



서울대학교 농업생명과학대학
교수 강석권

인간은 수천년 전부터 꿀벌에 대한 지대한 관심을 가져왔다. 아리스토텔레스(BC. 384~322)가 최초로 꿀벌의 질병에 대하여 기술한 이래로, 같은 익충인 누에의 병과 함께 꾸준한 연구의 발전을 거듭하여 왔다.

꿀벌에는 지금도 중요시 되는 부저병이 제일 먼저 기록되어 진 것 같고, 누에에는 프랑스의 견직공업에 막대한 타격을 주었던 잔알이병의 경란전염을 규명한 파스퇴르의 연구업적이 높이 평가되고 있다.

이 전염병의 기본적인 전파원리는 인체나 가축에 대한 질병예방에 적용된 것은 물론이고, 꿀벌의 질병에 대한 진단과 치료에 커다란 희망과 기대가 열리기 시작하였다. 1882년 꿀벌에 2종의 부저병이 있음이 알려진 이래 미생물학적 연구가 행해져서 지금의 미국부저병과 유럽부저병이 밝혀진 것 같다.

이 당시에 곤충학자들은 야외 해충들에 있어서도 많은 병을 일으키는 병원 미생물들이 있을 것으로 생각하여, 해충에 대한 미생물적 방제에도 관심을 가지게 되었다. 1940년대에 접어들어서 꿀벌의 병과 누에병에 대한 기초원리가 정립되었고, 그 후 꿀벌병과 누에병은 프랑스, 이태리, 일본 및 미국의 학자들에 의해서 연구의 발전을 거듭하여 왔다고 말할 수 있다.

꿀벌의 병은 여러종류의 미생물이 복합적으로 감염되어 다양한 형태로 병을 일으키고 있다. 즉 세균, 곰팡이, 바이러스 및 원생동물 등이 포함되어 있고, 바이러스병에는 현재까지 무려 십수종의 바이러스가 병을 일으키고 있다고 보도되고 있다.

1. 미국부저병(American foulbrood)

(1) 병징

감염유충의 초기증상은 체색이 유백색을 나타내다가 시간의 경과에 따라서 점점 갈색으로 변하는 것이 특징이며, 주로 일벌의 유충과 변태기에 잘 걸린다. 이 병에 걸리면 체색이 갈색으로 됨과 동시에 물러 터지는데, 이때에 시큼한 생선 썩는 냄새가 난다. 그 후 약 1개월이 지나면, 죽은 시체는 점착성이 있어 강하게 굳어 버린다.

또한 봉개가 가라 앉아 움푹들어가던가, 변색된 곳에는 구멍이 뚫어져 있는 점등도 이 병을 판단하는데 도움이 된다. 감염된 유충이 병징을 나타내는 시간은 대개 10~15일이 걸리며, 이때가 되면 대부분 갈색으로 변색된다. 감염되어 완전히 부패한 유충은 찢든찢든한 점착력을 가지기 때문에, 이때에 성냥개비 같은 것으로 찍어올려보면 실모양으로 따라 나온다. 위에서 말한 여러 가지 병징에 의해서도 미국부저병을 판정할 수 있으나, 다음과 같은 간단한 진단법으로서도 이 병을 진단할 수 있다.

- 건조된 시체를 햇빛에 비추면 강한 형광을 나타낸다.
- 건조된 시체에 덮혀진 우유(75℃전후) 6방울을 떨어뜨리면, 처음 우유는 1분내에 응고되나, 15분정도 지나면 용해된다. 이 결과는 우유에 함유되어 있는 카제인성분을 병든 유충에 있는 효소가 분해시키는 작용에 의해서 일어난다(우유 시험법).
- 더욱 간단한 시험은 슬라이드글라스위에 병든 유충을 올려 놓고 우유 2방울 정도를 떨어뜨리면, 30~40초내에 우유는 응고된다. 이때에 유럽 부저병의 경우에는 대개 2분 정도, 건강한 유충은 적어도 13분 정도 걸린다.

(2) 발병과 전염

미국부저병은 2.5 μ m~5 μ m × 0.5~0.8 μ m 크기

의 간상형 세균은 Bacillus larvae에 의하여 발병한다. 이균은 편모를 가지고 움직일 수 있으며, 그람양성 세균으로서 $1.3 \times 0.6 \mu\text{m}$ 크기의 아포를 형성하는 세균이다. 따라서 열과 화학살균제에 대하여 저항력이 강하며, 또한 건조상태에서는 35년간 병원력을 나타내는 병원성이 대단히 강한 균이다.

