제2차년도
최종보고서

꿀벌응애류 및 질병의 방제기법에 대한 연구

Studies on the control
of the bee-mitesand diseases on the honey-bees

외부기생성 질병의 방제기법 개발

Research on the control technique of the external parasites of the honey-bees.

백묵병의 새로운 방제기법 개발

Research on the new control technique of chalk-brood

부저병, 원충성 질병 방제기법 개발

Research on the control of nosema and foulbrood

질병예방을 위한 과학적 사양 관리기법 개발

Research on the management systems for the disease preventions of the honey-bees.

서울대학교 농업생명과학대학

수의과학연구소

한국양봉협회

농 림 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 꿀벌응애류 및 질병의 방제기법에 대한 연구의 최종보고서로 제출합니다.

1997. 12. 23.

주관연구기관명 : 서울대 농생대
총괄연구책임자 : 우 건 석
책 임 연 구 원 : 강 석 권
연 구 원 : 이 윤 형
연 구 원 : 이 흥 식
협동연구기관명 : 수의과학연구소
협동연구책임자 : 윤 용 덕
협동연구기관명 : 한국 양봉 협회
협동연구책임자 : 정 해 운

요 약 문

Ⅰ. 제 목

꿀벌응애류 및 질병의 방제기법 개발에 관한 연구

Ⅱ. 연구개발의 목적 및 중요성

WTO출범으로 국제경쟁시대에 뛰어든 오늘날, 수입개방과 함께 양봉산물은 물론 꿀벌의 수입이 급증하고 있다. 현재 시장접근초과물량에 대해 적용되는 고율관세는 해마다 낮아져 2004년 이후에는 고율관세로 인한 양봉산업의 보호가 불가능해 질 것이다. 현재 WTO체제에서 우리나라가 양봉산업을 발전적으로 계속해서 이끌어 갈 수 있는 방법은 양봉의 과학적인 사양과 양봉산물의 질을 높이는 것이다. 예를 들어, 94년부터 계속하여 실시된 정부의 꿀벌응애류 방제사업으로부터 지원되는 방역비가 94년의 1억 2천만원에서 97년 현재 12억 2천만원 정도의 10배이상이 증가되었는데 이는 꿀벌 응애류에 대한 종합적인 이해의 부족에서 증가를 부추기고 있다. 따라서, 꿀벌의 질병에 대한 종합적인 인식과 적절한 방제체계를 통한 과학적인 사양 관리기법 개발 보급은 양봉농가 소득 향상에 큰 도움이 될 뿐만 아니라, 국가 예산의 불필요한 낭비를 막고, 현재 매년 외국으로부터 수입되고 있는 37,057군의 꿀벌 수입으로 야기되는 2,126,386 US$의 외화 낭비를 줄여 국산으로 대체할 수 있을 것으로 생각되며, 97년 천연꿀 수입 자유화에 이어지는 앞으로의 경쟁시대에서 국제 경쟁력 강화를 앞당기는 지름길이 될 것이다.

III. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 꿀벌응애류 및 질병의 방제기법 개발을 아래와 같이 세분화하여 종합적인 방제 체계를 수립하고 꿀벌의 과학적인 사양 관리기법을 개발하고자 한다. 첫째로, 외부기생성 질병에 대한 연구로써 이들에 대한 탐색, 꿀벌응애 및 중국가시응애의 방제법 개발, 기타 피해유발 가능 응애류 실태조사등을 통하여 외부기생성 질병의 종합적 방제 체계를 확립한다. 둘째로, 백묵병에 대한 연구로서 백묵병의 발생역학 및 생태적인 특성을 조사하여 백묵병의 진단기술을 확립하고, 효과적 방제약제를 선발한 후 이 약제의 처리 방법에 대한 연구를 실시하여 여기에 대한 방제법을 수립한다. 셋째로, 부저병, 원충성 질병 방제기법 개발에 대한 연구로 유럽, 미국부저병 및 노제마, 플라젤레이트의 감염실태 및 각 질병의 역학 조사를 통해, 진단 기술을 개발하고, 인공배양 시험을 통해 각 치료제에 대한 효능을 검정하여 질병에 대한 종합적인 방제법을 수립한다. 끝으로, 질병 예방을 위한 과학적 사양 관리기법 개발은 우선 현지 농가에서 이용되는 양봉기술의 현황을 설문지 및 현지 답사등의 방법을 통해 파악하고 꿀벌사육에 따른 질병문제를 자료화한 후, 과학적인 사양 관리기법을 현장 적용 시험하여 종합적인 방제 체계와 과학적인 관리기법의 수립을 도모하였다.

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

본 연구에서 확립된 효과적인 방제 기법을 세미나, 학술강연 및 현지방문을 통한 지도를 통해 양봉농가에 보급, 활용함으로써 국내 양봉산업의 발전을 도모하고자 한다.

SUMMARY

Ⅰ. Subject

Studies on the control of the bee-mites and diseases on the honey-bees.

Ⅱ. The purpose and importance about the rearch

As Korean beekeepers and beekeeping industry face the free international trade in WTO, the imports of honey-bees as well as bee products increase. Now, as the custom duties become lower, it will be impossible to protect beekeeping industry after 2004. The way to maintain Korean beekeeping industry is to increase the quality of our bee products and to establish the effective management system in beekeeping. The use of the control systems of the bee-mites and diseases on the honey-bees is a method for increasing the incomes of beekeepers and for preventing the loss of budget.

Ⅲ. Contents

This researches aim to establish of the controls about bee diseases and to develop the management systems of honey-bees as below.

1. Establishment of the control technique of the external parasites of the honey-bees.
2. Establishment of the new control technique of chalk-brood.
3. Establishment of the control of nosema and foulbrood.
4. Establishment of the management systems for the disease preventions of the honey-bees.

Ⅳ. The results and the proposal of application on the research.

We use this results for the development of Korean beekeeping industry through the application of the control technique and management systems in seminar, lecture and visiting to Apirary.

CONTENTS

목 차

제 1 장 서 론

제1절 연구개발의 목적

WTO출범으로 국제경쟁시대에 뛰어든 오늘날, 수입개방과 함께 양봉산물은 물론 꿀벌의 수입이 급증하고 있다. 천연꿀의 경우 261.9%의 관세로 수입이 자유롭게 허용되었으며, 1995년도 최소시장접근물량 250톤에서 1996년 268.9톤이 국영무역으로, 1997년에는 287.8톤이 수입될 예정이었다. 2004년에 가면 약 420톤의 꿀이 수입될 예정이고, 현재 시장접근초과물량에 대해 적용되는 고율관세는 해마다 낮아져 2004년 이후에는 고율관세로 인한 양봉산업의 보호가 불가능해 질 것이다. 현재 WTO체제에서 우리나라가 양봉산업을 발전적으로 계속해서 이끌어 갈 수 있는 방법은 양봉의 과학적인 사양과 양봉산물의 질을 높이는 것이다. 현재까지의 양봉에 종사하는 가구수를 살펴보면 해마다 그 가구수가 조금씩 줄어들고 있긴 하지만, 97년 축협조사월보의 자료에 따르면 96년도 양봉가구수는 39,678가구로 적지 않다고 할 수 있다. 그러나, 아직까지 우리나라의 양봉산업에서의 생산기술개발과 산물의 산업화를 위한 연구에 등한시 하여 단순히 벌꿀의 생산에만 주안점을 두는 수준에 머무르고 있다. 그러므로, 생산전략을 과학적으로 체계화하고 사양기술을 선진화하는 것이 시급하다고 할 수 있다. 또한, 현재까지 여러 종류의 꿀벌에 대한 질병이 알려져있으며, 이들이 꿀벌 사양에 있어서 봉군의 축소나 절멸을 가져오고 있지만, 아직까지 이들에 대한 방제 체계가 갖추어지지 않은 상태이고, 또한 이해의 부족에서 야기되는 과다한 약제 사용으로 인한 경제적인 손실을 보이고 있는 상황이다. 그러므로, 현재 각종 질병에 대한 올바른 방제와 꿀벌의 과학적인 사양 관리 기법의 개발이 요구되는 시점이라고 볼 수 있다.

본 연구는 꿀벌의 질병에 대한 종합적인 인식과 적절한 방제체계를 통한 과학적인 사양기법을 개발하여, 보다 경제적이고 생산적인 양봉산업을 이루고자 하는 것을 목표로 하고 있다. 우선 현재까지 알려진 꿀벌의 질병을 살펴보면 세균, 바이러스, 곰팡이, 기생충에 의한 것으로 나누어 진다. 우리나라에는 약 70만군의 꿀벌이 사양되고 있으며, 꿀벌응애를 비롯한 각종 질병은 군집생활을 하는 꿀벌의 생태 때문에 높은 전파 속도를 보여 양봉의 성패를 좌우할 어떤 피해보다도 더 심각한 결과를 초래한다. 실제로 여러 가지 질병에 대한 방제 약제 처리를 하지 않고 사양한 경우 월동이 불가능할 정도로 봉군의 세력이 감소되는 것을 볼 수 있었다. 이는 여러 가지 꿀벌의 질병에 대한 방제의 필요성이 요구됨을 말하며, 각 질병에 대한 정확한 파악과 적절한 대책이 효율적이고 과학적인 양봉 사양관리에 필수적임을 말한다.

따라서, 본 연구는 꿀벌질병에 대한 대책을 아래와 같이 세분화하여 각 질병들에 대한 방제 기법을 연구 종합하고, 이를 바탕으로 꿀벌의 질병 예방을 위한 종합적인 사양관리체계 구축하는 데 목적이 있다.

제2절 연구개발의 범위

1. 외부기생성 질병의 방제기법 개발

가. 외부기생성 질병의 탐색

(1) 응애류 가해 양상 및 생리, 생태 연구

나. 꿀벌응애 및 중국가시응애의 방제법 개발

(1) 꿀벌응애, 중국가시응애에 효과적인 약종 선발 및 약량의 기준제시

(2) 중국가시응애에 대한 무약제 방제법 개발

다. 기타 피해유발 가능 응애류 실태조사

라. 종합적 방제체계 수립

2. 백묵병의 새로운 방제기법 개발

가. 백묵병 방제기법에 관한 연구의 목적 및 필요성

나. 백묵병의 특성 조사

(1) 백묵병의 발생역학 조사

(2) 백묵병의 생물학적 특성 조사

다. 효과적 방제약제 선발

라. 약제처리 방법 연구

마. 백묵병 진단 기술 확립

바. 백묵병 예방 및 방제법 수립

3. 부저병, 원충성 질병 방제기법 개발

가. 유럽, 미국 부저병 감염실태 조사

나. 유럽, 미국 부저병의 역학조사

다. 노제마, 플라젤레이트 감염실태 조사

라. 노제마, 플라젤레이트 질병의 진단기술 개발

마. 종합적인 방제법 수립

4. 질병예방을 위한 과학적 사양 관리기법 개발

가. 양봉기술 현황파악

나. 양봉기술 현장 적용 시험

다. 질병예방을 위한 양봉기술 개발사항 점검

라. 질병예방 사육기술 개발점검 사항 종합화

제 2 장 외부기생성 질병의 방제기법 개발 분야

제1절 연구개발의 목적 및 필요성

최근 들어, 꿀벌에 기생성인 응애류에 대한 피해가 늘어가고, 여기에 대한 방제 비용도 증가하고 있지만, 아직까지 여기에 대한 연구가 미비하여 체계적인 방제법이 알려지지 않았고, 이해의 부족으로 인한 과다한 약제 사용은 경제적인 손실과 함께 저항성의 유발, 약제의 잔류라는 부작용들을 함께 나타내고 있다. 따라서, 이런 응애류등의 생활사와 피해정도등의 실태를 파악하고, 방제를 위한 효과적인 약제를 선발하며, 이들의 적절한 사용을 통해 경제적인 방제효과는 데, 실질적으로 효과적인 방제가 이루어지고 있는지는 이다. 여러 가지가 있는데 과 공생 또는 공진화하면서 자라는 동물들이 많이 있다. 꿀벌의 밀납을 먹고사는 소충에서 부터 시작하여 꿀벌의 기문속에서 기생하는 기문응애까지 크기와 종류가 다양한 생물들이 꿀벌과 관계를 맺고 살고 있다. 그 중에서도 대부분의 경우는 응애라고 하는 거미강에 속하는 작은 동물들이다. 본 실험에서는 꿀벌에 외부기생성으로 피해를 야기하는 종류들에 대한 방제기법을 다루기로 한다.

제2절 외부기생성 질병의 탐색

꿀벌과 관련된 응애류에 대한 기록을 살펴보면 체코에서는 직간접적으로 관련된 응애류가 16과 43종을 보고되었으며(Haraksim 등, 1978), 아시아에서도 8과 15속 23종의 응애가 기록되어 있다(Delfinado-Baker 등, 1989). 한국에서도 벌통속에서 발견되는 응애가 11종이 확인되었다(우 등, 1992, 1993; 이, 1996).

그러나, 대부분의 응애류의 경우 벌통 내부의 알맞은 온도, 천적들에 대해서 보호받을 수 있는 장점 등으로 인해, 꿀벌에 직접적인 해를 끼치기보다는 벌통바닥에 떨어지거나 소비에 존재하는 당분과 여러가지 부식질들을 먹고 산다. 다만 일부의 종들만이 꿀벌에 기생하여 해충이 되고 있는데, 피해를 주는 응애류로는 발생밀도가 높고 방제가 어려운 꿀벌응애와 중국가시응애등이 있으며, 동양종꿀벌에서 피해가 있고 서양종꿀벌에서도 기록이

확인된 작은꿀벌응애, 그리고 아직 국내에서 분포하지 않지만 전세계적으로 주요 해충인 기문응애에 대한 피해가 보고되고 있다.

국내 양봉에서는 꿀벌응애와 중국가시응애만이 경제적으로 문제가 되고 있으며, 작은꿀벌응애는 동양종꿀벌에서 일부 피해를 주고 있으나 그 피해는 매우 적은 것으로 보인다. 여기서, 우선 피해를 주고 있는 3종의 응애를 식별하는 것이 필요한 데, 대부분의 양봉가들이 꿀벌응애는 제대로 알고 있지만 중국가시응애와 구별하지 못하는 경우가 많다. 또한, 때로는 피해를 주지않는 응애와 혼동하는 경우도 있다. 우 등이 1995년에 우리나라에서 피해를 주는 응애류 3종을 구별하는 방법을 표 1)로 자세히 나타내었다.

표 1) 꿀벌외부기생성 응애류 암컷의 특징과 증상 비교 (우 등, 1995).

	꿀벌응애 (꿀벌진드기)	작은꿀벌응애	중국가시응애
형태	넓은 타원형	세모꼴 타원형	장축으로 타원형
크기(mm)	1.17×1.77	0.7×1.3	1.03×0.56
색깔	적갈색	적갈색(꿀벌응애보다 밝음)	황갈색
기생부위	봉아, 성충	봉아, 성충	봉아(간혹 이동 때 성충 몸에 부착)
조사방법	■ 봉개소방을 헤쳐 봉아를 핀셋으로 꺼내본다 ■ 성충 등이나 복부의 접히는 곳을 살펴본다 ■ 소비면을 느리게 기어다닌다. ■ 소상바닥에 끈끈이종이를 깔아 수거, 관찰.	꿀벌응애와 동일	■ 봉개소방을 헤쳐 봉아를 꺼내 소방 안, 봉아 몸을 관찰한다. ■ 소비면을 빠르게 기어다닌다. ■ 소상 바닥에 끈끈이 종이를 깔아 관찰한다.
증 상	복부 축소, 날개불구, 다리불구봉이 소비면 이나 벌통 앞을 긴다.	조사된 것 없음	꿀벌응애와 비슷하지만 날개불구봉이 많이 보인다.

제3절 꿀벌응애(*Varroa jacobsoni* Oudemans)

1. 감염경로

꿀벌응애는 원래 동남아 지역에서 동양종꿀벌(Apis cerana)의 외부기생충이었다. 그러다 인간의 활동에 의한 봉군의 이동으로 서양종꿀벌(Apis mellifera)이 동양종꿀벌 지역에 들어가게 되고, 그 결과 꿀벌응애가 서양종꿀벌에 침입하여 전세계로 분포가 확산되었다.

호주를 제외한 대부분의 대륙에 분포하고 있는데 아프리카, 북미, 남미, 아시아, 오세아니아주, 유럽 등 세계 56개국에 분포한다 (그림 1, Matheson, 1993). 어느 지역에 꿀벌응애가 침입을 하고 몇 년에 걸쳐서 정착을 한다면 이것을 완전히 없애는 것이 거의 불가능하다는 것이 경험적으로 밝혀져 있다. 그러므로 꿀벌응애의 생활사를 이해하고 그 밀도를 조절함으로써 경제적인 손실을 최소화해야 할 것이다.

