

꿀벌 외래 해충, 작은벌집밀빠진벌레(*Aethina tumida* Murray, 1867)의 초기 발견 봉장 내 공간 분포 특성

홍석민¹ · 정철의^{1,2}

¹안동대학교 대학원 생명자원과학과, ²안동대학교 식물 의학과

Spatial Distribution Patterns of a Newly Invaded Honeybee Pest, *Aethina tumida* Murray, 1867 (Coleoptera: Nitidulidae) in an Apiary Where it was First Detected

Seokmin Hong¹ and Chuleui Jung^{1,2}

¹Department of Bioresource Sciences, Graduate School, Andong National University, Andong 36729, Republic of Korea

²Department of Plant medicine, Andong National University, Andong 36729, Republic of Korea

(Received 20 June 2017; Revised 18 September 2017; Accepted 19 September 2017)

Abstract

Small hive beetle (SHB, *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae) is a honeybee pest infesting combs and stores inside the hive. Contamination of the SHB on *Apis mellifera* colonies were firstly noticed on September 23, 2016, in Miryang City, Gyeongnam Province in Korea. After that, on October 5, 2016, we investigated the spatial distribution of SHB inside the hive and outside soil within the apiary. Total of 169 beehives were observed. We found all stages of SHB inside or outside of hives. 61% of hives infested with the adult SHB still had live honeybees whereas hives containing larval SHB did not have bees, implying colony destruction. In hives with live bees, infestation density was higher as bee population became higher. Coefficient of dispersions (CD) showed significant clumped distribution of infestation among hives. CDs were much higher inside hive than outside soil. Our results indicates SHB could result in honeybee colony collapse if not managed properly. Also even during October, there are new infestation into honeybee colonies and every stage of SHB could still be able to develop. Further detailed analysis of this insect's adaptation in Korean environment could help guide the management strategies of the invaded new pest of honeybee.

Key words: Invasion, Small hive beetle, Clumped distribution, Collapse

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

서 론

생물침입이란 생물이 분포하던 원래의 서식처에서 다른 지역으로 이동하여 정착하는 과정을 일컬으며, 그 과정에서 다양한 생태적 과정과 사회경제적 갈등을 초래하게 된다(Williamson, 1996). 특히 침입생물이 인류의 중요한 자원에 부정적 영향을 끼칠 때 그 대응 방안과 생태적 반응은 좀더 격렬해 지는 경향이 있다. 2016년 9월 23일 경남 밀양지역에서 꿀벌의 중요한 해충으로 알려진 벌집꼬마밀빠진벌레(Small Hive beetle; SHB; *Aethina tumida* Murray)의 피해가 보고되어, 국내 최초로 서식이 확인되었다(농림축산검역검사본부, 2016). 최근 등검은말벌(*Vespa velutina*)의 침입으로 인해 양봉산업이 치명적 어려움을 겪고 있는 와중에 (Kim *et al.*, 2006; Jung, 2012a, b) 새로운 위협요소가 발생하였다. SHB는 사하라 사막 이남 아프리카 지역에서 최초 보고되었으며 원산지에서 지역 꿀벌(*Apis mellifera scutella* 등)에는 큰 피해를 주지 않고 편리 공생관계를 형성하여 왔다(Lundie, 1940; Schmolke, 1974; Hepburn and Radloff, 1998). 그러나, 1998년 6월 미국 플로리다 지역으로 전파되면서 양봉꿀벌(*Apis mellifera* L.)에 큰 피해를 입히면서, 중요한 해충이 되었다 (Elzen *et al.*, 1999; Hood, 2000). 이후 2002년 10월 호주 리치몬드에 있는 양봉장에서도 발견되었으며, 분포가 확대되면서 야생 꿀벌에서도 기생이 확인되었다(Somervill, 2003). 2010년대 유럽 각지로 분포가 확대되었고, 아시아 지역에서는 2014년 6월 필리핀에서 최초 발견되었다(Brion, 2015). 2014년 11월 필리핀 전역 18개 주의 양봉장에서 SHB의 존재 여부 검사 실시되었고, 그 결과 필리핀 전역의 양봉장 중 2군데의 양봉장을 제외하고 모든 지역에서 SHB 양성 반응을 보였다.

SHB는 주로 봉세가 약한 봉군이나 버려진 벌통에서 번식하지만(Lundie, 1940), 봉세가 강한 봉군에서도 번식을 할 수 있다고 알려져 있다(Arbogast *et al.*, 2012). 벌통으로 들어간 SHB 성충은 벌통 내부 틈으로 숨어 꿀벌로부터 자신을 보호한다.

