꿀벌 해충, 작은벌집딱정벌레 예방 및 관리

개요

꿀벌은 인류에게 식의약품으로 활용되는 양봉산물은 물론이거니와, 식용작물중 70%이상의 열매를 맺게 하는 유용한 곤충이자 가축이다. 따라서, 현재까지 주요 꿀벌질병인 낭충봉아부패병과 부저병은 각각 2종 및 3종 가축전염병으로 지정되어 관리되고 있다. 전통적으로 대단위의 양봉장을 경영해오고 있는 양봉가와 함께 농촌인구의 고령화에 따른 적합산업 개발, 귀농귀촌인의 양봉관심 증가, 양봉산물을 이용한 의약품개발 등 국내의 양봉산업이 발전할 소지는 충분하다. 그러나 한반도온난화에 따른 밀원식물 개발, 고품질 양봉산물 생산 및 관리체계 개선 등 대내외적으로 국제경쟁력을 갖추어야 할 도전과제도 많이 있는 것이 현실이다. 한편, 신종꿀벌질병에 대비한 질병예찰 및 관리시스템은 양봉산업이 발전하는데 기본적으로 요구되는 사항이라 할 수 있다.

2016년은 한국의 꿀벌질병에 있어 난제하나가 더해진 해이다. 작은벌집딱정벌레라는 신종해충이 최초 공식확인되었기 때문이다. 미국, 호주, 이탈리아, 브라질 등의 양봉산업에 큰 피해를 주고 있는 작은벌집딱정벌레가 국내에서도 2016년 9월에 최초로 확진되었다. 발생이 확인된 경남 밀양소재 서양종꿀벌 양봉장 330봉군은 작은벌집딱정벌레 감염으로 모두 폐봉되기 직전까지 이르렀다. 다른 나라의 문제로만 생각되었던 작은벌집딱정벌레가 기후변화등으로 이제 우리나라에서도 또 하나의 새로운 문제로 등장하였다.

남아프리카가 원산지인 작은벌집딱정벌레 (small hive beetle, SHB)는 아프리카대륙이외 지역으로서는 처음으로 1996년 미국에 유입이 확인되었고, 1998년 양봉장에 피해가 보고된 이후 미국내 다수의 양봉장에서 지속적으로 그 피해가 보고되고 있다. 작은벌집딱정벌레 (해충의 학명: *Aethina tumida,* 벌집꼬마납작밑빠진벌레)는 여왕벌 관리, 양봉산물의 생산, 화분매개 등 양봉 전반에 걸쳐 피해를 주고 있다.

따라서, 본고에서는 2016년 9월23일 국내 양봉장에서 최초로 확인된 작은벌집딱정벌레의 적절한 동정, 생활사 구명, 구제 방안 등에 대해 살펴보았다. 작은벌집딱정벌레를 관리하기 위한 특효약은 없으나, 적절한 사양관리기술과 화학적 방제제를 병행한다면 미국, 호주 등에서 발생했던 피해 상황에 비해 국내 양봉농가의 피해를 최소화할 수 있을 것으로 기대한다.

작은벌집딱정벌레 감염증 발생

작은벌집딱정벌레는 남아프리카가 원산지이나, 현재 미국, 캐나다, 호주, 이탈리아, 브라질, 필리핀 등에서 양봉산업에 피해를 주는 위험 요인이 되고 있다 (그림 1, 2). 국내의 경우 작은벌집딱정벌레는 경남 밀양소재 서양종꿀벌 양봉농가에서 2016년 9월 23일 최초로 농림축산검역본부 세균질병과 꿀벌질병관리센터와 농촌진흥청 국립농업과학원 잠사양봉소재과에 의해 확진되었다 (그림 3). 최초 발생 보고된 농가에 의하면 밀양에서 작은벌집딱정벌레는 2~3년전부터 발견되었으나, 당시에는 피해정도가 미미하고 꿀벌 피해가 우려할 단계는 아니었던 것으로 확인되었다. 그러나 2016년, 시설작물 화분매개용 봉군을 야산으로 이동하여 사육하기 시작하면서부터 7~8월에 성충과 애벌레가 급증하고, 급기야 9월에 전 봉군을 궤멸시키기에 이르렀다. 이는 야산에 위치한 양봉장의 고온다습하고 그늘진 환경이 작은벌집딱정벌레가 서식하는 데 적합하였던 것으로 판단되며, 앞으로 한반도 온난화가 심화되는 상황에서 작은벌집딱정벌레의 국내 발생지역 확산이 우려된다.

< 작은벌집딱정벌레(Small Hive Beetle, SHB)>

○ 원인체는 ***Aethina tumida***로 남아프리카가 원산지인 꿀벌 해충임
○ 해충의 애벌레가 봉개나 소비를 뚫어버리고 알을 죽이는 등 봉군을 궤멸시킴
○ 미국, 이집트, 호주, 이탈리아, 브라질 등 온난하고 습도가 높은 지역에서 피해를 일으킴
○ 국내에서는 2016년 9월23일 경남 밀양 서양벌 농가에서 최초로 확인됨
○ **세계동물보건기구(OIE) 관리대상 질병**

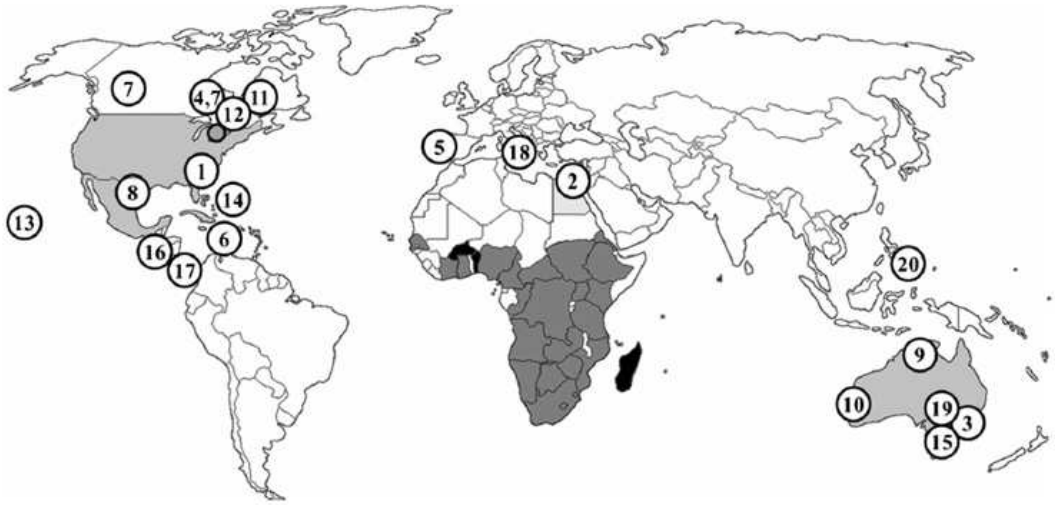


<SHB 배부> <SHB 복부> <SHB 애벌레>

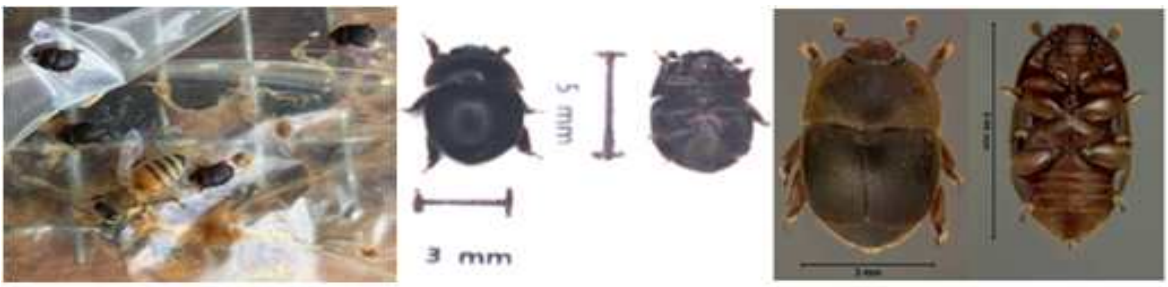
【그림 1】 작은벌집딱정벌레 성충 및 애벌레 모습 (출처: 세계동물보건기구)

작은벌집딱정벌레 감염증의 국내 확인으로 2016년 하반기에 전국 양봉장을 대상으로 발생실태를 일제 조사하였으며, 현재 각 시·도 시험소와 농림

축산검역본부 꿀벌질병관리센터에서 작은벌집딱정벌레의 진단을 실시하고 있다. 또한, 작은벌집딱정벌레로 의심되면 농업기술센터 및 농업기술원에 의뢰하여도 도움을 받을 수 있다. 1차 전국 발생실태조사로 성충 및 애벌레 출현, 채밀소비의 썩은 오렌지냄새와 꿀장이 번들거리는 현상 (슬라임아웃, Slimeout) 등을 주요 항목으로 조사한 결과, 작은벌집딱정벌레 발생봉군은 추가적으로 관찰되지 않아 아직까지는 일부지역에만 국한되어있는 것으로 파악되고 있다. 그러나 작은벌집딱정벌레가 빛을 피하는 습성을 지니고 있어 그 수가 적을 때는 육안으로 관찰하기가 어려워 국내 발생현황을 지속적으로 예찰하여 확산현황을 파악할 필요가 있다. 정확한 발생현황 파악과 방역관리를 위해 작은벌집딱정벌레가 의심되면 즉시 각시·도 시험소, 농업기술센터, 농업기술원 또는 농림축산검역본부 꿀벌질병관리센터로 신고하여야 한다.