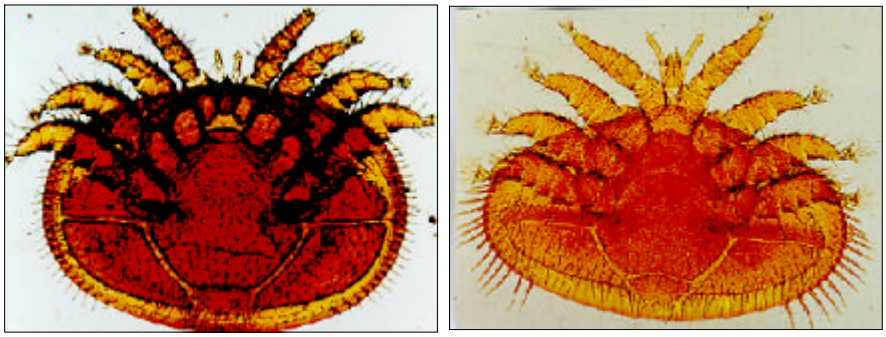
우리 나라에서는 1950년대 마산에서 처음으로 발생(최, 1986) 하였고 그 이후로 피해가 전국의 동양종, 서양종 꿀벌에 나타나고 있다. 하지만, 동양종꿀벌에서는 오랜 꿀벌응애와의 진화에 의해서 봉군 내에서 다른 벌의 몸에 붙어있는 꿀벌응애를 물어 뜯어내주는 행동이 있어 이로 인하여 꿀벌응애의 밀도가 낮게 유지되고 있다. 꿀벌응애의 암컷은 꿀벌의 유충, 번데기, 성충벌에 기생하여 혈림프를 빨아먹어 소위 응애병을 유발한다. 감염된 꿀벌성충의 무게는 정상적인 것보다 7.1-30.4%까지 감소하며 기생이 심한 경우에는 불구봉이 되거나 발육이 정지되기도 한다. 꿀벌번데기의 경우에도 기생이 심한 경우 10%의 체중감소를 보인다. 이와 같은 체중 감소 외에도 꿀벌의 복부가 위축되며, 몸 다른 부위의 기형을 일으키게 된다. 심한 경우에는 다리의 불구나 번데기가 죽게 되기도 한다(De jong 등, 1982; Schneider 등, 1987). 더 큰 피해는 봉세 약화로 말미암아 채밀성적이 크게 떨어져 채밀량이 30-46% 가량 감소하는 결과를 나타낸다.

2. 외부형태와 생활사

가. 외부형태

암컷성충은 납작하고 적갈색을 띠고 있다. 몸의 크기는 1.1×1.6 mm 정도이다. 암컷 성충의 몸은 넓은 타원형이며 몸은 등배쪽으로 납작하며

많은 강모로 덮여있으며 등판은 하나로 되어있다. 몸의 길이는 폭보다 짧다. 등판에는 가늘고 구부러진 강모가 많이 돋아있고 몸 뒤쪽 가장자리의 강모는 앞쪽의 강모보다 길다. 수컷은 암컷과 비슷하나 체벽에 단단하지 않으며 암컷보다 작고 연한색을 띤다. 거의 구형(길이 760 μm , 폭 710 μm)에 가까운 모습이다. 수컷성충은 가위팔이 변형된 정자전달기구(spermatodactyl)를 갖고 있다.



a b

그림 2. 꿀벌응애와 작은 꿀벌응애의 형태

(a: 꿀벌응애, b: 작은꿀벌응애)

나. 생활사

꿀벌응애 암컷은 일벌의 몸에서 주로 발견되는데 이러한 상태(phoretic phase)는 이동을 위한 것으로 생식은 하지 않고 몇 달 동안 살 수 있다(Langhe, 1977). 유충이나 번데기에 기생하는 꿀벌응애는 날카로운 입으로 비교적 외골격이 얇은 복부의 마디사이에서 혈림프액을 흡즙한다. 꿀벌응애의 변태과정은 꿀벌 육아방에서만 일어난다. 이 과정은 꿀벌이 유충에서 성충단계로 발달하는 과정과 시간적으로 일치한다. 수컷은 오직 벌방에서만 살며 벌방 안에서 암컷과 교미한다. 암컷이 꿀벌의 유충기 후기에 벌방으로 들어가 알을 낳는다. 암컷은 일벌보다는 수컷의 벌방을 더 선호하는데 그 이유는 확실히 밝혀져 있지는 않지만 화학적인 유인제와 소비면에서 올라와 있는 수컷의 벌방의 구조가 유인의 역할을 하는 것 같다. 꿀벌의 유충이 벌방에 가득하게 채우고 있지만 이 사이를 비집고 꿀벌응애

의 암컷이 들어가 유충 먹이 속에서 움직이지 않는 상태로 있다가 벌들이 소방을 닫고 그 직후 유충 먹이가 다 고갈되면 암컷 꿀벌응애는 활동과 섭식을 시작한다. 소방이 봉개된 후 약 60시간 후에 암컷이 첫 번째 산란을 한다. 첫 번째 알은 대개 수컷으로 발달한다. 그 이후의 나머지 알들은 암컷으로 성장을 한다. 꿀벌응애의 수컷은 수정되지 않은 알에서, 암컷은 수정된 알에서 생겨난다. 꿀벌응애는 알이 산란된 후 24시간 안에 알 안에서 전약충(protonymph)으로 발육하여 48시간이면 부화한다 (De Jong 등, 1982). 전약충 (protonymph)는 후약충(deutonymph)으로 되기 전에 꿀벌 번데기의 체액을 흡즙한다고 하였다(Fenton, 1992).

그림 3. 꿀벌응애의 생활사 (Henderson et al, 1986)

우리 나라에서 이 응애의 암컷은 겨울철과 봉아가 없는 기간에는 꿀벌성충에 붙어 기생한다. 이 응애는 벌방이 봉개되기 바로 전에 후기유충의 방에 들어가 생식주기를 시작한다. 한번 산란할 때에 3-4개의 알을 벌방벽에 낳는다. 응애 한 마리 당 평균산란수는 5-6개정도이다. 과거 조사를 살

펴보면 우리나라에서의 알에서부터 성충까지 발육기간은 암컷의 경우 10일 정도이고 수컷의 경우는 6일이 걸린다고 보고되었었다(표 2) (최와 우, 1971;1972;1973;1974; 최, 1986). 실내사육실험 결과 과거의 실험과는 달리 암컷의 경우 약 7.2일만에 수컷은 약 5일만에 성충응애로 발육하였다(표 3, 온도:33.5℃, 습도 67%). 이는 1983년에 Ifantides에 의해 조사된 결과 보다 조금 더 빠른 발육을 보여주고 있다(표 4). 우리나라보다 추운곳에서는 암컷은 6.0-6.2이만에, 수컷은 6.8-6.9일만에 성충응애로 발육하는 등 각 실험들의 차이가 크게 나타나지만 추운 지역으로 갈수록 발육기간이 조금 짧아지는 것을 볼 수 있다.

표 2) 꿀벌응애(*Varroa jacobsoni* Oudemans)의 발육기간(최, 1986).

(단위: 일)

성	발육단계별소요일자				
	알	유충	전약충	후약충	알 - 성충
암컷	2	4	2	2	10
수컷	2	-	-	-	6

표 3) 꿀벌응애(*Varroa jacobsoni* Oudemans)의 발육기간(1997).

(단위: 시간)

성	발육단계별소요일자					
	알-유충	전약-m	전약-im	후약-m	후약-im	알 - 성충
암컷	32-34	46-48	16-18	28-30	46-48	168-178
수컷	22-26	20-24	15-16	28-30	30-34	115-130

표 4) 꿀벌응애(*Varroa jacobsoni* Oudemans)의 발육기간(Ifantidis, 1983).

(단위: 시간)

성	발육단계별소요일자					
	알-유충	전약-m	전약-im	후약-m	후약-im	알 - 성충
암컷	32-36	48-56	16	28-34	46-50	170-192
수컷	26-28	20-24	16	28-36	30-40	120-144

3. 감염 진단

가. 감염여부 확인 및 감염율

많은 경우에 약제 방제를 하려고 하는 양봉인들은 감염여부를 확인하지 않고 다른 양봉인들이 약제를 사용하는 시기에 맞추어 사용을 하는 경향이 있다. 이는 대단히 잘못된 방법으로서, 방제 비용이 증가하고 과다한 약제의 사용을 가져올 수 있다. 어느 질병이든지 방제를 하기 전에는 우선 감염여부와 감염율을 확인해야만 한다. 꿀벌응애의 마리수와 발견이 쉬운 장소가 연중 시기에 따라서 다르다는 것이다. 본 연구결과, 일반적으로 봄에 밀도가 가장 낮고, 여름동안에 증가를 하여 가을에 최고의 밀도를 유지하는 것으로 생각되며, 가을의 조사에서는 본 실험대상이었던 봉군에 숫벌방이 거의 나타나지 않아 숫벌방에 대한 조사는 기록되지 않았다(표 5).

표 5) 꿀벌응애(*Varroa jacobsoni* Oudemans)의 양봉에서의 감염율(1997)

	시 기 별 감 염 율					
	1997. 4.		1997. 6.		1997. 10	
	감염수/소방	감염율	감염수	감염율	감염수	감염율
일벌 봉개방	3/50	6%	36/100	36%	247/680	36%
숫벌 봉개방	25/100	25%	63/90	70%	-	-

과거의 조사 기록을 참고로 하여 종합해 본다면, 벌통내 발견 가능장소는 봄과 여름에는 대부분의 응애가 일벌방이나 수펄방에서 발견이 되고, 늦가을이나 겨울에는 대부분의 응애가 성충의 몸에 붙어서 기생을 한다. 꿀벌응애의 밀도가 높은 봉군에서는 가을에 외역을 나오는 벌들의 몸에서 꿀벌응애를 볼 수 있는 예가 허다하다. 우리 나라에서 숫벌 번데기에 감염 정도는 6월초에 최고를 나타내고 그 이후는 줄어드나 9월초에 다시 한번 최고치를 나타낸다(최와 우, 1973).

나. 감염 여부에 대한 검사 방법

검사 방법은 성충에 대한 검사, 유충에 대한 검사, 그리고 벌통바닥에 대한 검사로 나눌 수 있다.

(1) 성충에 대한 검사 : 성충몸에 붙어 있는 응애를 떨어뜨려 확인한다. 70%알콜속에 성충을 넣고 흔들어 알콜속의 응애를 확인한다. 때로는

에테르를 분무하여 꿀벌을 마취시킨 후에 흔들어 떨어진 응애를 확인한다.

(2) 유충의 검사 : 소방내에서 봉아를 꺼내어 보면 붙어있는 응애를 쉽게 확인할 수 있다. 핀셋으로 소방을 열고 번데기를 꺼내어 관찰한다. 한 번에 100개정도의 소방을 관찰하는 것이 감염율과 밀도를 밝히는데 신뢰도가 높으며 숫벌방이 많은 경우 숫벌방의 밀도가 높은 경우 일벌 소방의 감염도 높을 것이라 예측할 수 있다.

(3) 벌통바닥 검사 : 벌통바닥에 흰 종이를 깔고 떨어지는 부스러기 중에서 꿀벌응애의 수를 확인한다. 이 때 훈연성 응애 약제를 살포하면 꿀벌 몸에 붙어있는 응애도 확인할 수 있다. 권장할 만한 방법으로 바닥에 까는 흰색종이를 지물포에서 파는 시트지를 끈끈한 면이 위로 올라오게 벌통바닥에 놓는다. 응애약제를 훈연하고 5분간 기다린다. 벌통바닥에 있는 시트지를 꺼내어 떨어진 응애를 관찰한다.

4. 방제 방법 및 약제 시험 결과

가. 방제 방법

현재 국내에서 사용되는 약제와 그 주성분을 보면 다양한 종류의 약제가 사용되고 있는 것을 알 수 있다(표 6).

* 성분이 밝혀져 있지 않은 약제들로 성분불명.

(1) 훈연처리

외부의 온도가 8℃를 넘어야 하고 벌들이 겨울의 봉구를 형성하기 전이어야 한다. 처리는 모든 벌들이 야외에서 돌아온 저녁에 이루어지고 벌통의 출입구를 막고 처리를 하는데 벌들이 소요를 할 수 있으므로 봉군 주위의 소비를 치워서 벌들이 충분한 공간을 가질 수 있게 해주는 것이 좋다. 연기를 피워서 전체적인 처리를 하기 때문에 약량이 비교적 많은 편이다. 약제가 지방에 녹는 성분이면 밀납에 잔류가 될 수 있다. 그리고 훈연연기를 맡지 않게 조심을 하여야 한다.

(2) 분무처리

예전에는 가장 흔하게 사용되었던 약제 적용 방식이다. 약제의 잔류가 많은 것이 문제가 된다. 40 ℃의 온도에서 약제를 봉군에 직접 분무를 한다. 적용약량은 외부의 온도와 장비의 종류에 따라 다르다. 또한 분무

표 6) 꿀벌응애류 방제를 위한 약제의 종류와 주성분(1996, 1997).

약제명	주성분	제 형	사용법	제조회사
마이카트(Micut), 마이택(Mitac), 밤(Baam)	아미트라즈(20%)	종이 스트립	내부비치	
아피스탄(Apistan)	플르발리네이트 (10%)	플라스틱 스트립	걸어 놓기	Zoecon/ Sandoz
아피톨(Apitol)	시미아졸(350mg/2g)	액상	흘리기	Ciba Geigy
바이바롤(Bayvarol)	플르메트린	플라스틱 스트립	걸어 놓기	Bayer
폴벡스(Folbex-VA)	브롬프로피레이트 (370mg/1줄)	훈증용 스트립	훈증	Ciba Geigy
마브릭(Mavrik)	플르발리네이트(5%)			
개미산(Formic acid)	개미산	액상	휘발	
페리진(Perizin)	코마포스(8g/1ℓ)	액상	흘리기	Bayer
아피라이프 (Api-life-Var)	타이몰, 유칼립톨, 메톨, 캄포	판형	휘발	LAIF
피투(P2)*	미공개	판형	휘발	고려 양봉원
만패*	중국산(불명)			
왕스*(Wang's Mevric)	플르발리네이트(5%)	스트립	걸어 놓기	Wang's Ent

처리시 약제를_들여_마시지_않기_위한_마스크와 같은 보호 용구의 착용이 필수적이다.

(3) 먹이와 혼용

약제를 사양용 설탕사료와 섞어서 벌에게 먹이면 꿀벌의 몸에 약제가 들어가게 되고 이것을 흡즙한 응애가 죽게된다. 이 방법은 약제와 설탕을 주는 시기가 아주 중요하다. 너무 일찍 먹이를 주면 이 먹이를 저장해 버리기 때문에 벌들이 나중에 먹고 그 약효는 줄어들게 된다. 약제가 지난 겨울의 저장한 먹이에 들어 있다면 곧바로 벌들이 먹이로 이용을 한다. 하지만, 이 방법은 꿀이_방제약제에_의해_오염될_가능성이 상당히 높다.

(4) 접촉 플라스틱막대

접촉 독성을 오래 유지하지 위해서 약제가 플라스틱에 코팅이 되어있다. 벌들은 이 플라스틱막대에 몸을 접촉해 약제를 묻혀 가서 다른 벌들과의 접촉으로 벌통 안에서 약제를 전파시킨다. 그러므로 벌들의 활동이 활발하게 있어야 효과적이고 벌들이 강한 군집을 이루는 겨울에는 별로 효과적이지 못하다. 이 종류의 약제들은 대부분 지방에 녹으므로 밀납에 녹아들 수 있다. 그래서 소비와의_직접적인_접촉은_반드시_피해야_한다. 그러나, 밀납에 잔류는 완전히 막을 수 없고 이러한 낮은 약량이 결국은 응애에게 치명적이지는 않지만 저항성을 가지게 만드는 원인이 된다.

일부의 약제는 그 성분도 알려지지 않은 채 가격이 싸다는 이유만으로 양봉인들에 의해 사용되고 있고, 성분 불명의 약제사용과 허용 농도를 무시한 약제사용은 한국 양봉산업의 발전에 커다란 저해 요인이 되고 있다. 가장 합리적인 약제의 사용은 봉군의 관리를 철저히 하면서 응애의 감염여부를 파악한 이후에 적당한 약제를 선정해서 적기에 방제를 하는 것이 순서일 것이다. 허용치 수준의 농도로 약제를 사용하고 여러 약제의 순차적인 혼용만이 저항성 응애의 출현을 막고 방제 비용을 줄일 수 있을 것이다.

나. 방제 약종의 선택

기화법(evaporation)을 제외하고는 모든 약제의 적용방법은 단점이 있는데 이는 봉개된 소방내에 있는 응애를 죽일 수는 없다는 것이다(Ritter, 1993). 우선 봉아가 없는 봉군에서만이 효과적인 방제를 할 수 있다는 것이다. 그래서 유밀기가 지난 후에 봉개된 것들이 적은 경우나 겨울을 지낸 후의 봉아가 없는 봉군이 응애의 방제에 효과적일 수 있는 것이다. 또한 지속적인 약효를 나타내는 처리를 한다든지 꿀벌이 우화해서 나오는 시기를 맞추어 순차적으로 약제처리를 하는 것이 방제횟수를 줄이고 방제 효과를 극대화하는 방법이다.

다. 약제처리결과

약제 처리 기간 중의 온도 변화는 그림 4)와 같으며, 화살표는 비가 온 날을 의미한다. 이 기간중 공시 약제에 대한 꿀벌응애에 대한 방제 효

과는 표 7)과 같다.

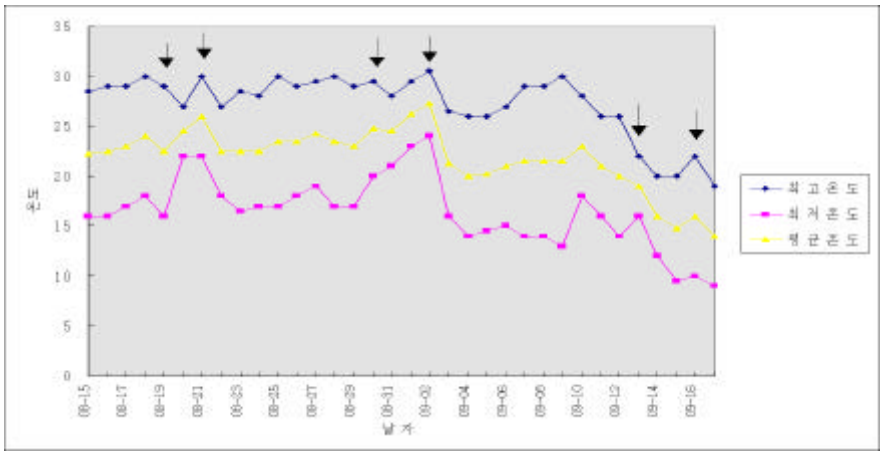


그림 4) 약제처리기간중 온도변화(1997).

