



꿀벌 병해충 관리

이명렬 · 농학박사 / 농업과학기술원 잠사양봉소재과 양봉연구실장

수입 개방을 목전에 둔 우리 양봉농가로서는 좋은 품질의 꿀을 많이 생산하여 가격 경쟁력과 품질 경쟁력을 모두 갖추는 일이 시급하다. 이를 위해서는 벌꿀생산의 기본자원인 밀원식물의 증식이 무엇보다도 중요하다. 아울러 우수한 수밀능력을 갖춘 꿀벌을 선발하고 철저한 병해충 관리를 통해 탁월한 양봉기술을 구사할 때 중국, 미국, 아르헨티나, 뉴질랜드 등 벌꿀 수출국과 어깨를 나란히 할 수 있을 것이다.

그리스 신화에 아폴로의 아들이 벌을 키우다가 질병에 감염되어 벌통을 잃고 바다의 신에게 도움을 요청했다는 이야기가 나온다. 아리스토텔레스(384~322 B. C.)도 꿀벌을 관찰하다가 부저병으로 보이는 유충 질병에 의해 피해를 받은 경험을 기록했을 정도로 꿀벌의 질병은 일찍부터 양봉을 하는데 걸림돌이 되어 왔다.

꿀벌은 수만 마리의 개체가 좁은 벌통 안에서 무리를 이루어 생활하고 있다. 밀폐된 공간에 수분이 많은 벌꿀과 화분을 저장하여 식량으로 사용하고, 항상 33~36℃(평균 34.5℃)로 유지되는 고온 다습한 환경에서 수많은 알, 유충, 번데기가 동시에 발육하고 있기 때문에, 미생물과 기생성 해충이 서식하기에 가장 좋은 환경을 항상 제공하고 있다. 또한 집단생활로 인해 감염, 전파, 확산이 쉽다. 따라서 유밀기 다수확을 위한 최상

의 세력을 유지하기 위해서는 철저히 꿀벌 질병과 해충을 감시하여 피해를 받지 않도록 관리하여야 한다.

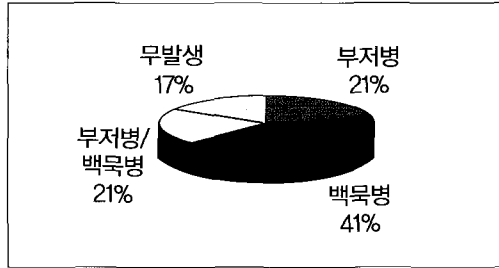
1. 질병과 해충의 발생상황

국내 양봉관련 인터넷 사이트 게시판에서 제목 검색을 통해 조사한 바에 의하면 말벌에 관한 게시문이 67개, 꿀벌응애(진드기)가 31개, 백목병(석고병)이 22개, 부저병이 11개, 노제마가 1개 순이었다. 말벌에 대한 내용이 많았던 것은 가을철 말벌의 출현 빈도가 높아짐에 따라 눈으로 직접 목격하게 되는 피해 상황과 마땅한 방제 방법이 없어, 직접 포살해야 하는 어려움을 호소한 때문으로 여겨진다. 2001년도 양봉협회보에 발표된 자료에도 피해정도별 설문조사에서 꿀벌응애, 백목병, 부저병, 노제마병 순으로 나타난 것과 일치하고 있다. 필자가 25개 농가의 양봉장을 방문하며 발생조사를 했던 결과도 마찬가지로 백목병 발생농가(전체의 62%)가 유럽부저병 발생농가(전체의 42%)에 비해 많은 것으로 나타났다. 백목병이 발생한 농가의 평균 봉군 감염률은 12.8%였고, 유럽부저병 발생농가의 평균 봉군 감염률은 7.4%였다 <그림 1, 2>.