【그림 2】 작은벌집딱정벌레의 세계적인 발생 상황



<현장육안검사> <실험실 검경> <양성대조>

【그림 3】 경남 밀양소재 양봉장에서 작은벌집딱정벌레 감염증 국내 최초 확인
(양성대조 출처: 세계동물보건기구)

농림축산식품부에서는 국가적으로 꿀벌질병을 포함한 가축질병발생현황

에 대한 데이터베이스 운영을 위해 국가동물방역통합시스템 (KAHIS, Korea Animal Health Integrated System)을 구축하여 국가 및 민간병성감정기관의 협조하에 운영하고 있다. 국가동물방역통합시스템에서 확인된 작은벌집딱정벌레 감염증 양성농장은 2017년 1월 현재 경남 밀양 1농가, 부산 1농가 등 2곳으로 파악되고 있다. 현재 양봉협회를 통하여 회원농가에 보급된 발생농가조치요령에도 나타나 있듯이 작은벌집딱정벌레 의심농가는 지체 없이 병성감정기관에 신고하여 정확한 진단을 받아 필요한 방역조치를 받아야 한다.

작은벌집딱정벌레 감염증 피해

작은벌집딱정벌레는 기회감염성의 포식곤충(scavanger)이며, 수액딱정벌레 및 화분딱정벌레와 밀접한 연관이 있다. 봉군 내에서 작은벌집딱정벌레는 화분, 꿀, 유충을 섭식한다. 작은벌집딱정벌레 감염증과 연관된 피해는 딱정벌레의 유충기때 많이 발생한다. 성충은 봉군에 약간의 피해를 주며, 일벌이 정상적으로 일을 하지 못하도록 주의를 분산시키는 정도의 피해를 주지만 일반적으로 양봉가가 유충의 피해를 알아챘을 때는 대개 벌통을 복구하기 어렵다. 유충은 순식간에 개체수가 증가하며 (주로 수백에서 수천마리), 그 즉시 소비를 뚫기 시작한다. 유충은 먹이를 섭식하고 나면, 유충의 분변 내에 화분과 꿀을 발효시키는 *Kodamaea ohmeri*라는 효모를 퍼뜨리며, 소비의 표면에 끈적끈적한 분변을 배설한다 (그림 4).



【그림 4】 "점액성이 있는(번들거리는)"소비 (슬라임아웃, Slimeout).
이 소비는 작은벌집딱정벌레의 애벌레 침입으로 파괴되었다.

이러한 이유로 꿀벌은 끈적끈적해진 소비에 접근하지 못하게 되어 유충의 육아가 중단되고, 꿀벌 개체 수가 급격히 감소하게 된다. 이러한 현상을

"슬라임아웃(Slimeout)"이라 부른다. 심한 경우 꿀벌들은 벌통의 밖에서 무리지어 있거나, 벌통을 버리고 도망가기도 한다. 작은벌집딱정벌레 유충에 의한 피해가 발생할 경우, 피해를 입은 벌통을 열어보기 전에 이를 알아챌 수 있는 두 가지의 명확한 증상이 있다: (1) 썩은 감귤류(Citrus)의 강한 향과 (2) 벌통 앞으로 도망친 벌들의 출현이다.

작은벌집딱정벌레 동정

벌통 검사: 작은벌집딱정벌레 검사는 온도가 21℃를 넘는 따뜻한 날에 하는 것이 적당하다. 성충들은 이 온도에서 활동하며, 꿀벌이 뭉쳐져있는 바깥쪽 소비와 벌통 구석을 기어 다닌다. 작은벌집딱정벌레의 개체 수가 많은 경우, 개포를 열었을 때 개포 아래쪽이나 덮개 안쪽에서 성충을 확인할 수 있다. 작은벌집딱정벌레 성충들은 어둡고 한적한 곳을 좋아하기 때문에 내검 시에 벌통뚜껑을 열고, 훈연을 많이 하고 (딱정벌레는 연기를 좋아하지 않아서 달아나거나 심지어 날아가버림), 빛이 벌통안으로 가능한 많이 들어가도록 하고 먹이소비와 산란소비를 훈연한 후 몇 분 후에 벌통 밖으로 빼내면 작은벌집딱정벌레를 벌통 바닥에서 쉽게 관찰할 수 있다. 이때 바닥에 있는 작은벌집딱정벌레는 비눗물을 풀어 놓은 용기에 부어서 전멸시킵니다. 작은벌집딱정벌레 성충은 봉군에 직접적인 피해를 거의 미치지 않기 때문에, 성충 수를 기준으로 경제적 피해 정도를 결정할 수는 없다. 그러나 작은벌집딱정벌레의 개체 수를 감소시키기 위해 봉군에서 가능한 한 많은 성충을 제거하는 것이 효과적이며, 봉군에서 많은 수의 유충이 발견되면, 봉군이 작은벌집딱정벌레를 막을 수 없는 상태가 되어 방제를 하기 위한 시기가 너무 늦게 된다.

초기에 작은벌집딱정벌레가 봉군 내에서 증식하는 것을 예방하거나 피해를 최소화할 수 있는 가장 효과적인 방법으로는 강군을 유지하는 것이다. 봉군에 여왕이 있고 일벌이 모든 소비를 보호할 정도로 충분하게 강하다면, 많은 수의 작은벌집딱정벌레의 성충이 확인된다하더라도 작은벌집딱정벌레의 애벌레는 출현하지 않는다. 반대로, 봉군이 무왕군이고 봉군을 보호할 벌이 없다면 봉군에 작은벌집딱정벌레가 쉽게 번식한다. 따라서 자연적으로 약군이 되는 시기인 분봉시기에 작은벌집딱정벌레가 발생하게 되면 방제하기가 어려워지기 때문에 각별한 주의가 필요하다.

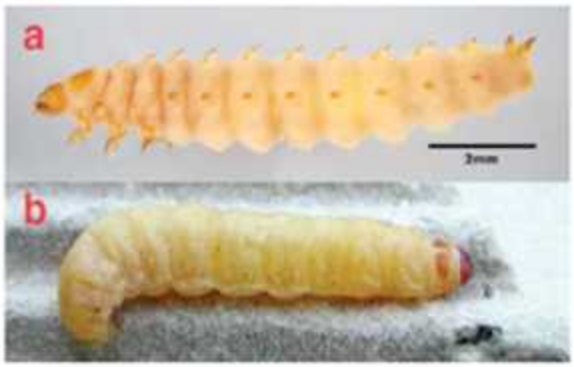
작은벌집딱정벌레 분류와 생태: 작은벌집딱정벌레는 *Coleoptera*목 *Nitidulidae*과에 속하는 곤충입니다. 과일의 즙을 먹기 때문에 수액딱정벌레

에 속하며, 영문학명은 *Aethina tumida* Murray이며, 국문학명은 벌집꼬마납작밑빠진벌레이다. 작은벌집딱정벌레는 알, 유충, 번데기 및 성충으로 구성된 4 단계의 생활사를 가집니다. 알에서 성충으로의 변태는 4~6 주 정도 소요되며 이상적인 기후에서는 연중 6 세대까지 연속적으로 발생할 수 있습니다.

작은벌집딱정벌레 발육 단계

알: 작은벌집딱정벌레의 알은 길이가 약 1.4 mm이고 너비가 0.26 mm이며, 꿀벌 알과 모양과 색깔은 비슷하지만 크기는 더 작다. 작은벌집딱정벌레는 벌통에서 어둡고 일벌들이 자주 접근하지 않는 곳에 무더기로 산란하며, 때때로 암컷 작은벌집딱정벌레는 봉개된 곳에 구멍을 뚫고 꿀벌 애벌레 안으로 알을 산란하기도 한다. 그러나 알은 벌통 검사 중에 발견하기 어렵기 때문에 작은벌집딱정벌레를 현장에서 진단하는 데는 도움이 되지 못한다.

애벌레: 작은벌집딱정벌레의 애벌레는 종종 벌집 나방, 즉, 큰 벌집 나방 (*Galleria mellonella*), 작은벌집나방 (*Achroia grisella*) 유충과 혼동된다. 시력이 좋거나 확대경이 있다면 두 해충을 구별 할 수 있는 몇 가지 물리적 차이점이 있다. 작은벌집딱정벌레의 애벌레는 둥글납작한 머리를 가진 벌집 나방의 애벌레와 비교했을 때 상대적으로 작고 납작한 머리를 가지고 있으며, 몸에 수많은 돌기가 있고 등쪽에 작은 돌기가 두 줄로 있는 반면, 벌집 나방의 애벌레는 드문드문 긴 털로 덮여있다. 작은벌집딱정벌레의 애벌레는 머리 근처에 6개(3쌍)의 다리가 있는 반면, 벌집 나방의 애벌레는 몸을 따라 8개의 복각이 있으며 추가적으로 머리근처에 6개의 다리가 있다 (그림 5).