표 7) 공시약제의 꿀벌응애에 대한 방제 효과(1997, 경기도).

	꿀벌응애 살충수									총살충수	잔존응애수	총감염응애수	봉량	감염율 (%)	살충률 (%)
	8/22	8/23	8/24	8/25	8/26	8/28	8/31	9/05	9/12						
아피스탄1	143	39	6	4	1	247	247	95	202	984	36	1020	14000	7.29	96.47
아피스탄2	151	46	37	17	22	84	107	129	4	597	1	598	14000	4.27	99.83
아피스탄3	29	16	8	4	7	34	36	18	11	163	3	166	12000	1.38	98.19
바이바롤1	41	49	22	20	8	121	168	176	149	754	37	791	14000	5.65	95.32
바이바롤2	36	38	25	28	28	57	142	327	299	980	155	1135	16000	7.09	86.34
바이바롤3	35	39	42	26	28	55	109	123	112	569	121	690	12000	5.75	82.46
폴벡스 1	10	4	5	15	5	16	5	11	23	94	57	151	10000	1.51	62.25
폴벡스 2	54	2	4	35	9	20	7	16	22	169	56	225	10000	2.25	75.11
폴벡스 3	73	8	6	57	10	103	5	34	61	357	83	440	12000	3.67	81.14
왕스 1	34	26	42	33	17	143	82	154	170	701	131	832	14000	5.94	84.25
왕스 2	38	21	20	17	7	46	55	97	167	468	186	654	14000	4.67	71.56
왕스 3	0	3	4	2	3	18	14	38	26	108	28	136	10000	1.36	79.41
무처리 1	13	1	6	4	6	14	11	21	21	97	389	486	10000	4.86	19.96
무처리 2	33	29	22	11	14	48	57	78	104	396	1197	1593	16000	9.96	24.86
무처리 3	5	3	9	2	3	11	12	42	50	137	338	475	14000	3.39	28.84

위의 실험결과를 볼 때, 아피스탄과 바이바롤의 경우에서 높은 방제가를 나타냈으며, 폴벡스와 왕스의 경우 상대적으로 낮은 방제 효과를 보여주었다. 94년에 시행된 방제실험결과(우, 1994)와 종합해 본다면, 아피스탄, 바이바롤, 마이캇트 등이 비교적 높은 방제 효과를 나타냈다.

제4절 중국가시응애(*Tropilaelaps clareae* Delfinado & Baker)

1. 감염경로

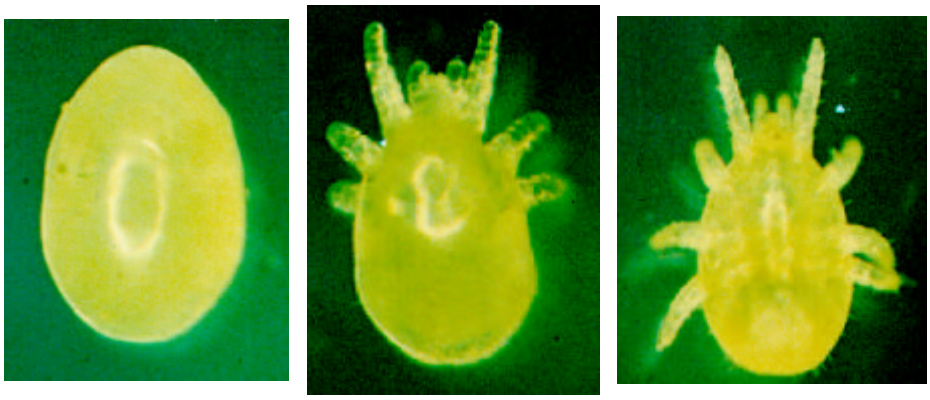
중국가시응애는 1961년 필리핀에서 서양종꿀벌에 기생하는 것이 처음 발견되었다(Delfinado 등, 1961). 이 종은 아시아 지역에서 널리 분포하는 응애이다. 중국가시응애는 서양종꿀벌(*A. mellifera*), 동양종꿀벌(*A. cerana*), 인도최대종(*A. dorsata*), 및 *A. laboriosa* 4종의 꿀벌에 기생을 한다(Delfinado-Baker et al., 1985). 한국에서는 1992년 2월 중국으로부터 수입된 꿀벌과 함께 침입해 들어와 그 해 4월 제주도 성산읍과 애월읍에서 처음으로 발견되었다. 그후 아카시아 채밀기에 봉군이 이동하면서 확산되어 전국적으로 분포하게 되었다.

2. 외부형태와 생활사.

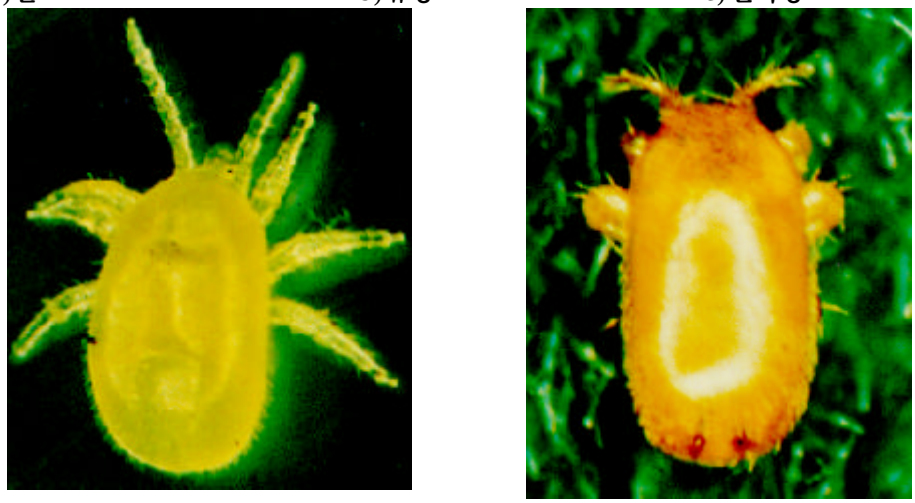
가. 외부형태

이 종은 다른 응애와 비교해 중간 크기(체장1.0 mm, 체폭0.5 mm)이며, 비교적 빨리 움직인다. 적갈색을 띠고 있으며 장축이 긴 타원형을 하고 있다. 등과 배의 표면은 수없이 많은 짧은 강모로 덮혀있다. 가위팔은 크고 강하며 끝이 잘린 것 같은 약한 이빨모양의 끝부분을 갖고 있다. 암컷 성충의 복면(ventral)가운데에 세로로 달리는 검은 줄무늬가 보인다. 생식판과 항문판은 길고 좁으며 서로가 맞붙은 모습을 하고 있다. 수컷 성충은 역시 암컷과 같은 체색과 체형을 보이고 있다(체장 0.9 mm × 체폭0.5 mm). 암컷과는 달리 수컷 성충은 먹이를 먹지 않는다. 그래서 그들의 가위팔(chelicerae)은 벌의 체벽을 뚫기 위한 도구가 아니라 정자를 전달하는 도구로서의 기능(sprem-transfer function)을 하도록 변형되어있다. 즉 수컷은 정자전달기구(spermatodactylus)가 존재한다. 또한 생식판과 항문판이 융합되어있지 않으며, 생식판의 끝은 뾰족한 모습이나 항문판은 앞부분이 뾰족하게 나온 전구모양을 하고 있다.

약충의 경우에는 우선 성충과는 달리 연백색을 띠며, 몸은 많이 경화되지 않는다. 그리고 가위팔(chelicerae)의 변형이나 성에 따른 다형화(sexual dimorphism)가 없이 암컷의 가위팔의 끝과 같은 생김새를 하고 있다(그림 4).



a)알 b)유충 c)전약충



d)후약충 e)성충

그림 4) 중국가시응애의 각 태의 형태(a: 알, b: 유충, c: 전약충, d: 후약충, e: 성충).

나. 생활사

중국가시응애의 생활사는 꿀벌응애와 비슷하다. 암컷과 수컷이 소방에서 교미를 하고 수정된 암컷이 소방을 나와서 봉개전의 꿀벌유충이 들어있는 다른 소방으로 들어간다. 중국가시응애는 크기가 작고 갈색을 띠어서 소비 색과 비슷해 관찰하기가 어렵다. 가시응애의 생활환은 숙주인 꿀벌의 생활환과 매우 밀접한 관련을 갖는다. 중국가시응애는 꿀벌응애(*Varroa jacobsoni*)와 함께 동시에 감염되기도 하는데, 대체로 꿀벌응애보다 중국

가시응애의 밀도가 증가하는 것으로 보아 생존과 번식력 경쟁에서 강한 것으로 알려져 있다(표 8).

표 8) 중국가시응애의 각 태별 특징.

	알	유충	전약충	후약충	성충	
					암컷	수컷
체장×	0.66×		0.54×	0.90×	1.03×	0.95×
체폭(mm)	0.54		0.38	0.61	0.56	0.56
모양	난원형	난원형	난원형	난원형	장축으로 긴타원형	장축방향 타원형
색깔	투명	유백색	유백색	유백색	황갈색	옅은 황갈색

중국가시응애는 소방이 봉개되기 전에 소방에 들어가 섭식을 계속한 후 봉개 후 48-51시간 정도 지나면 산란하게된다. 또한 유충이 발견되기 시작하는 시간은 봉개 후 63-66시간이 경과한 후이며, 전기약충은 66-69시간, 후기약충은 120-123시간 지나야만 각각 나타난다. 아울러 중국가시응애 1마리에 기생당한 벌방안에 알, 유충, 전기약충태의 중국가시응애가 각각 1마리씩 혼재하는 것으로 보아 한마리의 암컷이 한번 산란한 후 바로 또 다른 알을 낳는 것이 아니라 일정정도 시간이 지난 후 다시 알을 낳게 되며 3-4개까지의 알을 산란하는 것으로 추정된다(표9). 이들의 발생단계는 알, 다리가 3쌍인 유충기(larvae), 다리가 4쌍인 전약충기(protonymph)와, 후약충기(deutonymph)를 거쳐 성충이 된다(그림 4). 또한, 각 단계별 발육기간은 알(0.3-0.4일), 유충(0.3-0.6일), 전약충(protonymph; 1.7-2.0일), 후약충(deutonymph; 3.0-3.7일)이며, 발육에 필요한 전체 기간은 약 6일이다. 그러나 외국의 연구결과는 6일보다 짧다는 보고가 있어서 환경요인(특히, 온도조건)의 영향을 받는 것으로 이해해야 할 것으로 보인다. 모든 응애개체는 꿀벌봉아가 우화하여 벌방을 나오기 전에 발육을 끝낸다. 이처럼 빠른 발육기간은 중국가시응애가 꿀벌응애보다 높은 증가율을 보이는 한 원인이기도 하다.

표 9) 중국가시응애의 각 단계별 발육 기간.

성별	중국가시응애의 각 단계의 발육시간				총발육기간
	알	유충	전약충	후약충	
암컷	7.2- 9.6	7.2- 14.4	38.8- 42	72- 86.8	144(6 일)

성충의 수명은 온도와 밀접한 관계가 있는데, 최적 온도 조건은 31- 36℃이다. 수컷은 암컷보다 빨리 발육한다고 한다. 우리나라에서 생활사 조사를 위해 실내 사육 중 소방 안에서 건조되어 죽은 중국가시응애를 모두 채집하여 관찰한 결과 암컷대 수컷의 비율은 7:2로 나타났다. 중국가시응애는 꿀벌 몸에 붙어 이동하기 쉽게 되어있는데, 이는 벌들과 소비사이 또는 꿀벌의 털사이를 쉽게 오갈 수 있는 얇고 긴 모양으로 형태적 적응모습을 보여주고 있다. 다리의 발톱은 꿀벌몸에 달라붙을 수 있도록 되어있으며, 꿀벌 몸 어느 부위에 달라붙는 지는 알려지지 않았다. 본 연구 수행 중 관찰에 의하며 꿀벌의 가슴과 복부를 잇는 허리사이에 주로 달라붙어 이동하는 것으로 추정되어진다.

다. 중국가시응애의 월동

우리나라에서는 월동기생율과 소방감염율이 각각 19.2%, 50.5%로 나타났으며, 기생율과 감염율의 지역적인 차이가 심했다. 이 응애의 알에서 성충까지 발육기간은 대략 116시간이었으며 월동확인 지역은 제주도, 전남 진도군, 경남 하동군, 사천군, 남해군 등에서 노지 월동이 확인되었다. 조사에 의하면 겨울철 시설 재배 작물의 화분매개용 꿀벌이 월동 중국가시응애의 전파 매개체 역할을 하고 있는 것으로 나타났다. 비록 Woyke박사가 숙주가 없는 상태에서 중국가시응애가 24시간의 성충생존 일수를 보고하였지만, 우리나라에서 생태조사 결과 암컷 성충의 무숙주 생존 일수는 5일 7일인 것으로 나타났다.

3. 감염진단

중국가시응애의 감염여부를 확인하는 것이 쉽지는 않다. 우선 감염된 봉군에서는 불구봉이 나타난다는 것이다. 특히 날개가 비정상적인 벌들이

많이 나타나서 봉장의 바닥을 기어다닌다면 응애의 감염을 의심해야 한다. 또한 심하게 감염된 소방의 번데기는 복부가 줄어들고 검은색을 나타내게 된다. 소방을 열었을 때 중국가시응애는 빠른 속도로 소비면을 기어서 도망을 간다. 육안으로 관찰이 가능한 크기이지만 자세하게 보지 않으면 간과하기 쉽다.

그림 5) 중국가시응애에 감염된 벌(위쪽: 정상의 벌, 아래쪽: 응애의 피해에 의한 불구봉).

4. 방제 방법 및 약제시험 결과

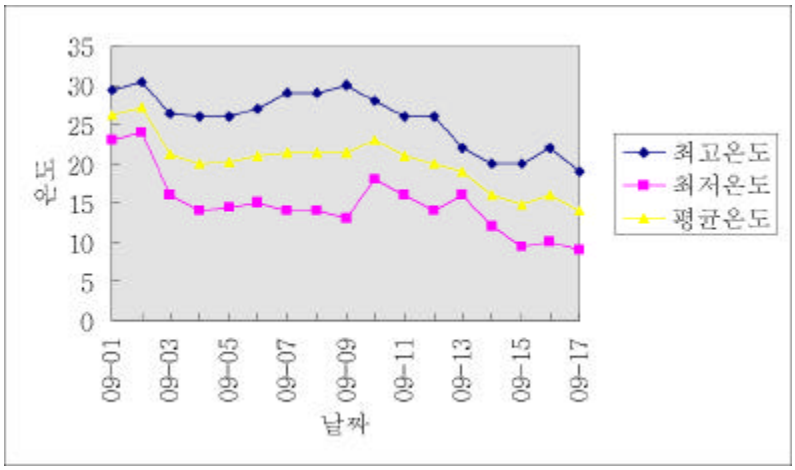


그림 6) 약제처리기간중 온도변화 (1997년)

표 10) 공시약제의 중국가시응애에 대한 방제 효과(1997, 경기도).

처리구 및 약제	중국가시응애의 살충수					잔존응애수	총감염응애수	살충률 (%)
	9/15	9/16	9/17	9/23	합계			
Control-1	248	180	161	1011	1,600	5,102	6,702	23.87
Control-2	226	232	417	938	1,813	6,566	8,379	21.63
Control-3	314	528	429	894	2,165	8,891	11,056	19.58
Apistan-1	838	643	770	2308	4,559	312	4,871	93.59
Apistan-2	912	843	1,023	4,694	7,472	678	8,150	91.68
Apistan-3	723	801	889	5,124	7,537	783	8,320	90.58
Perizin-1	438	631	619	2,457	4,145	2,132	6,277	66.03
Perizin-2	507	578	592	1,021	2,698	1,001	3,699	72.93
Perizin-3	512	564	558	1,607	3,241	1,233	4,474	72.44
Micut(1,000×)-1	1,807	1,438	1,215	2,976	7,436	688	8,124	91.53
Micut(1,000×)-2	1,084	1,230	467	1,257	4,037	596	4,634	87.11
Micut(1,000×)-3	1,804	1,310	697	2,297	6,108	824	6,932	88.11
바이바롤1	751	627	867	2,658	4,903	625	5,528	88.69
바이바롤2	381	354	785	1,582	3,102	436	3,538	87.67
바이바롤3	1,207	910	897	1,560	4,574	631	5,205	87.87

위의 결과로 살펴보면 방제 효과 면에서 Apistan, Micut, 바이바롤의 경우가 페리진 보다 상대적으로 높은 효과를 나타내는 것을 보여준다.

제5절 기타 피해유발 가능 응애류 실태조사.

1. 작은꿀벌응애

1997년에 기생성응애류 현지조사현황은 다음 표 11)과 같다.

표 11) 꿀벌응애류 현지조사 지역(1997)

조사지역	양봉장수	조사봉군수	비고
제주도	11	596	
경상남도	12	672	
경상북도	23	1129	350봉군은 한봉
전라북도	3	527	
충청북도	1	57	
계	50	2,981	

한봉에서의 작은꿀벌응애의 발생상황을 보면, 군당 기생율이 평균 23%로 나타났으나, 전북 남원에서의 작은꿀벌응애의 발생상황을 조사한 결과, 유밀기인 5월경에 한봉에서의 발생상황이 숫벌방에서 8%정도, 일벌방에서는 0.2 0.4%의 낮은 감염율을 보였다. 또한 양봉에서 발견되는 경우도 그 정도가 극히 낮다. 한봉의 밀도가 한참 높아지는 4월 말경 한봉봉군하나를 완전히 해체하여 작은 꿀벌응애의 발생밀도를 관찰한 결과는 다음 표와 같다.