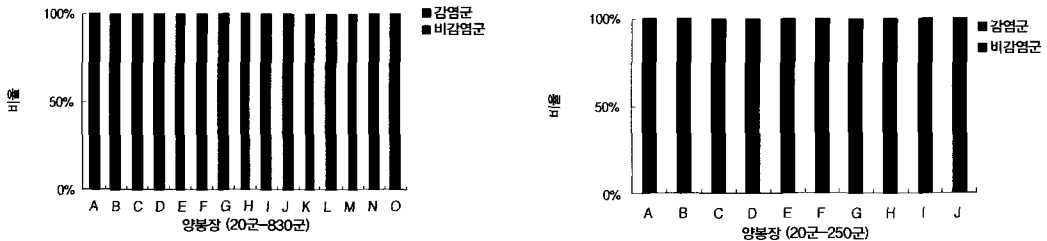
육안으로는 감염여부를 알 수 없는 노제마병의 경우 18개 농가에서 시료를 채취하여 노제마 포자를 관찰하였던 결과, 발생농가

양봉의 중요성





〈그림 1〉 유럽부저병과 백목병 발생 농가비율(01, 전국일원 25개 농가 조사)



〈유럽부저병〉

〈백목병〉

〈그림 2〉 유럽부저병과 백목병에 대한 양봉장별 봉군 감염률

비율이 56%였고 개체당 평균 포자수는 375,300개로 나타나 많은 농가에서 노제마병이 만성적으로 발생하고 있는 것을 알 수 있다 <표 2>.

2. 주요 질병과 해충의 진단과 방제 대책 가. 미국부저병

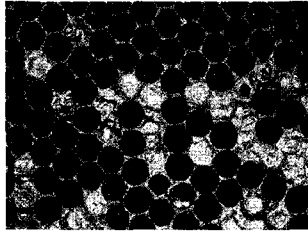
미국부저병(American Foulbrood)은 1877년 뉴질랜드에서 처음 기록되었으며, 20세기 초 세계적으로 전파되었다. 1950년대 국내에서도 대발생한 적이 있다. 미국부저병과 유럽부저병은 비교적 발생 확인이 쉽다. 초기에 적합한 방제 대책을 강구할 경우에는 방제가 가능하다. 하지만 미국부저병은 전염성이 매우 강하고 질병이 진전된 후에는 방제가 어렵다. 호주와 뉴질랜드의 경우에는 이 병을 법정 전염병으로 지정하여, 각 양봉가들이 봉군을 신고하고 소정의 등록비를 내면, 정부에서 예찰과 방제에 대해 책임 관리를 해주는 제도를 가지고 있다. 병원균은

*Paenibacillus larvae*이며 그람양성의 간균(2.5~5.0 μ m × 0.7~0.8 μ m)으로 편모에 의한 운동성을 보유하고 있다. 내생포자는 내열성, 화학살균제에 대한 저항성을 갖고 있다.

내생포자가 유충의 입(턱이)을 통해 침입, 증장에서 영양 세포로 발아하여 증식하며 혈액을 통해 온몸에 퍼져 유충을 치사시킨다. 내생포자를 형성하여 전파한다.

(1) 증상 및 진단

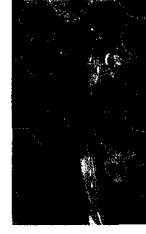
감염 10~15일 후가 되면 번데기가 될 무렵의 애벌레의 체색이 유백색에서 갈색으로 변하며 죽는다. 죽은 애벌레는 진한 갈색을 띠며, 물러 터져 끈끈한 액상으로 변한다(그림 3-A). 죽은 애벌레에서는 고기 썩는 냄새가 나며, 번데기뿔개가 함몰되거나 구멍이 생긴다. 그림 3의 (C)와 같이 이쑤시개를 이용하여 진단할 수가 있다. 성충으로 발육하다 죽게 되면 (B)와 같이 혀만 보이게 된다



(A)



(B)



(C)

〈그림 3〉 미국 부저병의 피해 증상과 진단 방법

(2) 감염 및 전파

일벌이 유충에게 먹이를 공급하는 과정에서 내생포자가 전염된다. 병원균이 꿀벌 유충에만 특이적으로 감염되기 때문에 성충에 포자가 내재하여도 발병하지는 않는다. 일벌이 죽은 유충을 제거하는 과정에서 벌집과 일벌에 전파된다. 일벌의 직·간접적 접촉과 오염된 양봉기구, 벌꿀에 의해 전염된다. 오염된 꿀의 도봉에 의해 벌통간에 전염된다.

