



The Seasonal Monitoring Survey of Vespa Hornets for Developing Automatic Monitoring System

Bo-Sun Park, Yong-Soo Choi, Eun-jin Kang, Heegeun Park, Olga Frunze, DongWon Kim*

Department of Agricultural Biology, National institute of Agricultural Sciences

ABSTRACT

The damage of wasps in the beekeeping industry is increasing, but there are limitations in continuous control and monitoring. This study was conducted for the purpose of collecting basic data for the development of automatic monitoring system for occurrence status of wasps. The survey was conducted over a total of three years from 2018 to 2020, and once a week from April to November when wasps start to occur. As a result, 494 were collected in 2018, 1272 in 2019, and 795 in 2020, a total of 2561 wasps were captured, and after divided them according to date, attractant agent, and habitat, and then cluster analysis was performed on them. As a result, in 2018, *Vespa ducalis* and *Vespa analis parallela*, in 2019, *Vespa velutina nigrithorax* and *Vespa mandarinia*, and in 2020, *Vespa analis parallela* and *Vespa velutina nigrithorax* were dominant and subdominant species, respectively. It was confirmed that the *Vespa velutina nigrithorax* (28%) and *Vespa analis parallela* (23%) were dominant for three year. We monitored the Yellow-legged wasp, an invasive species that has become a problem each year, and as a result, queen bees occur from early May to early June. It was confirmed that the peak period was achieved from middle of September to middle of October. It is expected that the results of this study can be used as basic data that can be used to refer to considerations such as habitats, target species, attractant agent, and monitoring period to be equipped in the monitoring system when constructing an automated wasp monitoring system.

© 2020 KKITS All rights reserved

KEYWORDS Honeybees, Wasps, *Vespa velutina nigrithorax*, Automatic monitoring, Control

ARTICLE INFO: Received 7 October 2020, Revised 13 October 2020, Accepted 13 October 2020.

*Corresponding author is with the Department of Agricultural Biology, National institute of Agricultural

Sciences, RDA, Wan-ju 55365, Republic Korea.
E-mail address: dongwonkim@korea.kr

1. 서론

양봉산업에서 크게 발생하는 해충으로는 기생성 응애류와 꿀벌부채명나방 등의 나방류, 그리고 포식성 말벌류가 주를 이룬다[1]. 이 중에서도 최근에는 말벌류에 의한 꿀벌의 피해가 급증하고 있다[2]. 우리나라에 서식하는 말벌 속(genus *Vespa*)은 2 아종을 포함한 총 10종이 보고되고 있고[3], 이들 중, 말벌류의 피해로는 장수말벌과 등검은말벌의 피해가 심각하게 나타나는데, 장수말벌은 한 마리가 분당 40여 마리의 꿀벌을 죽일 수 있으며, 30-40 마리의 장수말벌이 수만 마리 꿀벌 집단을 몰살하는 것을 불과 몇 시간 밖에 걸리지 않는다[4]. 등검은말벌은 중국의 윈난 지역을 원산지[5]로 하여 2003년에 최초로 국내에서 발견[6]되어 현재 전국으로 확산되고 있는 외래유입종으로, 2004년에는 프랑스에서도 발견이 되어 전국적으로 확산되고 있고[7], 인접국가인 일본에서도 2015년에 본토에서 등검은말벌의 발생이 확인된 바 있는 심각한 종이다[8].

등검은말벌은 벌집 안으로 직접 침투하는 장수말벌과는 달리, 외역에서 돌아오는 꿀벌을 한 마리씩 낚아채기 때문에[1] 꿀벌들이 이에 대한 피해를 줄일 수 있는 방법이 마땅히 없어 피해가 지속적으로 발생하고 있다. 양봉농가에서는 말벌의 피해가 가을철 봉군 유지에 큰 장애로 작용하고 있는 실정이다[9]. 더욱이 양봉농가들은 꿀벌 봉군을 산간지 인근에 배치하기 때문에 봉군의 활력, 상태, 해충 또는 외적의 침입 등에 대한 실시간 정보 접근이 어려운 단점이 있다[9].