SHB 성충은 더듬이로 꿀벌 큰턱을 문질러 먹이를 토하게 하여 먹이를 섭취한다(Ellis, 2005). 성충 암컷

은 화분 또는 밀봉된 꿀 위에 직접 알을 놓으며, 벌통 내부에 있는 틈이나 밀봉된 봉판을 뜯어 그 안에 알을 낳는다(Ellis, 2005). 한 마리의 암컷 성충은 일생 동안 1000개의 알을 낳을 수 있다(Somervill, 2003). 주변 환경에 따라 알은 3~5일 내에 부화하며(MAAREC, 2015), 일반적으로 유충은 10~14일간 먹이활동을 한 후 방랑단계에 들어가서 번데기가 되기 위해 봉군 밖으로 나온다(Schmolke, 1974). 방랑 단계의 유충은 번데기가 되기에 적절한 환경이 아니라면 적정 조건에 맞는 토양을 찾기 위해 유충은 상당히 오랜 기간 동안 먹이를 섭취하지 않으며 살 수 있다(Schmolke, 1974). 대부분의 SHB의 번데기는 봉군 입구 30cm 내에서 80%의 번데기가 발견된다(Pettis and Shimanuki, 1999). 성충으로 우화한 SHB는 토양에서 나와 번식할 수 있는 벌통을 찾아 다닌다. SHB의 성충은 봉군을 찾기 위해 수 km를 날아갈 수 있다. 봉군이 발견되면 암컷 SHB는 땅에서 나온 지 1주일 만에 알을 낳을 수 있다.

국내에 침입한 SHB에 대해서는 형태적 분류(Lee *et al.*, 2017)와 유전자 마커를 활용한 검출법(Kim *et al.*, 2017; Yoon 2017)이 연구된 바 있다. 그러나 국내 침입한 SHB의 행동특성이나 개체군 특성에 대한 정보는 전무한 실정이다. 본 연구는 SHB 최초 발생 보고된 양봉장에 남아있는 169개의 벌통 내부에 기생하고 있는 유충과 성충의 밀도를 조사하고, 봉군 내 생존하고 있는 꿀벌의 밀도 또는 봉세와의 관계를 파악하였다. 또한 벌통 앞 토양에 서식하는 유충, 번데기와 성충의 밀도를 조사하여, 벌통 내부 개체군 크기와 비교하였다.

재료 및 방법

SHB 조사 지역

SHB는 경상남도 밀양시 무안면 가북 4안길에 위치한 양봉장(35° 30'01.3"N 128° 41'23.1"E)에서 2016년 9월 23일 최초 보고되었다(농림축산검역검사본부, 2016). 해당 양봉장에는 양봉꿀벌, *Apis mellifera* 약 200군 정도가 사육되어 왔다. 2016년 10월 3일 방문 조사 당시, 양봉장에는 169통 중 118통은 거의 폐사단계였

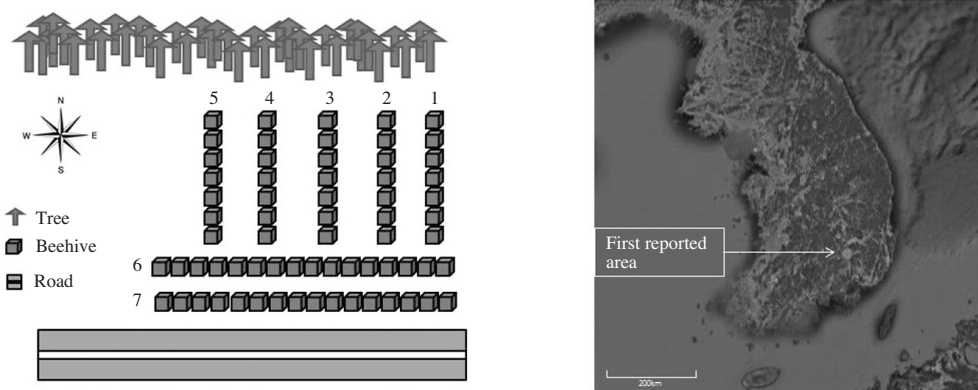


Fig. 1. Honeybee hive arrangement in the studied apiary (left) and the location of the study site (right). In each row, the numbers of bee hives are as followed; 1=18; 2=15; 3=21; 4=21; 5=23; 6=37; 7=34. Map from google.

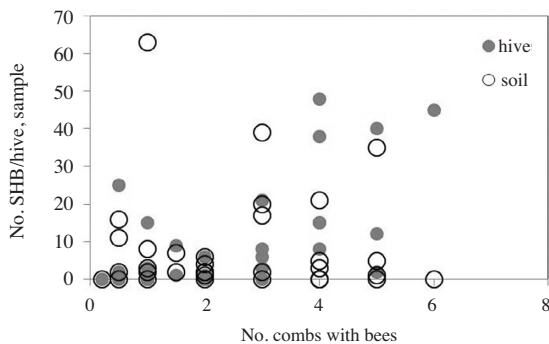


Fig. 2. Numbers of small hive beetle found inside the hive where honey bees were still alive and in the soil in front of those hives.