표 12) 한봉봉군내 작은꿀벌응애의 감염빈도(1997.4)

	일벌방	숫벌방	일벌몸
작은꿀벌응애수	0	87	1
조사한 벌방수	3127	888	
비 율	0%	9.8%	

위 결과로 볼 때, 실질적으로 작은꿀벌응애는 한봉에 있어서도 일벌의 봉개방에는 거의 가지 않는 것을 알 수 있으며, 실질적으로 한봉에 있어서의 피해는 매우 낮을 것으로 생각된다. 한편, 이 작은꿀벌응애가 서양종꿀벌의 몸에서도 간혹 발견되는 수도 있으나, 아직까지는 양봉에 대한 피해가 심각하지 않은 것으로 생각된다. 그러나, 작은꿀벌응애의 생활사가 꿀벌응애와 상당히 비슷하다는 점이 계속적인 관심과 연구가 앞으로 발생할 수

있는 피해를 억제하는데 중요한 역할을 할 것이다.

2. 기문응애

가. 발생상황

기문응애의 경우 해마다 발생보고지역이 조금씩 늘어나는 경향을 보이고 있다. 1996에 발표된 자료에 따르면 아시아에서는 캄보디아, 네팔에서의 보고가 추가되었다. 이로서 아시아 주변에서의 기문응애의 발생상황을 살펴보면, 중국, 러시아, 일본, 말레이지아, 인도네시아, 캄보디아, 인도차이나반도 전체가 감염지역이 된다. 국내의 발생상황을 알아보기 위하여 꿀벌응애류 현지조사 지역에서 꿀벌을 채집, 조사한 결과 아직까지는 국내에 분포하지 않는 것으로 생각되고, 수입된 양봉에서의 발견 보고도 없지만, 이들에 대한 검역을 통해서 국내로의 유입을 차단하고, 피해의 발생을 사전에 예방하는 것이 중요하다고 할 수 있다.

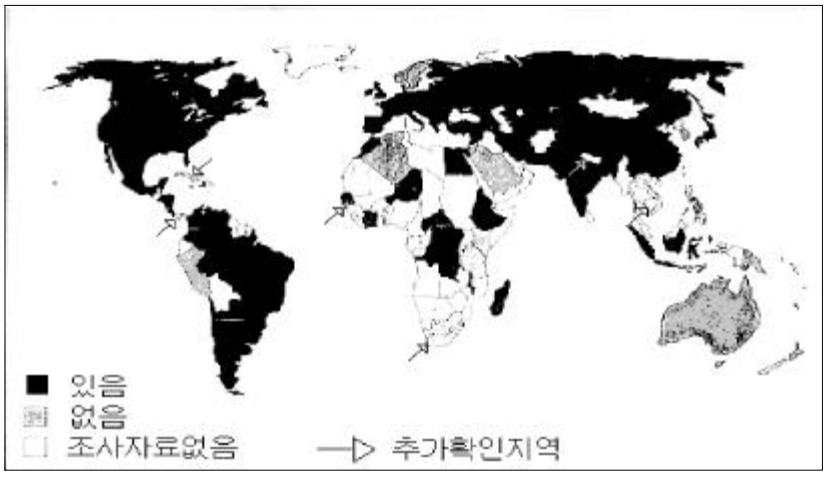


그림 7) 기문응애의 분포도(Matheson, 1996)

제6절 꿀벌의 외부기생성 응애의 억제 방안

1. 현재 서양종꿀벌에 있어서 중국가시응애가 꿀벌응애보다 더 심각한 피해를 주고 있다. 그러나, 꿀벌응애와는 달리 중국가시응애의 방제는 약제를 사용하지 않고서도 가능할 수 있다. 꿀벌응애는 꿀벌 성충의 몸에서도 장기간 생존할 수 있지만, 중국가시응애의 경우 성충인 꿀벌의 몸에서 단

지 2-3일밖에 살 수 없다고 한다(Woyke, 1984). 그러므로 여왕을 3주 동안 격리시키는 등의 방법을 이용하여 봉충을 제거하면 중국가시응애를 방제할 수 있는 것이다. 이와 같은 방법은 봉군의 감소를 가져올 수 있으나, 여왕을 가두는 시기가 유밀기나 유밀기 바로 전이라면 봉군 전체가 유밀에 봉사할 수 있다. 또한, 봉군에서 들어낸 붕충판을 없애지 말고 소비에 붙어 있는 꿀벌과 함께 빈 벌통에 넣어두어 약 3주 후에 모든 봉충이 깨어나면 이것을 원래의 봉군에 넣어주어 봉군의 감소를 막을 수 있다.

2. 적극적 사양관리

외부기생충성 질병의 임상증상 및 정확한 형태적 특징을 제대로 파악하고 있어야 하며 주기적인 내검을 통해 질병발생여부를 수시로 조사해야 한다. 벌통 바닦에 흰끈끈이 종이를 깔아 떨어진 응애류를 채집하여 정확한 동정을 하고 관계연구소에 의뢰하여 확인받아야 한다.

3. 중국가시응애의 피해를 최소화하기 위한 적절한 월동적지 선정

중국가시응애는 여왕벌의 산란이 없는 겨울에는 생존할 수 없는 것으로 알려져 왔으나, 화분매개충으로 이용되고 있는 꿀벌에 의해 겨울에도 생존할 수 있음이 확인되었다. 본 조사 결과 제주도, 영호남 해안지역 같은 따뜻한 곳에서 중국가시응애가 노지 월동하고 있음이 확인되었다. 중국가시응애가 월동할 수 없는 온도의 월동적지를 선정하기 하기 위하여 월동이 확인된 지역의 겨울철 평균 기온을 조사하였다(1994년 2월 3월). 월동확인지역은 제주도 남제주군 표선면, 전라남도 진도, 경상남도 사천, 경상남도 남해이며 특히 1996년 봄에 전라남도 영암군 삼호면에서 새로이 중국가시응애의 월동이 확인되었다. 또한, 1997년 봄 제주도 남제주군 표선면에서 월동이 재확인 되었으며, 월동이 확인된 전지역 모두 겨울철에도 산란이 끊이지 않았으며, 봉개소방을 조사한 결과 중국가시응애가 생존하고 있었다. 제주도 남제주군 표선면 가시리와 감마리의 봉장에서 확인된 감염율은 27.6 %, 50 %로 매우 높았다. 이와 같은 결과를 분석해 볼 때, 12월, 1월, 2월의 평균온도가 2℃보다 높은 지역에서는 중국가시응애가 월동할 수 있을 것으로 생각되며, 제주도 내 봉군의 적절한 월동 적지는 표고 400 500 m 이상의 지역이 되어야 할 것으로 판단된다. 1996년과 1997년에 제주도

남원지역에서의 월동한 봉군은 이듬해 봄 중국가시응애에 의한 피해가 나타났으며, 1994년부터 이루어진 현장지도등을 통해 96년과 97년에는 많은 양봉인이 한라산의 표고 400 m 이상지역에서 월동을 실시하였으며, 이 지역에서 월동한 봉군에서는 실제적으로 중국가시응애가 나타나지 않아, 이러한 월동적지선정이 중국가시응애로부터의 꿀벌의 피해를 줄일 수 있는 좋은 방법임을 확인 하였다.

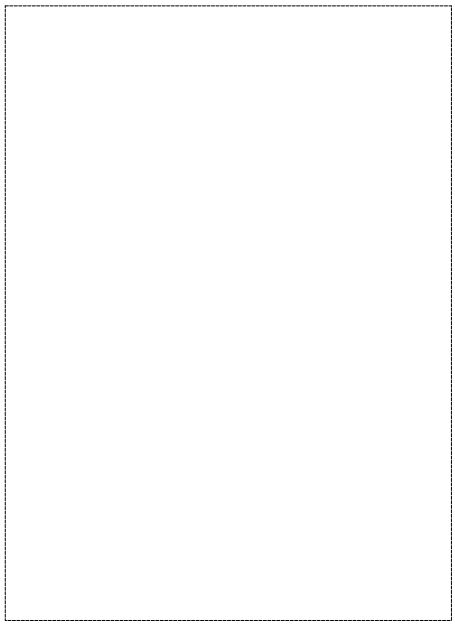


그림 8) 중국가시응애의 월동가능지역

제7절 약제방제

1996년도의 설문조사 결과 방제횟수는 최고 연 15회로 너무 많으며, 방제비 또한 봉군당 6,000 10,000원에 이르고 있다. 지나친 약제 방제는 약의 오용과 남용을 초래하며 꿀벌에 많은 스트레스를 주게된다. 뿐만 아니라 약제의 양봉산물에서 잔류문제를 야기시키게 된다.

우리나라 응애의 발생생태로 보아 우리나라에서는 1년에 3회만 약제를 사용하면 방제가 가능하다. 월동 전후인 가을과 봄철에 1회씩 처리하고, 봉군의 이동이 가장 많은 아까시아 채밀 이후 발생 여부에 따라 장마가 시작되기 전에 밀도가 높아지는 6월경에 응애류의 발생을 내검을 통하여 파악한 후 발생이 많은 경우 약제를 처리하면 더 이상 방제하지 않아도 효과적으로 방제될 것으로 생각되어, 응애류의 방제비의 부담을 줄일 수 있을 것이라고 생각한다.

제 3 장 백묵병에 대한 새로운 방제 기법

제1절 연구개발의 목적 및 필요성

현재 우리나라 양봉농가에서는 꿀벌에 대한 피해 중 백묵병 발생이 큰 문제가 되고 있으며 대발생의 소지를 갖고 있으나, 정확한 감염 및 전파경로에 대한 정보의 부족과 적절한 방제법의 개발이 극히 미비하고, 백묵병에 관한 정보부족과 함께, 현재 증가되고 있는 수입봉군에 대한 검역상의 애로로 인하여 피해의 정도가 점점 확대되고 있는 실정이다.

백묵병을 방제하기 위한 노력으로는 Gochnauer 등(1980)이 Ethylene oxide 훈증처리에 의한 효과를 보고 한 바 있으며, Nacane 등 (1985)은 실내실험 및 포장실험을 통하여 4급 암모늄 화합물이 가장 효과적인 약제였다고 보고하였다. 또한 Taber(1986)는 저항성 계통 여왕벌의 육성을, Yoshida(1985)는 인공화분 제조시 발효제를 이용한 유충급이공급 방법의 시도 등을 보고하였다. 그러나 지금까지의 약제에 의한 방제방법은 지속적인 효과를 나타내지 못하였으며, 저항성 품종의 육성은 유전형질탐색의 어려움이 있고, 발효제 사용은 예방적조치로서 이들 방법들은 모두 백묵병 방제의 근본적인 치료방법이 되지 못하고 있다. 또한 과학적인 근거가 없는 무분별한 약제의 투여는 국민 건강에 해를 끼칠 우려를 자아내고 있으므로 무분별한 약제의 처리를 지양하고 합리적이고 체계적인 방제법의 개발을 통해 국민의 건강에 도움이 되는 고품질의 양봉산물생산이 절실하다. 국내의 경우 꿀벌백묵병의 방제법에 관한 연구는 극히 일부 대학에서 균학적인 특성조사에 그치고 있는 실정이다. 본 서울대학교 곤충병리학 연구실에서는 1년차 실험을 통하여 국내와 중국수입 양봉군으로부터 백묵병원균의 분리 및 특성조사 그리고 이 균에 대한 약제선발과 방제효과에 대한 기초실험을 수행한 바 있다. 또한 2년차 실험에서는 선발된 약제를 실제 벌통에 적용시 적절한 처리방법 및 그 효과에 대해 중점을 두어 실험을 진행하고, 효과적인 백묵병 방제 대책을 수립하고자 하였다.

제2절 백묵병의 특성 조사

1. 국내 꿀벌백묵병원균의 생물학적 특성 조사

실험에 사용된 꿀벌백묵병원균은 제주도와 수원 칠보산의 양봉장의 꿀벌 충체, 중국에서 수입한 꿀벌의 충체 및 저장화분에서 분리하여 사용하였다. 병원균의 분리는 꿀벌의 충체를 70% 에탄올로 살균한 후 충체를 amphicilline (50㎍/ml)이 첨가된 SDA+Y (Destrose 8%, Bacto-peptone 2%, yeast extract 0.2%) 배지로 옮겨 25℃에서 배양하여 분리하였다. 저장화분에서의 균분리는 저장화분을 10ml 살균증류수에서 현탁한 후, standard wire loop로 amphicilline (50㎍/ml)이 첨가된 SDA+Y배지에 streaking하여 위 조건에서 배양, 분리하였다. 백묵병원균(*Ascosphaera apis*)의 광학현미경 관찰은 25℃, 상대습도 80% 이상의 조건에서 14일 간 배양한 후 프레파라아트로 만들어 수행하였다. 주사전자현미경 관찰은 광학현미경 관찰 조건과 마찬가지로 2주일 간 배양한 균을 5㎜×5㎜으로 배지와 함께 분리하여, 1차 고정액과 PBS (phosphate buffered saline)에서 4℃에 10 시간 동안 1차 고정한 후, 0.1M PBS로 4℃에서 20 분간 3번 세척하였다. 그리고 50%, 70%, 80%, 90%, 100%의 에탄올, 에탄올과 isoamylacetate 1:1 및 100% isoamylacetate으로 탈수, 액체 이산화탄소에서 critical point drying하여 건조시키고 금으로 coating하여 주사전자현미경으로 (Cambridge stereo scan 250 MK2) 관찰하였다.

2. 백묵병의 발생 역학 및 진단 방법

백묵병은 감염봉군의 오염된 화분 섭취 (Mehr et al., 1976; Moffett et al., 1978), 감염봉군에서의 여왕벌의 requeening (Dejong and Mores, 1976; Moeller and Williams, 1976), 여왕벌, 일벌 등의 이동과 감염된 봉군에서 건전한 봉군으로 brood의 전파 (Herbert et al., 1977) 등의 다양한 방법으로 전파된다. 꿀벌백묵병은 소방내의 유충에 침입하여 단지 하나의 strain (+ 또는 −)만이 침입된 경우에는 유충이 백색의 미이라로, 두 strain이 같이 침입한 경우에는 유충이 흑색의 미이라 형태로 되어 백묵같이 딱딱하

게 되어 죽는 병으로 늦은 봄이나 초여름 사이에 벌통의 출입구나 소방내의 벌통 바닥, 소방 그리고 벌통 주변에서 감염된 것들을 흔히 볼 수 있는 병이다. 그러나 사충 발생 이전에 병 발생을 알기에는 병원균이 미소한 곰팡이 포자이므로 거의 불가능하다. 따라서 본 실험에서는 양봉농가에서 쉽게 병 발생을 확인하는 방법과 더불어 분자생물학적 기술의 하나인 RAPD (random amplified polymorphic DNA) 분석을 통한 꿀벌백묵병원균 탐색법 또한 수행하였다.

3. 백묵병원균 방제에 효과적인 약제선발

본 실험에서 사용한 약제는 항진균 및 살진균작용을 하는 것으로 알려진 훈증성 약제 2종류 (Trichlorocyanuric acid, propionic acid) 및 접촉성 약제 3종류 (Ascorbic acid, boric acid, sorbic acid)였으며, 대조구로는 시중에 시판되는 살진균제 미라클타부레®를 이용하였다. 훈증성 약제의 처리 효과 시험은 다음과 같이 수행하였다. SDA+Y 배지에 14일 간 배양한 균을 103 balls이 되도록 한 후, SDA+Y 배지를 5mm 두께로 깐 87×15mm의 petridish의 중앙에 접종하고 clean bench에서 건조시켰다. 그리고 2mm×2mm으로 3MM paper를 잘라 petridish 뚜껑 중앙에 두고, 위에서 선발된 2가지 훈증성 약제를 각각 원액 30㎕, 40㎕, 50㎕를 처리하여 25℃ 조건에서 petridish를 뒤집어 배양하며 매일 colony의 지름을 측정하여 약제의 효과를 검증하였다. 접촉성 약제의 처리 효과 시험은, SDA+Y배지에서 14일 간 배양한 균을 살균증류수에 105 balls/ml이 되도록 한 후, 1% ascorbic acid, 0.5% boric acid, 1.5% sorbic acid 용액 각각 90㎕와 꿀벌백묵병원균 현탁액 10㎕를 ependorf tube에 혼합한 후, 30℃에서 60분 간 처리하고 원심분리하여 처리 약제를 제거하고, 남은 백묵병원균 침전물을 30㎕ 살균증류수에 다시 현탁하여 10㎕씩을 ampicilline (50㎍/ml)이 첨가된 SDA+Y배지의 중앙에 처리, 밀봉하여 위의 방법으로 약제 효과를 조사하였다. 대조구 실험으로는 미라클타부레를 증류수에 담군 후, 각각의 처리량별 (0.005g, 0.04g, 0.06g, 0.15g, 0.40g, 0.60g)로 처리하여 약제 효과를 조사

하였다.