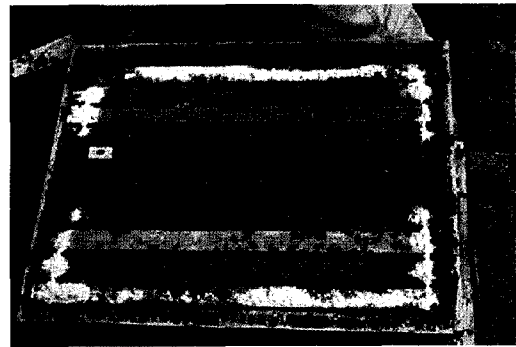
(3) 예방

예방을 위해서는 도봉을 방지해야 하며 오염된 벌꿀과 꿀이 저장된 벌집을 공급하는 일을 삼가야 한다. 또한 병이 발생한 양봉장 근처에는 벌통을 배치하지 말아야 한다. 양봉기구는 화염멸균, 알코올소독, 고온멸균 등의 방법으로 철저히 소독한다.

(4) 치료

증세가 미약할 때에는 항생제에 의한 치료가 가능한데 분말로 투여하는 것을 권장한다. 옥시테트라사이클린 200mg(유효성분)을 고운 설탕분말 30g과 혼합하여 벌집들 가장자리 위나 벌통 구석 바닥에 뿌려준다(그림 4). 4~5일 간격으로 총 3회 투여하는 것이 좋다. 한편 벌통당 200mg을 물 또는 설탕액에 혼합하여 공급하는 방법이 있는데 이 방법은 수용액 상태에서 벌꿀에 잔류할 위험성이 크다. 항생제를 투여할 때는 병원균의 내성 증가를 방지하기 위해서 반드시 적정 약

량 및 투여시기를 준수해야 한다. 항생제 잔류를 최소화하기 위해 적어도 꿀 생산시 한 달 전에는 투약을 마쳐야 한다. 피해가 심하거나 치료 효과가 없이 폐균이 되었을 때는, 계속 전파될 위험이 있기 때문에 야간에 살충제 혹은 석유를 넣고 밀봉 후 땅을 파고 소각해야 한다.



〈그림 4〉 부저병 방제를 위한 항생제 처리

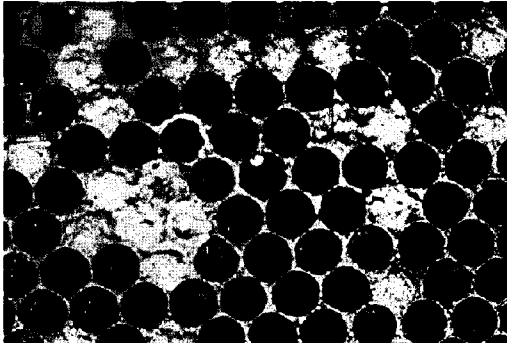
나. 유럽부저병

유럽부저병(European Foulbrood)은 봄~초여름 약군에서 주로 발생한다. 병원균은 *Melissococcus pluton*이라는 그람양성의 구균(0.5 μ m-1.0 μ m)인데 운동성이 없고 내생포자를 만들지 못한다.

(1) 증상 및 진단

감염되면 유충이 유백색에서 황갈색으로 그리고 점차 갈색으로 변한다. 구부렸던 유충의 몸이 C자 형태로 퍼진다(그림 5). 감염된 봉군에서 생선 썩는 냄새가 나고, 아교와

같은 점착성이 있는 미국 부저병과 달리 사체가 점착성이 없다.



〈그림 5〉 유럽 부저병의 감염 증상

(나) 전파

미국부저병과 동일하나 상대적으로 전파가 느리다. 피해도 비교적 적게 나타난다. 미국부저병과 같이 테라마이신 투여에 의해 방제가 가능하다.