일벌에 주로 감염되지만 간혹 숫벌이나 여왕벌에서도 발병되는 경우가 있다. 발생지역을 보면, 온대 또는 아열대지역에 걸쳐서 발생하는 병으로서, 분포가 넓은 것이 특징이긴 하지만, 사하라 남부의 아프리카에서는 발생하지 않는다. 영국의 웨일즈지방에서는 1%, 스위스 3~5%, 미국 등지에서는 10%의 발생율을 나타낸다는 보고도 있다.

감염은 포자를 먹음으로서 일어나지만, 균의 영양세포상태로서는 감염되지 않는다. 이 병의 감염은 유충의 경과에 따라 크게 차이가 있다. 즉 부화 후 1일 정도된 유충에는 약 10개의 포자가, 2일이 경과된 유충을 감염시키는 데는 무려 수백만개 포자가 필요하게 된다.

세균의 증식조직은 처음 장에 증식한 후, 다른 조직으로 점점 증식 전파된다. 즉 세균포자를 유충이 먹어서 장내로 들어가면 24시간내에 발아하여 영양세포로 변하게 되고, 마침내 체강의 혈액에 들어가서 급격히 증식하게 된다. 한 개체에서 약 2,500만개의 포자가 증식되는 것으로 알려져 있으며, 전염은 포자의 전파에 의해 유충에서 유충으로, 한 봉군에서 다른 봉군으로, 또한 한 양봉장에서 다른 양봉장으로 전파한다. 주로 오염된 꿀, 양봉기구의 재사용이나 교환에 의한 전파와 도봉들에 의하여 전염된다.

또한 미국부저병이 봉군내에 발생하고 있는데 이것을 그대로 방치할 경우에는 대단한 피해를 초래하게 된다. 이른 봄부터 발생할 경우에는 여름 하지때에 전봉군이 사망하여 버린 다던지, 늦은 봄이나 여름에 걸쳐서 발생할 경우에는 월동기간 중에 죽어버리는 예가 있다고 한다.

이러한 무서운 전염력은, 일벌들이 미국보저병에 감염되어 죽은 유충을 청소할 때 일벌의 입이나 다리에 오염되어서 전염이 이루어진

다.

(3) 방제대책

- 병의 발생일 미리 예방할 것
 - 도봉방지를 철저히 하고, 철처가 모호한 꿀벌의 사양을 삼가야 한다. 발병양봉장으로부터 되도록 멀리 봉군을 격리시키고, 오염된 봉군의 판매를 금지할 것이며, 오염소비와 양봉기구의 재사용 금지 및 현 양봉기구의 구입을 삼가는 일도 예방에 중요한 것이다.
- 발병원의 근절
- 감염봉군의 소각법 : 활동이 없는 해질무렵에, 한 손갈 정도의 청산가리를 종이 위에 놓고 소문안에 조심스럽게 밀어 넣은 뒤에 완전히 밀봉한다. 시간이 지난 후 죽은 것을 확인하고 50cm 정도 땅속에 휘발유를 뿌려서 태운 다음, 흙으로 묻어 버린다.
- 불꽃소독 및 훈증소독 : 벌통의 몸체, 채밀기, 기타 양봉기구는 불꽃소독이나 훈증소독을 행한다.
 - 훈증소독법은 포르말린소독법과 에치렌옥사이드(ethylene oxide) 소독법이 있는데, 전자는 소독효과는 좋으나 꿀벌에 대한 독성이나 화분의 질적인 보전에 문제가 있기 때문에 주로 후자의 에치렌옥사이드에 의한 훈증법에 의존하고 있다. 이 훈증소독은 1g/1ℓ, 43℃, 48시간 조건에서 효과적인 소독이 이루어진다고 알려져 있다.
- 화학적 치료법
 - 설탕물 5~10ℓ 에 sodium sulphadiazole 약 0.5~1.5g을, 설탕물 5ℓ 에 테라마이신 0.25~0.4g을 첨가시켜서 4일 간격으로 3회 정도 급여하면 효과적이다. 이러한 화학적 치료법은 봄철이나 늦가을에 행하는 것이 좋다.
- 저항성 벌종의 이용
 - 미국부저병의 유전양식은 명확히 밝혀져 있지 않다. 다만 저항성 벌종의 육종방법이 연구되고 있어 그 기대가 크다.
 - 이상의 여러 가지 방제법이 열거되었으나, 절대적인 방제는 불가능하다. 이 미국부저병은 꿀벌병 중에서 가장 치명적인 병이라 할 수 있기 때문에 병의 예방과 발병초기의 빠른 처치가 특히 요망된다.