4. 약제처리방법

꿀벌백묵병의 방제에 효과적인 약제로 TCA (Trichlorocyanuric acid)와 propionic acid를 선발하였으며, 이들 중 다루기에 좀 더 용이하고 값이 저렴한 propionic acid를 중심으로 약제처리방법 등의 실험을 수행하였다. Propionic acid는 액체 상태로 훈증되어 나오는 기체가 백묵병의 방제에 효과가 있으므로 먼저 실내실험을 통해 실제 야외 실험에 적용시 적정약량 및 약제 교체 주기를 결정하였다. 또한 야외의 벌통은 실내 실험 조건과는 달리 공기의 유통이 있어서 약제의 기화가 빨리 일어나므로, 약효의 지속성을 높일 수 있는 흡착제를 선발하고자 했다. 적당한 흡착제는 칠보산의 양봉장에서 실제 벌통에 약제를 흡착시켜 처리한 후 1 달 동안 병 발생 억제 효과를 조사하여 선발하였다.

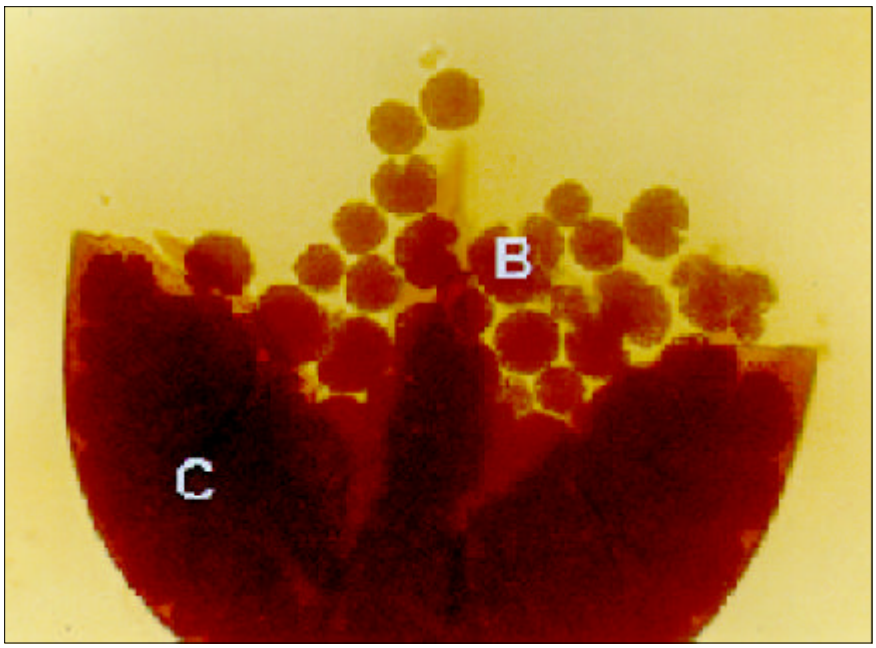
5. 백묵병 예방 및 방제 대책

백묵병의 발생 시기와 본 연구를 통해 선발된 약제와 이 약제를 야외 적용시 처리 방법 등에 기초하여 백묵병 방제 대책에 대해 고찰하였다.

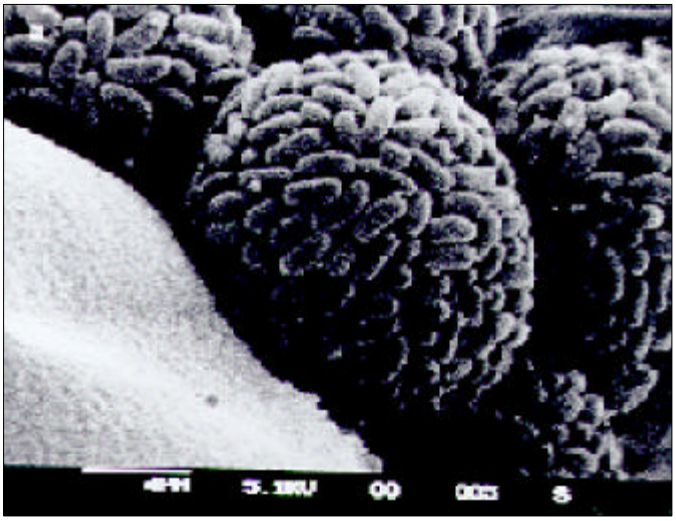
제3절 연구 개발 결과

1. 국내 꿀벌백묵병원균의 생물학적 특성 조사

백묵병원균은 SDA+Y 배지에 접종한 후 1일이 지나면 포자가 발아하여 배지에서 솜털같은 백색의 균사가 자라며, 4일 후에는 mating에 의한 흑색의 포자낭 (spore cyst)를 형성하였다. 현미경 관찰에 의한 형태적인 특징을 보면, 두 개의 다른 strains이 mating되어 생성되는 포자낭은 원형으로 직경이 60 90㎛ 였으며, 이 포자낭 속에 원형의 직경 14 15㎛의 포자구 (spore ball)가 다수 함입되어 있으며, 그림 1에서처럼 포자낭이 터지면서 포자구가 외부로 노출되어진다. 이 포자구는 주사전자현미경 관찰 결과 타원형이며 1㎛×2.5㎛ 크기의 다수의 포자로 구성되어 있음을 볼 수



[그림 1] 백묵병원균(*A. apis*)의 광학현미경 관찰사진 (×400)
(C) cyst, (B) ball



[그림 2] 백묵병원균의 주사전자현미경 사진

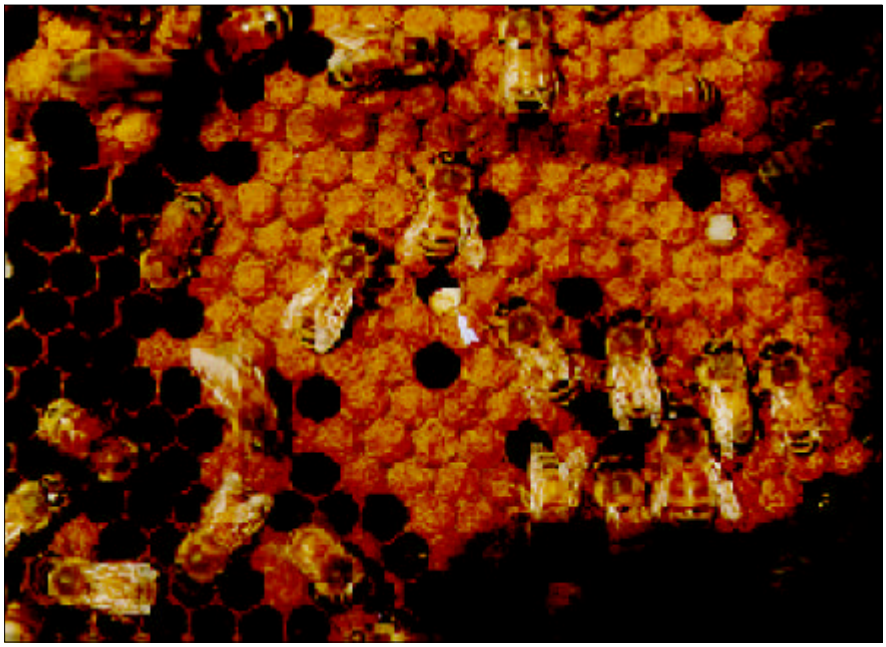
있었다 [그림 2]. 제주도, 수원 양봉장, 그리고 중국에서 수입된 꿀벌 충체에서 분리된 백묵병원균의 포자낭, 포자구 및 포자의 형태와 크기에 있어서 차이를 볼 수 없었다.

2. 백묵병의 발생 역학 및 진단 방법

백묵병의 전염경로를 보면 다음과 같다. 유충이 먹이와 함께 병원균의 포자를 먹어서 장관내에 들어가면 포자는 발아하여 균사를 내고 생육한다. 균사는 자라서 곧 장조직을 관통하여 증식하는데 일반적으로 몸의 후부부터 증식한다. 병 발생을 양봉인이 양봉현장에서 쉽게 관찰하기 위해서는 육안으로 판별하는 방법 밖에 없는데, 이 때 소방 내에 하얀색 또는 까만색으로 변한 사충을 확인함으로써 알 수있다. 소방 내에서 병에 걸려 죽은 사충의 모습은 그림 3에서 보는 바와 같다. 꿀벌의 경우 자기 집을 청결히 하고자 하는 습성이 있기 때문에 병이 만연하기 시작하면 죽은 사충을 집 밖으로 내어 놓아 쉽게 병 발생을 알 수 있다 (그림 4). 그러나 백묵병원균의 감염원은 미소한 크기의 포자이므로 사충 발생 이전에 육안 관찰만으로 감별하는 것은 거의 불가능하다. 따라서 병 발생 이전에 그리고 이후 오염원으로 추정되는 물질들로부터 균의 존재 유무를 확인하기 위한 방법으로 분자생물학적 방법인 RAPD 분석을 수행하였다. 20 종류의 10 base random primers를 이용하여 *Ascosphaera apis* 균의 balls을 squashing한 용액에 대해 PCR 반응을 수행하였다. PCR 과정은 그림 5에 도시하였다. 실험 결과 7 종류의 primers에서 비교적 뚜렷한 PCR 산물을 관찰할 수 있었고 (표 1), 이중 OPA-04, OPA-12, OPA-18 primers를 선발하여 다음 실험에 이용하였다. 선발된 3 종류의 primers를 이용해 백묵병에 감염되지 않은 유충과 감염된 유충, 그리고 백묵병원균에 대해 각각 PCR 반응을 수행한 결과, OPA-04와 OPA-18 두 primers에 의한 반응에서 감염충과 병원균으로부터 같은 band patterns을 볼 수 있었다 (그림 6). 따라서, 위의 두 primers는 백묵병원균의 검출에 이용될 수 있을 것으로 사료되었다. 이상의 결과를 요약하여 그림 7에 백묵병원균의 발생을 추정하는 방법을 제시하였다.

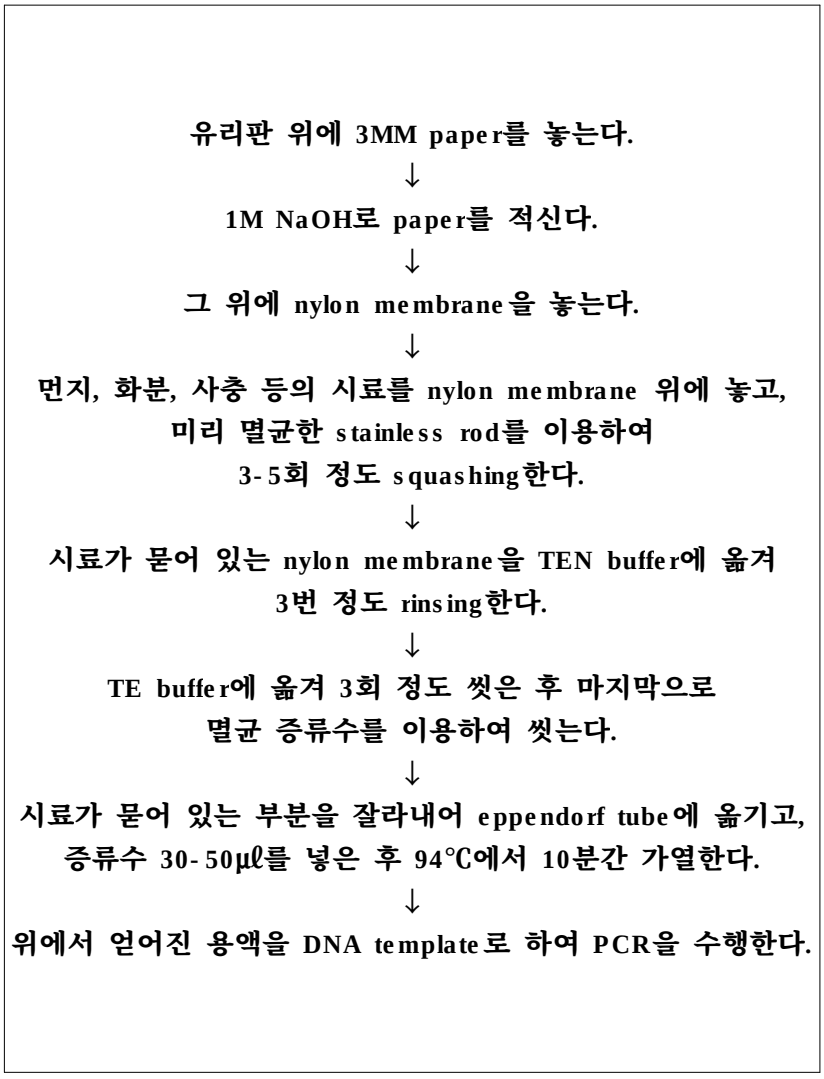
3. 백묵병원균 방제에 효과적인 약제선발

약제들의 방제효과를 조사한 결과 2종(propionic acid, trichlorocyanuric acid)의 훈증성 약제는 모두 백묵병원균에 대해 뛰어난 살균효과를 나타내었다. 그러나 접촉성 약제들의 경우에는 방제효과를 볼 수 없었다. 따라서 이후의 약제 처리 효과에 대한 세부적인 실험에서는 훈증성 약제 2종만을 대상으로 연구를 진행하였다.



[그림 3] 백묵병에 감염되어 죽은 꿀벌유충 (화살표로 표시)

[그림 4] 백묵병이 만연한 벌통 (화살표 : 감염된 사충)



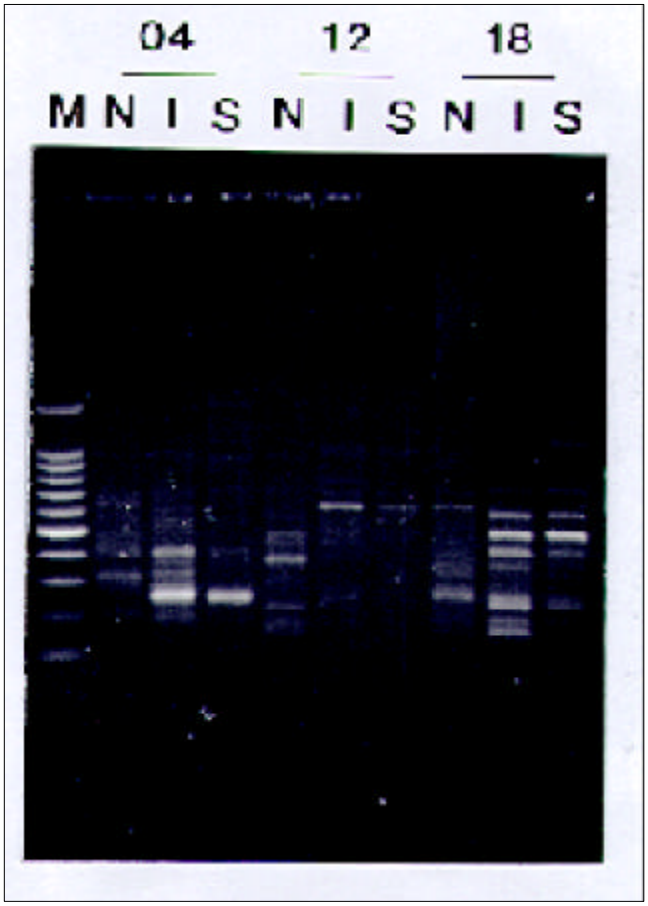
[그림 5] 백묵병원균 탐색을 위한 PCR 준비 과정

[표 1] 프라이머의 염기서열과 백묵병원균에 대한 PCR 산물 여부

명 칭	염 기 서 열	PCR 산물 여부
OPA-01	CAGGCCCTTC	N
OPA-02	TGCCGAGCTG	Y
OPA-03	AGTCAGCCAC	Y
OPA-04	AATCGGGCTG	Y
OPA-05	AGGGGTCTTG	N
OPA-06	GGTCCCTGAC	N
OPA-07	GAAACGGGTG	N
OPA-08	GTGACGTAGG	N
OPA-09	GGGTAACGCC	N
OPA-10	GTGATCGCAG	N
OPA-11	CAATCGCCGT	N
OPA-12	TCGGCGATAG	Y
OPA-13	CAGCACCCAC	N
OPA-14	TCTGTGCTGG	N
OPA-15	TTCCGAACCC	N
OPA-16	AGCCAGCGAA	Y
OPA-17	GACCGCTTGT	Y
OPA-18	AGGTGACCGT	Y
OPA-19	CAAACGTCGG	N
OPA-20	GTTGCGATCC	N

Y: PCR products is produced.

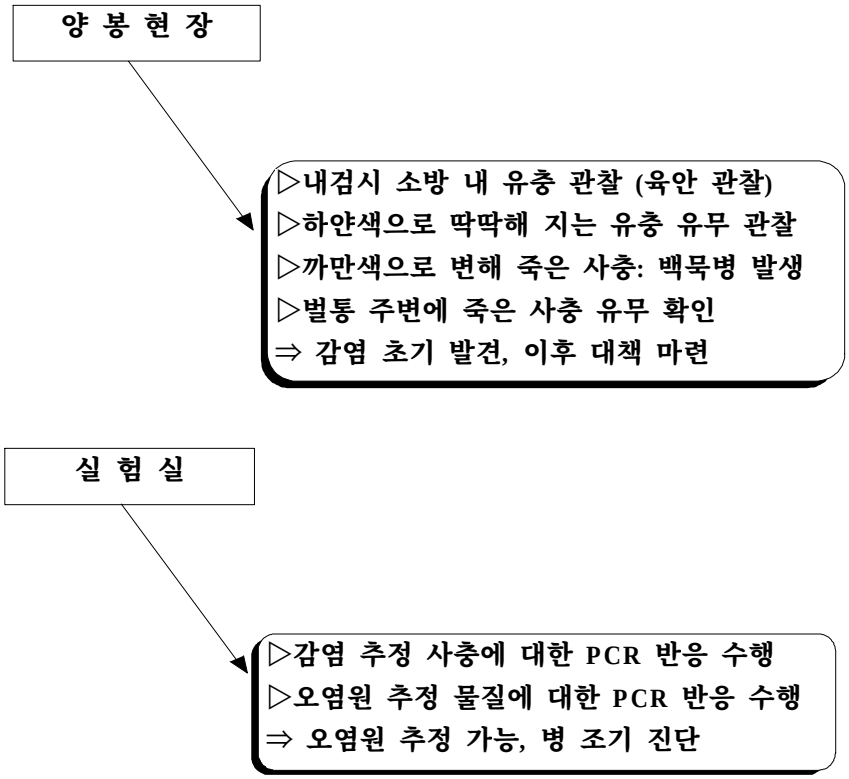
N: PCR products is not seen.