이러한 실시간 정보 접근의 편의성 증대 및 기술의 고도화를 위하여 최근 스마트 팜 기술을 양봉산업에 적용시키고자 하는 시도가 학자들 사이에서 이루어지고 있다. 봉군 내의 상태를 진단하기 위하여 봉군 내 27개의 온도센서로 봉군 내

온도의 3차원 분포를 분석하고 ICT(Information and Communication Technology) 기술과 융합하여 온도와 습도를 자동측정하여 전송하는 시스템 구현[10]이나 말벌 영상 관련 딥러닝, 주파수 이용 경보 시스템 등의 개발되고 있다.

2017년 Kim의 연구에서는 장수말벌의 비행과 동 분석을 통한 말벌 경보 시스템의 프로토타입이 개발되기도 하였다[9]. 당시 연구에서는 말벌 경보 시스템의 유효성을 입증하였지만, 실내에서의 제한된 실험이었으며, 시스템에 대한 정확도 향상의 필요성에 대하여 언급하였다[9].

말벌 발생 모니터링을 통한 말벌 발생 시기 진단 등의 기초자료를 수집하고 이를 시스템에 적용하면 보다 정확한 진단이나 정확성을 높일 수 있을 것이라 기대할 수 있으며, 또한 말벌 자동화 모니터링 시스템 개발에도 기초자료로 사용될 수 있을 것이라 판단하여 본 연구를 수행하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 위치선정

조사는 전라북도 완주군 농생명로 166에 위치한 국립농업과학원에서 실시하였다. 토종꿀벌 사육장과 서양꿀벌 사육장, 그리고 서양꿀벌 사육장과 인접한 곳에 위치한 산림 세 지점에서 조사를 실시 하였다. 2009년과 비교하여, 서양꿀벌 사육장의 경우, 지형적 변화가 있었지만, 산림부나 토종꿀벌 사육장의 경우, 10년 이상 존재하던 산림이 자리잡고 있다.

2.2 조사기간



그림 1. 조사지 개황 (좌:2009년 위성지도, 우:2020년 위성지도),
A. 양봉장, B. 산림부, C. 토봉장

Figure. 1. Collecting sites (left: satellite map of 2009 year, Right: Satellite map of 2020 year), A. Apiary of *A. mellifera*, B. Forest, C. Apiary of *A. cerena*.

조사는 2018년 5월1일부터 11월 6일까지, 2019년 4월 17일부터 11월 7일까지, 2020년 4월 6일부터 9월 21일까지 매주 1회씩 총 3년에 걸쳐 수행하였다. 태풍과 같은 천재지변의 영향을 받은 경우에는 조사 날짜를 조정하였다.

2.3 말벌류 발생량 조사

양봉꿀벌 사육장, 산림부, 토종꿀벌 사육장 각각에 말벌트랩을 6개씩 배치하여, 말벌 발생량을 모니터링 하였다. 말벌 포획을 위하여 유인액을 사용하였으며, 유인제는 조사지점당 트랩 6개 중, 3개씩 나누어 유인 물질을 달리하여 설치하였다. 유인제의 성상은 2018년에는 상업용 유인제A (장수말벌 유인용 500ml)와 꿀벌 페로몬 유인액을 사용하였으며, 2019년에는 유인제 A(장수말벌 유인용 500ml)와 포도주+가루식초(포도주 500ml+가루식초 약 20g) 를 사용하였다. 2020년에는 상업용 유인제B (등검은말벌 유인용 500ml)와 포도주+가루식초(포도주500ml+가루식초 약 20g)을 사용하였다.

2.4 서식처 조사

환경조사를 위하여 기상청 기상자료개방포털

의 종관기상관측(ASOS)서비스[11]를 이용하였다. 조사기간 동안의 평균기온($^{\circ}$ C), 평균상대습도(%), 월강수량합(mm), 평균풍속(m/s)를 확인하였다. 관측지점은 전주관측소(N35.84092, E127.11718, Alt 60m)의 자료를 이용하였다. 인터넷 위성사진을 활용하여 각 조사지역 반경 100m를 격자(10m x 10m)로 나누어, 산림의 비중이 어느 정도를 차지하는지 분석하였다.

2.5 군집분석

각 지점별 트랩에 채집된 말벌류의 군집분석을 하기 위하여 다음의 생물지수 분석방법을 이용하였다.