다. 백목병

일일이 열거할 수 없을 정도로 진균(곰팡이)성 백목병에 대한 약제 종류와 대처 방법이 많다. 1986년부터 5년간 국내에서 대발생한 이후로 점차 대부분 봉군들이 내성을 보유하게 되었기 때문에 봉군과 여왕벌을 잘 관리한다면 백목병은 그다지 심각한 피해를 주지는 않는다. 실제로 양봉장을 방문해 보면 산란력이 좋지 않은 여왕벌이 있는 약군과 환기가 불량한 벌통에서 백목병이 주로 발생하는 것을 알 수 있다. 따라서 효과가 불확실한 약제에 의존하기보다는 백목병에 감수성인 여왕벌 도태와 적절한 봉군세력 관리, 벌통 내부 환경개선으로 백목병에 대한 대책을 강구해야 한다. 유밀기에 벌 세력이 증가하면 증상이 주춤해지기도 한다.

백목병 병원균은 곰팡이(진균)인 *Ascosphaera apis*이며 포자($1.0\mu\text{m} \times 2.5\mu\text{m}$ 의 타원형) 형태로 유충의 입으로 침입하고

중장에서 발아한 후, 군사가 증식함으로써 유충을 치사시킨다. 1종 균주일 경우에는 사체가 백색으로 딱딱하게 굳어 죽지만 두 균주(+와-)일 경우에는 갈색에서 흑색을 띤다(그림 6). 백목병 포자는 10년~15년까지 병원성을 유지하는 것으로 알려져 있다.



〈그림 6〉 백목병의 감염 증상

(1) 증상 및 진단

감염된 유충 사체가 흰 솜처럼 보이다가 흰색 또는 흑색으로 변하면서 딱딱하게 굳는다. 미이라 모양의 사체가 벌통 입구에서 발견된다. 포자의 형태로 일벌이 어린 유충에 먹이를 주는 과정에서 감염되고 사체 제거 과정에서 봉군 전체로 전파된다. 일벌간의 접촉과 오염된 양봉기구를 통해서 벌통간에 확산된다.

(2) 예방

아직까지 세계적으로도 방제를 위한 마땅한 약제가 알려지지 않았으므로 철저한 예방이 최선책이다. 포자에 의해 감염되므로 다습 조건을 피해야 한다. 오염 벌꿀, 벌집, 양봉기구 접촉을 차단하고 오염 화분으로부터 포자 유입이 가능하기 때문에 화분을 공급할 때 주의하여야 한다. 발병이 확인되면 벌통에서 죽은 애벌레와 배설물 등을 청소하고 습기를 제거할 수 있도록 노력해야 한다.

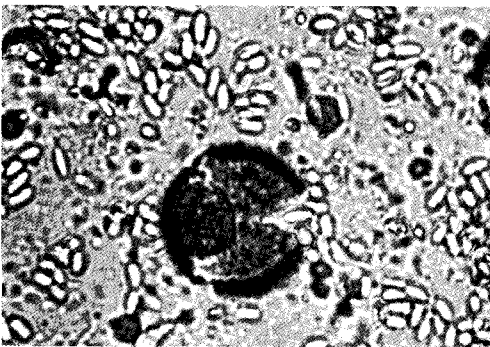
벌통근처의 죽은 벌을 제거하여 청결을 유지하여야 한다. 무엇보다 항상 강균으로 세

력을 유지하는 일이 중요하다. 저항성 계통인 봉군을 보유하는 것도 백묵병 예방과 저지에 큰 도움이 된다.

라. 노제마(Nosema) 병

육안으로 드러나는 피해증상이나 약제(퓨미딜 B)를 처리한 후 그 효과가 불확실하여 실제 원생동물에 의한 만성적 질병인 노제마 병의 중요성을 인식하지 못하는 것 같다. 일반적으로 봉군에 특이한 증상은 없지만 감염 정도가 심하게 되면 일벌들의 활동이 둔화되어 날지 못하고 기어다니는데, 봄철에 흔히 볼 수 있는 증상이다. 극심할 경우에는 복부가 팽배하고, 여기저기에 배설자국을 남긴다. 노제마병 병원균은 소화관에 증식하여 영양 불균형을 초래함으로써 일벌의 수명과 생산성을 감소시킨다. 여왕벌이 감염되면 산란력이 감소하고, 심하면 산란 중단 후 사망하게 된다.

