

꿀벌 월동성공률, 병해충 관리 및 말벌류 피해 해석을 위한 설문 연구

정성민¹ · 이창열¹ · 김동원^{1,2} · 정철의^{1*}

¹안동대학교 대학원 생명자원학과, ²안동대학교 농업과학기술연구소

Questionnaire Study on the Overwintering Success and Pest Management of Honeybee and Damage Assessment of Vespa Hornets in Korea

Sungmin Jeong¹, Changyeol Lee¹, Dongwon Kim^{1,2} and Chuleui Jung^{1*}

¹Dept. Bioresource Sciences, Graduate School, Andong National University, Republic of Korea

²Agri. Sci. Tech. Res. Inst. Andong National University, Republic of Korea

(Received 21 August 2016; Revised 19 September 2016; Accepted 19 September 2016)

Abstract

A questionnaire study for the current beekeeping status including overwintering success, pest and diseases management, and distribution and damage assessment of Vespa hornets was conducted nationwide mostly from the professional beekeepers in 2014. Total 225 answers were analysed. The average beekeeper has 19.5 years of career with 219 colonies of *Apis mellifera*. Average overwintering success was 82% with the primary reason for overwintering failure as weak colony and food shortage. No significant increase of winter mortality was noticed. Most beekeepers are concerned on two species of parasitic mites, *Varroa* and *Trapilaelaps* followed by predatory Vespa hornet and foulbrood. Preventive control of pest and disease are practiced about 6 times a year. Beekeepers noticed the northern wide expansion of invaded hornet, *Vespa velutina* even to Gangwon and Gyeonggi province. However the Vespa pressure on beekeeping and the damage seemed highly skewed in the southern part especially Gyeongnam province.

Key words: *Varroa*, *Trapilaelaps*, *Vespa velutina*, Brood removal, Broodless period

서 론

양봉산업은 인류 역사와 함께 오랜 기간 동안 발전해 왔다(Kim, 2011). 벌꿀만 이용한 양봉에서 현재 과학기술의 발전과 더불어 산물의 종류와 생산이 확대되었다. 또한 농작물의 화분매개곤충으로 중요한 인

식까지 식량생산에 많은 기여를 하고 있는 산업화된 중요한 곤충이다(Lee, 2010). 유럽에서는 양봉꿀벌을 소, 돼지 다음으로 중요한 축산자원으로 여기고 있다(Tautz, 2008). 우리나라 양봉꿀벌 사육농가 수는 1990년 52만 봉군, 1997년 100만 봉군, 2005년 200만 봉군으로 매년 증가하는 추세를 보인다(Lee et al., 2010). 국

*Corresponding author. E-mail: cjung@andong.ac.kr

내 벌꿀 생산량은 2008년 기준 2.6만 톤으로 전 세계 15위권의 생산량을 보인다(Lee *et al.*, 2010). 단위면적당 사육봉군 수는 11.67hive/km²로 다른 국가의 3.8~130배에 이른다(Sampat and Jung., 2016). 최근 국내 밀원식물은 국내 양봉군수에 비해 부족한 실정이며, 꿀 생산량은 줄어들 것으로 예측된다(Oh and Park, 2002). 1997년 WTO(세계무역기구) 협정에 의해 벌꿀이 개방되어 정부는 수입 벌꿀에 300%의 고율 관세를 부과하지만 2004년에는 약 243%로 하락했다(Koh, 2004). 최근 한국-베트남 FTA (Free Trade Agreement) 체결로 인해 베트남 벌꿀이 15년 이내 관세가 철폐되어 양봉산업의 피해가 야기된다. 또한 국내 양봉산업은 고령화, 연구부족으로 인한 기술 및 양봉산물의 개발이 외국의 선진국보다 뒤쳐지는 경우가 많아 경쟁력이 떨어진다(Kim and Jung, 2007).

전 세계적으로 약 1,500개의 작물 중 30%정도가 양봉꿀벌 또는 야생 화분매개곤충을 필요로 한다(Buchmann, 1996). Levin(1982)은 양봉꿀벌의 화분매개 가치가 1차 생산물의 142배로 평가하였다. 국내에서는 과수 및 채소 작물에서 양봉꿀벌에 의한 화분매개 가치를 6조원으로 추정하여 꿀벌의 경제적 가치와 생태학적 가치의 중요성을 강조하고 있다(Jung, 2008). 전 세계적으로 CCD (Colony Collapse Disorder) 등의 여파로 꿀벌 건강에 대한 관심이 증가하였다. CCD의 원인으로는 병해충, 농약, 전자파 등이 있으며, 이와 같은 여러 요소가 상호작용으로 나타난다(vanEngelsdorp *et al.*, 2009). 국내에서 꿀벌응애로 인한 피해는 심각한 수준으로 나타났다(Choi *et al.*, 1986). 최근에는 천연물을 이용한 꿀벌응애 방제와 꿀벌응애 개체군 동태 모델 개발 등 국내 꿀벌응애 연구의 관심은 높다(Lee, 2004; Jung, 2009). 농약의 사용 목적은 특정 병해충을 관리하여 작물을 보호하는데 있으나 동시에 화분매개곤충 등 유용곤충에 대한 비표적 위험 등 농업생태계 및 자연생태계에 부작용을 일으킨다(Shim and Kim, 2001; Kim and Jung, 2013). 양봉산업에서 병해충방제를 위한 농약사용의 부작용은 꾸준히 발생하며, 대표적인 부작용으로는 양봉꿀벌의 활동의 위축 또는 집단폐사의 경우가 많이 발생한다

(Lee, 2008). Choi(1986)의 보고에서는 국내 양봉농가의 97.4%가 농약피해를 입는다고 나타났다. 최근 Kim and Jung(2013)은 국내 양봉농가의 69%가 농약피해를 입는다고 보고하여 아직 농약에 의한 피해가 나타나고 있음을 알 수 있다.