[그림 6] RAPD 분석을 통한 백묵병원균의 탐색

04; OPA-04 **프라이머**, 12; OPA-12 **프라이머**, 18; OPA-18 **프라이머**

N; **감염 안 된 유충**, I; **감염된 사충**, S; **백묵병원균** balls



[그림 7] 백묵병 발생의 진단 방법

가. Propionic acid의 처리 효과

Propionic acid를 원액 또는 원액을 5배와 10배로 각각 희석하여, 시간별 (10 60 분)로 약제량 50㎕, 100㎕ 및 150㎕를 처리하여 약제효과를 조사하였다. 원액의 경우에는 모든 처리량과 처리시간에서 강한 약제 효과를 나타냈으며, 5배 희석한 경우에는 모든 처리구에서 30분 이상 처리했을 때 약제효과를 나타내었다. 그리고 10배 희석한 경우에는 100㎕ 이상의 양으로 1시간 처리했을 때 약제효과를 보였다. 이상의 결과로부터 최소 처리시간을 결정하기 위해, 약제량을 원액 50, 100, 150㎕로 달리하여 약제효과를 조사한 결과, 원액 150㎕ 처리 시 2분, 50㎕ 처리 시 5분이면 완전히 균이 사멸됨을 알 수 있었다. 약제의 최소처리량을 결정하기 위한 실험에서는 원액을 30㎕ 이상 처리시 백묵병원균이 완전히 억제되는 결과를 나타내어 효과적인 약제량으로 판단되었다.

나. Trichlorocyanuric acid (TCA)의 처리 효과

TCA 약제를 농도별로 처리한 실험구에서는 1% 처리시 처리 후 6일 째부터 콜로니가 형성되었고, 2% 처리구의 경우에도 비슷한 결과를 나타내었다. 그러나 약제를 3% 이상 처리한 경우에는 처리 후 10일 후에도 콜로니의 형성을 관찰할 수 없었다. 각각의 처리 농도에서 처리량은 30㎕ 이상이었으며, 3% 이상을 처리한 경우에는 모두 콜로니가 형성되지 않았다 [표 2]. 따라서 적정 처리 농도는 3%로 결정하였다. 유효처리농도에 따른 유효처리량을 결정하기 위해서 최소 유효처리농도인 3%를 기준으로 하여 5㎕, 10㎕, 20㎕, 30㎕ 씩의 약제를 병원균이 접종된 각각의 배지에 처리하였다. 5㎕를 처리한 경우 처리 후 5일 째 콜로니가 형성되었으며 10㎕를 처리한 경우에는 처리 후 7일 째부터 콜로니가 형성되었다. 그러나 20㎕를 처리한 경우와 30㎕를 처리한 경우에는 콜로니의 형성을 관찰 할 수 없었다 [표 3]. 따라서 약제의 적정 처리량으로는 처리농도 3%에 대해 최소 20㎕ 이상으로 결정하였다. 약제의 유효처리농도 및 처리량의 결정에 따라 약제의 잔류효과 여부를 조사하였다. 약제를 3% 20㎕와 3% 30㎕의

조건으로 처리한 후, 10일 동안 백묵병원균이 자라지 않은 처리구를 선발하여, 약제가 처리된 petri dish 뚜껑을 새 것으로 교체함으로써 잔류 약제를 잔류 약제를 제거하였다. 그 후 계속해서 15일 동안 균의 성장 여부를 조사한 결과 3% 20㎕ 조건의 처리구와 3% 30㎕ 조건의 처리구 모두에서 균의 성장이 계속적으로 억제되었다 [표 4]. 이는 10일 동안 약제를 처리한 경우 두 가지 처리구에서 모두 약제 제거후 15일 정도는 균의 성장이 억제되는 결과였다. 이러한 결과는 실제 약제 처리시에 계속적인 약제처리가 필요치 않으며 일정한 시간 간격으로 약제를 처리해도 백묵병원균을 방제할 수 있음을 보여주는 것이었다. 유효처리농도와 유효처리량 실험을 통하여 TCA 3% 20㎕가 백묵병원균의 성장을 억제하는 효과가 있으며 약효가 지속적임이 확인되었다. 따라서 약제처리시간에 따른 약제의 잔류효과를 조사하기 위하여 약제 처리시간을 1일, 2일, 3일, 4일, 5일로 나누어 처리한 후 각각의 경우에 균의 성장 여부를 조사하였다. 그 결과 TCA를 하루 동안 처리한 경우에만 일부 병원균의 성장을 확인 할 수 있었으며 나머지 조건의 처리구에서는 병원균의 성장이 관찰되지 않았다 [표 5]. 따라서 TCA 3% 20㎕의 조건으로 처리하였을 때, 1일 처리만으로도 균의 성장은 거의 억제되며 2일 이상 처리할 경우 균의 성장이 완전히 억제되는 것으로 나타났다.

[표 2] 백묵병원균 방제를 위한 TCA 처리 유효 농도

처리 농도	처리량(μℓ)	콜로니 형성 유무	
		5일 후	10일 후
1%	30	-	+
	40	+	+
	50	+	+
2%	30	-	+
	40	-	+
	50	-	+
3%	30	-	-
	40	-	+
	50	-	-
4%	30	-	-
	40	-	-
	50	-	-
5%	30	-	-
	40	-	-
	50	-	-
증류수처리	30	-	-
	40	-	-
	50	-	-

(+), 콜로니 형성 됨; (-), 콜로니 형성 안 됨

[표 3] TCA의 최소 처리량 결정 (3% 농도 기준)

처리량 (μℓ)	콜로니 형성 유무	
	5일 후	10일 후
5	+	+
10	-	+
20	-	-
30	-	-

(+), 콜로니 형성 됨; (-), 콜로니 형성 안 됨

[표 4] TCA의 약효 지속성 실험

처리 농도 및 처리량	콜로니 형성 유무	
	5일 후	10일 후
3% 20μℓ	-	-
3% 30μℓ	-	-

(-), 콜로니가 형성 되지 않음

4. 약제 처리 방법

가. 약제 교체 시기 결정 (실내 실험)

직경이 85 mm이고 높이가 15 mm인 petri dish 내에 곰팡이 성장에 용이한 SDA (Sabouraud dextrose agar) 배지를 붓고 굳힌 후, 배지의 한가운데에 103 개의 꿀벌백묵병원균 balls을 접종하였다. Petri dish의 뚜껑에 propionic acid 1 %, 3 %, 5 %, 7 %, 10 % 농도의 접종액 50 ㎕를 20 mm × 20 mm 크기의 여과지에 적신 후 25 ℃, RH 85 % 조건에서 petri dish를 뒤집어 배양하며, 매일 colony의 형성 여부를 관찰하여 약제의 효과를 검정하였다. 1 주일 간격으로 약제가 처리된 뚜껑을 균이 새로이 접종된 배지에 옮겨 밀봉하고 다시 균의 성장 여부를 관찰하였다. 대조구로는 약제 대신 증류수만을 50 ㎕ 처리한 것을 사용하였다. 실험 결과 균 접종 1 주일 이내에 대조구와 propionic acid 1 %, 3 % 처리구에서는 colony의 형성이 관찰되었다. 또한 5 %와 7 % 처리구에서는 2 주 이내에 균의 성장이 관찰되었고, 10 % 처리구의 경우에는 3 주 경과 시에 균의 성장이 관찰되었다 [표 6].

나. Propionic acid의 vermiculite 흡착 시 약효 차이 (실내 실험)

Propionic acid 원액을 흡착제에 흡착시켰을 때 약효의 차이가 있는지에 대해 조사하였다. 백묵병원균을 접종한 plate 배지에 대해 약제 무처리구, 원액 50㎕ 처리구, 원액을 vermiculite에 5% 조건으로 흡착시킨 것 1g 처리구, 10% 조건으로 흡착시킨 것 0.5g 처리구를 24 시간 동안 처리한 후 약제를 제거 해 주었다. 이후 매일 관찰을 하면서 균의 성장 여부를 관찰한 결과 무처리구에서는 균 접종 4일 후부터 균의 성장을 볼 수 있었으나 다른 처리구에서는 10일 경과 후에도 균의 성장을 전혀 볼 수 없었다 [그림 8].

다. Propionic acid의 흡착제 종류에 따른 야외 처리 효과

실내 실험 결과와 실제 벌통의 부피 및 통풍 조건 등을 고려할 때 야외 실험에서는 10 g (약 10 ml)의 propionic acid를 1 주일 간격으로 교

체하는 것을 적정 처리량과 적정 교체 시기로 하여 흡착제 종류에 따른 약효를 조사하였다. Agrisorbent, White carbon, 입상 Zeolite, 입상 규조토, Vermiculite를 흡착제로 이용하고, propionic acid 원액 처리구, 약제 무처리구 등을 정하여 백묵병이 자연 발생한 칠보산 양봉장에서 약제 효과를 검정하였다 [표 7]. 1 달 간의 조사 결과 각 봉군의 세력 정도에 따른 차이로 무처리구에서도 낮은 발병률을 보였으나, White carbon, 입상 zeolite, 입상 규조토, vermiculite를 흡착제로 한 처리구에서 특히 매우 낮은 감염률을 보였다 [그림 9]. 그러나 초기 감염률이 4% 이상이었던 처리구들에서는 약효를 볼 수 없었다.

[표 5] 약제(TCA) 처리 시간에 따른 방제 효과 (3%, 30μℓ)

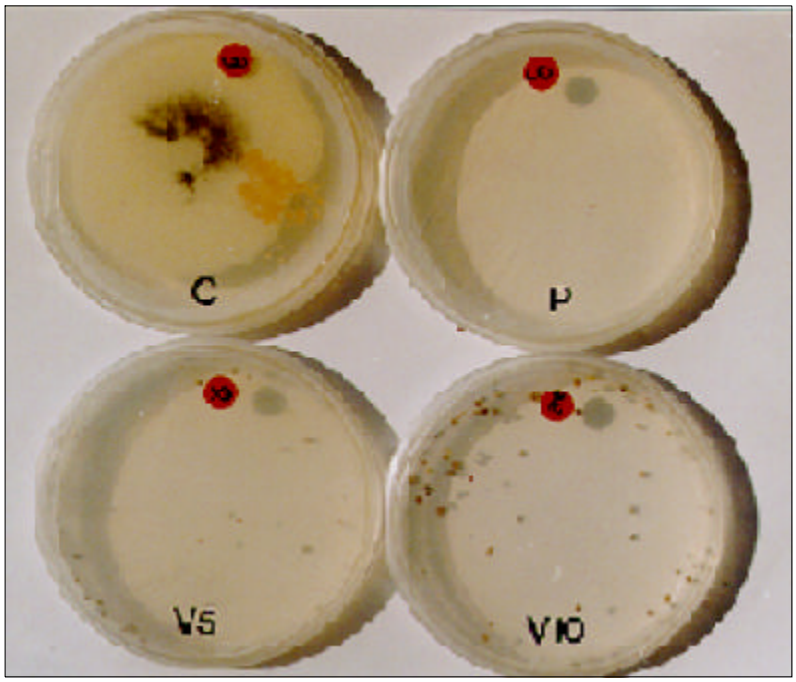
약제 처리 기간 (일)	콜로니 형성 유무	
	5일 후	10일 후
1	+	+
2	-	-
3	-	-
4	-	-
5	-	-
무처리	+++	+++

(+), 콜로니 형성 됨; (-), 콜로니 형성 안 됨

[표 6] Propionic acid 연속 처리 시 약효 지속성

처리기간 / 처리구	1 주	2 주	3 주
무처리구	+		
1%	+		
3%	+		
5%	-	+	
7%	-	+	
10%	-	-	+

(+), 콜로니 형성 됨; (-), 콜로니 형성 안 됨



[그림 8] Propionic acid 원액 처리와 흡착후 처리시 약효 조사

C: 약제 무처리, P: 원액 처리, V5: vermiculite에 5% 농도로 흡착, V10: vermiculite에 10% 농도로 흡착

[표 7] 흡착제의 종류와 propionic acid 흡착 비율

처리구 번호	흡착제 종류	흡착 비율(흡착제:약제)	흡착물 처리량(g)
1	Agrisorbent	8 : 3	36.6
2	White carbon	1 : 2	15
3	입상 규조토	7 : 3	33.3
4	Propionic acid 원액 처리		10
5	White carbon	1 : 1	20
6	입상 지오라이트	9 : 1	100
7	Vermiculite	1 : 1	20
8	무처리구		

[그림 9] 흡착제 종류를 달리 한 후 약제 처리시 백묵병 감염률 추이 (자연감염봉군에서 조사)

제4절 효과적인 방제 기술 개발

곰팡이에 의한 병인 꿀벌백묵병은 벌들이 야외 활동을 많이 하는 4월 경부터 발생되기 시작하는 것으로 관찰·보고되고 있다. 이는 백묵병의 주 오염원으로 판단되는 화분과 야외의 먼지가 벌통 내로 많이 들어오기 때문이다. 그리고 일단 벌통 내로 들어온 균은 장마철의 덥고 습한 환경에서 대량 증식하여 벌통 곳곳에 병을 퍼뜨리는 것으로 생각되며, 비교적 따뜻한 벌통 환경 상 월동도 가능한 것으로 판단된다. 따라서, 봄철에 미리 약제를 처리하여 균의 농도가 낮을 때 방제를 실시하는 것이 가장 적절하며 백묵병의 감염이 극심한 여름철 까지는 계속적으로 약제를 처리하여 주는 것이 좋다. 또한 균에 의한 병이 발생한 후에는 벌통 내의 사충과 먼지를 모두 제거해 준 후 약제를 처리하고, 벌통 바깥에 버려진 사충은 2차 감염원이 될 수 있으므로 깨끗이 청소해 주는 것이 필요하다. 봉군의 활력이 강한 경우에는 백묵병 발병시에도 충분한 산란권 확보로 큰 피해를 입지 않으므로 봉군을 강하게 키우는 것 역시 백묵병 방제에 도움이 된다.

제 4 장 부저병, 원충성질병의 방제기법개발

제1절 유럽,미국 부저병 방제 기법 개발

1. 연구내용

가. 조사대상

(1) 세균성 질병 (미국부저병, 유럽부저병)

나. 감염실태조사

총 53개 양봉장의 1,324개 봉군을 상대로 각 봉장별로 약 10%에 해당하는146개 봉군을 임의 선정하여 월별,봉장별 및 봉군별 감염율을 조사하고 유밀시기별 감염실태를 조사하였으며 분리균에 대한 동정 검사를 실시하여 유럽형과 미국형을 감별 하였다.

다. 병원체 분리동정

Stick Method로 임상증상을 보이는 유충을 발췌하여 멸균된 스크류캬 튜브에 폐사유충을 채취하였으며, 즉시 외관검사 및 후각검사를 실시하여 폐사유충의 변형상태, 부패정도, 경도, 부패취 등을 조사하였다. 봉군별 원인체 분리를 위해서 봉군별 40마리의 성봉을 채취하여 마쇄한후 30ml의 PBS (Phosphate buffered saline ; pH 7.2)를 첨가하여 잘혼합한후 3,000G에서 45분간 원심분리한다. 침전물 위에 약 3ml의 상층액을 남기고 나머지 액은 버린다. 남은 3ml의 상층액과 침전물을 잘혼합하여 그중 0.5ml을 취하여 5ml 시험관에 넣은후 80℃ 항온수조에서 15분간 열처리 한다. 각 샘플은 3ug/ml의 nalidixic acid를 함유한 혈액배지에 심어 5% CO2 37℃ 배양기에서 4일간 양하여 형성된 집락을 택하여 그람 염색하여 1,000X 현미경하에서 관찰하였다.

라. 분리 병원체의 생화학적 검사

분리된 세균에 대하여 현미경적 일반형태와 더불어 염색성, 싸이오글리콜레이트 증균배지를 사용한 배양검사, 3ug/ml Nalidixic acid를 함유한 면양 혈구배지를 통한 용혈성검사, 우유 응집반응을 통한 카탈레이스 Test, 젤라틴 액화능력시험 등 생화학적 검사를 실시하였다.

마. 분리균에 대한 항생물질 감수성 조사

수집된 꿀벌유충 검사재료로 부터 분리, 동정된 미국형 및 유럽형 부저병 원인균 79주를 대상으로 하여 항생물질 감수성을 시험하였다. Ampicillin 외 9종의 항생제를 선택하여 Muller-Hilton 배지상에서 균을 도말하고 5-6개의 항생제 Disk(Difco, BBL)를 떨어뜨린 다음 37℃에서 24시간 배양하여 억제환의 내경을 측정하여 Disk 제작회사가 제공하는 표준환의 크기와 비교하여 감수성 정도를 측정하였다.

바. 단위당 세균감염율 조사

임상형 부저병을 보이는 군에서 채취한 꿀벌 유충으로부터 균분리 시도와 함께 배양집락 구수와 비교하여 임상형 부저병 봉군율(%)과 거기서 분리배양된 집락수의 상관 관계를 분석하였다.