1) 우점도지수(Dominant index) - 제 1우점종과 제 2 우점종을 선정하여, 우점도지수를 산출 (McNaughton, 1967)

2) 다양도지수(Diversity index) - Margalef (1958)의 정보 이론에 의하여 유도된 Shannon-Weaver function (H')을 Lloyd & Gheraldi 가 변형한 공식을 사용(Pielou, 1975)

3) 종풍부도 (Richness index) - Margalef (1958)의 지수를 이용

2.5 통계분석

유인물질별, 서식지별 말벌류의 포획률 평균의 차이는 Oneway ANOVA test 를 이용하였으며, 사후 검정은 DMART(Duncan's Multiple Range test)를 이용하였다(SAS 9.4 Inc., 2008).

3. 실험결과

3.1 조사지별 서식처 분석

실험기간 내 환경으로 2018년(4월- 11월) 평균 기온 21.1° C, 평균 상대습도 78%, 평균 월 강수량 160mm, 평균풍속 1.68m/s, 2019년(4월- 11월) 평균 기온 20.7° C, 상대습도 80%, 평균 월 강수량 113mm, 평균풍속 1.54m/s, 2020년(4월- 9월) 평균 기온 20.9° C, 평균 상대습도 73%, 평균 월 강수량 256.8mm, 풍속 1.65m/s로 조사되었다. 조사지점 반경 100m 내의 경관 요소 중, 산림의 비율을 비교한 결과, 산림부(Fig.1B)의 산림비율 100%, 토종꿀벌 사육장(Fig.1C)의 산림비율 59%, 서양꿀벌 사육장(Fig.1B)의 산림비율 41%로 확인되었으며, 산림부는 소나무와 밤나무가 혼재되어 있고, 토종꿀벌 사육장은 밤나무를 포함한 참나무류가 우점하고 있는 혼효림으로 확인되었다. 서양꿀벌 사육장의 경우, 서양꿀벌의 밀원수 식재에 의한 밤나무, 아까시나무, 헛개나무 등의 다양한 밀원수가 식재되어 있는 것을 확인하였다.

3.2 시기별 말벌류 발생 조사

표1. 말벌류 발생조사 군집분석 결과 (2018년 - 2020년)
Table 1. Cluster analysis results of wasps monitoring survey (2018-2020)

Year	2018	2019	2020	Total
Species	7	7	5	7
Individuals	494	1272	795	2561
Dominant species	<i>Vespa ducalis</i>	<i>Vespa velutina nigrithorax</i>	<i>Vespa analis parallela</i>	<i>Vespa velutina nigrithorax</i>
Subdominant species	<i>Vespa analis parallela</i>	<i>Vespa mandariniana</i>	<i>Vespa velutina nigrithorax</i>	<i>Vespa analis parallela</i>
Dominance rate(%)	43.522	41.745	39.119	27.645
Subdominance rate(%)	25.101	15.723	19.874	22.96
Dominant Index	0.686	0.575	0.59	0.506
Diversity Index	1.481	1.599	1.491	1.687
Richness Index	0.967	0.839	0.599	0.765

꿀벌 사육장 주변에 대한 3개 지점을 대상으로

총 3차년도 (2018, 2019, 2020)에 걸쳐 조사를 실시하였으며, 조사 결과, 3년동안 총 2561마리의 말벌류를 채집하였으며, 매년 평균 854마리가 채집되었다. 연도별로는 2018년에 7종 494개체, 2019년에 7종 1272개체, 2020년에 5종 795종으로 2019년에 가장 많은 개체가 포획되었다.

3년동안 채집된 개체들 중 주요종으로는 등검은말벌(*Vespa velutina nigrithorax*)(28%), 좁말벌(*Vespa analis parallela*)(23%) 순으로 우점하여 출현하는 것으로 확인되었다. 연도별로는 2018년에 꼬마장수말벌(44%), 좁말벌(25%), 2019년에 등검은말벌(42%), 장수말벌(16%), 2020년에 좁말벌(39%), 등검은말벌(20%) 순으로 우점하는 것으로 확인되었다(Table.1).