최근 서유럽과 미주를 중심으로 봉군의 월동성공률에 관한 자료가 급속도로 집적되고 있다. 30% 이상의 월동 사망률은 CCD 또는 양봉꿀벌 밀도감소의 원인으로 지목되고 있다(Nathalie *et al.*, 2014). 그러나 국내 월동 봉군의 생태 또는 월동성공 요인 등에 대한 연구 자료는 미흡한 실정이다. 사회성 집단인 양봉꿀벌의 일정한 온도 조절의 영향은 사회구조 유지와 후세 양육에 매우 중요한 요소이다(Stabentheiner *et al.*, 2010). 온도의 중요성에 대한 국내 연구도 진행 중이다. Lee *et al.*(2010)은 월동 봉군의 먹이 섭취량, 온도 변화 등을 통해 월동 중 생태를 이해하려 했다. Yi and Jung(2010)은 저온저장고와 노지 월동 봉군에서 봉군 내 온도조절이 다르게 나타남을 보고했다. 그런 전국적인 월동 봉군 사망률 또는 그 원인에 대한 연구 자료는 부족한 실정이다.

양봉장에서 가장 문제가 되는 말벌은 장수말벌(*Vespa mandarinia*)로 Chang(1994)은 88.5%의 비율로 나타나며 심각한 피해를 입힌다고 보고하였다. 최근 외래생물인 등검은말벌(*V. velutina*)이 국내 침입 이후 말벌 종 구성의 변화, 분포 지역의 확대 등에 관한 일부 연구가 진행되었다(Jung *et al.*, 2009; Jung *et al.*, 2012a,b; Choi *et al.*, 2013; Sim *et al.*, 2014). Jung(2012)은 등검은말벌에 의한 사회적, 공중보건적, 산업적 측면의 위험요인을 평가하였다. 말벌의 방제와 생태연구도 꾸준히 있어왔다. 최근 모니터링 기술로 봉군 내 센서를 설치하여 말벌 등 포식자의 출현정보를 제공하는 기술의 연구도 진행되었다(Kim and Jung, 2015). 하지만 국내의 양봉농가 말벌 피해 현황 및 말벌 분포에 관한 자료는 충분치 않다. 설문을 중심으로 한 선행연구 Choi *et al.*(1986), Yoo *et al.*(2009), Jung *et al.*(2011)은 본 연구와 동일하게 병해충 및 산업규모를 조사하였으나 지역단위나 통계자료를 통한 연구가 대다수로 실질적인 국내 양봉농가의 현황을 조사하

는 방법과 자료는 미미하였다. 따라서 본 연구의 목적은 다음과 같다. 1) 양봉꿀벌의 월동 성공률과 월동 실패 요인 파악; 2) 주요 병해충 발생 양상 파악; 3) 등검은말벌의 발생 및 피해 현황과 양봉장에 출현하는 말벌의 종류와 피해를 야기하는 말벌 종 구성을 확인하기 위해 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

설문 대상 및 기간

설문조사는 전국 양봉농가를 대상으로 하였다. 조사 기간은 2014년에 실시하였다. 제40회 양봉인의 날(11월3~4일)에 참가한 양봉인을 대상으로 설문을 진행하였다. 강원 일부지역은 직접 방문조사를 통해 이루어 졌다. 설문지는 농가 경영 실태와 병해충 관리 실태에 관한 문항을 작성하였다. 설문의 이해를 돕기 위해 병해충 매뉴얼을 설문지와 함께 배포하였다. 설문지의 응답자수는 225명으로 나타났다. 조사지역 중 충청북도 응답자가 극히 작아 충남지역과 통합하여 충청지역으로 총괄하였다.

설문의 내용

설문의 범주는 크게 네 가지로 구분하였다. 양봉경영 실태, 월동 평가, 병해충관리, 말벌 발생 및 피해로 나누어 조사하였다.

양봉경영 실태는 경력, 규모, 경영형태를 보았다. 경력은 양봉업에 종사한 근속년수, 규모는 현재 사육 중인 봉군의 수를 응답하도록 하였다. 경영형태는 전업, 부업, 취미로 나누어 응답하도록 하였다.

월동 평가는 사육중인 봉군의 최근 3년간 월동 성공률을 응답하도록 하였다. 월동 실패 요인은 약균, 먹이부족, 병해충, 관리소홀로 나누었으며, 단일 선택으로 응답하도록 하였다.

병해충 관리는 현재 양봉장에서 피해가 가장 큰 병해충 선택과 병해충 관리에 사용되는 약제 종류, 사용빈도에 대해 응답하도록 하였다. 주요 병해충은 크게

기생성 응애류인 꿀벌응애류(꿀벌응애: *Varroa destructor*, 중국가시응애: *Tropilaelaps mercedesae*)와 질병류(부저병: Foulbrood, 노제마: Nosema, 백묵병: Chalkbrood)로 선정하였다. 질병, 해충관리의 문항에서는 1년 평균 약제 사용횟수와 약제의 종류를 선택하도록 하였다. 약제의 선정은 양봉농가에서 주로 사용되는 약제들로 선정하였다. 꿀벌응애류 방제 화합물 fluvalinate(Wangs®), amitraz(Socsalman®, Mitac®), comaphos(Ferizin®), organic chemical(Bienenvall, Formic acid, Oxalic acid)등이 사용된다(Lee, 2004). 질병류 치료를 위해 사용되는 화합물은 후미딜(Fumidil), 항생제(Antibiotic), 노노스(Nonos) 등이 있다.