2. 연구 결과

가. 임상증상 및 병변

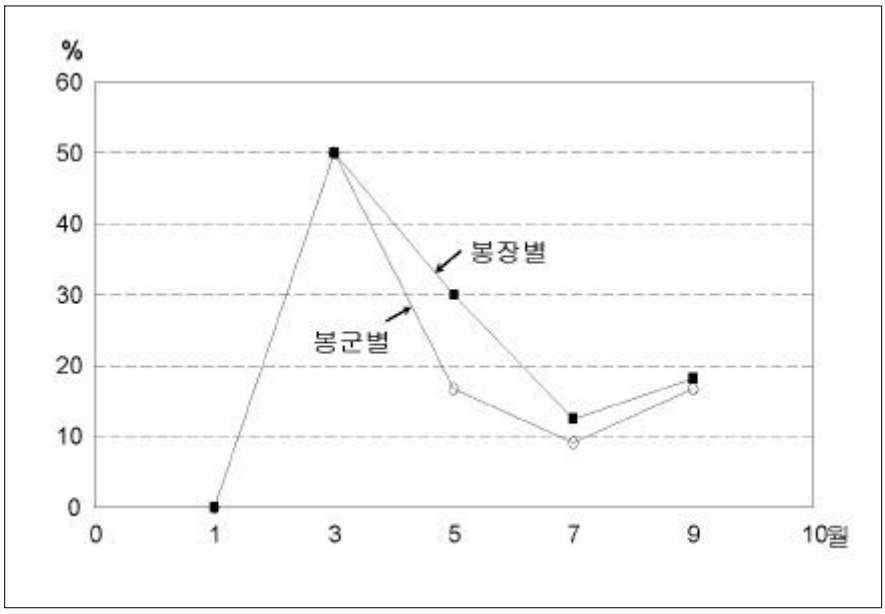
병원체 분리전 시험관에 수집된 폐사 유충은 외관 및 후각에 의한 관능검사를 실시하였는데 폐사유충은 연화된 상태이었으며 대부분 백색 내지 황갈색을 띄고 있었다. 냄새는 이취와 산취등을 나타내었으며, 이러한 증상은 5개지역 에서 수집된 검사재료의 공통적 성상으로 확인되었다.

나. 부저병 감염율 조사

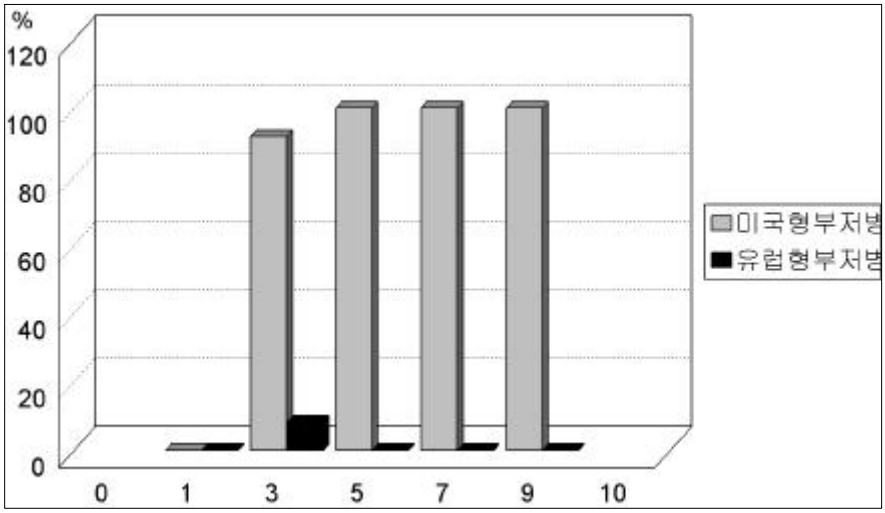
국내6개 지역 53양봉장(146봉군)에서 월별 부저병 감염율을 조사한 결과 표 1과와 같이 나타났다. 전체 53개 양봉장중 12개 양봉장(22.6%), 28개 봉군(26.1%)에서 부저병의 임상증상을 나타내었고 8개 양봉장(15.1%), 21개 봉군(14.4%)에서 부저병의 원인균을 분리하였다. 월별 감염율의 변화는3월(50.0%)에 높은 임상증상을 나타내었다. 특히 이결과는 일정지역 (특히 전남)에서 집단적으로 발생했던 결과로서 올해의 전반적인 감염율 변화에 영향을 주었다고 사료된다. 분리균의 원인체는 각종 생화학적 검사를 실시하였으며 Biolog를 사용하여 균의 동정 및 분류를 행하였다. 유럽형 부저병은 1주, 미국형 부저병은 20주를 분리하여 총 21주의 부저병원인균을 분리하였다.

< 표 1> 유럽,미국 부저병 감염실태조사

월	조사지역	조사봉장수	임상형 봉장수 (%)	균분리 봉장수 (%)	조사 봉군수	임상형 봉군수 (%)	균분리 봉군수 (%)	유럽형 부저병 (%)	미국형 부저병 (%)
1	제주 전남	12	-	-	12	-	-	-	-
3	제주 전남	12	6(50.0)	4(33.3)	52	26(50.0)	12(23.1)	1(8.3)	11(91.7)
5	전북 충남	10	3(30.0)	2(20.0)	30	5(16.7)	5(16.7)	-	5(100)
7	충북 강원	8	1(12.5)	1(12.5)	22	2(9.1)	1(4.5)	-	1(100)
9	전북 강원	14	2(18.2)	1(9.1)	30	5(16.7)	3(10.0)	-	3(100)
계		53	12(22.6)	8(15.1)	146	38(26.1)	21(14.4)	1(4.8)	20(95.2)



(그림 1) 봉군별,양봉장별,월별 부저병 감염율 변화



(그림 2) 미국형과 유럽형 부저병의 발생 차이

3. 유럽,미국 부저병 역학조사

'95년 12월 에서 '96년 4월 사이는 평년에 비해 기온이 낮은 관계로 봄벌 증식에 애로점이 있었으며, 부저병 발생정도는 봄벌 증식을 위해 집단 사육된 전남 해남,진도지방에서 상당수 발생하게 되었다(33.3%). 그러나, 항생제 (특히 테트라싸이클린류)를 소강위에 뿌려주거나 사양액에 타서 급여함으로써 치료와 예방을 할 수 있었다. 그 후 지역에 따라 신발적인 발병이 있었으며 그이유는 이동양봉에 따라 부저병 원인균들이 이동하는 것으로 생각되어 진다. 그러나 봄철에 비해 여름철과 가을철에 그 감염 정도가 낮았다. 그러나 전국 양봉장마다 여름철이나 가을철에도 12.5% 에서 30.0%에 이르는 감염율을 보이고 있으므로 유럽,미국형 부저병은 우리나라 양봉장에 상재해 있는 것으로 추정되어 부저병 치료와 예방에 관한 방제 프로그램의 개발과 홍보가 필요하다. 총21주의 부저병 원인균중 대부분 (95.2%)이 미국형 부저병으로 확인되었던 것 으로 보아 우리나라에 발병하는 부저병은 대부분 미국형으로 나타났다. 그러나 유럽형 부저병의 출현은 앞으로의 발병을 예견하는 것이기 때문에 항상 주의를 요한다. 그러나 두가지 질병 모두 테라마이신에 감수성이 있는 것으로 보아 현재까지 부저병 치료에는 테라마이신의 투여가 권장 되고 있는 실정이다.

`97년 봄 전남 해남, 진도지방에서 봄벌 증식을 위해 집단속성 사육에서 나타나는 질병의 하나로 부저병이 발생하게 되는데 그중에는 부저병의 전형적인 임상증상을 보이지 않고 유충에 손상을 주는 경우가 있어 시료를 채취하여 실험실적인 생화학적 조사를 한 결과, 14건의 시료채취중 10건에서 부저병 원인균을 분리하였다. 또한 야외에서 항생제(테트라싸이틀린류)를 소강위에 뿌려주거나 사양액에 타서 급여함으로써 치료와 예방을 할 수 있었다.

4. 질병진단 및 치료기술 개발

가. 유럽,미국 부저병 실험실내 생화학적 검사.

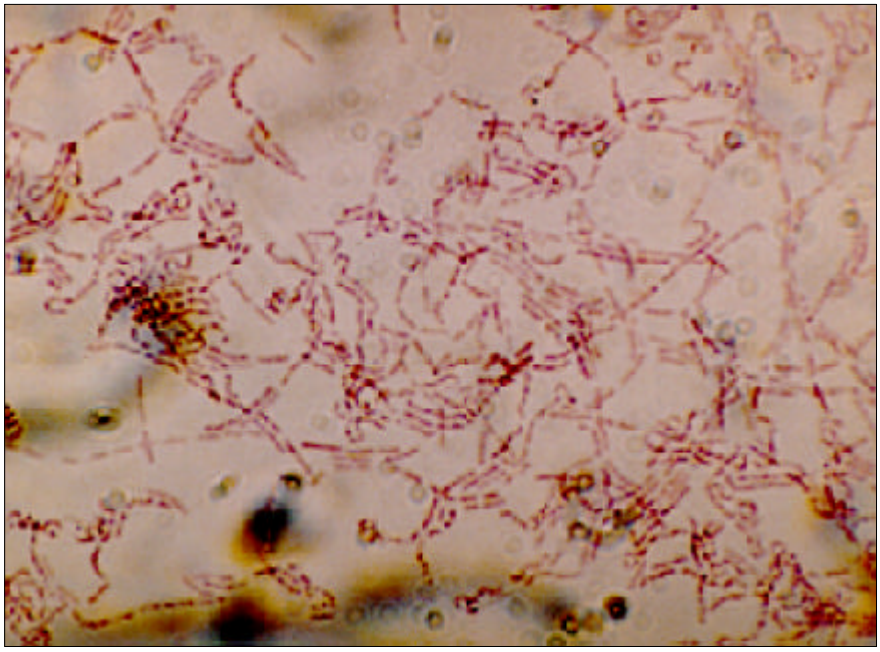
분리균중 미국형 부저병 원인균(*Bacillus larvae* : 사진 1)에 대한 생화학적 성상 조사결과 표 2에 기술하였으며 표3 에서는 유럽형 부저병 원인균(*Melisscoccus pluton* : 사진 2)에 대한 생화학적 검사결과를 서술하였다. 미국형 부저병 원인균은 현미경상의 형태는 단간균이며 염색성은 그람양성이며 호기성의 배양성을 가지고 있으며 용혈성을 지니고 있다. 카탈레이스 테스트에서 음성반응을 나타내었으며 젤라틴 액화능력이 있었다. 유럽형 부저병 원인균은 현미경상의 형태는 연쇄상구균이며 염색성은 그람양성이다. 혐기성의 배양성을 가지고있으며 용혈성을 지니고 있다. 카탈레이스 테스트에서 양성반응을 나타내었으며 젤라틴 액화능력이 있었다.

표2. 미국형 부저병균에 대한 생화학적 성상조사

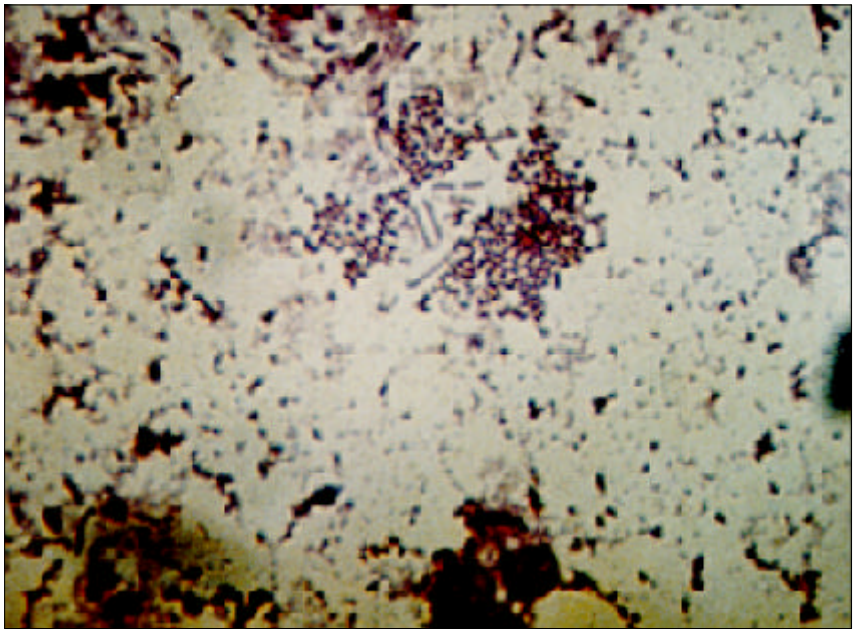
조사사항	시 험 방 법	조사결과
일반형태	경 검	단간균
염색성	그람염색	G(+)
배양성	싸이오글라이콜레이트 증균배지	호기성
용혈성	면양혈구배지 (3ug/ml nalidixic acid)	있 음
카탈레이스	우유응집반응	음 성
젤라틴액화능	젤라틴 액화시험, 유충표면상피천공	양 성
부저의 냄새	교질화 및 악취	이 취

표 3. 유럽형 부저병균에 대한 생화학적 성상조사

조 사 내 용	시 험 방 법	조 사 결 과
형 태	경 검	연쇄상구균
염색성	그람염색	G(+)
배양성	싸이오글아콜레이트 증균배지	혐기성
용혈성	면양 혈구배지	있 음
카탈레이스	우유응집반응	+
젤라틴액화능	젤라틴 액화시험	+
아포형성	경 검	음 성
부저냄새	후 각	산 취



(사진 1) 미국 부저병 원인균의 현미경 사진 (그람양성 간균)



(사진 2) 유럽 부저병 원인균의 현미경 검경(그람 양성,마름모꼴의 간균형)

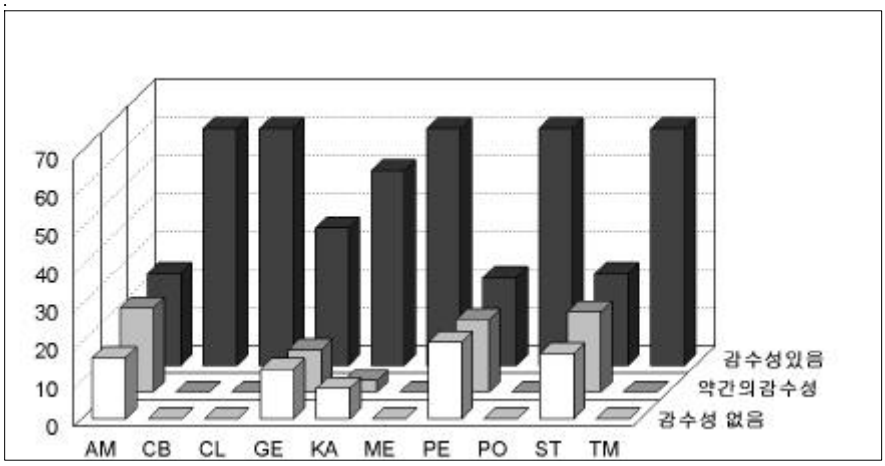
나. 미국 부저병 치료제 감수성 검사

`96-`97년도 수집된 꿀벌 유충 검사재료로 부터 카탈레이즈 검사 등 각종 생화학적 검사를 실시하였으며 동시에 Vitek**을 사용하여 균의 동정 및 분류를 실시하였다. 분리,동정된 미국형 임상형부저병 원인균** 62**주를 대상으로 항생물질 감수성을 시험한 결과 다음과 같은 결과,** ampicillin, penicillin, streptomycin**에는 감수성이 없는 것으로 나타났으며 그외에** teramycin, gentamycin, methicillin, carbenicilline**등에 감수성이 있는 것으로 나타났다(표** 4).

표4. **각종 항생제에 대한 미국부저병 감수성 검사.**

항생물질명		AM	CB	CL	GE	KA	ME	PE	PO	ST	TM
약 효		A 0	CB - 100	CC - 2	GM - 10	K - 30	DP - 5	P - 10	PB - 300	S - 10	TE - 30
감수성의 차이에 따른 분리 균주수	S	24	62	62	36	51	62	23	62	24	62
	M	22	0	0	11	3	0	19	0	21	0
	R	16	0	0	13	8	0	20	0	17	0

S : **감수성 있음** M : **약간의 감수성 있음** R : **감수성 없음**



AM:ampicillin, CB:acrbenicillin, CL:clindamicin, GM:gentamycin, KA:kanamycin, ME:methicillin, PE:penicillin, PO:polmyxin B, ST:streptomycin, TM:tetracycline

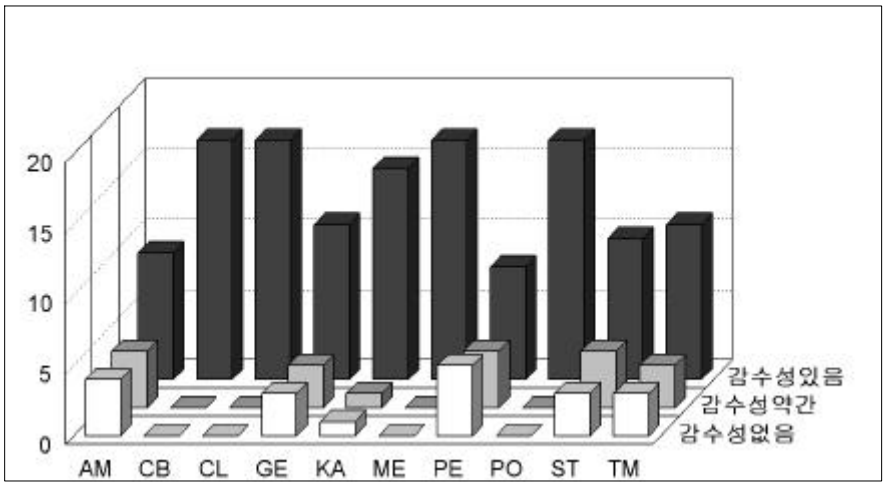
다. 유럽 부저병 치료제 시험

`96-`97년도 수집된 꿀벌 유충 검사재로로부터 카탈레이즈 검사 등 각종 생화학적 검사를 실시하였으며 동시에 Vitek을 사용하여 균의 동정 및 분류를 실시하였다. 분리, 동정된 유럽형 부저병 원인균 17주를 대상으로 항생물질 감수성을 시험한 결과, 미국부저병 의 항생제 감수성 시험결과와 비슷한 양상을 보였으나 ampicillin,streptomycin을 제외한 대부분의 항생제(teramycin, gentamycin, clindamycin 등)에 예민한 감수성을 보여 현재까지는 국내 야외에서 주로 미국부저병의 발생과 치료를 통한 내성의 발현이 생긴 것으로 여겨진다(표 5).