2. 유럽부저병(European foulbrood)

(1) 병징

병에 걸린 유충은 진주색, 백색, 황색을 띠다가 갈색으로 부패한다. 그러나 죽은 유충은 아교와 같은 찢득거리는 특성이 없기 때문에 미국부저병과 쉽게 구별할 수 있다. 또한 때때로 부패할 때에 시큼한 냄새를 낼 경우도 있으며, 병에 걸린 유충을 잘 관찰하면 기관계를 육안으로 볼 수 있는 것이 이 병의 특징이라 할 수 있다.

(2) 발병과 전염

구라과 및 북미에서 처음 발생한 것으로 알려져 왔으며, 최근에는 오스트레리아, 일본, 남아프리카, 노르웨이 등지에도 많이 발생하는 것으로 보고되고 있다.

계절적으로는 주로 초여름에 많이 발생하지만, 예외적인 경우도 없지 않다. 그람양성세균인 *Streptococcus pluton*에 의해서 병을 일으킨다. 이 병의 발생은 오래전부터 알려져 처음에는 *Bacillus pluton*이라 불려 왔다.

증식장소와 전염경로는 소화관내에 증식하며 죽은 유충을 일벌이 청소할때, 도봉 및 오염된 양봉기구에 의해서 전염 확산된다.

포자의 병원력은 미국부저병보다 약하기 때문에, 그 피해도 대단하지는 않은 것 같다.

이 유럽부저병의 감염에 있어서의 특징은, 2차적 세균의 증식을 들 수 있는데 유럽부저병이 감염되면 이 병과 비슷한 *S. faecalis* 및 *Bacillus alvei*가 2차적으로 증식된 경우가 종종있다.

(3) 방제대책

- 예방대책, 발병원의 근절 및 각종 소독법은 미국부저병의 경우와 동일하다.
- 봉세의 강화
봉세가 약할 경우에는 산란력이 강한 여왕벌을 갱신하여 주면 효과적이다.
- 화학적 치료
Oxytetracycline(테트라마이신)을 미국부저병의 경우와 같이 조제하여 먹일 것.

3. 마비병(Paralysis)

(1) 병징

마비병에 걸린 벌의 가장 대표적인 증상은 외관상으로 날개와 몸이 이상적으로 떨리는 것으로 이러한 증상을 나타내는 마비병은 오래전부터 영국에서 알려져 왔으며, 때로는 수천마리가 한꺼번에 발생하여 날지 못하고 땅에 떨어져서 기어다니거나 복부가 팽대되고 몸의 잔털이 마모되어 기름을 칠한 것같은 증상을 나타내기도 한다. 이러한 증상을 동반하면 설사를 하여 수일내에 죽게 된다.

(2) 원인

마비병을 일으키는 바이러스병은 엄격히 구분하면 급성과 만성 2종이 있다. 만성마비병의 경우에는 $20 \times 30 \sim 60 \mu\text{m}$, 급성마비의 경우에는 $30 \mu\text{m}$ 크기의 각각 다른 바이러스에 의해서 병을 일으킨다.

(3) 발생

만성마비병 바이러스는 오트렐리아, 뉴질랜드, 중국, 멕시코, 미국 및 유럽대륙 등지에서 발견되었으나 그후 프랑스, 캐나다에서도 발견되는 것을 보면, 전세계적으로 분포되어 있는 병이라 생각된다.

(4) 증식과 전파

마비병에 걸린 꿀벌 한 마리에서는 수백만의 바이러스 입자가 추출된다. 이것은 병의 전파력이 대단히 무섭다는 것을 간접적으로 시사해 주는 것이다. 뇌와 신경계통의 기관을 포함한 많은 조직이 이 바이러스의 침입을 받을 수 있으며, 전염경로는 이 바이러스를 먹어서 걸리거나 때로는 상처를 통하여 병을 일으키기도 한다.

집단적인 감염을 일으켰을 경우에는 몇천마리가 동시에 이 병에 걸리는 경우도 있으며, 급성인 경우에는 경구전염보다 경피전염으로 일어나는 예가 많다.