병원균은 원생동물인 *Nosema apis*로서 <그림 7>에서 보는 것과 같은 포자(3 μ m×5 μ m)로 꿀벌 성충에 감염되고 중장에서 발아하여 극사를 형성한다. 중장 벽에 흡착한 후 소화세포로 침투하여 증식한다.



<그림 7> 쌀알 모양의 *Nosema* 포자
(×600, 남제주: '02. 4.)

(1) 증상 및 진단

일벌들의 활동이 둔화되어 성충이 날지 못하고 곳곳에 배설(설사)자국을 남긴다. 일벌 복부를 해부해 보면 정상(갈색)에 비해 중장

이 유백색으로 팽창된 것을 볼 수 있다. 현미경 500배율로 관찰하면 중장 조직에서 많은 포자를 관찰할 수 있다.

(2) 감염 및 전파

포자가 성충의 배설물에 섞이게 됨으로써 병원균 전파의 원인이 된다. 가을철에 감염된 봉군이 봄철에 병이 만연할 수 있다. 감염된 벌은 마비병 바이러스에 감염될 가능성이 더욱 높아진다.

(3) 예방과 치료

감염봉군의 배설물이 타 봉군으로 이전되는 것을 방지해야 한다. 그리고 도봉 방지를 하고, 벌통 및 양봉기구를 철저히 소독해야 하는데, 60℃의 물 또는 1% 페놀산에 10분간 침전하면 포자가 사멸한다. 부탄가스와 토치로 화염 멸균하는 것도 좋은 방법이다.

Fumigilin을 원제로 한 퓨미딜-B를 투여함으로써 예방과 치료가 가능하다. 25통을 기준으로 하여 25g(통당 1g)을 소량의 찬물에 일단 녹인 후 설탕물(1:1) 25리터(강군), 18리터(중군), 12리터(약군)에 혼합하여 이른봄(혹은 경우에 따라서는 가을에) 급이한다. 강군은 1리터, 중간세력 봉군은 3/4 리터, 약군은 1/2리터를 급이한다. 반복 투여할 경우에는 1주일 간격으로 한다.

마. 꿀벌응애와 중국가시응애

꿀벌응애(Bee mites; *Varroa destructor*)는 세계적으로 분포가 확대되었으며 양봉산업에 심각한 피해를 주는 외부기생 해충으로 꿀벌의 유충, 번데기 및 성충에 기생하면서 체액을 빨아먹는다. 이로 인하여 꿀벌은 정상적인 발육을 하지 못하며 정상 활동을 할 수 없게 된다. 발생이 심하면 봉군의 세력이 크게 약화되어 폐군에 이르게 된다. 세계적으로 약제에 대한 저항성 개체가 출현하고 있어 방제가 점차 어려워지고 있는 실정이다.

세계적으로도 생산 양봉에서 꿀벌에 가장 위협이 되는 존재가 꿀벌응애라는 점에서 큰 의미가 없다. 1986년 국내 조사에 의하면 매년 30%~46%의 꿀벌이 이 꿀벌응애에 의해 직접 피해를 받고 있으며, 벌꿀 생산액의 감소와 합치게 되면 조사당시 기준으로 연 416억원의 손실이 발생하는 것으로 추산된 바 있다.

꿀벌응애는 1960년대에 발생이 확인된 이후 국내 꿀벌에 만성적으로 기생하고 있는데, 중국가시응애와 마찬가지로 조금이라도 방제 관리에 소홀하게 되면 큰 경제적 타격을 입는다.