3.3 말벌류 발생시기 분석

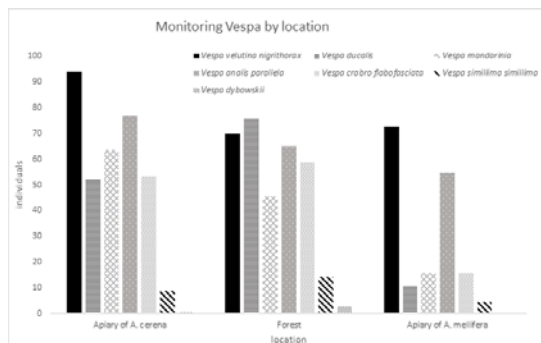


그림 2. 조사지별 말벌류 모니터링 조사 결과
Figure. 2. A result of Monitoring Vespa wasps by collecting sites

말벌류의 발생 시기로는 꼬마장수말벌의 경우, 최초 발생은 5월 말경에 확인이 되었으며, 산림 비율이 높은 토종꿀벌 사육장과 산림부에서 주로 발생하는 것을 확인하였으며, 서양꿀벌 사육장에서 현저하게 적게 발생하였다. 2018년에는 꼬마장수말벌이 8월 중순에서 9월 초까지 최성기를 나타내는 것을 알 수 있었다.

좀말벌의 경우, 4월초에 최초 발생하여 소수의 개체들이 확인되다가, 8월 중순부터 개체수가 많아지기 시작하여, 9월중순에 최성기를 이루고 10월까지도 관찰이 되었으며, 토종꿀벌 사육장에서 가장 많은 개체가 확인되었다.

말벌의 경우, 4월 말에 최초 발생하여 꾸준히 발생이 되다가 9월 초가 되면 최성기를 보이며, 주로 양봉장 인근 산림부에서 가장 많은 개체가 확인되었다.

장수말벌의 경우, 5월 초중순에 최초 발생하여 드물게 나타나다가, 8월 중순부터 개체수가 많아지다가 9월 초와 중순 사이에 최성기를 이루고 10월 초까지 활발하게 나타나며, 주로 토종꿀벌 사육장에서 가장 많은 개체가 확인되었다.

3.4 유인물질별 말벌류 발생 분석

유인물질별 트랩을 비교분석한 결과, 2018년 유인물질로 사용한 유인제A와 꿀벌페로몬유인제의 경우, 꼬마장수말벌, 털보말벌, 검정말벌이 꿀벌 페로몬유인제에서 더 많은 개체가 포획되었으며, 좀말벌, 말벌, 장수말벌, 등검은말벌은 유인제 A에서 더 많이 포획되는 것을 확인하였다. 통계적으로 유의미한 결과는 얻을 수 없었다.

2019년에 유인물질로 사용한 유인제A와 포도주+가루식초의 경우, 통계적으로 유의미하지는 않지만, 유인제A에서 더 많은 개체들이 확인되었으며, 2020년에 유인물질로 사용한 유인제B와 포도주+가루식초의 경우, 통계적으로 유의미하지는 않지만, 유인제B에서 더 많은 개체들이 확인되는 것을 확인하였다.

3.5 등검은말벌 발생 조사

등검은말벌의 경우, 외래유입종으로 2003년 부

산에서 처음으로 확인[6]된 이후, 매년 평균 9.4km씩 전국으로 확산되고 있으며[12] 꿀벌에게 심각한 피해를 주는 종이기 때문에 본 연구에서 중점적으로 분석하였다. 등검은말벌은 4월 초부터 6월 중순까지 여왕벌이 출현하면서 발생하였으며, 6월 말까지 드물게 출현하다가 9월 초에서 중순경부터 발생량이 증가하기 시작하여 10월 중순경에 최성기를 이루는 것을 확인하였다. 장소별로 확인한 결과, 여왕이 나오는 시기인 4월부터