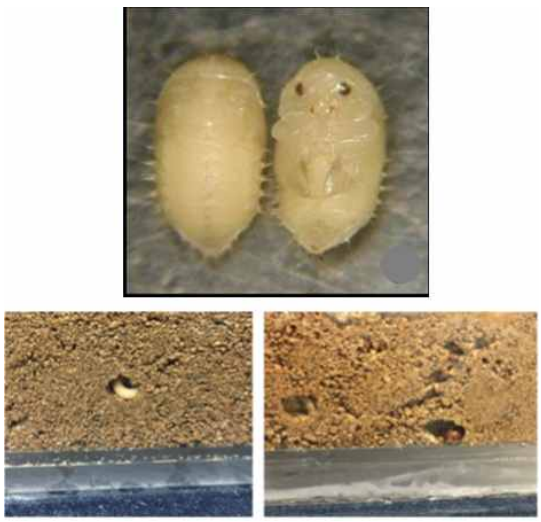


【그림 5】 작은벌집딱정벌레와 벌집 나방의 애벌레.

흔히 작은벌집딱정벌레의 애벌레 (a)와 벌집 나방의 애벌레 (b)를 혼동할 수 있습니다. 그러나 두 종 모두 약군에 주로 나타나며, 같은 벌통에 두 종이 모두 감염될 수도 있다.

복부 분할은 작은벌집딱정벌레의 애벌레에서 훨씬 더 분명하게 관찰되며, 가장 큰 차이점은 벌집나방의 애벌레는 거미줄과 같은 섬유를 분비하여 고치를 만들지만 작은벌집딱정벌레의 애벌레는 벌집 나방의 애벌레처럼 벌방에 섬유를 분비하거나 고치를 만들지 않는다. 또한 작은벌집딱정벌레와 벌집나방의 성숙한 애벌레는 엄청난 크기 차이가 있다. 번데기 전에, 작은벌집딱정벌레의 애벌레는 길이가 9.5 mm이고 직경 1.6 mm 정도이나, 벌집 나방의 애벌레는 길이 20 mm, 직경 6.5 mm 이상이다. 그러나 두 종의 성숙한 애벌레의 크기는 영양 및 온도와 같은 환경 요인에 따라 달라질 수 있다.

번데기: 작은벌집딱정벌레의 번데기는 전체 생활사중 벌통에서 일어나지 않는 유일한 단계이다. 말령기의 작은벌집딱정벌레 유충은 벌통 밖으로 나가게 되며, 벌통외부에서 번데기 시기를 보내게 된다. 주로 작은벌집딱정벌레 번데기는 벌통 주변 토양에서 발견될 가능성이 가장 높으며, 말령기의 유충이 번데기를 보내기 위하여 토양을 파고 들어가는 깊이는 토양의 종류와 수분함량에 따라 차이가 있으나, 보통 토양표면에서 약 15 cm 깊이 내의 토양에 존재한다. 번데기의 길이는 4.5~6 mm이며, 토양이 건조할수록 더 깊은 곳에서 번데기를 발견할 수도 있다. 번데기는 함께 모여 있지는 않으며, 토양 전체에 무작위로 분산되어있고, 애벌레와는 명확하게 구별되는 눈, 구강 및 부속기를 가지고 있으며 색상은 그을린 흰색이다(그림 6).



【그림 6】 작은 벌집 딱정벌레 번데기.
애벌레는 벌통을 빠져 나와 토양에서 번데기 발달 단계를 완성한다.

성충: 갓 우화한 성충은 연한 적갈색이지만, 24~48 시간 후에 외골격이 단단해 지면서 거의 검은색으로 변한다. 암컷 성충은 길이가 약 5.7 mm 이며, 수컷은 평균 5.5 mm 정도로 약간 짧다. 성충은 암수 모두 위에서 보았을 때 타원형 모양이다. 일반적으로 육안으로 암컷과 수컷을 거의 구별하기는 어려우나 성숙한 크기는 자연 환경에서 크게 달라질 수 있는데(그림 7), 이는 애벌레 단계에서 영양 섭취와 직접적으로 관련이 있다. 또한 성충은 곤봉 모양의 더듬이를 가지고 있으며, 몸체는 미세한 황금빛 털로 덮여 있어서 손으로 만지면 미끄럽다.



【그림 7】 작은벌집딱정벌레의 성충.
크기는 애벌레 단계의 영양 수준 때문에 상당히 다를 수 있다.

작은벌집딱정벌레 생활사, 확인, 번식, 확산

다른 해충과 마찬가지로, 작은벌집딱정벌레를 방제하기 위한 중요한 방법으로 작은벌집딱정벌레 생활사를 차단하는 것이다. 미생물학적 방제든 화학적 방제든 작은벌집딱정벌레가 발육하는 각각의 단계에 따라 효과적으로 관리하는 방법이 있다. 지금까지 알려진 방제 방법들은 다음과 같다.

생활사: 1) 암컷 작은벌집딱정벌레는 벌통 틈새와 소방내에 산란한다. 2) 알은 24~48시간 내에 부화하며 3) 애벌레는 처음 7일간 꿀, 화분, 꿀벌 애

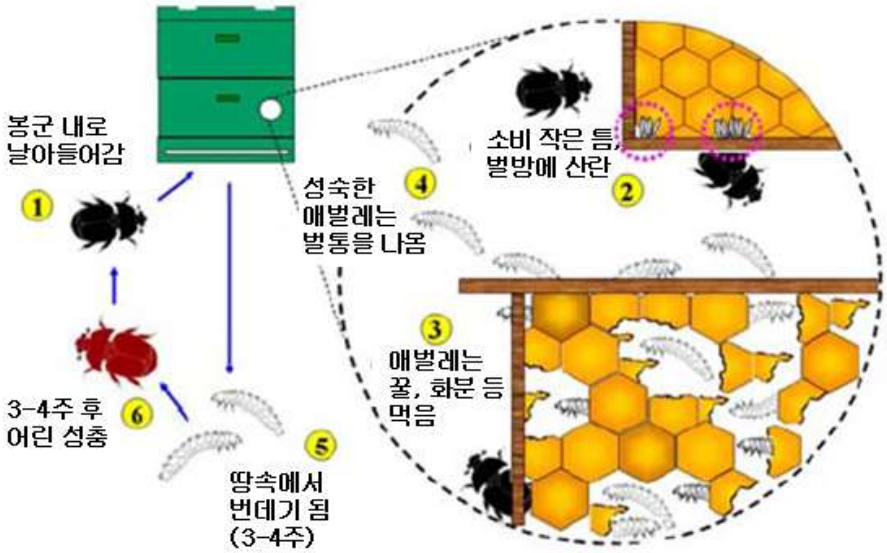
벌레, 꿀벌 알을 먹는다. 4) 애벌레가 약 10일이 지나면 탈피하여 성숙한 애벌레로 된다. 5) 이후, 제 4령충이 되는데, 이 단계는 애벌레 발육단계중 유일하게 먹이를 먹지 않는 시기이다. 6) 제 4령충은 빛에 이끌려 벌통을 떠나 토양속으로 들어간다. 땅속으로 약 15 cm 파고 들어가거나, 번데기되기(pupation)에 적합한 습도를 가진 곳으로 들어간다. 7) 번데기 단계는 3~4주 지속되고, 8) 성충은 대부분 땅을 흠뻑 적실 정도로 비가 온 다음, 토양에서 출현한다. 수컷은 암컷보다 하루 또는 이틀 먼저 출현하지만, 성비는 1:1의 경향을 보인다.

산란부터 성숙한 암컷이 다음 산란때까지 완전한 1회 생활사는 40~54일이 걸린다(그림 8).

연중 작은벌집딱정벌레 세대수는 따뜻한 지역으로 갈수록 늘어난다. 미국 최남단에서는 10월말까지 4~5세대가 완성될 수 있다. 토양 종류가 작은벌집딱정벌레의 번데기화에 영향을 미치는지 여부는 많은 논의가 있으나, 작은벌집딱정벌레 원산지인 아프리카 토양은 대부분 모래진흙 (sandy loam)이다. 작은벌집딱정벌레는 땅을 파고드는데 뛰어나며, 미시시피 토양 (Mississippi clay)에는 물로 완전히 충진되지 않는 한, 작은벌집딱정벌레는 꽤 잘 파고든다. 토양에 너무 물이 많거나 너무 적은 것이 번데기되는 것을 방해할 수 있다.

숙주 찾기: 작은벌집딱정벌레는 매우 운동성이 좋아 번식하기에 적합한 장소를 찾아 봉군간 또는 봉장간 비행을 잘 하는 편이다. 작은벌집딱정벌레는 작은 몸집에도 불구하고 탁월한 비행능력을 갖고 있고, 날개로 수 km를 이동하는 것으로 알려져 있다. 갓 태어난 성충은 뜨거운 여름철에 주로 일몰전과 일몰직후에 비행하며, 휘발성의 벌통 냄새를 따라 봉장을 찾아간다.

연구조사에 의하면 작은벌집딱정벌레 성충은 꿀벌 경고 페로몬의 한 성분인 이소아밀 아세테이트 (isoamyl acetate)에 매우 잘 유인되며, 유인제로 이 화합물을 사용한다. 이소아밀 아세테이트(isoamyl acetate)는 다음의 2가지 조건하에서 봉군으로부터 방출된다: 여왕벌이 없거나 다른 스트레스 상황에 있거나, 또는 이미 작은벌집딱정벌레에 감염되어있는 경우이다. 후자의 경우, 침입한 작은벌집딱정벌레는 *K. ohmeri* 효모를 화분과 꿀에 접종하여 발효부산물로 이소아밀 아세테이트를 생산한다. 냄새 선택 시험에서, 발효된 화분떡의 선호도는 작은벌집딱정벌레에 대해 유의성있게 높았는데, 봉장의 작은벌집딱정벌레 성충 조사에서 효모접종 화분떡이 적합한 유인제라는 것을 말해 주고 있다(그림 9).