으며, 아직 꿀벌이 남아있는 나머지 벌통도 봉세가 약하여 등검은말벌의 빈번한 공격이 관찰되었다.

조사 당시 날씨는 평균기온 24.4°C 였으며 상대습도는 83.6%였다. 양봉장은 소나무 숲 가장자리에 위치하여, 벌통이 숲 안쪽에 배치되어 있어, 햇빛이 비치지 않았으며, 토양은 부엽과 낙엽층이 두껍게 깔려 있었다. 양봉장의 뒤쪽은 무덤이고 좌측은 마을, 앞쪽으로는 차도와 논 등이 위치하였다(Fig. 1).

봉군 내·외부 밀도 조사

양봉장에 있는 7개의 열 169개의 벌통에서 봉세 상황, 벌통 내부의 유충과 성충, 그리고 벌통 앞 30cm 내외에서 토양에 서식하는 유충, 번데기, 성충을 조사하였다(Fig. 1). 봉세는 소비 1개를 대상으로 소비 양면이

가득 차 있을 경우를 1로 측정하였다. 봉군 내부의 유충과 성충 수는 벌통 뚜껑을 열고 개포를 들어서 1분 동안 관찰되는 개체 수를 기록하였다.

벌통의 소문 입구에서 30cm 이내에서 번데기의 80%가 발견된다(Pettis and Shimanuki, 1999). 이에 소문 입구에서 30cm 내외에서 깊이 10cm만큼의 토양을 채취하였다. 모종삽을 이용하여 토양을 채취한 후 10L 지퍼팩에 담아 완전히 밀봉한 다음 실험실로 옮긴 후 토양 내부에 있는 성충, 번데기, 유충의 개체 수를 파악하였다.

자료 분석

벌통 내부와 외부에 서식하는 SHB의 공간분포 특성을 파악하기 위하여 열 별 조사 자료를 분산지수(Coefficient of dispersion; $CD = \frac{sd^2}{m}$; m =평균, sd =표준편차)로 변환하고, 변환된 값은 $CD=1$ 이면 임의분포, $CD > 1$ 이면 집중분포, $CD < 1$ 이면 규칙분포로 판단하였다(Cox and Lewis, 1966). 이를 검정하기 위하여 일 표본 t test를 수행하였다. 또한 ANOVA test를 통하여 열 간 밀도 차이가 있는지를 검토하였으며 tukey test를 이용하여 사후검정하였다. 봉세와 SHB의 밀도, 유충과 성충, 또는 번데기 밀도의 관계, 봉군 내부와 외부 개체군의 크기 관계를 상관분석 또는 회귀 분석을 통해 파악하였다. 모든 통계분석은 SPSS statistics, ver. 24를 활용하였다.

Table 1. Density (mean \pm SD) and Coefficient of dispersion (in parenthesis) of small hive beetles found inside the hives and under the soil along the rows of honeybee hive arrangement. Honeybee population was expressed as the number of combs with honeybee attached (mean \pm SD)

Hive arrangement	Inside the hive		Under the soil			Bee population (Combs)
	Larvae	Adults	Larvae	Pupae	Adults	
1	16.7 \pm 70.7 (299.4)	18.3 \pm 28.2 (43.5)	4.7 \pm 9.7 (20.1)	3.7 \pm 8.4 (19.0)	0.7 \pm 2.3 (7.4)	1.8 \pm 2.3
2	7.4 \pm 14.5 (28.3)	23.9 \pm 76.7 (246.1)	7.0 \pm 9.9 (14.1)	3.8 \pm 5.9 (92)	1.4 \pm 1.8 (2.4)	0.4 \pm 1.1
3	9.1 \pm 23.6 (61.3)	7.0 \pm 13.7 (26.9)	6.4 \pm 9.8 (15.1)	7.7 \pm 12.6 (20.5)	1.0 \pm 1.8 (3.3)	0.1 \pm 0.7
4	17.2 \pm 65.3 (248.0)	5.9 \pm 9.8 (16.2)	3.7 \pm 5.0 (6.8)	2.9 \pm 5.0 (11.3)	0.4 \pm 1.0 (2.8)	0.4 \pm 1.2
5	14.2 \pm 42.6 (128.0)	1.2 \pm 3.2 (8.6)	4.0 \pm 6.1 (9.2)	2.8 \pm 5.4 (10.3)	0.9 \pm 1.6 (2.8)	0.3 \pm 0.8
6	25.6 \pm 78.3 (239.4)	1.8 \pm 4.9 (13.6)	4.4 \pm 4.2 (4.1)	4.2 \pm 4.6 (5.0)	0.5 \pm 1.3 (3.2)	0.2 \pm 0.5
7	6.6 \pm 16.2 (39.7)	2.0 \pm 3.4 (5.9)	3.5 \pm 5.0 (7.3)	4.2 \pm 8.0 (15.1)	0.7 \pm 1.1 (1.7)	0.6 \pm 1.2