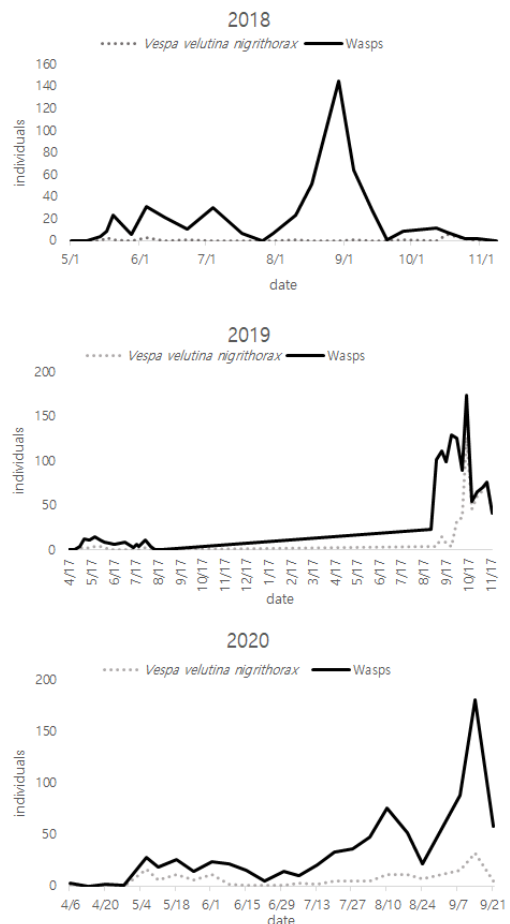


그림 3. 전체 말벌류 포획량과 등검은말벌 포획량 비교
Figure. 3. Comparison captured individuals of total wasps and Vespa velutina nigrithorax

터 6월까지의 서양꿀벌 사육장에서 다른 지점보다 낮은 빈도로 출현하였다. 8월이 되면서 서양꿀벌 사육장으로 출현하는 빈도가 높아지다가 9월 중순에서 10월 중순에 최성기를 보일 때는 토종꿀벌 사육장이나 산림부 보다 높은 출현 빈도를 보이는 것을 확인하였다. 또한 같은 시기에 인접부인 산림부와 유사한 피크를 보이는 것을 확인할 수 있었다.

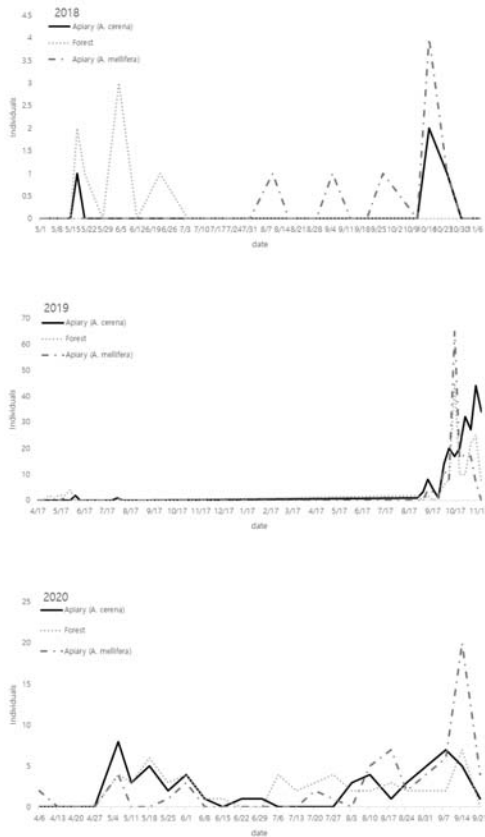


그림 4. 조사지별 등검은말벌 모니터링 조사 결과
Figure. 4. A result of Mointoring *Vespa velutina nigrithorax* by collecting sites

3. 결론

2018년부터 2020년까지의 말벌류 발생 조사를 통하여 현재 양봉농가에서도 피해를 호소하고 있는 등검은말벌이 가장 많이 발생하는 것을 확인하였다. 등검은말벌이 최초 발견된 2003년 이후, 부산 및 경남 지역을 중심으로 느린 속도로 확산되고 있었으나[13], 실험이 진행된 전라북도 지역에서도 정착을 한 것을 보여진다. 특히, 2019년에는 등검은말벌이 41.7% 우점률을 보였으며 동시에 가장 많은 개체들이 포획되는 것으로 보아 2019년에 대발생을 한 것으로 판단된다. 국내에서는 장수말벌의 서식으로 등검은말벌의 확산을 우려하지 않았으나, 현재 전국적으로 서식지를 확대해 나가고 있다[14]. 인접국가인 일본에서도 2015년에 본토에서 등검은말벌의 발생이 확인된 바 있다[8].