말벌의 발생과 피해 항목은 양봉장 출현여부와 피해 정도를 응답하도록 하였다. 출현여부는 중복선택이 가능하며, 피해여부는 한 종만 선택하도록 하였다. 말벌(Genus: *Vespa*)의 선정은 지역별 양봉농가에서 많이 출현한다고 알려진 좀말벌(*V. Analis*), 장수말벌(*V. mandarinia*), 검정말벌(*V. dybowskii*), 꼬마장수말벌(*V. ducalis*), 말벌(*V. crabro flavofasciata*), 털보말벌(*V. simillima simillima*), 황말벌(*V. simillima xanthoptera*), 등검은말벌(*Vespa velutina*)로 선택하였다(Jung, 2012a,b; Hong et al., 2013; Jung, 2014).

설문자료의 통계 분석

설문지 항목 중 질병, 해충관리의 1년 평균 사용 횟수 항목은 평균으로 변환하였으며, 그 외 모든 항목의 응답 수는 백분율로 변환하여 기술통계 하였다. 위험요소가 가장 큰 병해충의 문항은 우리나라에서 문제가 되는 병해충 7개의 보기를 주었으며, 1~4순위를 정했다. 4점 척도법을 이용하여 1순위 4점, 4순위 1점으로 양봉인의 주관적 평가를 하도록 하였다. 각 항목의 점수를 합하여 백분율로 변환하였다. 질병, 해충관리의 1년 사용 횟수는 평균으로 나타내며, 생태적 방제 문항의 경우 백분율로 변환하였다. 그 값의 지역별 차이를 Oneway ANOVA test로 통계분석 하였다(SAS 9.4 Inc., 2008). 생태적 방제 문항은 Excel프로그램을 이용하여 카이제곱 동일성 검정으로 비교분석에 이용하였다.

결과 및 고찰

양봉경영 실태

양봉 경력의 경우 전국 평균 19년으로 이는 Jung *et al.*(2011)이 조사한 21년과 비슷한 수준으로 나타났다. 전남, 경북, 강원은 20년 정도의 경력으로 나타났다. 봉군 규모는 219봉군으로 경기, 강원을 제외한 모든 지역에서 평균 봉군 수보다 많은 것으로 나타났다. 경영형태의 경우 국내 양봉인의 61.8%가 전업으로 나타났다. 강원은 85.7%로 전업 양봉인이 가장 많았으며, 경남과 충청은 50%가 전업으로 나타났다 (Table 1). Han(2015)의 보고에서는 양봉업을 선택한 계기로 양봉업이 전업농으로 적합하다는 이유가

35.1%로 가장 높게 나타난다. 전업농의 비중이 앞으로 더 늘어날 것으로 예측된다. 양봉경력은 16년 이상으로 매우 전문화 되어 있다고 한다(Han, 2015). 본 연구 경력과 3년의 차이가 나타나며, 향후 전국 양봉인의 평균 경력은 20년 이상으로 나타날 것으로 예측된다. Kim *et al.*(2011)은 경력이 높은 농가에서 더욱 많은 봉군을 사육하며, 15년 이상 고경력 농가에서 평균 175.9봉군을 사육하는 것으로 나타나 본 연구와 비슷한 양상을 보인다.

월동성공률

월동별은 육아가 멈출 때까지 늦여름과 가을에 길러지고 겨울철 동안에 낮은 치사율을 보이는 별로 정

Table 1. Career history, number of hives and beekeeper status at different provinces responded for the survey during 2014

Province	Career (year)	No. hive	Response (%)		
			Commercial	Part time	Amateur
GW	20.1	196.9	85.7	14.3	0
GG	19.9	184.8	76	20	4
GB	20.2	231.3	72.4	17.2	10.3
GN	15.2	229.7	50	42.9	7.1
CC	19.0	260.5	50	45.2	4.8
JB	18.6	265.5	61.5	38.5	0
JN	20.7	214.1	70.8	12.5	16.7
JJ	19.5	245.8	77.8	22.2	0
Overall	19.5	219.2	61.8	30.9	7.3

*GW: Gangwon, GG: Gyeonggi, GB: Gyeongbuk, GN: Gyeongnam, CC: Chungcheong, JB: Jeonbuk, JN: Jeonnam, JJ: Jeju

Table 2. Overwintering success rate of honeybee colonies at different provinces with the causes of failure to overwinter during 2011-2013

Province	Over wintering success rate (%)	Cause (%)			
		Weak colony	Shortage of food	Pest/Disease	Inadequate management
GW	77.3	33.4	3.3	23.3	40
GG	84.2	30.4	13	30.4	26.2
GB	75.1	34.5	10.3	17.3	37.9
GN	91.1	46.2	7.7	30.8	15.3
CC	89.1	45.9	27.1	13.4	13.6
JB	77.6	23.1	7.7	30.6	38.6
JN	86.8	47.8	4.4	26.1	21.7
JJ	78.0	41.7	16.7	33.2	8.4
Overall	82.6	37.8	11.2	25.6	25.2

*GW: Gangwon, GG: Gyeonggi, GB: Gyeongbuk, GN: Gyeongnam, CC: Chungcheong, JB: Jeonbuk, JN: Jeonnam, JJ: Jeju

Table 3. Relative proportion of major pests of honeybee as perceived by beekeepers during the survey

Province	Pest			Disease			
	<i>V. destructor</i>	<i>T. mercedesae</i>	Vespa family	Foulbrood	Stone disease	Nosema	Viruses
GW	22.5	22.5	11.7	15.3	18.0	6.3	3.6
GG	21.2	20.2	8.1	15.2	17.2	9.1	9.1
GB	20.0	25.2	14.8	15.7	13.0	7.0	4.3
GN	24.6	19.7	18.0	11.5	18.0	3.3	4.9
CC	23.4	22.8	16.5	15.8	12.0	7.0	2.5
JB	15.9	18.2	11.4	11.4	22.7	13.6	6.8
JN	18.8	21.2	12.9	14.1	12.9	14.1	5.9
JJ	21.4	28.6	0	21.4	14.3	7.1	7.1
Overall	21.3	22.4	12.7	14.9	14.9	8.3	5.5