【그림 8】 작은벌집딱정벌레 생활사.

작은벌집딱정벌레는 발달단계를 완성하기 위해서 벌통안과 밖을 이동해야 한다. 벌통내에서 작은벌집딱정벌레 성충수를 줄이는 방법으로 관리하는 것이 가장 큰 피해를 주는 작은벌집딱정벌레 애벌레 부화를 막는 일반적인 방법이다.

① 성충이 외부로부터 군세가 약한 벌통으로 침입한다.

② 암컷의 작은벌집딱정벌레는 다수의 알 집락을 벌통주변 틈새 혹은 화분 및 산란방에 구멍을 뚫고 그 내부에 산란하다.

③ 알은 2~4일내에 부화하며, 애벌레는 즉시 먹이를 찾기 시작한다. 애벌레는 화분, 꿀, 꿀벌 애벌레, 꿀벌 알 등을 먹을 수 있다.

④ 작은벌집딱정벌레는 전형적으로 애벌레 발달을 7~10일이내에 완성한다. 성숙한 “배회 (wandering)” 애벌레는 벌통을 빠져나오고 토양속으로 파고들어간다.

⑤ 작은벌집딱정벌레의 애벌레는 토양 상층부 평균 약 15 cm 깊이에서 번데기화 한다. 번데기가 완성되려면 3~6주정도 걸리는데, 온도와 토양 습도에 따라 차이가 난다.

⑥ 새롭게 출현한 작은벌집딱정벌레 성충은 냄새로 숙주 봉군을 찾아낸다. 작은벌집딱정벌레는 비행능력이 탁월하며, 쉽게 다른 봉군으로 확산될 수 있다. 작은벌집딱정벌레의 성충은 빛을 피하고 꿀벌이 접근할 수 없는 공간에 모여 있는 경향을 보인다. 내검시에 뚜껑안쪽, 벽체 또는 소비를 넘나드는 작은벌집딱정벌레를 관찰할 수 있다.



【그림 9】 화분떡에 붙어있는 작은벌집딱정벌레의 애벌레.
봉군에 공급한 화분떡은 이틀이내에 소비되도록 하며, 작은벌집딱정벌레 애벌레가 발견될 시에는 즉시 비눗물통에 침수하는 등의 방법으로 사멸시키도록 한다. 단, 땅속에 묻는 것은 작은벌집딱정벌레의 생활사를 도와주는 것이니 절대로 금지한다.

작은벌집딱정벌레는 벌통내에서 벌의 활동이 미약한 곳을 찾아 알을 낳는다. 산란방에 작은벌집딱정벌레 산란이 없을 때는, 알은 꿀 또는 화분에서 발견되는데, 여기에 산란된 알은 꿀벌이 모르고 지나친다. 꿀벌은 때때로 작은벌집딱정벌레를 벌통내 제한된 장소, 즉, 빈방, 소비 또는 벌통 모서리, 에 몰아놓는다. 거기에서 작은벌집딱정벌레는 감시받으며 종종 왁스와 프로폴리스로 만들어진 에스키모집모양 구조물에 갇힌다. 그러나 이러한 갇히게 된다고 금방 죽지는 않는다. 작은벌집딱정벌레는 수 주동안 갇혀있어도 생존할 수 있다. 이는 행동적응방식 때문인데, 즉 꿀벌이 작은벌집딱정벌레에게 먹이를 주도록 유도하는 것이다. 작은벌집딱정벌레의 안테나로 꿀벌의 하악을 만져, 마치 꿀벌이 다른 벌에게 먹이를 주는 것처럼 꿀을 토해내도록 한다. 대개의 경우, 꿀벌의 이러한 작은벌집딱정벌레 급이 행위는 꿀벌들이 자기들의 실수를 깨달을 때까지 2~3번정도 계속된다.

번식과 확산: 작은벌집딱정벌레는 번식능력이 매우 탁월하다. 실험실내에서, 수컷은 수차례에 걸쳐 많은 수의 암컷과 교미하고 암컷은 일생동안 1,000개의 알을 낳을 수 있으며, 적절한 조건이면 2,000개정도 알을 낳는 것이 가능하다.

야외에서의 작은벌집딱정벌레 교미행태에 대해서는 알려진 것이 거의 없으나, 일단 암컷이 교미되었고 먹이를 공급받았다면, 산란할 준비가 된 것이

다. 그러나, 교미후 곧바로 산란하지는 않는 것으로 보이며, 벌통내에서 암컷 작은벌집딱정벌레가 산란을 시작하도록 신호를 보내는 기전이나 단서는 아직 모른다. 건강한 봉군에서는 작은벌집딱정벌레가 증식하기 어렵기 때문에 교미한 암컷들은 많은데 애벌레는 보이지 않는 벌통이 있을 수 있다. 작은벌집딱정벌레 알은 육안으로 관찰하기 어렵다. 알은 작은벌집딱정벌레 생활사 중 가장 손상받기 쉬운 단계이므로, 건조 또는 꿀벌의 물리적 파괴로 작은벌집딱정벌레 알을 사멸하는 것이 강군에서 작은벌집딱정벌레 번식을 제한하는 수단중에 하나인 것 같다. 산란후 제 1일차의 습도가 작은벌집딱정벌레 알의 생존여부를 결정할 수 있다. 꿀벌은 벌통내에서 40%의 평균상대습도를 유지하고, 산란지역에서는 대략적으로 90% 습도를 유지한다. 50% 미만의 상대습도에서는 작은벌집딱정벌레 알이 건조되는데, 이러한 이유로 산란방에 낳은 알들이 다른 곳에 낳은 알보다 생존확률이 더 높다. 앞서 언급했듯이, 산란소비는 벌통에서 가장 고도로 보호되고 있는 곳이어서 강군의 경우 산란소비에 작은벌집딱정벌레가 산란하는 것을 허용하지 않을 것이다.

작은벌집딱정벌레 알들은 약 2일내로 부화하고, 작은 애벌레는 가장 가까운 곳의 먹이를 먹기 시작한다. 실험실내 실험에서는 어린 애벌레가 동종 식육성 (카니발리스틱, cannibalistic)을 보였으나, 자연상태에서는 아직까지 관찰되지 않았다. 일단, 애벌레가 성숙단계에 도달하면 (자연상태에서 10~16일, 실험실조건에서 7~10일 걸림), 애벌레는 “배회 (wandering)”시기에 돌입하는데, 이 기간동안 토양내로 들어가 번데기가 된다. 배회기는 애벌레가 빛에 강하게 유인되는 특징을 보이는데, 특히 자외선에 강하게 유인되며 광원을 향하여 이동한다. 애벌레는 가장 가까운 벌통 출구에서 쏟아지는 주변의 광원에 유인되며 일반적으로 소문입구로 기어나온다. 애벌레가 벌통으로부터 토양으로 이동하는 것을 거의 관찰할 수 없는데, 이동시간은 여름철 이른 아침 혹은 저녁 시간인 것 같다.

토양에서 작은벌집딱정벌레 성충이 나오면, 자외선 빛에 강하게 유인되고, 숙주 벌통으로부터 나오는 냄새와 더불어 색상에 의해 유인된다. 연구결과에 따르면 비행하는 작은벌집딱정벌레는 특정 색깔에 유인된다고 밝혀졌다: 흰색과 어두운 핑크와 자적색이 성충 작은벌집딱정벌레를 가장 잘 유인하는 색깔이므로, 이러한 색상은 피하는 것이 좋다. 작은벌집딱정벌레 성충의 전염원은 슬라임아웃 (slimeout: 딱정벌레애벌레가 꿀을 훼손하여 표면이 축축하며, 흘러내리는 듯한 상태) 상태로 있었던 고장양봉장이 가장 가능성이 높다. 이전에 슬라임아웃현상이 있었던 벌통의 위치를 바꾸지 않았다면, 새로 출현한 성충이 다시 침입할 것이다. 또한 작은벌집딱정벌레 성충은 수

마일을 비행할 수 있어 봉장간 이동능력이 있으며, 작은벌집딱정벌레 방어가 소홀한 봉장에 정착하게 된다. 그러므로, 지속적인 유입감시를 통해 양봉장에 새로운 작은벌집딱정벌레 유입이 있는지 관찰하여야하며 특히, 봄과 초여름에 각별한 주의가 요구된다.

작은벌집딱정벌레 성충이 봉군간과 봉장 간 이동하는 경향 때문에, 꿀벌 애벌레 질병, 예를 들어, 미국부저병과 유럽부저병 등의 확산 가능성에 주의를 기울여야 한다. 작은벌집딱정벌레 성충과 애벌레가 감염된 봉군으로부터 미국부저병 원인균 (*Paenibacillus larvae*)의 아포가 청정 봉군으로 전염될 수 있고, 아포는 작은벌집딱정벌레 애벌레, 번데기, 성충에 감염을 유지할 수 있으며, 새롭게 출현한 성충이 봉장내와 봉장간 미국부저병을 전염시킬 수 있다.