4. 낭충봉아부패병(Sacbrood)

(1) 병징

이 병에 걸린 유충은 번데기가 되지 못하고 머



리를 소방위를 향하고 있는데, 이것을 잘 관찰하여 보면 몸에 액이 차고 피부가 딱딱해지며, 체색은 백색에서 회황색으로 변하고 병이 진행하면 머리부분부터 갈색 또는 회갈색으로 변하며, 나중에는 암갈색으로 되어 건조된다. 이 증상이 낭충봉아부패병의 특징이라 할 수 있다. 마지막으로 유충은 말라서 “콘돌라 배” 모양의 껍질로 남게 된다. 또한 발병정도에 따라서 다르지만, 불규칙하게 2~3개씩 소방이 여기 저기 감염되어 봉개표면에 구멍이 나 있는 것도 있다.

(2) 원인

전자현미경에 의해서만 관찰될 수 있는 아주 작은 바이러스로서 그 크기가 30nm 정도이다. 이 바이러스 입자를 유충이 먹이와 같이 먹음으로써 걸리며, 2차의 병에 걸린 유충이 감염성이 가장 높다.

(3) 발생

이 낭충봉아부패병은 거의 전세계적으로 분포되어 발생하고 있다. 이 병은 1917년 White에 의해서 발견되었고 1963년 Baily에 의해서 분리 동정되었다. 그후에 알려진 사실이었으나, 영국에서는 상당히 오래전부터 발생하는 병이었다.

영국의 최근 조사에 의하면, 처음에는 뚜렷한 증상이 없던 것이 30% 이상이나 동시에 발생하는 경우도 있다는 보고도 있다.

(4) 증식과 전파

이 병의 병원체는 바이러스이기 때문에 바이러스 입자를 먹이와 같이 먹음으로써 병에 걸리게 된다.

감염 후 약 2일 후에 증상이 나타나고, 한 마리의 죽은 유충은 100만마리의 유충을 죽일 수 있는 1mg의 바이러스 입자를 보유하고 있다고 한다.

유충이 이 병에 감염되면 허물을 벗지 못하거나, 번데기가 되지 못하여 죽는 경우가 많은데, 이것은 키티나제(Chitinase)의 생성이 불가능하기 때문으로 추측하고 있다.

어린 일벌이 이 병에 대하여 가장 감수성이 높

은데, 이는 그들이 병사충을 제거할 때에 감염되는 것이다. 이러한 작업을 하는 동안에 병으로 생긴 유충의 액성분, 특히 탈피액을 흡입하게 된다. 이러한 물질을 흡입한 후 하루내에 다시 갠 액을 유충에게 먹임으로써 병을 전파하게 된다.

또한 자연상태에서는 감염된 일벌이 꽃가루를 모을 때에 바이러스가 오염되기 마련인데, 이 꽃가루가 벌통으로 들어와서 많은 건강한 유충에게 전염시키게 되는 것이다.

5. 백목병(Chalk-brood)

(1) 병징

유충이 이 병에 걸리면 봉개한 후에 그 안에서 죽게 된다. 죽은 후의 시체는 처음 솜처럼 보이면서 다소 팽대하나, 그후 시간이 지나면 균사가 증식함에 따라 수분이 없어지면서 딱딱하게 굳어진다.

죽은 유충의 색깔은 흰것부터 청회색 또는 흑색을 나타낸다. 또한 습벌의 유충은 일벌보다 감수성이 높으며, 감염된 지 얼마 안된 경우는 죽지 않고, 2일이 지나면 죽거나 번데기가 되어서 죽는다.

(2) 발병과 전염

이 병을 일으키는 병원균은 처음에는 *Peritsstis apis*라 명명되었으나, 그 후 *Ascospaera apis*라고 하는 학명으로 바뀌었다. 이 곰팡이는 유충에만 감염하여 병을 일으킨다.

포자는 직경이 60 μ m 정도이고 흑갈색의 포자낭내에 구상의 포자가 충만되어 있다. 포자는 저항력이 아주 높아서 15년 동안 병원력을 유지한다고 한다. 또한 이 곰팡이병은 변종이 많은 것으로 알려져 있으며, 이들은 벌의 종에 따라서 감염특이성을 나타낸다. 변종중에서 *A. major*라고 하는 것은 백목병을 일으킴과 동시에, 벌의 배설물에도 증식한다고 보고되어 있다. 증식과 전염경로를 보면, 유충이 먹이와 함께 이 병의 포자를 먹어서 장관내에 들어가면 포자는 발아하여 균사를 내고 생육한다. 균사는 자라서 곧 장조직을 관통하여 증식

하는데 일반적으로 몸의 후부부터 증식한다. 또한 이 병의 감염특성은 미국부저병과 비슷하여 혐기성 환경에서는 잘 일어나지 않으며, 감염 적온은 대개 30℃전후이다. 따라서 이 병은 온도가 높은 봄에서부터 여름에 많이 발생한다.