*GW: Gangwon, GG: Gyeonggi, GB: Gyeongbuk, GN: Gyeongnam, CC: Chungcheong, JB: Jeonbuk, JN: Jeonnam, JJ: Jeju

Table 4. Relative proportion of beekeepers' choice of the chemicals to control honeybee disease

Province	Antibiotic	Fumidil	Nonos	Others
GW	41	46	9	3
GG	28	39	15	16
GB	40	40	6	13
GN	33	42	12	12
CC	30	30	29	18
JB	28	33	28	9
JN	29	37	25	7
JJ	30	40	15	15
Overall	33	37	15	13

*GW: Gangwon, GG: Gyeonggi, GB: Gyeongbuk, GN: Gyeongnam, CC: Chungcheong, JB: Jeonbuk, JN: Jeonnam, JJ: Jeju

의한다(Mattila *et al.*, 2001). 월동에 있어 봉군 온도 조절은 매우 중요하다. Yi and Jung(2010)은 양봉꿀벌의 집단에서 온도조절은 사회성유지와 봉군의 생존에 중요한 역할을 한다고 보고하였다. 또한 봉군의 월동은 봄철 아카시아 벌꿀의 채밀에 가장 밀접한 관련이 있다. 월동성공률에 따라 일 년 소득이 예측되며, 양봉농가에서도 월동성공률을 높이려 노력하고 있다. 최근 3년간 월동성공률은 82.6%로 나타났다. 경남이 91.1%로 가장 높은 월동성공률을 보였다(Table 2). 2008년 기준 7,577호로 가장 많은 양봉농가의 분포를 보인 경북의 월동성공률이 75.1%로 가장 낮게 나타나는 것을 알 수 있었다(Lee, 2010). 월동실패의 주요 요인은 약군 38%, 병해충이 25.6%, 관리소홀 25.2%순으로 나타났다(Table 2). 관리소홀과 병해충의 시너지 효과로 월동봉군의 세력이 약해져 주요 요인을 약군

으로 응답했다 판단된다. 먹이부족 요인은 11.2%로 나타나며, 가을철 월동 사양관리 부족의 영향은 심각하지 않은 것으로 판단된다. 유럽의 경우 봉군 손실의 역학 연구를 중요하게 생각한다. 그 중 유럽 최초의 종합적인 벌 건강 연구를 한 *Epilobee*에서 월동 사망률 등 많은 조사를 진행하였다. 그 중 벨기에 35.9%, 영국(England and wales) 34.7%로 높은 월동 사망률이 나타났다(Laurent, 2015). 최근 실내월동법이 외국에서 실용화되고 있으며, 국내에서도 양봉꿀벌에 적합한 실내월동법이 연구되고 있다(Choi *et al.*, 2001). 국내도 기후변화에 따른 월동시스템, 양봉산업 월동 현황 등에 대한 자료의 축적과 개발이 필요할 것으로 예상된다.

Table 5. Relative proportion of beekeepers choice of the chemicals to control mite pest of honeybee

Province	Fluvalinate	Coumaphos	Amitraz		Organic chemical			Other
	Wangs	Perizin	Mitac	Soksalman	Bienenvall	Formic acid	Oxalic acid	
GW	49	3	3	7	12	9	7	6
GG	33	3	6	16	13	7	12	6
GB	33	0	10	20	14	9	10	1
GN	29	2	5	21	15	11	9	3
CC	30	3	14	15	20	9	4	8
JB	47	0	0	23	14	4	9	0
JN	29	9	4	15	25	7	4	3
JJ	26	3	11	15	7	23	7	3
Overall	33	3	8	16	16	9	8	4

*GW: Gangwon, GG: Gyeonggi, GB: Gyeongbuk, GN: Gyeongnam, CC: Chungcheong, JB: Jeonbuk, JN: Jeonnam, JJ: Jeju

Table 6. Occurrence of the different species of *Vespa* and their respective damage pressure perceived by the beekeepers in their apiary at different provinces

Province		Vm	Vd	Vcf	Vss	Vsx	Va	Vd	Vv
GW	O*	83	61	57	26	49	26	23	31
	D**	100	0	0	0	0	0	0	0
GG	O	96	54	69	8	35	8	19	39
	D	91	0	5	0	5	0	0	0
GB	O	89	54	37	26	31	29	40	60
	D	71	7	7	0	0	4	0	11
GN	O	100	25	38	13	38	13	13	94
	D	7	0	0	0	0	0	0	93
CC	O	91	56	63	19	33	16	19	48
	D	75	3	14	0	0	0	3	6
JB	O	92	67	42	0	17	25	42	67
	D	78	0	0	0	0	0	11	11
JN	O	92	38	42	21	21	13	29	72
	D	65	0	20	0	0	0	0	15
JJ	O	27	9	9	0	55	0	9	0
	D	40	20	0	0	40	0	0	0
Overall	O	86	51	49	18	34	18	27	51
	D	68	3	8	0	2	1	1	16

**“O” represents occurrence of vespa species (% response)

***“D” represents damage by vespa species (% response)

***Vm=*V. mandarinia*, Vd=*V. ducalis*, Vc=*V. crabro*, Vss=*V. simillima simillima*, Vsx=*V. simillima xanthoptera*, Va=*Vespa. Analis*, Vd=*V. dybowskii*, Vv=*V. velutina*

****GW: Gangwon, GG: Gyeonggi, GB: Gyeongbuk, GN: Gyeongnam, CC: Chungcheong, JB: Jeonbuk, JN: Jeonnam, JJ: Jeju

병해충 관리

양봉 사양 관리에서 가장 문제시 되는 병해충은 중국가시응애로 나타났으며, 다음으로 꿀벌응애로 나타났다. 꿀벌응애류의 피해가 질병류의 피해보다 심각한 것으로 파악되었다(Table 3).