Table 2. Density (mean \pm SD) of small hive beetles found inside the hives and under the soil relative to the honeybee population size. Honeybee population was expressed as the number of combs with honeybee attached

Bee population (combs)	N*	Inside the hive		Under the soil			Total
		Larvae	Adults	Larvae	Pupae	Adults	
0	135	15.7 \pm 52.2	5.1 \pm 26.7	4.9 \pm 7.2	4.0 \pm 6.8	0.8 \pm 1.6	29.6 \pm 59.9
1	5	0	5.1 \pm 8.9	4.4 \pm 7.6	6.0 \pm 11.4	1.2 \pm 2.2	15.6 \pm 18.1
2	6	0	2.1 \pm 3.4	1.8 \pm 1.8	0.9 \pm 0.8	0.4 \pm 0.7	4.8 \pm 5.1
3	5	0	7.6 \pm 8.1	2.4 \pm 2.7	12.8 \pm 15.7	0.4 \pm 0.9	22.8 \pm 22.6
4	5	0	24.8 \pm 17.2	4.0 \pm 6.3	1.2 \pm 1.6	0.6 \pm 1.3	30.0 \pm 17.5
5	4	75.0 \pm 150.0	38.5 \pm 44.0	4.0 \pm 6.1	6.3 \pm 10.6	0	123.8 \pm 186.7
6	1	0	45.0	0	0	0	45.0

*N represents the number of hives

결과 및 고찰

벌통 내부와 토양에서 SHB의 발육태별 밀도

조사 양봉장에는 169개의 벌통이 있었으며, 벌통 내부에서 1분 동안 조사된 유충은 14.5 \pm 52.2마리, 성충은 6.6 \pm 25.9마리로 나타났다. 유충 밀도가 2배 이상 높았으며(*t*-test, *P*=0.04), 성충은 꿀벌밀도가 낮은 벌통에서는 2.0마리, 높은 곳에서는 23.9마리로 조사되었다(Table 1). 벌통 밖 토양에서는 유충은 4.6 \pm 6.9마리, 번데기는 4.2 \pm 7.5마리, 그리고 성충은 0.8 \pm 1.5마리가 관찰되어, 발육 단계별로 밀도는 큰 차이를 보였다(ANOVA, *df*=2,502, *P*<0.001).

양봉장에 배치되어 있는 169개 벌통 중 135개는 이미 폐사되어, 꿀벌 유충과 성충이 발견되지 않았다. 폐사된 벌통 중 46.6%의 벌통(62) 내부에서 SHB의 유충과 성충이 발견되었으며, 63% 벌통(85)에서는 SHB도 발견 되지 않았다(Table 2). 그 63% 벌통 중 68.3%

벌통(58) 입구 토양에서는 SHB가 발견되었다. 또한 꿀벌이 폐사된 벌통 입구에서 SHB 유충 발견빈도는 72.0%이었으나, 꿀벌이 존재하는 벌통 앞 토양에서는 SHB 발견 빈도가 51.2%이었다. SHB는 벌통 내·외부를 이동하면서 성장발육하며, 벌통 내·외부에서 SHB의 발육 단계별 발생 패턴은 Fig. 2에서 나타났다. 대체로 벌통 내부는 이미 비어 있는 경우가 더 높은 빈도로, 토양에서는 낮은 밀도로 SHB가 발견되는 것을 알 수 있었다.

SHB 발육단계별 공간분포 및 밀도간 연관관계

피해 양봉장에서 7열의 벌통 내부와 외부 토양에서 발육단계별로 SHB의 밀도를 조사하고, 이를 분산지수로 변환한 결과는 Table 1과 같다. 벌통 내부의 유충의 분산지수는 149.1 \pm 112.0(mean \pm SD)로 가장 높았고, 벌통 내부 성충은 51.5 \pm 86.7로 나타났다. 반면 벌

Table 3. Correlation coefficients of different stages of small hive beetles found inside the hives and under the soil with honeybee population

All bee hives	HL	HA	SL	SP	SA
HA	0.09				
SL	-0.11	0.04			
SP	-0.07	0.1	**0.39		
SA	-0.09	0.04	**0.44	**0.37	
BP	**0.22	0.03	-0.09	0.03	-0.1
Hives with living bees	HL	HA	SL	SP	SA
HA	**0.75				
SL	-0.09	-0.11			
SP	0.01	-0.09	**0.57		
SA	-0.18	-0.08	**0.51	0.30	
BP	**0.60	0.28	-0.02	0.01	-0.21

Abbreviations are: H as hive, S as soil, L as larvae, P as Pupae, A as adult, and BP as bee population size.