등검은말벌 발생은 봄철 여왕벌이 출현하는 시기에는 서양꿀벌 사육장에서 꿀벌의 피해를 거의 나타내지 않았지만, 여름에서 가을로 넘어가는 8월부터 피해가 시작되어 9월에 피해가 극대화 되는 것을 알 수 있었다. 이 때, 산림부에서의 출현 양상과 유사하게 나타났지만, 오히려 서양꿀벌 사육장에서 더 많은 개체수가 채집이 되었다. 이를 통하여 등검은말벌들이 양봉꿀벌을 사냥하기 위하여 주변 산림부에서 유입이 되는 것이라고 추측할 수 있다. 서양꿀벌 사육장 주변으로 조성된 산림지형은 밀원수로 사용하기 위하여 식재한 헛개나무, 아까시나무, 밤나무가 대부분이며 수목의 대부분이 유목이기 때문에 다소 높은 곳에 집을 짓는 등검은말벌의 습성에는 적합하지 않은 지형이다. 따라서 수령이 10년 이상된 밤나무가 밀생하고 있는 산림부에서 내려왔을 가능성이 크다.

이러한 등검은말벌 발생 방제를 위하여 꿀벌의 추출물을 이용하여 여왕벌 유인효과를 확인 [14]하고 여왕벌을 방제[15]하는 등의 연구가 수

행된 바 있지만, 봄철 포획된 개체를 제외하고 대부분 개체들이 일벌들이었기 때문에, 사용된 유인제로는 시중에 판매되고 있는 말벌 유인제에서 가장 많은 개체가 포획이 되는 것을 확인하였다. 이 밖에도 목초, 포도주, 흑맥주 조성액 중 포도주를 사용하였을 때 등검은말벌이 가장 잘 유인이 된다는 연구결과[16]가 있지만, 더욱 효과적으로 포획할 수 있는 유인 물질을 발굴하는 노력이 필요할 것으로 여겨진다.

2018년에는 말벌류가 8월 중순부터 포획개체수가 많아지기 시작한 반면, 2019년과 2020년에는 8월 말부터 개체수가 급격하게 증가하는 모습을 볼 수 있었다. 등검은말벌의 경우에도 19년도에 포획된 개체에 비해서 다른 연도에서는 급격하게 개체수가 늘어나는 모습을 보이지 않았다.

2015년 연구결과에 따르면, 등검은말벌의 출현 시기가 10월 중순쯤부터 개체가 증가하기 시작하여 11월에 최성기를 기록하는 등의 결과[17]로 보아, 말벌의 출현 시기 및 장소에 경향성이 나타나기는 하지만, 매년 기상요인이나 기타 요인들에 의해서 계속해서 추세가 다르게 나타나기 때문에 말벌류에 대한 모니터링 시스템의 자동화 및 고도화 구축이 필요하다고 판단된다. 현재까지의 연구로는 클라우드 기반 실시간 봉군 운습도 모니터링 구현[10], 꿀벌 봉군 적용형 온도 데이터 로거 구현[18], 장수말벌 공격 조기 경보 시스템 설계 및 시연[9], 말벌과 꿀벌의 주파수 특성[19], ICT 기반 이중 적외선 센서를 이용한 자동 꿀벌 이출입 모니터링 시스템[20], 데이터 퓨전 이용 양봉 분봉 예측[21], 말벌 영상인식을 위한 딥러닝 평가[22] 등이 있다. 추후 연구에서는 말벌류 모니터링을 위한 자동화 시스템이나 말벌 발생과 환경인자와의 관계 등에 대한 연구가 필요하며, 본 연구 결과가 말벌류 모니터링 자동화 시스템 구축시, 모니터링 시스템에서 갖춰야 할

서식처, 핵심종, 유인제, 그리고 모니터링 시기 등의 고려 사항 등에 참조할 수 있는 기초 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

References

- [1] C. Jung, D. W. Kim, H. S. Lee, and H. Baek, *Some biological characteristics of a new honeybee pest, Vespa velutina nigrithorax* Buysson, 1905 (Hymenoptera: Vespidae), Korean J. Apic, Vol. 24, No. 1, pp. 61-65, 2008.
- [2] C. Jung, M. S. Kang, D. Kim, and H. S. Lee, *Vespid wasps (Hymenoptera) occurring around apiaries in Andong, Korea I. Taxonomy and life history*, Korean J. Apic., Vol. 22, pp. 53-62, 2007.
- [3] D. Kim, C. Jung, *Study on defensive behavioral mechanism of Vespa hornets by anthropogenic external disturbance*, Korean J. Apic., Vol. 34, No. 3, pp. 181-187, 2019.
- [4] M. S. Oh, *Study on the environment-friendly control of the Vespa Mandarin - I. Group attack prevention by plant cultivation in front of beehives*, Korean J. Apic., Vol. 26, pp. 101-108, 2007.
- [5] E. Kim, J. Seo, S. H. Yang, I. S. Kim, and Y. Koo, *Intestine Bacterial Microbiota of Asian hornet (Vespa velutina Nigrithorax) and honey bee*, Korean J. Apic., Vol. 37, No. 2, pp. 135-140, 2018.
- [6] J. K. Kim, M. B. Choi, and T. Y. Moon, *Occurrence of Vespa velutina Lepeletier from Korea, and a revised key for Korean Vespa species (Hymenoptera: Vespidae)*. Entomological Research, Vol. 36, pp. 112-115, 2006.