꿀벌응애 관리를 위한 1년 평균 약제 사용횟수는 7 회로 나타났다. 가장 적게 살포하는 지역으로는 5회로 경북으로 나타났다(Fig. 2). 지역별 사용횟수의 차이는 통계적 유의성은 없었다(ANOVA, $F=1.14$, $df=7$, 146 , $P<0.001$, Fig. 2). 꿀벌응애 방제에 가장 많이 사용되는 약제로는 왕스로 나타났다. 사용량이 가장 많은

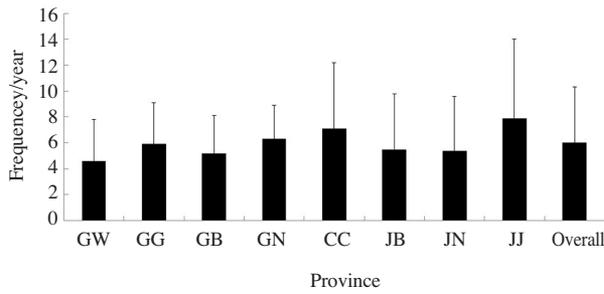


Fig. 1. Frequency distribution of chemical uses per year for treatment of honey bee diseases at each provincial level. Bar represents SD. Frequency distribution not significantly different among the provincial level (ANOVA, $P < 0.001$).

*GW: Gangwon, GG: Gyeonggi, GB: Gyeongbuk, GN: Gyeongnam, CC: Chungcheong, JB: Jeonbuk, JN: Jeonnam, JJ: Jeju.

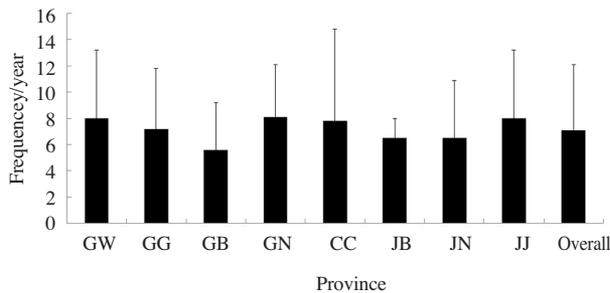


Fig. 2. Frequency distribution of chemical uses per year for honeybee mite control at each provincial level. Bar represents SD. Frequency distribution not significantly different among the provincial level (ANOVA, $P < 0.001$).

*GW: Gangwon, GG: Gyeonggi, GB: Gyeongbuk, GN: Gyeongnam, CC: Chungcheong, JB: Jeonbuk, JN: Jeonnam, JJ: Jeju.

지역은 강원 49%, 전북 47%로 나타났다(Table 5). 왕스의 간편한 설치방법으로 인해 사용을 많이 하는 것으로 판단된다.

꿀벌응애 제거를 위한 수벌방이용은 전국 평균 31% 수준으로 모든 지역에서 사용하는 것으로 나타났다. 산란억제 방법은 전국 평균 14%로 나타나며, 전북 전남을 제외한 모든 곳에서 사용한다고 나타났다. 제주의 경우 수벌방이용 50%, 산란억제 33%로 전국에서 가장 높게 나타났다(Fig. 3). 제주 성산읍과 애월읍에서 중국가시응애가 처음 발견되었다. 중국가시응애에 대한 방제는 현재 미흡한 실정으로 다른 지역보다 사용률이 높은 이유는 중국가시응애의 방제를 위한 방법으로 판단된다(Jung *et al.*, 2000). 응애를 관

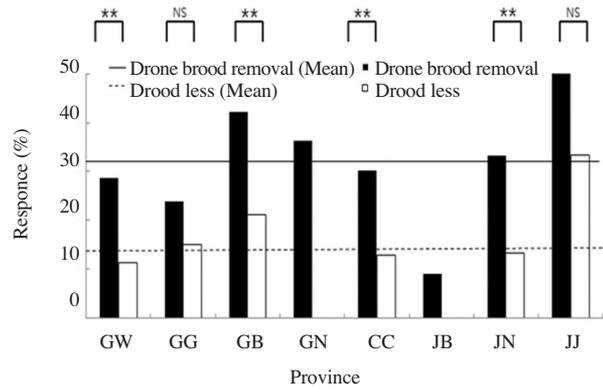


Fig. 3. Percentage of beekeeper with experiences of non-chemical management options such as drone brood removal (black bar) or maintaining broodless period (white bar) at each provincial level. Overall mean on drone brood removal (Black line) and maintenance of broodless (dotted line). Response were compared by chi-square goodness of fit test. NS denotes Non Significant. ** denotes Highly significant at 5% significant level, $P < 0.01$.

*GW: Gangwon, GG: Gyeonggi, GB: Gyeongbuk, GN: Gyeongnam, CC: Chungcheong, JB: Jeonbuk, JN: Jeonnam, JJ: Jeju.