작은벌집딱정벌레 피해소비 정리

앞서 언급했듯이, 작은벌집딱정벌레에 심각한 피해를 입은 벌집의 벌들은 청소를 포기하고 벌통을 떠나게 된다. 벌들이 떠난 벌통의 소비는 대체로 피해가 적은 경우에는 세척, 소독 등을 거쳐서 재사용 될 수 있다. 작은벌집딱정벌레 성충과 유충이 있는 벌집에서 이들을 제거하기 위해서는 세제를 풀어놓은 물통에 소비를 넣고 강하게 흔들어준 다음, 압력 호스를 가지고 물을 분사하여 완전히 세척하고, 실외에서 건조한다 (주의: 직사광선은 밀랍을 녹일 수 있으므로 온도에 주의를 기울이고 온도가 30℃가 넘으면 장시간 직사광선에 노출시키지 않는다). 세척과정에서 작은벌집딱정벌레 알이 모두 죽지 않으면 다시 부화할 수 있으므로, 최소한 며칠 동안은 벌통에 소비를 다시 넣지 말아야 한다. 일단 세척하여 건조시킨 소비는 강군에 넣어 주면 사용가능한 상태로 복원되어 일벌들이 소비를 청소 한 후에는, 산란 및 꿀 저장을 위해 안전하게 재사용 할 수 있다. 위의 방법으로 소비를 세척하더라도 작은벌집딱정벌레 효모(*Kodamaea ohmeri*)는 제거되지는 않음을 명심해야한다. 그러나 꿀벌의 활동에 의하여 꿀벌에 유익한 미생물군들이 소비에 발생하여 효모 성장이 억제될 수도 있다. 아울러 벌집 나방은 햇빛에 노출되어있는 한 소비를 공격하지 않는다.

양봉장에서 작은벌집딱정벌레 피해 예방 요령

병해충 종합관리 (Integrated Pes Management, IPM)는 지속적인 예찰을 통해 해충을 관리하고, 해충 발생을 예방하는 체계화된 시스템이다. IPM 관례상 화학살충제의 사용은 제한하지만, 금지하지는 않는다. 성공적인 IPM

프로그램은 해충의 종과 기주에 대한 지식을 필요로 하며, 환경조건의 변화에 대해 유동적이어야 한다. 양봉농가와 연구자들은 작은벌집딱정벌레 관리를 위해 확실한 관리기술을 개발해야 한다. 관련된 기술로는 먼저, ① 강하고 건강한 봉군의 유지, ② 위생행동(hygienic behavior) 우수 계통 육성, ③ 채광이 좋은 곳에 봉군배치, ④ 작은벌집딱정벌레 성충에 대한 육안 관찰, ⑤ 작은벌집딱정벌레 유충피해 후 벌통 이동, ⑥ 적절한 단백질보충, ⑦ 적절한 화학제제의 처리 등이 있다.

먼저, 가장 중요한 관리법중 하나는 봉군을 강하고 건강하게 육성하는 것이다. 여기서 말하는 강군이란, 젊고 건강한 여왕벌을 비롯하여 충분한 개체수의 일벌이 있으며, 꿀, 화분, 번데기의 비율이 적정한 것을 일컫는다. 또한 건강한 봉군은 바로아응애, 기문응애, 미국부저병, 유럽부저병, 노제마 등과 같은 병해충에 감염되어 있지 않는 봉군이어야 한다. 때에 따라서는 위생행동 우수 계통의 여왕벌로 교체함으로써 바이러스와 병원성 미생물에 의한 문제를 줄일 수도 있다. 봉군은 영양적인 스트레스를 받지 않도록 하기위해 화분 및 꿀의 충분한 공급을 필요로 한다.

몇몇 상용화된 보충용 먹이는 건강 증진과 활력을 위해 에센셜 오일이나 천연물질 등을 섞기도 한다. 그러나 단백질 보충제나 화분떡을 적절치 못한 시기에 공급하면 산란 직전의 암컷 성충과 유충들을 유인함으로써 작은벌집딱정벌레의 침입을 유발시키게 된다.

미국의 경우, 화분떡을 연초 (2~3월), 혹은 연말에 바깥기온이 21.11℃ 보다 낮을 때에만 공급하고, 좀 더 따뜻한 달에 공급해야 한다면 소량씩만 공급하도록 한다. 이때 화분떡 1회 공급량은 봉군당 226.8% (1/2 lb)를 넘지 않도록 하여 이틀 이내에 모두 소진할 수 있도록 한다. 만약 화분떡에 작은벌집딱정벌레 유충이 발견되면, 성충으로 우화하기 전에 즉시 제거해야 한다. 건조된 분말 형태의 먹이를 공급할 시에는 벌통 내부에 넣어 주거나 비가림 시설이 되어있는 먹이통에 넣어 공급하도록 한다.

강군을 육성하여 작은벌집딱정벌레에 저항할 수 있는 봉군으로의 만들기 위해서는 벌집소비의 순환을 통해 개체수를 조절하고 이 과정에서 계상 올리기를 하여 봉군을 강하게 만들 수 있다(그림 10). 벌집 순환방법은 다음과 같다.

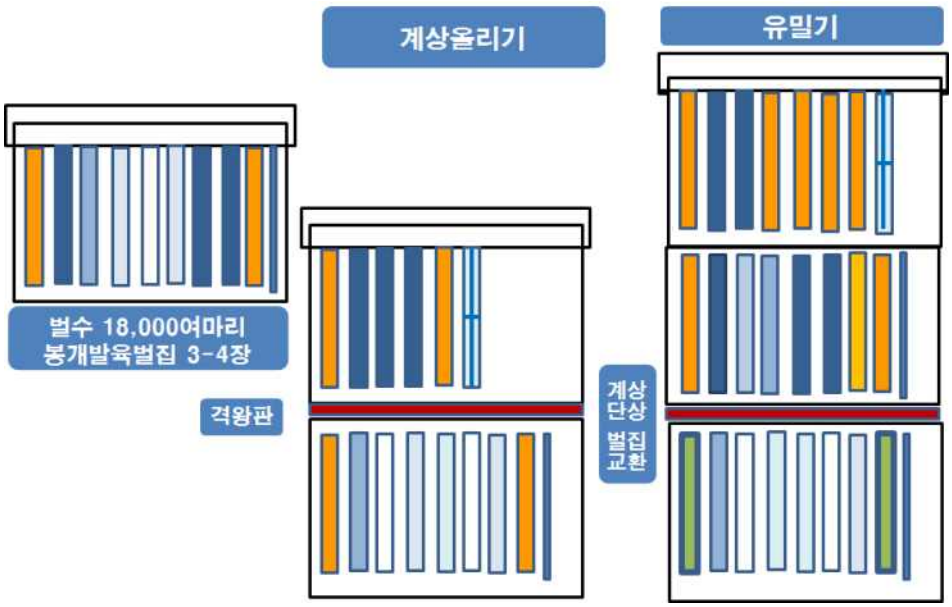
○ 유밀기 벌집배열

- 유밀기 봉군내 벌집 배열은 꿀이 들어오기 시작하면 단상의 양쪽 가장자리 바깥 벌집은 빈벌집으로 대체, 일벌들이 바로 저밀하게 함.
- 다음 날 봉군 내검 시 폭밀이 되면 이 벌집들을 바로 계상으로 올림.

- 단상에는 다시 빈벌집을 넣어 주어 일벌들로 하여금 저밀하도록 함.

○ 계상올리기

- 봉군 번식이 증식기, 남부지방 4월 초순, 중부지방 4월 중하순부터
- 계상을 올리는 시기는 여왕벌의 산란력과 일벌의 포육력과의 관계 고려
- 보통 봉군내 일벌이 8광벌(18,000벌), 일벌 포육력이 여왕벌 산란력능가
- 봉군은 봉개된 번데기 벌집이 3~4장 이상이어야 함.
- 먼저 단상을 내검하여 노숙 봉개 번데기 벌집을 2~3장을 골라 놓음.
- 계상 양쪽 가장자리에 저밀벌집 넣고, 그 사이에 노숙 번데기 벌집 위치 저밀벌집 바같쪽에 사양기 위치
- 단상의 벌집 정리 1~2장의 벌집기초틀(소초광)을 넣어 새벌집 조성
- 단상과 계상사이에는 격왕판을 놓아 여왕벌 이동 차단
- 단상의 노숙번데기벌집은 계상, 계상의 터져나온빈벌집은 단상 교환
- 봉군이 증가할 경우에는 삼단 계상 설치



【그림 10】 강군양성을 위한 벌집 순환 기술

이러한 관리 등을 통해 봉군내의 노제마, 미국부저병, 유럽부저병 등을 비롯한 다양한 질병에 대한 감염을 감소시키며, 독성물질이 제거될 수 있다. 벌집소비는 10년이상 사용할 수 있지만, 3~5년마다 새로운 소비로 교체해 주어야 한다. 채광이 좋은 곳에 벌통을 두면 기주를 찾는 작은벌집딱정벌레 성충의 침입을 막을 수 있다. 작은벌집딱정벌레에 의한 문제의 대부분은 그늘진 곳에 벌통을 배치함으로써 발생할 수 있다. 채광 좋은 곳은 작은벌집딱정벌레의 공격을 예방할 뿐아니라 바로아응애의 영향도 줄일 수 있다. 이는

채광이 벌통내의 상대습도와 온도에 영향을 줄 수 있기 때문이라 생각된다.