- [7] C. Villemant, A. Perrard, Q. Rome, O. Gargominy, J. Haxaire, E. Darrouzet, and A. Rortais, *A new enemy of honeybee in Europe: the invasive Asian hornet Vespa velutina*, In the Proceeding of 10th International Congress of Zoology, 2008.
- [8] Y. N. Minoshima, S. Yamane, and T. Ueno, *An Invasive alien hornet, Vespa velutina nigrithorax du Buysson (Hymenoptera, Vespidae), found in Kitakyushu, Kyushu Island: a first record of the species from mainland Japan*, Japanese Journal of Systematic Entomology, Vol. 21, No. 2, pp. 259-261, 2015.
- [9] B. S. Kim, S. M. Jeong, G. E. Kim, and C. Jung, *Early alert system of Vespa attack to honeybee hive: prototype design and testing in the laboratory condition*, Korean J. Apic., Vol. 32, No. 3, pp. 191-198, 2017.
- [10] B. Kim, and C. Jung, *Design and implementation of cloud based realtime temperature and humidity monitoring system of honey bee colony*, Korean J. Apic., Vol. 30, pp. 263-267, 2015.
- [11] Korea Meteorological Administration, *Automated Synoptic Observing System (ASOS)*, data.kma.go.kr, 2018-2020.
- [12] J. J. Park, and C. Jung, *Risk prediction of the distribution of invasive hornet, Vespa velutina nigrothorax in Korea using CLIMEX model*, Korean J. Apic., Vol. 31, No. 4, pp. 293-303, 2016.
- [13] M. B. Choi, S. J. Martin, and J. W. Lee, *Distribution, spread and impact of the invasive hornet Vespa velutina in South Korea*, Korea journal of Asia Pacific Entomology, Vol. 15, pp. 473-477, 2012.
- [14] Y. S. Choi, M. L. Lee, M. Y. Lee, H. K. Kim, M. Y. Yoon, and A. R. Kang, *Trapping of Vespa velutina nigrithorax Buysson (Hymenoptera: Vespidae) queen near apiaries honeybee comb extract in South region of Korea*, Korean J. Apic., Vol. 3, No. 4, pp. 281-285, 2015.
- [15] E. J. Kang, M. L. Lee, M. Y. Lee, H. K. Kim, and Y. S. Choi, *Attractive effect using honeybee extraction against Vespa velutina nigrithorax Buysson (Hymenoptera: Vespidae) queen*, Korean J. Apic., Vol. 31, No. 3, pp. 195-199, 2016.
- [16] H. S. Sim, M. L. Lee, Y. S. Choi, H. G. Kim, I. P. Hong, S. O. Woo, K. H. Byeon, and M. Y. Lee, *Pattern of emergence of Vespa velutina nigrithorax Buysson (Hymenoptera: Vespidae) on spring in south part of Korea*. Korean J. Apic., Vol. 29, pp. 353-358, 2014.
- [17] J. S. Jeong, A. R. Wang, S. Y. Jeong, J. S. Kim, M. J. Kim, E. J. Hwang, J. G. Lee, I. S. Kim, and I. Kim, *Efficacy test of new attractant for the yellow-legged hornet, Vespa velutina (Hymenoptera: Vespidae)*, Trends in Agriculture and Life Sciences, Vol. 56, pp. 36-45, 2018.
- [18] B. Kim, *Design and implementation of adaptive temperature data logger for honey bee hive*, Korean J. Apic., Vol. 30, pp. 259-262, 2015.
- [19] G. Kim, Kim, D. G. Paeng, and Y. K. Lim, *Acoustic Measurements of wasp and honey bees with their frequency characteristics*. Korean J. Apic., Vol. 34, pp. 7-13, 2019.
- [20] J. D. Son, S. Lim, D. I. Kim, G. Han, R. Ilyasov, U. Yunusaev, and H. W. Kwon, *Automatic bee-counting system with dual*

infrared sensor based on ICT, Korean J. Apic., Vol. 34, pp. 47-55, 2019.