*Indicates significant correlation between two variables (**, $P < 0.01$).

통 밖 토양에서는 유충은 10.9 ± 5.6 , 번데기는 12.9 ± 5.6 , 그리고 성충은 3.4 ± 1.6 으로 나타났다(t -test, $P < 0.001$, respectively). 벌통 내부에서 분포의 집중도가 훨씬 높았으며, 벌통 밖에서는 번데기의 집중도가 높았으며, 성충이 가장 낮았다(Table 1).

전체 자료를 바탕으로 발육단계별 또는 벌통 내·외부 밀도간의 상관관계를 분석한 결과는 Table 3에 나타났다. 벌통 내에서 발견된 성충과 유충의 밀도간에는 상관관계가 보이지 않았다. 그러나 토양에서 발견된 유충과 번데기, 또는 성충, 토양 번데기와 성충의 밀도 간에는 의미 있는 양의 상관관계를 보여주었다(Table 3). 또한 꿀벌이 살아있는 벌통 즉, SHB 감염이 일어났더라도 꿀벌이 남아있는 벌통 33개만을 대상으로 내·외부 SHB 발육단계별 밀도의 상관관계를 파악한 결과, 봉세가 강할수록 벌통 내부에 성충이 많고, 성충이 많을수록 내부에 유충도 많이 나타났다(Table 3). 또한 벌통 밖 토양에서도 유충, 번데기, 성충간에 모두 양의 상관을 보였다(Table 3). 그러나 벌통 내부와 외부의 SHB 밀도간에는 유의한 상관관계가 나타나지 않았다. 다만, 꿀벌이 살아있는 벌통에서는 봉세가 강할수록 벌통 내 감염 SHB 밀도가 높은 경향이었고, 봉세가 약한 벌통 쪽에서는 토양에서 SHB가 많이 나타나는 경향을 보였다(Fig. 2). 꿀벌이 살아있는 벌통 중 봉세가 3미만의 벌통에서는 내부에 3.5마

리, 외부에서 7.2마리가 발견된 반면, 봉세가 3 이상인 벌통에서는 내부에서 18.6, 외부에서 9.9마리로 내부에 훨씬 많은 개체가 발견되었다(t -test, $P < 0.05$, respectively). 폐사된 벌통에서는 SHB 유충은 충분한 먹이활동을 한 후 땅속에 들어가 번데기가 되었기 때문에 꿀벌이 존재하는 벌통보다 많은 수의 SHB가 토양에서 발견된 것으로 생각된다. 벌통 내부에서 381마리의 성충은 꿀벌이 있는 벌통에서, 나머지 396마리의 성충은 꿀벌이 없는 벌통에서 발견되었다. 벌통 내부 유충의 경우 꿀벌이 없는 벌통에서만 발견되었다. 조사된 양봉장은 이미 SHB에 의해 심각한 피해를 입은 후 방문하였기 때문에 70%의 봉군이 폐사하였으며 남은 봉군도 평균 2.6대로 전체적으로 SHB가 번식하기 좋은 빈 벌통이나 봉세가 약한 봉군으로 이루어져 있었다. 또한 벌이 4매 이상 100% 붙어있는 봉군은 13개 벌통이 있었지만 이곳에서 SHB 성충의 개체수가 가장 많이 관찰되었다(Fig. 2). 이것은 주변 대다수의 봉군이 폐사하여 SHB들이 강한 봉군에 몰려 생긴 현상으로 생각된다. Lundie(1940)는 주로 SHB가 약한 봉군에 침입한다고 하였지만, 밀양에서 관찰된 강한 봉군에 더 많은 SHB 성충들이 벌통 내부에서 관찰된 것으로 미루어 볼 때 피해 양봉장이 SHB에 의해 장기간 피해를 입으면서 강한 봉군도 영향을 받은 것이라 생각된다(Arbogast *et al.*, 2012).