(1) 형태 및 피해

꿀벌응애 암컷 성충의 크기는 1.1×1.6mm 정도이고 체색은 갈색이고 몸 표면은 매우 단단하며 등 쪽과 배 쪽이 납작하고 편평하다. 꿀벌의 유충, 번데기, 성충 등에 기생하면서 체액을 빨아먹는데 기생당한 꿀벌은 체중이 감소하고 심하면 불구벌이 생겨 꿀벌이 정상적인 활동을 할 수 없게 된다. 애벌레와 번데기의 시기에 피해를 받아 체중이 감소한 꿀벌은 성충벌이 된 다음 벌통 밖 활동을 할 수 없게 된다.

(2) 생태

그림 8에서 보는 바와 같이 알에서 성충까지의 발육기간은 암컷에서 약 7~8일이고 수컷에서 약 5~6일이다. 꿀벌응애의 번식은 암컷 응애가 성충벌을 떠나 번데기 바로 직전의 일벌 또는 수벌의 큰 애벌레 방으로 들어가면서 시작되는데 벌 방 깊숙이 애벌레에 부착하기 때문에 다른 벌들에 의해 발견되거나 제거 당하는 일이 매우 적다. 꿀벌 유충이 번데기가 되기 시작하면 응애는 본격적으로 번데기 피부를 뚫고 혈액을 빨아먹는다. 벌방이 덮개로 덮인 지 60시간 후 암컷 응애가

산란한 첫 번째 알은 암컷으로 발육한다. 두 번째 알은 일반적으로 수컷으로 발육하며 이후의 알은 암컷이 되는데 보통 30시간 간격으로 알을 낳는다. 응애는 벌 덮개 안쪽에서 이루어지며, 성충 암컷만이 새로 태어나는 성충 벌과 같이 벌방을 빠져나와 다른 벌에 옮겨 붙는다.

꿀벌 번식시기의 응애 암컷의 수명은 성충벌의 수명과 비슷한 4-8주정도이나, 시기에 따라 여름에는 2-3개월, 가을에는 5-8개월, 겨울동안에는 6-8개월 등으로 차이가 난다. 성충 꿀벌에 붙어 겨울을 나는 동안 암컷 응애는 주기적으로 일벌의 복부 첫 번째와 두 번째의 마디사이의 얇은 막을 통하여 혈액을 빨아먹는다. 일벌 성충에 대한 기생률은 이른 봄과 늦가을에 높고 번식기에는 낮다. 벌방내 기생률은 봄부터 가을까지 계속 높아지며, 일벌 방보다 수벌 방에서 8~10배 정도 높다.

중국가시응애(*Tropilaelaps clareae*)의 크기는 1.0mm이고 체색은 적갈색을 띠며 체형은 길쭉한 타원형을 하고 있으며 비교적 빨리 움직인다. 중국가시응애는 체구가 작아 감염여부를 확인하는 것이 쉽지는 않다. 꿀벌응애와 마찬가지로 감염된 봉군에서는 날개가 비정상적인 불구벌이 나타나며, 특히 심하게 감염된 벌방의 번데기는 복부가 줄어 들고 검은색을 띠게 된다.

중국가시응애의 생활사는 꿀벌응애와 비슷하다. 벌방의 유충이 번데기가 되기 전에 수정된 암컷이 벌방에 들어가 기생하면서 벌 덮개가 덮인 후 약 2일 후에 산란을 하며 보통 한 개의 벌방에 3-4개의 알을 낳는다. 알에서 성충까지의 발육기간은 약 6일이다. 성충의 최적 온도는 31~36℃이며, 동작이 빨라 벌들과 벌집사이 또는 꿀벌의 털 사이를 쉽게 오갈 수 있다. 국내에서의 월동은 겨울에도 여왕벌이 산란을 하는 남부지방에서 가능

하다. 3~4일간 꿀벌 유충이 전혀 없을 때는 생존이 불가능하다. 중국가시응애는 꿀벌응애와 진단 및 방제 방법이 동일하다.

