
<i>Prunus sargentii</i> Rehder***	■	■	■																		
<i>Prunus tomentosa</i> THUNB.**	■	■	■																		
<i>Pyrus ussuriensis</i> Maxim.	■	■	■																		
<i>Spiraea prunifolia</i> var. <i>simpliciflora</i> NAKAI.	■	■	■																		
<i>Prunus serrulata</i> Lindley var. <i>spontanea</i> (Maxim.)***	■	■	■																		
<i>Viburnum carlesii</i> var. <i>bitchiuense</i> (Makino) Nakai				■																	
<i>Malus baccata</i> (L.) Borkh.				■																	
<i>Staphylea bumalda</i> DC.**				■	■	■															
<i>Chelidonium majus</i> var. <i>asiaticum</i> Ohwi				■	■	■	■	■													
<i>Quercus mongolica</i> Fisch. ex Ledeb.*				■	■	■	■	■													
<i>Acer ginnala</i> Maxim.**				■	■	■	■	■													
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.***				■	■	■	■	■													
<i>Styrax obassia</i> Siebold & Zucc.**				■	■	■	■	■													
<i>Clematis apiifolia</i> DC.				■	■	■	■	■													
<i>Philadelphus schrenkii</i> Rupr.**				■	■	■	■	■													
<i>Rosa multiflora</i> Thunb.***/*				■	■	■	■	■													
<i>Stephanandra incisa</i> (Thunb.) Siebold & Zucc. ex Zabel**				■	■	■	■	■													
<i>Actinidia arguta</i> (Siebold & Zucc.) Planch. ex Miq.**/*				■	■	■	■	■													
<i>Castanea crenata</i> Siebold & Zucc.***							■	■	■	■											
<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Zea mays</i> L.							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Tilia mandshurica</i> RUPR. et MAX.**							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Tilia amurensis</i> Rupr.***							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Securinega suffruticosa</i> (Pall.) Rehder**/*							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Rhus javanica</i> L.***							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Helianthus annuus</i> L.							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Tetradium daniellii</i> (Bennett) T. G. Hartley***							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Kalopanax pictus</i> (THUNB.) NAKAI**							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Sesamum indicum</i> L.							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Perilla frutescens</i> var. <i>japonica</i> Hara							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Elsholtzia ciliata</i> (THUNB.) HYLANDER.							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Impatiens textori</i> Miquel.							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Agastache rugosa</i> (Fisch. & Mey.) Kuntze							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Persicaria thunbergii</i> (Siebold & Zucc.) H. Gross							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Vicia amoena</i> FISCH.							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Aster yomena</i> Makino.							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<i>Dendranthema boreale</i> (Makino) Y. Ling							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

***, major honey plants; **, minor honey plants; *, pollen sources

•E: Early, M: Mid, L: Late.

• Major honey plants, minor honey plants and pollen sources were assigned to honey plants according to Lee (1998).

은(7~10일) 개화기를 나타냈다.

조사된 밀원식물 중 산벚나무, 벚나무, 아까시나무, 짚레꽃, 밤나무, 피나무, 쉬나무, 붉나무는 기존에 주요 밀원식물로, 생강나무, 매실나무, 개살구나무, 앵두나무, 고추나무, 신나무, 쪽동백나무, 고팡나무, 국수나무, 다래, 찰피나무, 팥대싸리, 음나무는 보조밀원식물로, 신갈나무, 짚레꽃, 다래나무, 팥대싸리는 화분원식물로 구분되었다(Lee, 1998).

강원도 인제군에서는 일반적으로 주요 밀원식물로 알려진 벚나무류, 아까시나무, 밤나무 외에도 산돌배나무, 찰피나무, 피나무, 음나무 등이 산지의 넓은 면적에 걸쳐 식재 또는 자연군락이 형성되어 있다. 따라서, 산돌배나무는 4월 중순부터 5월초까지, 피나무류는 6월 중순부터 7월초까지, 그리고 음나무의 경우 8월 중하순까지 해당 지역에서 주요 화밀원으로서의 가능성을 보여주었다. 또한, 가을철(9월~10월)에는 물봉선, 산국, 향유, 배초향 등 초본성 밀원식물이 계곡 또는 산지에 군락이 다수 분포하여 목본성 주밀원이 부족한 계절에 유용한 보조 밀원 자원으로서의 가치가 있을 것으로 판단되었다.