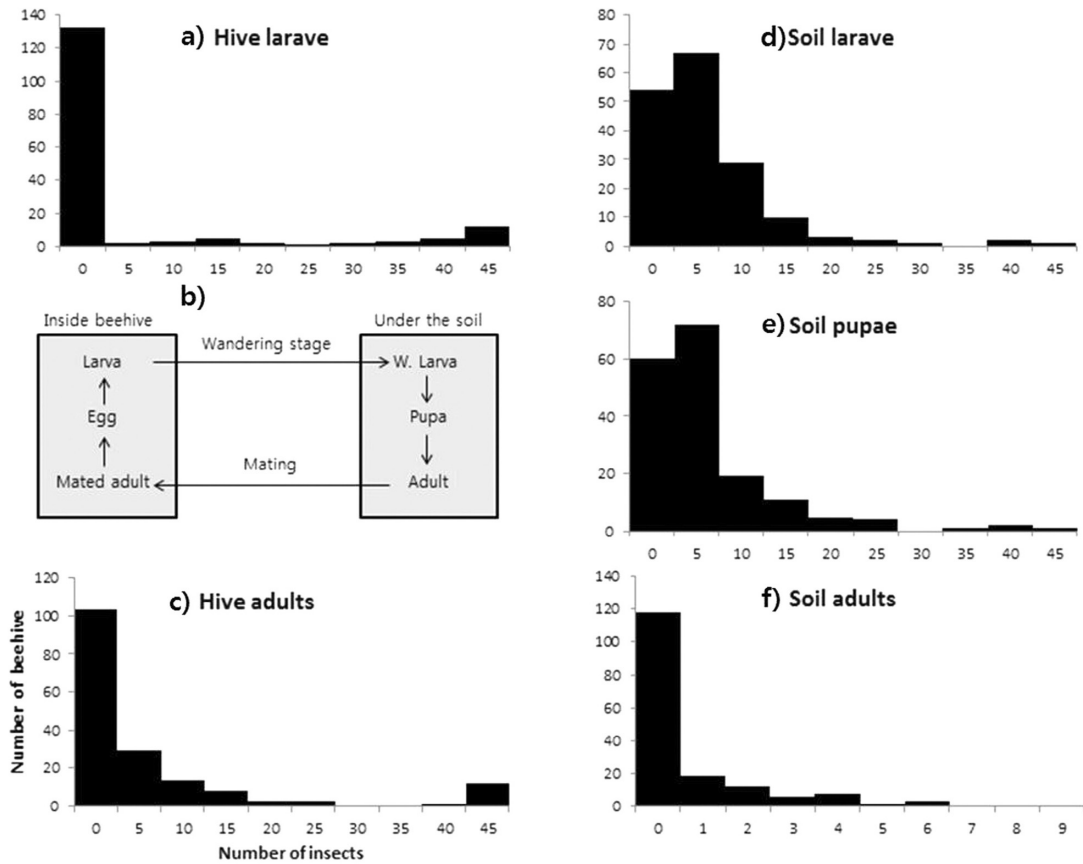


Fig. 3. Histogram of SHB densities found inside the hives (a, c) and soil (d, e, f) relative to developing stages, and schematics of life cycle of small hive beetle (b).

SHB 관리를 위한 검토

벌통 내부 SHB 성충은 무리 지어 집중 분포하는 것이 관찰되었으며, 유충의 경우 성충에 비해 벌통 당 발견되는 수가 적었다(Fig. 2). 전체 벌통 내부 성충과 유충 모두 60% 이상 발견되지 않았는데 SHB의 번식으로 인한 봉군 피해로 꿀벌이 벌통을 버리고 떠나는 현상이 발생한 것으로 생각된다. 벌통 내 꿀벌이 없음으로 잔여 된 먹이자원의 고갈 이후 기존에 있던 SHB 유충들은 토양으로 이동하여 번데기가 되거나 다른 봉군으로 이동하였을 것이며, SHB 성충 또한 새로운 봉군으로 이동하였을 것으로 생각된다.

관찰된 총 개체 수는 벌통 내부에서 유충(2436개체)이 성충(1121개체)에 비해 약 2배(1121:2436)가량 관찰되었으며, 토양 내부의 경우 유충(775마리) > 번데기

(710마리) > 성충(130마리) 순으로 나타났다(Fig. 3). SHB는 꿀벌 소비에 있는 화분, 꿀 그리고 꿀벌 유충을 주 먹이자원으로 사용한다. 꿀벌 유충의 먹이로 사용될 화분을 SHB가 섭식함에 따라 꿀벌 유충의 성장에 장애가 생길 수 있다. 또한 유충의 배설물에는 효모 *Kodamaea ohmeri*가 함께 배출되는데, 이 효모는 벌꿀을 발효시켜 산패 시킨다(Benda *et al.*, 2008). 이렇게 산패된 벌꿀은 역한 냄새가 나기 때문에 상업적으로 이용이 불가능하다. 또한 Elzen *et al.*(2000)에 따르면 SHB의 유충은 화분, 꿀, 꿀벌 유충 중 꿀벌 유충을 가장 선호한다는 결과가 있다. 이는 SHB가 꿀벌 유충에 심각한 피해를 입히는 해충이 될 수 있다는 것을 시사하고 있다. SHB는 세계적으로 많은 방제 사례가 있으며, 크게 생태적 방제, 물리적 방제, 화학적 방제와