- [21] K. H. Kwon, H., J. S. Kim, and H. B. Lee, *Forecast of bee swarming using data fusion and LSTM*, Journal of Digital contents society, Vol. 20, 1-6, 2019.
- [22] C. H. Lee, Y. J. Jeong, T. Kim, J. H. Park, S. Bak, and C. Jung, *Performance comparison of deep convolutional neural networks for Vespa image recognition*. Korean J. Apic., Vol. 34, pp. 207-215, 2019.

자동화 모니터 및 개발을 위한 등검은말벌 발생 현황 조사

박보선, 최용수, 강은진, 박희근, 율가프런제, 김동원

농촌진흥청 국립농업과학원 잠사양봉소재과 농업연구사

요 약

양봉 산업에서 말벌의 피해는 점점 커지고 있지만, 지속적인 방제나 모니터링에 한계가 있는 실정이다. 본 연구는 말벌 발생의 자동화 모니터링 기술 개발을 위한 기초자료를 수집할 목적으로 수행되었으며, 이를 위하여 말벌의 발생 현황 조사를 수행하였다. 조사는 2018년부터 2020년까지 3년에 걸쳐 수행되었으며, 말벌이 발생하기 시작하는 4월부터 월동하기 전인 11월까지 주 1회씩 모니터링 하였다. 그 결과, 2018년 494마리, 2019년 1272마리, 2020년 795마리로, 총 2561마리의 말벌류를 포획하였으며, 조사지별, 유인제별, 날짜별 데이터를 정리한 후, 이에 대한 군집분석을 수행하였다. 그 결과, 18년에는 꼬마장수말벌, 좀말벌, 19년에는 등검은말벌, 장수말벌이, 2020년에는 등검은말벌, 좀말벌이 각각 우점종과 아우점종으로 차지하였고, 3년동안 등검은말벌(28%)과 좀말벌(23%)이 우점하여 나타나는 것을 확인하였다. 해마다 문제가 되고 있는 외래 유입종인 등검은말벌에 대하여 모니터링 하였으며, 그 결과 등검은말벌이 5월 초에서 6월 초순까지 여왕벌이 발생하며, 꾸준히 발생이 지속되다가 9월

중순부터 발생량이 많아지면서 10월에 최성기를 이루는 것을 확인하였다. 본 연구 결과가 말벌류 모니터링 자동화 시스템 구축시, 모니터링 시스템에서 갖춰야 할 서식처, 타겟종, 유인제, 그리고 모니터링 시기 등의 고려 사항 등에 참조할 수 있는 기초 자료로 활용될 수 있을 것이라고 기대된다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 국립농업과학원 등검은말벌 생태 및 종합적 방제기술 개발(PJPJ01354702)의 지원에 의해 이루어진 것임.



Bo-sun Park received the received the Ph.D. degree in the Department of Life Science from Incheon National University in 2019. His current research interests include insect taxonomy.

E-mail address: crambinae@korea.kr



Yong-Soo Choi received the received the Ph.D. degree in the Department of Life Science from Dong-A National University in 2007. His current research interests include honeybee breeding.

E-mail address: beechoi@korea.kr



Eun-Jin Kang received the received the Ph.D. degree in the Department of Life Science from Chungnam National University in 2012. His current research interests include honeybee pest.

E-mail address: kangeunjin1@korea.kr



Heegeun Park received the received the Ph.D. degree in the Department of Life Science from Dong-A National University in 2019. His current research interests

include honeybee beekeeping.

E-mail address: phg1314@korea.kr



Olga Frunze received the received the Ph.D. degree in the Department of Natural Science from Russia. His current research interests include honeybee protein.

E-mail address: frunzeo1@korea.kr



Dongwon Kim received the bachelor's degree in the Department of Agriculture Biology from the Andong National University in 2006. He received the M.S. degree

and the Ph.D. degree in the Department of Agriculture Biology from Andong National University in 2009 and 2016, respectively. His current research interests include honeybee ecology, smart farm system.

E-mail address: dongwonkimj@korea.kr