적 요

현재 국내 야생 목본 및 초본에 대한 꿀벌의 방화활동 및 시기별 밀원조성에 대한 연구는 매우 제한적으로 이루어진 상황이다. 따라서 본 연구에서는 중부지역(서울, 강원도 인제, 경기도 가평)에 식생하는 37종의 밀원식물에 대한 꿀벌의 방화활동 조사를 수행하였으며, 추가적으로 강원도 인제군에서는 41종의 밀원식물의 개화기를 조사하였다. 꿀벌의 방화활동 연구에서는 회양목, 벚나무, 산딸기, 철쭉, 고추나무, 아까시나무, 짚레꽃, 엉겅퀴, 토끼풀, 미국낙산홍, 대추나무, 피나무, 모감주나무, 메밀, 들깨, 구절초에서 꿀벌의 활발한 방화활동이 확인되었다. 시기별 밀원조성에 대한 연구에서는 벚나무류, 아까시나무, 밤나무, 찰피나무, 피나무와 음나무와 같은 주요 밀원식물 외에도, 산돌배나무, 피나무류, 물봉선, 산국, 향유, 배초향과 같은 목본 및 초본성 밀원식물이 해당지역에서 주요 화밀원으로 기능할 가능성을 보여주었다. 또한, 기존 국내 밀원식물로 구분되지 않았던 미국낙산홍(*Ilex verticillata* (L.) A. Gray)과 샬스타데이지(*Chrysanthemum burbankii* Makino)에서 추가적으로 꿀벌의 방화활동이 나타나는 것

을 확인하였다. 본 연구 결과는 밀원단지 조성을 위한 밀원식물 선정 및 유망 밀원식물 발굴에 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 예상된다.

감사의 글

본 결과물은 농림축산식품부 농림식품기술기획평가원의 농생명산업기술개발사업(318093-3)과 산림청 한국임업진흥원의 산림과학기술연구개발사업(2021362B10-2123-BD01)의 지원을 받아 연구되었음.

인 용 문 헌

- 김문섭, 송정호, 한진규, 김세현, 김혜수. 2014. 한국 밀원식물의 발굴과 전망. 한국양봉학회 학술대회 자료집 33.
- 김세현. 2012. 한국 밀원식물의 발굴과 전망. 한국양봉학회 학술대회 자료집 9-24.
- 김태정. 1996. 한국의 자원식물. 서울대학교 출판부.
- 백형수, 2000. 밀분원식물. 최신양봉경영 (한국양봉과학연구소) 229-247.
- 신준환 외 19인. 2006. 아까시나무 황화피해 원인 구명 및 관리방안. 국립산림과학원 연구보고(06-16). 150p.
- 조도행. 1996. 양봉사계절 관리법. 오성출판사 370p.
- 최승윤. 1973. 수정증보 양봉학. 집현사 312p.
- Boo, D. and S. J. Park. 2016. Molecular Phylogenetic Study of Korean *Tilia* L. Korean J. Plant Res. 29(5): 547-554.
- Han, J., M. S. Kang, S. H. Kim, K. Y. Lee and E. S. Baik. 2009. Flowering, Honeybee visiting and nectar secretion characteristics of *Robinia pseudoacacia* L. Suwon, Gyeonggi province. Korean J. Apic. 24(3): 147-152.
- Han, J., S. H. Kim, M. S. Kang, C. S. Kim and E. S. Baik. 2010. Flowering and Nectar Secretion Characteristics of *Tilia amurensis* Rupr. and *Tilia manshurica* Rupr. et Max. J. Apic. 25(3): 217-221.
- Jang, J. W. and J. B. Ryu. 2014. Studies on Foraging Activity of Honeybees at Flowers of *Buxus microphylla* var. *koreana* and *Salix gracilistyla*. Korean J. Apic. 29(2): 87-91.
- Kim, D. W., C. E. Jung, J. B. Jeon and J. H. Jeong. 2007. Potential use of wild herbaceous plants as honey plants. Korean J. Apic. 22(1): 9-32.
- Kim, S. H., H. G. Chung and J. G. Han. 2005. Characteristics of selected superior tree and foraging of honeybee in *Hovenia dulcis* var. *koreana* Nakai. Korean J. Apic. 20(1): 1-8.
- Kim, S. H., A. Lee, H. Y. Kwon, U. Lee and M. S. Kim. 2017. Analysis of flowering and nectar characteristics of major four chestnut cultivars (*Castanea* spp.). Korean J. Apic.