리하기 위한 수벌방제거, 산란억제의 통계적 유의차로는 강원, 경북, 충청, 전남에서는 유의한 것으로 나타나며, 경기, 제주에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다($GW \chi^2 = 8.12, \nu = 1, P < 0.01$; $GG \chi^2 = 2.10, \nu = 1, P > 0.05$; $GB \chi^2 = 7.01, \nu = 1, P < 0.01$; $CC \chi^2 = 6.74, \nu = 1, P < 0.01$; $JN \chi^2 = 8.71, \nu = 1, P < 0.01$; $JJ \chi^2 = 3.49, \nu = 1, P > 0.05$; Fig. 3). 경남, 전북에서는 산란억제 응답자가 없어 분석하지 못했다. 전국적으로 수벌방제거와 산란억제는 서로 유의한 것으로 나타났다(Drone brood removal $\chi^2 = 33.07, \nu = 7, P < 0.001$; Brood less $\chi^2 = 19.32, \nu = 5, P < 0.01$; Fig. 3). 수벌방 방제의 경우 산란권이 형성되지 않은 분봉군 또는 교미군에 93~99%의 방제 효과를 얻는다는 선행연구가 있었다(Lee *et al.*, 2004). 이러한 효과에 비해 사용량이 적은 이유는 사용이 간편하고 효과가 빠른 약제의 사용을 더 선호하는 것으로 생각된다.

질병관리를 위해 1년 동안 사용하는 약제의 평균 사용횟수는 전국 6회로 나타났다. 제주에서 7.9회로 가장 많이 나타났으며, 가장 적게 사용되는 지역은 강원도로 4.6회이다(Fig. 1). 지역별 약제사용 횟수의 차

이는 통계적 유의성은 없었다(ANOVA, $F=0.98$, $df=7$, $147 P<0.001$, Fig. 1). 약제별 사용량은 후미딜 37%, 항생제 33%, 노노스 15%, 기타 13%로 나타나며, 강원 46%, 경남 42%로 후미딜 사용이 가장 많았다(Table 4). Hong *et al.*(2013)의 자료를 보면 16개의 농가를 조사하였을 때 노제마병의 감염률은 94%로 나타났다. 특히 강원도에서 채집한 시료에서는 모든 양봉농가에서 노제마병이 감염되어 있는 것으로 나타났다. 후미딜은 노제마병 치료약제로서 봄철 가장 많이 쓰인다.

꿀벌응애류 관리를 위해 사용하는 1년 평균사용 횟수가 질병관리를 위해 1년 평균 약제 사용횟수보다 1회가 높다. 강원, 경남, 제주에서는 평균 8회로 나타나 전국 사용횟수보다 1회 더 많이 살포하는 것으로 나타났다.

말벌의 발생과 피해

전국 양봉장에 출현하는 말벌은 장수말벌, 쯤말벌, 말벌, 털보말벌, 황말벌, 검정말벌, 등검은말벌로 나타났다. 지역별 양봉장에 출현한 말벌 종류로 가장 높은 출현률을 보인 종은 장수말벌 85%로 나타났다. 경남의 경우 등검은말벌 91%, 장수말벌 100%로 비슷하게 나타났다(Table 6). 등검은말벌의 국내 채집으로는 2003년 부산 영도 봉래산에서 14개체를 시작으로 2000년에 1개체를 채집한 것으로 나타났다(Kim *et al.*, 2006). 부산에서 경남으로 확산되는 추세로 나타나며, 국내 환경에 적응한 것으로 보인다. 제주에서는 등검은말벌, 쯤말벌, 털보말벌이 나타나지 않는다고 하였으며, 전라북도에서도 털보말벌이 나타나지 않는다고 응답했다(Table 6). 또한 황말벌은 제주지역에서만 분포 하는 것으로 알려져 있으나(Choi *et al.*, 2013) 본 설문에서는 제주도를 비롯한 전국적으로 발생한다고 하였다. 이는 양봉농가의 말벌 오동정으로 인한 응답유류로 사료되며, 말벌 종 동정에 대한 관심은 낮은 것으로 보인다.

양봉장에서 가장 심각한 피해를 주는 종은 장수말벌 68%로 나타났다. 경남의 경우 93%로 등검은말벌에 심각한 피해를 입는다고 나타났으며, 장수말벌의

피해는 6%로 출현에 비해 피해는 적은 것으로 나타났다(Table 6). 경남의 피해정도를 보면 등검은말벌이 우리나라 환경에 적응하여 토착함을 대변할 수 있다. 장수말벌이 전국적으로 심각한 피해를 입히는 것은 공격 행동에 따른 차이로 볼 수 있다. 장수말벌은 정찰비행을 통한 봉군 확인 후 페로몬을 이용하여 봉군을 집단으로 공격하여 소문 입구에서부터 공격흔적을 남기며 소비의 애벌레까지 공격하기에 봉군의 피해 정도가 심하다(Jung *et al.*, 2007). 등검은말벌의 경우 공격행동은 개체 단독으로 채이활동을 하는 것으로 알려져 있다. 등검은말벌은 1마리당 양봉꿀벌 한 마리를 낚아챌 후 근처 나뭇가지나 은신처에서 양봉꿀벌을 먹거나 자신의 봉군에 양육중인 애벌레에게 먹이를 공급하는 것으로 알려져 있다(Abroil 1994). 경남에서 장수말벌보다 등검은말벌의 피해가 심각하게 나타나는 건 양봉장내에서 채이활동 및 포획이 빈번하게 이루어진다고 생각된다. 1년간 말벌 방제 비용은 860억원 정도로 추정되었으며, 등검은말벌의 침입으로 더 많은 방제 비용이 소요될 것으로 예상된다(Choi *et al.*, 2013; Jung, 2012; Lim *et al.*, 1989). 등검은말벌은 Jung(2012)에 따르면 가을철 밀도가 급격히 증가한다고 하였으며, 가을철 밀도 증가는 더 많은 먹이활동을 요한다. 그에 따른 양봉꿀벌의 월동 피해도 증가할 것이라 생각된다. 본 연구에서 나타난 전국 평균 월동성공률은 82%로 등검은말벌이 전국적으로 확산되면 월동성공률은 더욱 낮아질 것으로 예측된다.