(3) 진단 및 방제

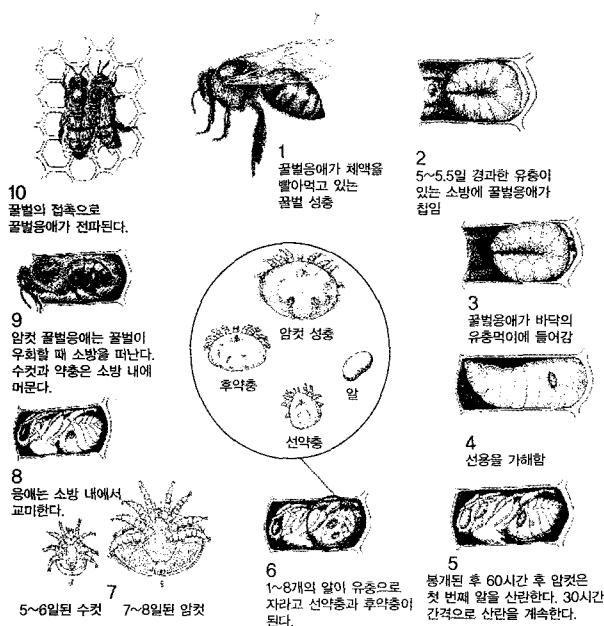
간편한 진단방법으로는 일벌 성충의 몸에 붙어있는 응애 수와 수벌방의 변데기에 붙어있는 응애를 관찰하는 방법이다. 보다 정확한 밀도를 알기 위해서는 흰색 시트지(접착식 벽지)를 벌통 바닥에 깔고 꿀벌응애 방제용 혼연지 등을 처리한 다음 약 30분 후에 벌통바닥의 시트지를 꺼내어 떨어진 응애를 관찰한다.

방제방법으로는 현재 플루바리네이트, 플루메트린, 아미트라즈, 브롬프로피레이트, 플라보노이드 등을 주성분으로 하는 약제방제를 주로 이용하고 있으며, 처리방법으로는 혼연, 분무, 흘리기, 급이, 접촉 등이 있다. 혼연할 때는 연기를 맡지 않게 조심하여야 하며 분무할 때도 약제를 흡입하지 않도록 마스크를 착용하는 것이 안전하다.

현재 가장 많이 사용되고 있는 접촉용 스트립 형태의 약제는 벌들의 활동이 활발한 시기에 효과적이며 기온이 떨어진 시기에는 효율성이 떨어지며 벌집과 직접 접촉되지 않도록 주의해야 한다. 국내 꿀벌응애에 대한 방제 적기는 월동 전후인 가을과 봄철이며, 아카시아채밀 이후 발생여부에 따라 2차 방제해야 한다. 다만 무밀기인 7~8월에 발생이 의심되는 봉군에서는 응애 진단법을 이용하여 발생여부를 확인한 다음 추가 방제 여부를 결정한다.

유럽에서는 꿀벌응애의 약제 저항성에 대해 조사한 바 있는데, 플루바리네이트에 대해 감수성인 세 지역에서의 꿀벌응애에 비해 저항성인 두 지역에서는 50% 치사약량 수준에서 최고 54배, 95% 치사약량 수준에서는 최고 1,109배의 저항성 발달을 보여주고 있다. 현재 우리나라에서 가장 많이 사용하고 있는 합성 플루바리네이트를 원제로 하는 제품도 방제 효과가 떨어진 원인이 꿀벌응애의 약제 저항성에 급속히 발달된 때문으로 추정되고 있다.

이미 대다수 양봉가들이 현재 사용하고 있는 약제의 약효에 대해 의문점을 가지고 있는데, 그 이유는 이미 오랫동안 사용해온 탓에 유럽의 경우처럼 저항성이 상당한 수준에 달했기 때문으로 볼 수 있다. 보다 효율적인 꿀벌응애 방제를 위해서는 같은 약제를 계속 사용하기보다는 환경친화적인 대체 방제 수단을 강구하고 부득이 약제를 처리할 경우에는 약효가 검증된 약제를 1년 교대로 순환하여 사용하는 것이 중요하다.



〈그림 8〉 꿀벌응애의 생활사