생물학적 방제를 예로 들 수 있다. 생태적 방제로는 봉군의 봉세 강화(Waite and Brown, 2003), 꿀벌의 봉군 내부 청소 행동 촉진(Ellis *et al.*, 2003) 등이 있으며, 물리적 방법으로는 벌통내부에 사용하는 in-hive 트랩(Hood and Miller, 2003) 및 라이트 트랩(Baxter *et al.*, 1999)이 있다. 화학적 방제로는 coumaphos와 fluralinate를 이용한 벌통 내부의 유충 제어(Elzen *et al.*, 1998; Sanford *et al.*, 1999; Mostafa and Williams, 2002), permethrin을 이용한 토양 내부 유충과 번데기 방제(Baxter *et al.*, 1999; Hood, 2000) 등이 있다. 화학적 살충제의 대안으로 생물학적 방제 연구도 활발히 이루어지고 있다(Ellis *et al.*, 2004). 생물학적 방제로 곤충 병원성 진균을 이용한 기주 특이성을 이용하게 되며 척추 동물 및 환경에 독성이 나타나지 않는다.

실제 국내에 피해를 입은 양봉장을 방문하여 조사한 결과 대다수의 벌통이 폐사하였으며, 남은 봉군에서도 SHB가 발견되어 모두 폐사할 것으로 생각된다. 이 조사를 통하여 SHB가 10월에도 활발히 활동함을 확인하였다. 빈 벌통이 늘어남에 따라 SHB 성충은 꿀벌이 적은 벌통을 선호한다는 Lundie(1940)와 달리 오히려 꿀벌이 많은 벌통에서 더 많은 SHB 발견되었다(Table 2). 이는 먹이가 제한된 SHB 피해 후기에 먹이 자원이 충분한 벌통을 더 선호하는 한다고 생각되며, 이는 Arbogast(2012)의 강한 벌통 또한 공격 받을 수 있다는 것을 뒷받침한다. 또한 벌통 내부에 SHB의 유충과 성충이 관찰되지 않더라도 토양내부에서 SHB가 발견되었는데, 이는 벌통 내부를 주로 방제하는 기존의 방제방법들로는 토양 내부에 존재하는 SHB 까지는 방제가 되지 않는다. 이에 국내 사용중인 토양 살충제를 이용한 토양 내 SHB 방제에 관한 연구가 필요하다.

적 요

꼬마벌집밑빠진벌레(SHB, *Aethina tumida* Murray (Coleoptera : Nitidulidae))는 벌통 내부에 소비와 저장 식량에 피해를 주는 꿀벌 해충이다. 국내 *Apis mellifera* 벌통에 대한 SHB의 최초 피해 보고는 2016년 9월 23

일 경남 밀양시에서 보고되었다. 그 후, 2016년 10월 5일 밀양시 양봉장에서 벌통 내부와 벌통 입구 30cm 내에서 SHB 공간 분포를 조사했습니다. 총 169개의 벌통을 조사하였다. 벌통 내부에서는 SHB 유충과 성충이 발견되었으며, 토양 내에서는 성충, 유충 그리고 번데기가 발견되었다. 성충 SHB가 발견된 벌통 중 61% 벌통 내 꿀벌이 존재하였으나, 유충 SHB가 발견된 벌통에서는 꿀벌이 존재하지 않았으며, 유충에 의한 봉군 파괴를 뜻하였다. 벌통 내 꿀벌이 존재하는 경우 꿀벌 개체수가 많을수록 SHB의 밀도가 높았다. 분산 계수(CD)는 벌통 내부와 토양 내부 간의 중요한 군집 분포를 보였다. CD는 토양 내부보다 벌통 내부에서 훨씬 높았다. SHB에 의해 꿀벌이 피해를 입어 벌통을 제대로 관리하지 못하여 벌통 내 봉군의 붕괴를 일으킨다는 것을 뜻한다. 또한 10월에도 여전히 벌통 내부에서 SHB의 발육과 번식이 이루어져 늦은 가을까지 SHB의 개체군이 증가할 수 있다. SHB의 환경 적응에 대한 더 자세한 분석은 꿀벌에 새롭게 발견된 신규 외래해충의 관리 전략을 제시하는데 도움이 될 수 있다.