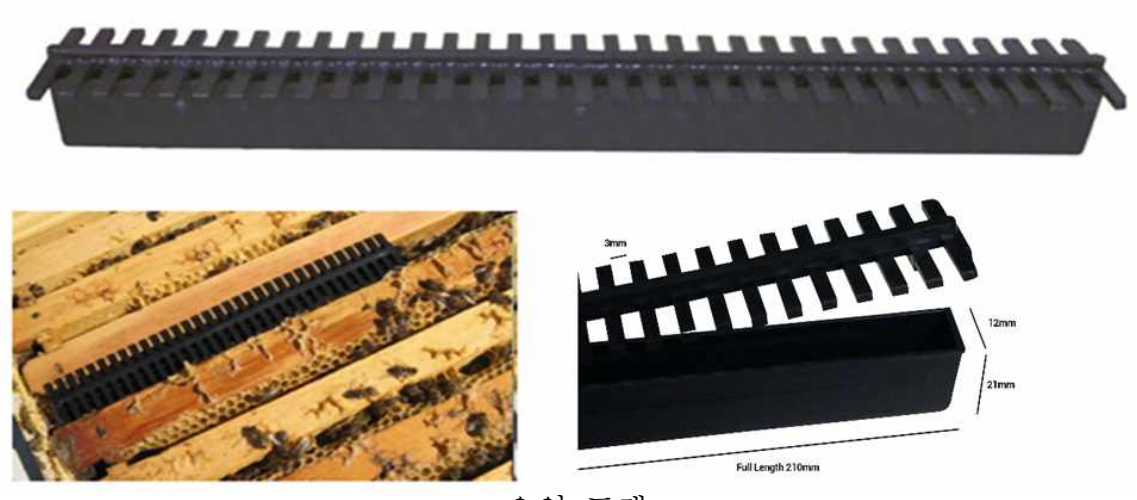
토양의 종류는 작은벌집딱정벌레의 번데기 우화 단계와 월동에 직접적인 영향을 끼친다. 가을에 벌통에서 유충이 기어나와 땅속에서 번데기가 되어 봄에 성충으로 우화한다. 이때 양봉장 토양이 심한 진흙토양 (heavy clay soils)일 경우에는 유충이 충분히 깊이 땅에 파고들어가지 못해 겨울추위를 피하지 못한다. 토양수분 또한 중점토 (heavy soils)에 비해 매우 많아 작은벌집딱정벌레의 용화에 좋지 않은 영향을 미친다. 작은벌집딱정벌레는 다공성토양 (porous soil)의 양봉장에서 더 심각한 피해를 일으킨다.

작은벌집딱정벌레 유인트랩은 봉군내 작은벌집딱정벌레 성충 개체수를 조절하는데 효과적인 수단이다. 이는 기성품을 구매할 수도 있고, 손쉽게 제작하기도 용이하다. 트랩은 외부용(벌통밖에 부착)과 내부용(벌통안에 위치)이 있으나, 다양한 트랩을 동시에 사용하는 것이 딱정벌레 제거에 더욱 효과적이다. 대부분의 오일트랩은 식물성 오일같은 먹어도 안전한 액상 살충제를 저장통에 넣어 사용하는데, 이때 작은벌집딱정벌레는 썩은 과일이나 사과식초 등에 유인되어 저장통에 떨어진다 (그림 11).

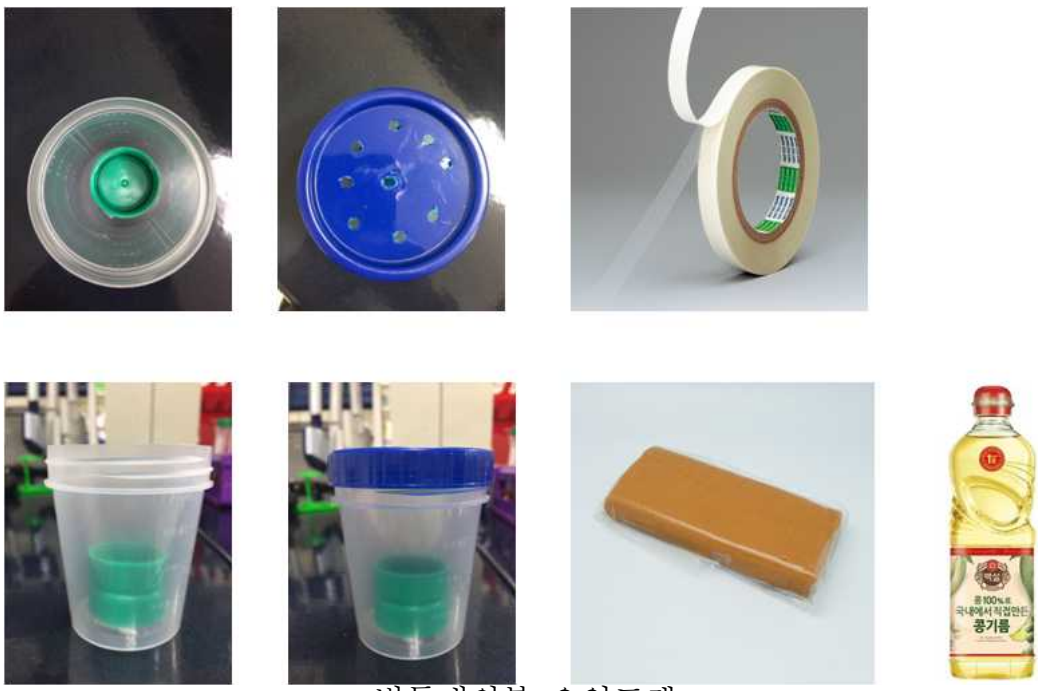
바닥판 트랩 (Bottom board traps)은 가장 많이 알려진 외부형 트랩으로, 분리가 가능한 바닥판에 살충 약제를 처리하고 벌통과 바닥판 사이에 작은벌집딱정벌레가 떨어질 수 있도록 철망으로 만들어진 트랩을 끼워 사용한다 (그림 12). 이 형태의 트랩은 좀더 저렴하지만 딱정벌레에 대한 효과는 좀 더 적으며, 자주 교체해야 할 필요가 있다.

작은벌집딱정벌레에 대한 생물학적 방제방법은 지속적으로 연구되고 있으나, 현재까지는 전망이 밝지 않다. 현재까지 알려진 바에 의하면, 두종의 선충 (*Steinernema*와 *Heterorhabditis* spp.)은 토양에서 유충과 번데기를 가해하는 것으로 알려져 있다. 또한 유충단계의 작은벌집딱정벌레를 죽이는 곤충병원성 곰팡이 (*Metarhizum* spp.)도 연구되고 있다. 세균유래의 B.t 균주를 이용한 작은벌집딱정벌레 방제 효과는 아직 입증되지 않았다.

마지막으로, 해충의 침입에 저항성이 높은 품종을 고르는 것이 장기적으로 딱정벌레의 침입을 예방할 수 있는 방법이다. 서양종꿀벌 계통 중 작은벌집딱정벌레 저항성인 종은 아직 없지만, 청소력이 우수한 꿀벌 계통은 바로아응애나 기문응애가 봉군에 생기는 것을 방지함과 동시에 간접적으로 작은벌집딱정벌레의 발생을 줄일 수 있기 때문이다. 간혹 어떤 봉군은 봉군내에 작은벌집딱정벌레가 출현하면, 이를 가두려는 성향을 보이기도 하는데, 이러한 봉군에서 여왕벌을 양성하여 계통을 유지시켜 작은벌집딱정벌레 저항성 계통을 육성할 수 있다.



< 오일 트랩>



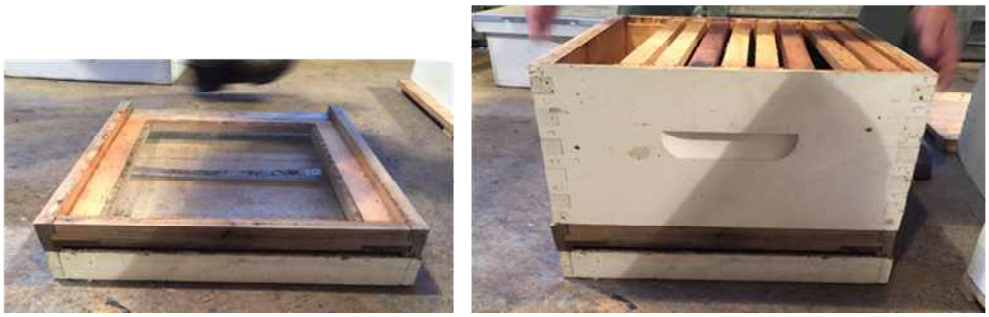
< 벌통내외부 오일트랩>



< 벌통내부 유인트랩>

【그림 11】 작은벌집딱정벌레 트랩.

이 트랩들은 화분떡을 유인제로 쓰며, 봉장내에서 이동하는 성충을 조사할 수 있다.



【그림 12】 바닥판 트랩 (Bottom board traps)의 설치.

석회, 규조토 등 살충제가 들어 있는 넓은 용기를 벌통의 바닥에 놓고 작은벌집딱정벌레의 성충이 꿀벌로부터 피할 곳을 찾다가 바닥으로 떨어져 익사한다. 이러한 형태의 트랩은 바로아응애제거에도 도움이 된다. 바닥에 떨어진 작은벌집딱정버레 수거용 넓은 용기는 바로아응애 관찰을 위해 일시적으로 끈적한 바닥판으로 교체할 수 있다.

작은벌집딱정벌레 관리

일단 작은벌집딱정벌레의 발생이 확인된 양봉장에서 한가지 방법으로 그 개체수를 조절하기는 힘들다. 가장 중요한 것은 성충의 개체수를 낮은 상태로 유지하면서 벌들이 제압당하지 못하게 하는 것이다. 그 방법은 다음과 같이 3가지로 나타낼 수 있다.