- 32(3): 237-246.
- Kim, T. W. and Y. M. Lee. 1989. The state and propagation plans of honey plants in Korea. *Korean J. Apic.* 4(1): 9-18.
- Kim, Y. S. and S. Y. Choi. 1988. Diurnal activity of the honeybees on the Blossoms of *Tilia amurensis* Rupr. *Kor. J. Apic.* 3(2): 11-15.
- Kim, Y. S., J. W. Cho, M. Y. Lee and M. L. Lee. 2003. The pollination of honeybee on peach blossom planted in vinyl house and its valuation of the fruits after harvest. In Proceedings of the Korean Society of Sericultural Science Conference. Korean Society of Sericultural Science 70-70.
- Lee, K. J. 1998. Seasonal distribution of flowering and classification of 198 woody species into honey-producing and pollen-collecting plants in Korea. *Korean J. Apic.* 13(2): 121-132.
- Lee, S. B., D. K. Seo, K. H. Choi, S. W. Lee, H. J. Yoon, H. C. Park and Y. D. Lee. 2008. The visited insects on apple flowers, and the characteristics on pollinating activity of pollinators released for pollination of apple orchards. *Korean J. Apic.* 23(4): 275-282.
- Lee, S. B., D. K. Seo, Y. S. Kim, N. I. Gwak, H. J. Yoon, H. C. Park and S. J. Hwang. 2007. The pear flower-visiting insects, and the characteristics on pollinating activity of honeybee (*Apis mellifera* L.) and bumblebee (*Bombus terrestris* L.) at Pear Orchard. *Korean J. Apic.* 22(2): 125-132.
- Lee, S. B., H. J. Yoon, I. G. Park, Y. S. Kim, M. Y. Lee and M. L. Lee. 2006. Comparison on the pollinating activities of bumblebee, *Bombus terrestris* L. and honeybee, *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) in the strawberry houses. *Korean J. Apic.* 21(2): 125-130.
- Lee, Y. B., S. J. Jang, H. C. Park, M. Y. Kim and M. L. Lee. 2003. The Survey of Foraging Activities of Honey Bees (*Apis mellifera* Linne) and Pollination Effects on Wild Plants. *Korean J. Apic.* 18(2): 117: 126.
- Nam, J. I., H. Y. Kwon, M. S. Kim and S. H. Kim. 2015. Flowering characteristics and honeybee visiting of jujube (*Ziziphus jujuba* Mill). *Korean J. Apic.* 30(4): 343-348.
- Oh, H. W. and S. Y. Choi. 1988. Diurnal activity of the honeybees on the blossoms of *Robinia pseudoacacia*. *Korean J. Apic.* 3(2): 1-6.
- Park, Y. G. 1996. The prospects for the utilization of *Robinia pseudoacacia* in Korea. *Korean J. Apic.* 11(1): 27-56.
- Ryu, J. B. 2002. Strategies for Co-Development of Forestry and Apiculture with Establishing Honeyplants Plantations on Forests. *Korean J. Apic.* 17(1): 1-6.
- Ryu, J. B. 2002. Studies on foraging activity of honeybees at flowers of *Koelreuteria paniculata* and *Vitex chinensis*. *Korean J. Apic.* 17(2): 53-58.
- Ryu, J. B. 2003. Classification of honey plants in Korea. *Korean J. Apic.* 18(1): 5-22.
- Ryu, J. B., J. W. Jang, D. K. Park and J. I. Choi. 2007. Flowering characteristics of *Evodia daniellii* Hemsley and foraging activity of honeybees. *Korean J. Apic.* 22(2): 117-123.
- Sim, Y. G., M. S. Huh and Y. E. Choi. 1998. Foraging Activities of Honeybees in *Fagopyrum esculentum* Moench. *Korean J. Apic.* 13(2): 61-68.