인용 문헌

- 농림축산검역검사본부, 2016. 작은벌통딱정벌레 감염증 국내 발생 확인 보고. 농림수산물부(2016.09.23).
- Baxter, J.R., P.J. Elzen, D. Westervelt, B. Causey, C. Randall, F. A. Eischen and W. T. Wilson. 1999. Control of the small hive beetle *Aethina tumida* in package bees. *American Bee Journal* 139: 792-793.
- Cox, D. R., Lewis, P. A. W. (1966). *The Statistical Analysis of Series of Events*. London: Methuen.
- Ellis, J. D., C. S. Richards, H. R. Hepburn and P. J. Elzen. 2003. Oviposition by small hive beetles elicits hygienic responses from Cape honeybees. *Naturwissenschaften* 90: 532-535.
- Ellis, J. D., I. H. Rong, M. P. Hil, H. R. Hepburn and P. J. Elzen. 2004. The susceptibility of small hive beetle (*Aethina tumida* Murray) pupae to fungal pathogens. *American Bee Journal* 144: 486-488.
- Ellis, J. D. 2005. Reviewing the confinement of small hive beetles (*Aethina tumida*) by western honey bees (*Apis mellifera*). *Bee World* 86: 56-62.
- Elzen, P. J., J. R. Batxer, D. Westervelt, R. Ivera and L. Cutts. 1998. Small hive beetle control: USDA initial lab study

- results. *Bee Culture* 10: 19-20.
- Elzen, P. J., J. R. Baxter, D. Westervelt, C. Randall and W. T. Wilson. 2000. A scientific note on observations of the small hive beetle, *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae), in Florida, USA. *Apidologie*, 31: 593-594.
- Elzen, P. J., J. R. Baxter, D. Westervelt, C. Randall, K. S. Delaplane, L. Cutts and W. T. Wilson. 1999. Field control and biology studies of a new pest species, *Aethina tumida* Murray (Coleoptera, Nitidulidae) attacking European honey bees in the Western hemisphere, *Apidologie* 30: 361-366.
- Hepburn, H. R. and S. E. Radloff. 1998. Introgression and Hybridisation in Natural Populations. In: *Honeybees of Africa*. Springer Berlin Heidelberg, p. 103-131.
- Hood, W. A. and G. A. Miller. 2003. Trapping small hive beetles (Coleoptera: Nitidulidae) inside colonies of honey bees (Hymenoptera: Apidae). *American Bee Journal* 143: 405-409.
- Hood, W. M. 2000. Overview of the small hive beetle *Aethina tumida* in North America. *Bee World* 81: 129-137.
- Jung, C. 2012a. Spatial Expansion of an Invasive Hornet, *Vespa velutina nigrithorax* Buysson (Hymenoptera: Vespidae) in Korea. *Korean Journal of Apiculture*, 27: 87-93.
- Jung, C. 2012b. Initial stage risk assessment of an invasive hornet, *Vespa velutina nigrithorax* Buysson (hymenoptera: Vespidae) in Korea. *Korean Journal of Apiculture*, 27: 95-104.
- Kim, J. K., Choi M. B. and Moon T. Y. 2006. Occurrence of *Vespa velutina Lepeletier* from Korea, and a revised key for Korean *Vespa* species (Hymenoptera: Vespidae). *Entomological Research*, 36: 112-115.
- Kim, J. M., Lim S. J., Tai T. A, Hong K. J. and Yoon B. S. 2017. Development of Rapid Detection System for Small Hive Beetle (*Aethina tumida*) by using Ultra-Rapid PCR. *Korean Journal of Apiculture*. 32(2): 119-131.
- Lee, S. H., Choi K. J., Choi Y. S. Yoo M. S. and Lee S. H. 2017. Review of the subgenus *Aethina Erichson* s. str. (Coleoptera: Nitidulidae: Nitidulinae) in Korea, reporting recent invasion of small hive beetle, *Aethina tumida*. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 20: 553-558.
- Lundie, A. E. 1940. The Small Hive Beetle: *Aethina tumida*. The small hive beetle *Aethina tumida*, *Science Bulletin* 220.
- MAAREC, 2015. Website at: <https://agdev.anr.udel.edu/maarec/>. SMALL HIVE BEETLE.
- Mark, W. 1996. *Biological Invasions*. Chapman&Hall. London. pp. 244.
- Mostafa, A. M. and R. N. Williams. 2002. New record of the small hive beetle in Egypt and notes on its distribution and control. *Bee World* 83: 99-108.
- Pettis, J. S. and H. Shimanuki. 2000. Observations on the small hive beetle, *Aethina tumida* Murray, in the United States. *American Bee Journal* 140: 152-155.
- Sanford, T., K. Flottum and B. Arthur. 1999. Focus on Bayer bee strip: The newest weapon in beekeeping's arsenal against *Varroa* also controls the small hive beetle. *Bee Culture* 3: 32-35.
- Schmolke, M. D. 1974. *A study of Aethina tumida: The Small Hive Beetle*. University of Rhodesia (Zimbabwe). Certificate in Field Ecology Project Report, Salisbury (Harare). 178 pp.
- Somerville, D. 2003. *Study of the Small Hive Beetle in the U.S.A.* Rural Industries Research and Development Corporation. Barton, Australian Capital Territory. 57 pp.
- Waite, R. and M. Brown. 2003. The small hive beetle. *Bee Craft*, January: 4-5.