① IPM (해충종합방제기술)은 앞서 설명한 것과 같이 재정적 경영학적 관점에서 모든 것이 같이 시행되어야 한다. 그러나 IPM 프로그램을 적절히 따르면 벌통안에 살포되는 것을 포함한 양봉장에서의 화학물질 사용이 줄어들게 되며 전체적으로 건강한 양봉시스템이 된다.

② 트랩을 이용해 작은벌집딱정벌레 성충을 지속적으로 제거해준다. 트랩은 늦은 가을이 되면 제거해주고, 다시 먹이활동을 하는 봄이 되면 재설치를 해준다. 트랩설치는 작은벌집딱정벌레 예방에 효과적이다.

③ 양봉장과 봉군내 화학적 살충제의 사용은 유용하기는 하지만 제한적으로 사용할 필요가 있다. 살충제 대부분은 밀랍에 녹아 소비와 저장화분, 꿀 등에 잔류하게 된다. 반복적인 살충제 사용은 해충의 약제 내성을 유발하여 결국 방제 효과를 약화시키게 된다.

작은벌집딱정벌레를 제어하는 데 있어 화학적 살충제가 필요한 예외적인 경우가 있다. 수백통에서 수천통을 키우는 이주양봉가들은 종종 화분매개를

위해 벌통을 보내기 전에 빠른 시간안에 딱정벌레를 없애기 위해 화학적 방제에 의존하기도 한다. 그러나 대부분의 소규모 혹은 취미 양봉가들의 경우 살충제를 전적으로 사용하지 않으려 한다. 국내에서 현재까지 작은벌집딱정벌레에 사용할 수 있는 등록된 살충제는 없다. 또한 꿀벌에 피해를 줄 수 있기 때문에 모든 제품의 지시사항은 반드시 지켜야 한다. 특히 봉군에 사용가능한 것으로 등록이 되어있지 않은 모든 제품은 사용하지 않아야 한다. 또한 피프로닐 (Fipronil: 바퀴벌레 미끼 - 곤충의 중앙신경계에 영향을 줌)을 함유한 제품은 벌에 고독성이며 사람에게는 보통 독성을 나타내는 것으로 사용에 유의할 필요가 있다. 미국의 경우, 봉군내에 사용하는 것으로는 유기인산화합물 살충제인 쿠마포스를 함유하고 있는 바이엘 체크마이트 스트립 (Bayer Checkmite+ Bee Mite Strip®)이 유일하게 작은벌집딱정벌레 방제용으로 등록되어있다. 이 제제는 벌에 직접적으로 닿지 않게 하는데, 보통 살충제 스트립을 벌통의 바닥부분에 놓는다. 미국의 경우, 체크마이트 스트립은 바로아응애 방제용으로 등록되어 있었으나, 현재는 쿠마포스에 내성을 나타내는 응애의 출현으로 인해 바로아응애 방제용으로 사용되는 빈도는 낮아졌다. 국내에서 이와 유사한 제제가 사용허가된다하더라도 이 약제의 주성분인 쿠마포스는 밀랍에 계속 잔류하며, 여왕벌의 산란을 방해할 수 있으므로, 작은벌집딱정벌레 방제용으로 신중하게 사용해야 할 것이다.

미국의 경우, 현재까지 작은벌집딱정벌레 방제용으로 벌통밖에서 사용이 승인된 제품은 가드스타 (Gardstar® 40% EC)가 유일하다. 이 제품은 퍼메트린이라는 살충제를 포함하고 있으며, 토양에 직접적으로 관주하는 방법으로 사용된다. 그러나 이 제품은 디디티 (DDT)와 비슷한 작용을 가지는 신경독성분이 포함되어 있으며, 벌에는 고독성을 보이도 있다. 약제는 물과 섞어 양봉장 주변의 토양에 직접적으로 뿌려준다. 이 제품은 벌통에서 나온 유충과 땅속에 있는 번데기에 작용하며, 한번 처리하면 몇주동안 효과가 유지된다. 그러나 중요한 것은 작은벌집딱정벌레는 늦봄까지 산란을 시작하지 않으므로, 날씨가 충분히 따뜻해져 생식주기가 완전해 질 때까지 처리하지 않아야 한다. 그러나 가을에 딱정벌레 침입이 많아지면 토양소독은 이른 봄에 시작하도록 한다. 토양소독법은 소규모의 고정양봉장에서 사용하면 가장 효과적이다. 현재까지 국내에서는 양봉용 토양살충제로 허가받은 약품이 없는 실정이다. 따라서, 중요한 것은 작은벌집딱정벌레 방제에 효과적이면서 꿀벌에 안전한 화학약제를 찾는 것이며, 관련 연구는 계속되고 있다.

채밀과정중 작은벌집딱정벌레 피해 예방

채밀과정중 발생할 수 있는 작은벌집딱정벌레에 의한 감염은 이 해충의 알을 어떻게 관리하느냐에 따라 달려있으나, 육안을 통해 벌집소비내에 작은벌집딱정벌레 알을 찾는 것은 매우 어렵다. 저밀소비를 벌통에서 빼낼 때 대부분의 성충은 벌을 털어내는 과정중 떨어져 나가지만, 남아있는 딱정벌레를 확인하기 위해서는 비어있는 벌방 내부를 정밀 내검 해야 한다. 소비에 있던 딱정벌레 성충에 의해서든 밖에서 날아든 딱정벌레 성충에 의해서든 산란은 하룻밤 만에 일어날 수 있으며, 벌방 내부에 남아있는 딱정벌레 알은 벌통안의 온기로 인해 빠르게 부화한다. 특히 채밀과정중 밀개되어있는 밀납을 제거하고 채밀할 당시 상대습도가 50% 이하가 될 때 특히 주의해야 한다. 이 조건일 때 남아있는 알이 건조되기 때문이다. 가장 안전한 방법은 48시간 채밀을 끝내도록 하며, 채밀하기에 앞서 보관중인 저밀소비는 십자형으로 엇갈려 쌓아놓고 사이사이에 맑은 빛이 들어가게 하는 것이 좋다. 채밀이 끝난 벌집소비는 청소를 위해 즉시 강군에 넣거나, 햇볕을 쬐어주어 남은 꿀을 제거한다. 만약 그 벌집소비를 동일한 시기(계절)에 다시 사용할 수 없다면 얼리거나 알루미늄 아인산염 (Phostoxin®)이나 파라디클로로벤젠 (Para-Moth®) 등의 화학물질로 훈연처리하고, 비닐 등을 이용해 여러 겹 싸놓는 것이 좋다. 초저온냉동고를 사용가능하다면 저밀소비를 쓰레기봉투 등에 담아 최소 72시간을 냉동하여 벌집내 남아있는 알을 죽일 수 있다. 냉동고에서 꺼내 공소비를 비닐봉투에서 꺼내지 않고 보관한다면 벌집 나방과 작은벌집딱정벌레의 재 발생을 막을 수 있다. 만약 오래 보관할 예정이라면 서늘하고 건조한 곳에 보관해야 하는데, 이때 제습기를 이용하는 것도 좋은 방법이다. 그러나 무엇보다 채밀장을 위생적으로 관리하는 것이 작은벌집딱정벌레 발생을 막는데 중요하다. 작은벌집딱정벌레 유충에 의한 피해를 막기 위해서는 밀납을 벌집 표면에 도포하여 적절하게 보관하며, 특히 오래된 소비를 아무렇게 방치하지 말아야 한다. 채밀장 바닥은 청소가 용이하고 고압수세가 가능하게 해야 한다. 채밀하는 동안 유충이 발견되지 않았다하더라도 채밀이 끝난 하루 이틀후에도 갑자기 나타날 수 있다.

만약 채밀장에 유충이 발견되었다 하더라도 전혀 희망이 없는 것은 아니다. 돌아다니는 유충은 사방이 막힌 곳에서는 쉽게 방제 가능하다. 그렇지 않으면 비눗물을 담은 용기위에 백열전구를 설치하면 유충을 유인할 수 있다. 이때 유충이 용기주위만 맴돌 수 있기 때문에 기어오를 수 있는 경사로를 한두개정도 놓아두어야 한다.

교미상에서 작은벌집딱정벌레 문제 최소화 방법

여왕벌 양성을 통한 교미상 운용을 위한 봉군관리 기술은 한 차원 높은 관리 형태이며 앞서 말한 모든 주의사항과 예방관리기술은 동일하게 적용되어야 한다. 그러나 여왕벌 양성군(교미상)은 일벌 세력이 약하고 집중적으로 사양을 해야 하기 때문에 작은벌집딱정벌레의 관리가 더욱 어렵다. 여왕벌 양성군(교미상)의 사양은 내부 사양기를 사용시 용량의 3분의 1이나 2분의 1만 채워 수일 내로 소진이 가능하도록 한다. 많은 양의 사양액을 급이하여 남게 되면 남은 사양액은 쉽게 발효가 될 수 있고, 이것은 딱정벌레를 유인할 수도 있다. 시중에는 설탕물의 발효를 저해하면서, 꿀벌에 의한 사양액 섭취를 촉진시킬 수 있는 에센셜 오일 성분의 하니비헬시(Honey-B-Healthy®)와 같은 제품들이 판매되기도 한다. 이때 주의할 점은 교미상 내 화학적 살충제 처리는 꼭 피해야 한다. 몇몇 살충제 제품은 여왕벌의 산란력에 좋지 않은 영향을 주거나 숫벌의 불임을 야기할 수도 있기 때문이다.