적 요

국외에서는 양봉산업 현황, 월동 성공률, 병해충 관리, 침입 해충에 대한 기초 자료 수집을 중요시 한다. 기초자료 연구를 위한 방법으로는 대부분 설문조사를 통해 자료의 수집 및 평가가 이루어지고 있다. 국내에서는 기후변화에 의한 꿀벌의 월동 성공률과 병해충 발생 양상의 변화, 침입 해충(중국가시응애, 등검은말벌)에 의한 피해도 변화를 예측하였다. 따라서 이들의 변화 양상을 파악하기 위해 본 연구를 수행하

였다. 양봉경영 실태에서 양봉경력은 19년, 사육봉군 수는 호당 219봉군으로 나타났다. 월동 평가에서 월동 성공률은 82%로 나타나며, 실패요인으로는 약군 월동으로 인해 실패하는 것으로 나타난다. 병해충 관리에서 주요 병해충으로는 중국가시응애가 가장 심각한 피해를 주는 것으로 나타났으며, 다음으로 꿀벌 응애였다. 꿀벌응애류 관리를 위해 사용되는 약제 횟수는 7회로 나타났다. 가장 많이 사용되는 약제는 스트립형태로 시판되는 fluvalinate로 나타났다. 꿀벌응애 관리법 중 생태적 관리에서는 수벌방을 이용한 제거법과, 산란억제법을 쓰는 것으로 나타났다. 수벌방을 이용한 제거법은 31%로 나타나 많은 농가에서 사용하지 않는 것으로 판단된다. 산란억제법은 14%로 이용하고 있었으며, 경남, 전북은 사용하지 않는 것으로 나타났다. 질병관리를 위해 사용되는 약제사용 횟수는 6회로 나타났으며, 가장 많이 사용되는 약제는 사양액에 희석하여 사용하는 후미딜로 나타났다. 양봉장에 출현빈도와 심각한 피해를 주는 말벌류는 장수말벌로 나타났다. 경남에서는 등검은말벌이 장수말벌과 거의 동일하게 출현하였으나, 등검은말벌의 피해가 더 심각한 것으로 파악되었다. 또한 경북, 경남, 전북에서도 등검은말벌은 심각한 것으로 나타났으나, 제주에서는 등검은말벌이 출현하지 않았다. 본 연구를 통해 월동 성공률, 병해충 양상, 침입 해충의 분포와 피해는 지속적으로 변화하고 있음을 알 수 있었다. 정부에서는 주기적으로 통계조사를 통해 양봉 산업에 대한 극히 일부분을 조사하고 있다. 주요 연구 기관 또는 양봉협회, 양봉조합에서는 사양 관리 측면에서 지속적인 연구가 필요할 것으로 판단된다. 이러한 자료의 축적을 통해 농가 경영 실태, 병해충 관리, 산업 동향을 파악하여 발전 가능한 양봉산업을 구축할 수 있을 것으로 판단된다.

인용문헌

- Abrol, D.P. 1994. Ecology, behaviour and management of social wasp, *Vespa velutina* Smith (Hymenoptera:Vespidae), attacking honey beecolonies. Korean J. Apic. 9: 5-10.
- Buchmann, S.L. 1996. Competition between honey bees and native bees in the Sonoran Desert and global bee conservation issues, in The Conservation of Bees, A. Matheson *et al.* eds. New York: Academic Press, pp. 125-142.
- Chang, Y.D., M.Y. Lee, Y.N. Youn. 1994. Visiting Pattern and control of Giant Hornet, *Vespa mandarinia* (Hymenoptera: Vespoidea), in Apiary. Korean J. Apic. 9: 178-180.
- Choi, S.Y., K.S. Woo, Y.S. Kim. 1986. Questionary Survey on the Varroa Mites in Korean Beekeeping. Korean J. Apic. 1: 62-75.
- Choi, K.S., J.W. Lee and S.K. Lee. 2001. Indoor-wintering of *Apis mellifera* in Korea. I . Indoor-wintering of *Apis mellifera* in Yeong-ju 1997-1998. Korean J. Apic. 16: 77-82.
- Choi, M.B., K.K. Jeong and J.W. Lee. 2013. Checklist and Distribution of Korean Vespidae Revisited. Korean J. Appl. Entomol. 52: 85-91.
- Han, J.H. 2015. A Study on Management of Apiary and Main Factors for Developing the Beeping Industry in Korea. Korean J. Apic. 30: 127-133.
- Hong, I.P, M.Y. Lee, S.O. Woo, H.S. Sim, Y.S. Choi, S.M. Han, H.K. Kim, K.H. Byeon, N.S. Kim and M.Y. Lee. 2013. Prevalence of Honeybee Nosema Disease and Black Queen Cell Viruson Flowering Periods of Robinia pseudoacacia in 2013. Korean J. Apic. 28: 199-203.
- Jung, C., C.Y. Kim, J.M. Park, M. Sagong, K.R. Hoing, J.Y. Jeon and J.K. Yoo. 2014. Species Composition and Seasonal Pattern of Vespa Hornets (Hymenoptera: Vespidae) in Youngju Residential Area, Gyoungbuk. Korean J. Apic. 29: 319-325.
- Jung, C. 2008. Economic value of honeybee pollination on major fruit and vegetable crops in Korea. Korean J. Apic. 23: 147-152.
- Jung, C. 2009. Frame Work of the Adaptive Population Dynamic Model of Varroa Mite in Korean Beekeeping Environment. Korean J. Apic. 24: 67-74.
- Jung, C. 2012. Initial Stage Risk Assessment of an Invasive Hornet, *Vespa velutina nigrithorax* Buysson (Hymenoptera: Vespidae) in Korea. Korean J. Apic. 27: 95-104.
- Jung, C., D. Kim, H.S Lee and H. Baek. 2009. Some Biological Characteristics of a New Honeybee Pest, *Vespa velutina nigrithorax* Buysson, 1905 (Hymenoptera: Vespidae). Korean J. Apic. 24: 61-65.
- Jung, C., M.S. Kang, D. Kim and H.S. Lee. 2007a. Vespidae wasps (Hymenoptera) occurring around apiaries in Andong, Korea I. Taxonomy and life history. Korean J. Apic. 22: 53-62.
- Jung, C., M.S. Kang, D. Kim and H.S. Lee. 2007b. Vespidae wasps (Hymenoptera) occurring around apiaries in Andong, Korea I. Taxonomy and life history. Korean J. Apic. 22: 53-62.