유충은 포자뿐만 아니고 균사로서도 감염이 가능하나, 제2의 감염원은 역시 시체에 형성된 포자가 주가 된다.

이 병의 분포는 전세계적으로 널리 분포되어 있고, 최근 미국 서부지방에서 대량 발생한 보고가 있다. 지역적으로는 온도가 높고 습기가 많은 곳에 다발하는 경향이 있기 때문에 유의하여야 한다. 이러한 백목병은 감염봉군의 오염된 화분의 섭취(Mehr et al., 1976; Moffett et al., 1978), 감염봉군에서의 여왕벌의 갱신(Dejong & Morse, 1976; Moeller & Williams, 1976), 여왕벌, 일벌 등의 이동과 감염된 봉군에서 건전한 봉군으로 Brood의 전파(Herbert et al., 1977) 등의 다양한 방법으로 전파되고 있는데, 우리나라에서는 1980년대 중반부터 급격히 만연되어 현재는 그 피해가 가장 큰 병으로서 벌꿀생산에 많은 영향을 주고 있으며, 이에 대한 감염 경로의 연구와 효과적인 방제법의 수립이 시급히 요망되고 있는 실정이다.

6. 바이러스병의 방제대책

(1) 철저한 봉군의 관리

바이러스병을 방제하는 데는 특정한 방제법이 확립되어 있지 않다. 따라서 바이러스병이 발생하지 않도록 예방에 힘 쓸 것이며, 발생한 초기에 적절한 조치를 취하는 것이 가장 중요하다.

이러한 봉군의 관리를 위해서는 여러 가지 바이러스병의 병징을 이해하고, 또한 소독을 철저히 하는 방법 밖에 없는 것이다.

(2) 봉군의 세력강화

마비병이 상습적으로 발생하는 봉군에서는 여왕벌을 갱신하는 것이 효과적이다. 다만 여왕벌을 대체할 때에 여러 가지 주의해야 할 점을 잊지 말아야 한다. 즉 여왕벌을 수입할 때에 병원체도 같이 도입될 가능성이 있고, 또한 기

존 바이러스병에 약한 여왕벌의 도입은 신중히 검토하여야 할 것이다.

마비병에 걸린 숫벌과 여왕벌을 교미시켜 낳은 알은 마비병에 걸릴 확률이 높으므로 이 점에 유의할 필요가 있다.

또한 여러 종류의 새로운 바이러스병은 노제마병과 관계가 있으므로, 간접적인 방제대책이긴 하지만 노제마병의 발생을 예방하는 것도 빼어 놓을 수 없는 중요한 점이다.

7. 곰팡이병의 방제대책

(1) 양봉기구의 철저한 소독

곰팡이병의 포자가 주로 감염원이 되기 때문에 철저한 양봉기구의 소독과 관리가 중요하다. 특히 누룩곰팡이병(chalk-brood)인 경우에는 에칠렌 옥사이드(ethylene oxide)의 훈증효과가 크기 때문에 더욱 철저한 소독을 강조하고 싶다.

(2) 병의 조기진단 및 처치

이 병은 조기에 진단하고 처치하는 것도 대단히 중요하다. 포자가 대단한 감염원이 되기 때문에 더욱 그러하다.

또한 곰팡이병은 고온다습한 곳에서 다발하는 경향이 있기 때문에, 이 병이 발생하면 환경조건을 빨리 분석하여 적당한 조치를 취하여야 한다.

(3) 약제를 이용한 방제

백목병의 효과적인 방제법 개발을 위한 기초 실험으로서, 취급이 용이한 훈증성 약제 4종류, 접촉성 약제 4종류의 방제 효과를 조사하였다. 실내실험 결과 propionic acid와 trichloroamine은 약제 효과를 가장 확실하게 나타내었다. 특히 propionic acid를 밀폐 벌통에 처리한 결과, 곰팡이병의 발생을 완전히 방지할 수 있었다.