늦은시기 분봉시 주의사항

6월부터 8월사이에는 봉군 개체가 집중적으로 늘어나는 시기이므로 분봉이 필요하다. 이때 작은벌집딱정벌레의 감염에 특히 유의할 필요가 있는데, 분봉하기에 앞서 다음과 같이 몇가지 주의사항을 준수해야 한다. 먼저 분봉은 강군으로 수행해야 한다. 다음으로는 분봉 벌통에 충분한 양의 먹이장을 넣어준다. 분봉통에 필요한 구성성분은 다음과 같다. 먹이장 2장, 2~3장의 산란 소비, 2~5장의 공소비 (8장 내지 10장의 봉군을 만들 때) 산란소비는 중앙에 배치하여 산란을 빠르게 늘릴 수 있게하고, 공소비는 꿀양이 많거나 사양을 계속할 경우에만 넣어준다. 하니바운드스플릿(Honey-bound split)은 좋지 않으며, 특히 일벌들이 여왕벌이나 왕대를 받아들이지 않을 경우에는 작은벌집딱정벌레가 빠르게 꿀벌들을 장악할 수 있다. 이때 무왕군이 되면, 꿀벌들은 벌통 청결이나 관리등에 신경을 덜 쓰게 되며, 작은벌집딱정벌레의 알은 살아남을 확률이 매우 높아진다.

작은벌집딱정벌레 관리시 금기사항

- 이른 봄 동안에는 단백질 보충이나 화분떡을 소량으로만 줄 것. 산란직전의 성충을 끌어들여 알을 낳게 할 수 있다.
- 양봉장의 안이나 밖, 채밀소에도 꿀과 화분이 든 소비를 무방비로 두지 말 것.
- 꼭 필요한 경우가 아니라면 봉군을 무왕군으로 두지 말 것.

■ 벌통은 내검할 때나 관리시 꼭 필요할 때가 아니면 열어두지 말 것.
■ 벌통을 그늘에만 두지 말 것. 해가 많이 드는 곳이 좋다.
■ 봉장에 사각지대를 만들지 말 것. 약군은 다 죽기 전에 조치를 취해야 한다. 합봉, 여왕벌 교체, 다른 방법 등을 써서라도 약군을 관리하여 강군을 만들어야 한다.
■ 48시간 이내에 채밀할 수 있는 양보다 많이 채밀하지 말 것.
■ 작은벌집딱정벌레가 벌들을 피해 도망갈 수 있으므로 충분한 양의 벌들이 소비를 덮을 때까지 공소비를 추가하지 말 것.
■ 작은벌집딱정벌레가 접근할 수 있으므로 사양기에 과량의 설탕물을 주지 말 것. 벌들이 몇일간만 먹을 수 있는 소량만 공급할 것. 작은벌집딱정벌레 성충이 꼬일 수 있으므로 발효된 설탕물은 치울 것.
■ 이른 봄 동안에는 단백질 보충이나 화분떡을 소량으로만 줄 것. 산란직전의 성충을 끌어들여 알을 낳게 할 수 있다.

작은벌집딱정벌레 발생농가 긴급조치 요령

■ 발생예찰

세력이 약한 벌통을 열고 재빨리 움직이는 성충을 관찰한다. 벌통 안의 어두운 쪽을 좋아하기 때문에 벌통 밑바닥의 구석진 부분을 잘 살펴보아야 한다. 소비를 들어내면 어두운 벌통 구석에 몰리게 된다. 애벌레는 소비를 세밀하게 관찰하여 발견할 수 있다.

※ 꿀벌부채명나방 애벌레(소충)와의 차이점 : 소충은 몸에 수많은 다리가 있는 반면, 작은벌집딱정벌레 애벌레의 다리는 3쌍만 있다. 그리고 등쪽으로 가시 돌기들이 돌출해 있다.

■ 신고조치

예찰결과 작은벌집딱정벌레 발견 시, 해당지역 가축위생시험소 또는 농업기술센터에 즉시 신고 후, 이동을 금하고 소각여부 등 후속 조치에 따른다.

■ 소각조치

발생확인 농가는 관계자 입회하에 벌통을 자체 소각처리하고, 피해가 없는 벌통의 경우에는 먹이 벌집과 빈 벌집을 저온저장고에 보관하여 알, 유충을 사멸한다.

※ -12℃에서 24시간 후, 10℃에서 3개월 후 사멸

■ 토양소독

발생농가는 꿀벌의 피해가 발생하지 않는 겨울철에 허가된 약제로 양봉장

인근 토양을 소독한다.

■ 발생예방

작은벌집딱정벌레는 약군에서 발생하므로, 약군은 과감히 합봉하여 강군으로 편성하고, 벌집을 밀집하여 관리해야 한다. 빈 소비는 저온에서 보관해야 한다.

결론

꿀벌은 꿀, 프로폴리스, 화분, 로얄제리 등의 양봉산물뿐만아니라, 식용작물 수분의 70%이상을 책임지고 있는 익충이자 가축이다. 우리나라에서 주로 문제시되어오고 있는 꿀벌질병은 꿀벌응애, 부저병, 석고병, 노제마병 등이며, 특히, 토종벌에서는 낭충봉아부패병으로 2009년부터 사육군수가 격감하여 현재 멸종위기까지 거론되고 있다. 한편, 2016년 남아프리카가 원산지인 꿀벌 해충인 작은벌집딱정벌레가 미국, 캐나다, 호주, 브라질, 이탈리아 등과 마찬가지로 우리나라 양봉장에도 피해가 처음으로 공식보고되었다. 기후변화영향으로 점점 한반도지역도 아열대화가 심화되고 있는 이즈음에 꿀벌에 외래해충피해보고는 향후 이 질병에 대한 철저한 대책수립이 요청되는시점이라 하겠다. 일반 가축과는 달리 꿀벌은 날짐승으로서 활동반경이 약 5 km정도에 다다르고 있으므로, 이 지역은 감염된 꿀벌에 의한 영향권역으로 간주되어야 할 것이다. 따라서, 봉장을 처음 시작하고자 할때는 주변 봉장의 질병발생상황, 풍부한 밀원, 청정 급수 등 위생적인 환경을 선정하는 것이 고려되어야 할 것이다. 낭충봉아부패병이 되었든, 작은벌집딱정벌레가 되었든 꿀벌질병 예방과 관리에 있어 위생적인 사양관리의 중요성은 아무리 강조해도 지나치지 않을 것이다. 노후 벌통, 소비 및 양봉기구가 있다면, 과감하게 새것으로 교체하고 양질의 화분떡과 사양액이 위생적으로 공급되어야 할 것이다. 양봉산업은 산업적으로 보면 농업인구의 고령화에 적합산업이며, 신규 의약품 개발에도 활용될 여지가 많으며, 인류학적으로 볼때는 식량생산에 없어서는 안될 수분매개역할을 하는 익충이다. 앞으로도 낭충봉아부패병과 작은벌집딱정벌레 등 악성 꿀벌질병의 예방을 통해 국내 양봉산업이 국제경쟁력을 갖춰 더욱 발전하고, 인류건강에도 도움이 되기를 바라마지 않는다.

감사의 글

본고는 농촌진흥청 국립농업과학원 잠사양봉소재과 최용수박사님, 김혜경박사님과 농림축산검역본부 세균질병과 꿀벌질병관리센터 유미선박사님이 참고자료 제공, 원고작성 및 교정해주셨음에 감사드립니다.

참고문헌

Cepero, A., Higes, M., Martinez-Salvador, A., Meana, A., Martin-Hernandez, R., 2014. A two year national surveillance for *Aethina tumida* reflects its absence in Spain. BMC Research Notes 7, 878.

Cuthbertson, A.G.S., Marthers, J.J., Blackburn, L.F., Powell, M.E., Marris, G., Pietravalle, S., Brown, M.A., Budge, G.E., 2012. Screening commercially available entomopathogenic biocontrol agents for the control of *Aethina tumida* (*Coleoptera: Nitidulidae*) in the UK. Insects 3, 719-726.

Hill, E.S., Smythe, A.B., Delaney, D.A., 2016. Assessing the Role of environmental conditions on efficacy rates of *Heterorhabditis indica* (*Nematoda: Heterorhabditidae*) for controlling *Aethina tumida* (*Coleoptera: Nitidulidae*) in Honey Bee (*Hymenoptera: Apidae*) colonies: a citizen science approach. Journal of Economic Entomology 109(1), 106-112.

Meikle, W.G., Diaz, R., 2012. Factors affecting pupation success of the small hive beetle, *Aethina tumida*. Journal of Insect Science 12, article 118.

OIE Terrestrial Manual 2013. Chapter 2.2.5. Small Hive Beetle Infestaion (*Aethinal tumida*).

Powell, M.E., Bradish, H.M., Gatehouse, J.A., Fitches, E.C., 2017. Systemic RNAi in the small hive beetle *Aethina tumida* Murray (*Coleoptera: Nitidulidae*) a serious pest of the European honey bee Apis mellifera. Pest Manag Sci 73, 53-63.

Sheridan, A. B., Fulton, H., Zawislak, J., Small Hive Beetle Management in Mississippi.

(집필자)
소　　속 : 농림축산검역본부 동식물위생연구부 세균질병과 꿀벌질병관리센터
직급 및 성명 : 수의연구관 조윤상
이 메 일 : choys@korea.kr
연 락 처 : 054-912-0743