- Kim, A.S., S.E. Kim and G.W. Kim. 2011. Analysis of honeybee-keeping management skills leven in Korea. *Journal of animal science and technology*. 53: 59-66.
- Kim, B.S. and C. Jung. 2015. Design and Implementation of Clud Based Realtime Temperature and Humidity Monitoring System of Honey Bee Colony. *Korean J. Apic.* 30: 263-267.
- Kim, D. and C. Jung. 2007. Current Status of Beekeeping Industry in Australia and Korea. *Korean J. Apic.* 22: 201-210.
- Kim, J.K., M.B. Choi and T.Y. Moon. 2006. Occurrence of *Vespa velutina* Lepeletier from Korea, and arevisedkey for Korean *Vespa* species (Hymenoptera: Vespidae). *Entomological Research* 36: 112-115.
- Laurent, M.P. Hendrikx, M. Ribiere-chagbert and M. Chauzat. 2015. A pan-European epidemiological study on honeybee colony losses 2012-2014, EBLOBEE: 1-44.
- Levin, M.D. 1983. Value of bee pollination to U.S. Agriculture. *Bull. Ent. Soc. Am.* 29: 50-51.
- Lee, M.L., K.H. Choi, S.W. Lee and J.B. Kim. 2008. Physical symptoms of honeybees, *Apis mellifera* L., after contact with residual acephate on apple trees. *Korean J. Apic.* 23: 235-239.
- Lee, M.Y., M.Y. Lee, Y.S. Kim, S.H. Nam, S.J. Chang and C.H. Ryu. 2004. Preliminary Tests of Miticides and Several Natural Compounds for Control of *Varroa destructor*. *Korean J. Apic.* 19: 57-60.
- Lee, M.Y., I.P. Hong, Y.S. Choi, N.S. Kim, H.K. Kim, K.G. L and M.Y. Lee. 2010. Present Status of Korean Beekeeping Industry. *Korean J. Apic.* 25: 137-144.
- Lim, B.H., M.L. Lee and K.S. Woo. 1989. Studies on the control of Hornet Bees (*Vespa* spp.) by Feeding Attractants. *Korean, J. Apic* 4: 19-33.
- Mattila, H.R., J.L. Harris and G.W. Otis. 2001. Timing of production of winter bees in honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Insectes soc.* 48: 88-93.
- Nathalie, A.S., R. Karen, E.W. Michael, M.C. Dewey, J.L. Eugene, S.P. Jeff, R. Robyn, A.S. John, R.T. David, T.W. James and D. vanEngelsdorp. 2014. A national survey of managed honey bee 2012-2013 annual colony losses in the USA: results from the bee informed partnership. *Journal of apicultural research*. 53: 1-18.
- Oh, D.H. and J.R. Park. 2002. Studies on present status of oriental bee keeping and quality of oriental bee honey. *Korean J. Apic.* 17: 59-68.
- Roubik, D.W. 1995. *Pollination of cultivated plants in the tropics*. FAO, ASB. No. 118, Rome. 198pp.
- Sampat, G. and C. Jung. 2016. Global honeybee colony trends is positively related to crop yields of medium pollination dependence. *Korean J. Apic.* 31: 85-95.
- Sim, H., M. L. Y. Choi, H. Kim, I. Hong, S. Woo, K. Byeon and M. Lee. 2014. Pattern of Emergence of *Vespa velutina nigrithorax* Buysson (Hymenoptera: Vespidae) on Spring in South Part of Korea. *Korea J. Apic.* 29: 353-358.
- Shim, J.H. and Y.H. Kim. 2001. Effect of insecticides on the activity of esterases in the honey bees. *Korea J. Apic.* 16: 9-18.
- Stabentheiner, A., H. Kovac and R. Brodschneider. 2010. Honeybee colony thermoregulator regulatory mechanisms and contribution of individuals in dependence on age, location and thermal stress. *PLoS ONE* 5(1): e8967. doi:10.1371/journal.pone.0008967.
- Tautz, Jurgen. 2008. *The buzz about bees. Biology of a superorganism*. Springer. pp. 284.
- vanEngelsdorp, D., J.D. Evans, C. Saegerman, C. Mullin, E. Haubruge, B.K. Nguyen, M. Frazier, J. Frazier, D. Cox-Foster, Y. Chen, R. Underwood, D.R. Tarpy and J.S. Pettis. 2009. Colony Collapse Disorder: A Descriptive Study. *PLoS ONE* 4: e6481.
- Yi, H. and C. Jung. 2010. Colony Temperature Regulation by the European Honeybee (*Apis mellifera* L.) in Late Summer in Temperate Region. *Korean J. Apic.* 25: 1-7.
- Yoo, M.S. and B.S. Yoon. 2009. Incidence of Honeybee Diseases in Korea 2009. *Korean J. Apic.* 24: 273-278.