표 5. 각종 항생제에 대한 유럽부저병 감수성 검사.

항생물질명		AM	CB	CL	GE	KA	ME	PE	PO	ST	TM
약 효		A 0	CB - 100	CC - 2	GM - 10	K - 30	DP - 5	P - 10	PB - 300	S - 10	TE - 30
감수성의 차이에 따른 분리균주수	S	9	17	17	11	15	17	8	17	10	11
	M	4	0	0	3	1	0	4	0	4	3
	R	4	0	0	3	1	0	5	0	3	3

S : 감수성 있음 M : 약간의 감수성 있음 R : 감수성 없음



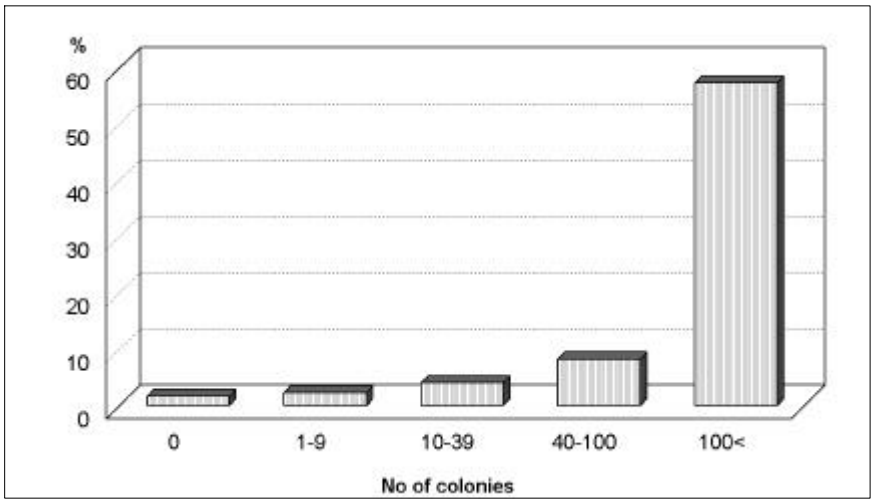
AM:ampicillin, CB:acrbenicillin, CL:clindamicin, GM:gentamycin, KA:kanamycin, ME:methicillin, PE:penicillin, PO:polmyxin B, ST:streptomycin, TM:tetracycline

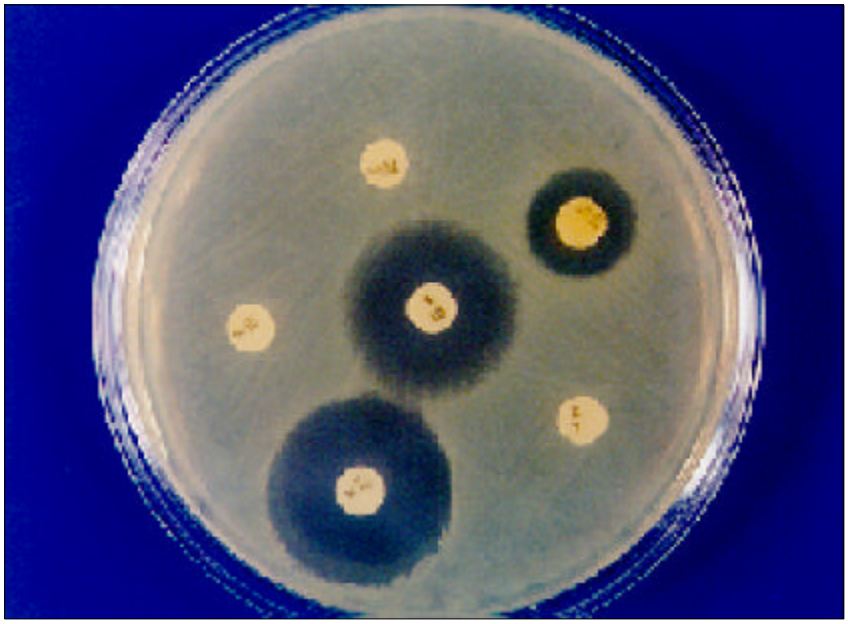
라. 임상형 부저병과 분리배양 집락수와의 상관관계 조사

`96-`97년 동안 조사한 임상형 부저병을 보이는 군에서 채취한 꿀벌 유충 으로 부터 균분리 시도와 함께 배양집락군수와 비교한 결과, 다음과 같은 상관관계를 보였다(표 6). 분리배양 집락수 0.0개, 1-9개, 10-39개, 40-100개, 100개 이상으로 구분하여 각각 임상형 부저병 봉군율 1.6%, 2.3%, 4.0%, 8.2%, 57.3%와 일치되어 부저병 감염율이 높은 지역은 단위당 세균 감염율이 높아 치료 및 근절대책에 어려움이 많을 것으로 판단된다.

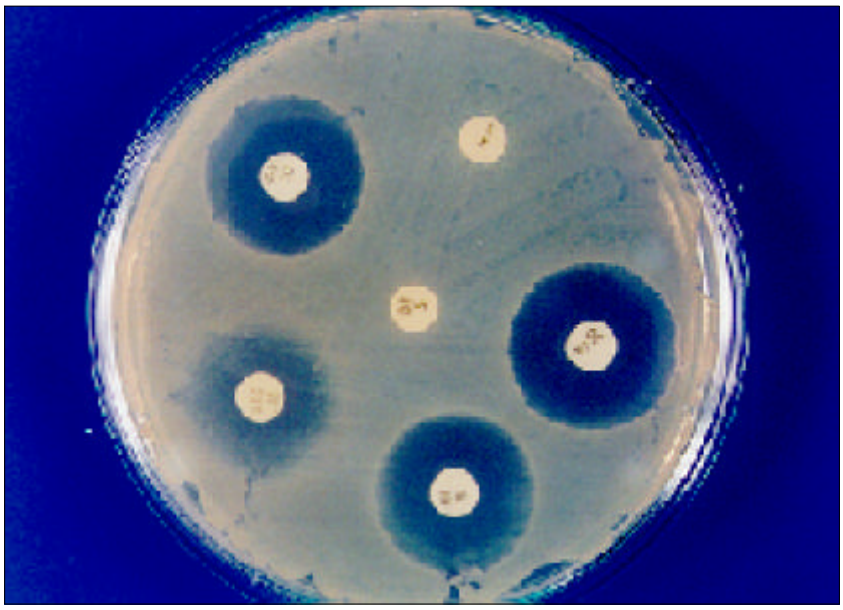
표 6. 임상형 부저병과 분리배양 집락수와의 상관관계

	분 리 배 양 집 락 수				
	0.0	1-9	10-39	40-100	100<
임상형부저병 봉군율(%)	1.6	2.3	4.0	8.2	57.3





(사 진 3) **미국형 부저병의 항생제 감수성 검사**



(사 진4) **유럽형 부저병의 항생제 감수성 검사**

5. 국내외 자료조사 및 고찰

미국형 부저병의 원인균은 *Bacillus larvae*인데 그 크기는 2.5-5um X 0.5-0.8um 정도이고 간균의 모양을 가지고 있다. 이 균은 운동성이 있으며 그람양성의 염색성을 가지고 있다. 이 균은 열이나 화학적 소독제에 대하여 매우높은 저항성을 나타내며 소비속에서 35년의 저항성을 나타내었다 (Haseman, 1961). 미국형 부저병은 꿀벌의 유충에 감염되는 질병이다. 꿀벌의 발육단계중 전기 번데기 단계에서 많이 일어나며 유충이 사멸하기도 한다. 이 질병의 잠복기는 평균 12.5일로써 대부분 감염된 유충은 부화후 10-15일 사이에 유충의 색깔이 변하는 임상증상을 나타낸다. 이와같은 유충이 있으면 봉계는 평소보다 빨리 일어나며 축축하고 짙은 갈색으로 변한다. 즉 봉개는 안으로 함몰되며(정상은 약간 볼록하게됨) 건강한 성봉들은 이 질병에 감염된 유충을 제거하는데 처음에는 봉개에 조그만 구멍을 내다가 나중에는 소방이 열린상태로 그대로 두어 유충이 사멸케 한다. 봉개가 함몰되어 있는 소방에 성냥개비 등으로 유충을 찔러 제거하면 갈색의 교질성 물질이 딸려 나오는 것을 볼 수 있다. 이 질병을 진단하기 위해서 주로 우유를 반응물질로 사용하게 되는데 그 이유는 미국형 부저병 원인균인 *B. larvae*는 포자 형성과정에서 단백질 분해효소를 형성하기 때문이다. 대부분의 미국형 부저병은 40초내에 우유의 응결현상이 이루어지며 유럽형 부저병(*Melissococcus pluton*)은 1분 47초내에 건강한 유충은 적어도 13분 이내에 우유의 응결현상이 이루어진다. 진단은 주로 균분리와 현미경검경, 생화학적 검사를 통해 이루어지고 있으나 최근 미국형 부저병의 원인균인 *Bacillus larvae*의 단크론성 항체를 생산하여 면역효소법에 의한 진단이 시도되고 있다(Olsen, P.E. 등, 1990).

미국형 부저병 발생의 계절적 변화에 대한 명확한 증거는 없다. 즉 꿀벌의 유충이 있는 계절이면 언제든지 발생할 수 있는 질병이다. 이 균의 포자는 소방이나 유충을 청소하는 성봉에 의해서 유충으로 전파된다 (Woodrow and States, 1943). 감염유충은 감염된후 바로 성봉에 의해 감지될 수 있다. 1942년 Woodrow는 감염된 유충에서의 포자의 정도에 따라 소방이 봉개되기 전에 유충이 양육담당 벌에의해 제거되는데 제거율이 10-40%라고 보고하였다. 또다른 실험에서는 봉충 11일령 이전에 약 50% 이상이 제거되었다고 보고하였다(Rothenbuhler, 1958). 가끔 성봉의 노력에 의해서 이 질병이 제거될 수 있으나 포자는 봉군에서 제거되지 않는다. 또한 이 균의 포자는 소방내에서 35년간이나 남아있을 수 있다.(Haseman, 1961)

미국형 부저병은 봉군의 건강상태에 따라 양상이 다르지만 봉군의 상

태가 강봉일때 때때로 회복하는 경우가 많다.(Ibragimow, 1958) 일반적인 인식과는 달리 *B. larvae*에 의해 일어나는 이 질병의 자연적인 전파율은 매우낮다. 그 이유는 대부분의 포자가 성봉에 의해서 제거되며 이 질병에 대한 감수성은 아주어린 유충에만 있다는 것이다. 그리하여 성봉에서 이 원인균의 분리율은 높으나 이 질병 증상은 낮다.

Hornitzky and Karlovskis (1989)는 26%의 성봉에서 미국형 부저병 원인균을 분리하였는데 이 질병의 증상은 거의 발견할 수 없었다. 이와같이 우리나라에서도 임상증상은 낮았으나 (12.5-29.4%), 원인균의 분리율은 높았다 (35.3-38.3%). 미국형 부저병은 일본, 뉴질랜드, 하와이 같은 온대지방이나 아열대지방에 넓게 퍼져있다. Irzyk(1987)는 폴란드에서 1980-1985년 사이에 미국형 부저병이 66%나 되었다고 보고하였다. 그러나 Brad bear(1988)의 보고에 의하면 아프리카에서 이 질병이 존재하지 않는다고 한다. 이 질병을 예방하기 위해서는 오염된 꿀벌 사육장비를 소각하거나 에칠렌옥사이드로 훈연속독을 하거나 방사선처리를 해야한다 (Ratnieks, 1992). 방제대책으로는 성봉의 재봉군 시도와 감염성봉이나 감염기구들을 소각하거나 설파치아졸이나 옥시테트라사이클린으로 치료해야 한다. 또한 양봉기구를 방사선 처리나 고은 포르말린 왁스에 침지소독을 하거나 에칠렌 옥사이드로 훈연처리를 권장하고 있다 (Metheson, 1992).

부저병에 심하게 감염되면 양봉장 전체가 삽시간에 전멸하는 경우도 있다. 이 병의 예방과 치료에 관하여서는 많은 연구가 있었으나 아직 완전 예방과 구제는 수립되어 있지 못하며 선진 외국에서도 발병된 봉군은 소각하여 버리고 있다. 같은 양봉장 안에서는 벌통간에 소비의 교환이 자주 있으므로 이 질병을 조기 진단하지 못할 경우 소비의 교환이 되풀이 되어 순식간에 전 봉군에 병의 감염을 초래하게 된다.

외국에서 사용하고 있는 미국 부저병 방제법을 소개하면 먼저 미국 부저병은 꿀벌의 유충에만 걸리고 성충에는 걸리지 않는 병이란 것을 이용하여 질병의 증상을 보이는 벌통에서 벌이 붙어있는 소비를 꺼내어 다른 새 벌통에 덜어 담고 소비를 태우는 방법이다. 이 방법은 성봉의 몸에 포자가 붙어있을 가능성이 있고 완전히 포자를 제거할 수 없으므로 재발의 여지가 많다. 또한 어떤 벌통에 한마리 유충이라도 미국 부저병 증세가 확인되면 곧 그 벌과 소비를 태우는 방법도 있다. 이렇게 함으로써 꿀벌 부저병의 전염원을 빨리 없애는 길이 된다.

`97년 봄 전남 해남, 진도지방에서 봄벌 증식을 위해 집단 속성 사육에서 나타나는 질병의 하나로 부저병이 발생하게 되는데 그중에는 부저병의 전형적인 임상증상을 보이지 않고 유충에 손상을 주는 경우가 있어 시

료를 채취하여 실험실적인 생화학적 조사를 한 결과, 14건의 시료채취중 10건에서 부저병 원인균을 분리하였다. 또한 야외에서 항생제(테트라싸이틀린류)를 소강위에 뿌려주거나 사양액에 타서 급여함으로써 치료와 예방을 할 수 있어 양봉 현장 적용 지침을 마련하였다.

흔히 이 질병의 치료제로 항생제를 사용하는데 그중 설파다이아졸이 크게 주목을 끌어왔다. 그러나 근간 설파제 대신 항생물질을 사용하는데 항생제의 벌꿀내 잔류성에 대하여 주의해야 한다. 급여시기는 월동직후 육아개시 시기를 택하는 것이 좋다. 실험실내 항생제 감수성 시험결과 대다수의 항생제가 좋은 억제효과를 나타내었으나 꿀벌 부저병을 완전히 치료하기 위해서는 감수성있는 항생제의 일정기간동안의 투여 및 양봉기구의 철저한 소독을 병행하여야 만 된다.

제2절 부저병 예방에 관한 종합적 방안

양봉장안에서는 벌통간 소비의 교환이 반번하므로 발병된 것을 모르고 소비의 교환을 되풀이하면 순식간에 전봉군에 퍼진다. 특히 채밀의 경우 채밀기가 하나이고 봉솔이 하나로 쓰일 때 큰 양봉장이라 하더라도 전봉구에 퍼지는 것은 극히 짧은 기간일 수 있다. 부저병 방제를 유용하게 적용하는 세가지 주요 관리형태는 먼저 벌통의 검역 다음은 양봉장의 검역, 지역별검역 순으로 이어져야한다.

1. 부저병 방제를 위한 몇가지 방법.

가. 소각법 : 발병된 봉군은 소비와 벌을 함께 태우는 방법이다. 가장 확실한 방제법이나 경제적,정신적 피해가 직접적이기 때문에 양봉인들이 꺼려하는 방법이지만 뉴질랜드처럼 국가에서 적당한 보상만하여 준다면 가장 좋은 방제법이기도 하다.

나. 약제사용 : 부저병에 걸린 봉군에 설파제나 항생물질을 먹이에 섞어급여하는 방법이 연구되어 왔는데 요사이는 먹이에 섞어 급여하지 않고 항생제가루를 직접 소강대위에 뿌려주는 방법을 추천하고 있다. 그러나 이방법들은 부저병 아포가 유충의 체내에서 발아하여 증식형으로 되었을 때 그의 발육을 저지하는 효과는 있으나 아포를 죽일 수 없으므로 이병의 근치는 기대할 수 없다.

다. 소독법 : 양봉장에 부저병이 발견되면 그에 사용했던 기구는 지체없이 불꽃소독 이나 포르말린 소독을 실시한다.

2. 방제대책에 앞선 유의사항

가. 도봉방지

나. 발병양봉장으로부터 봉군의 격리

다. 새 여왕벌 구입시 주의

라. 병에 걸리지 않은 봉군의 구입

마. 오염소비, 오염양봉기구 사용과 구입 금지.

또한 준임상형 감염의 경우 봉군에서 나온 꿀이나 벌들을 시료로 아포의 존재여부를 배양검사 함으로써 확인이 가능할 뿐아니라 조기예방치료와 심리적 확신감도 가질 수 있다.

제3절 노제마, 플라젤레이트병의 방제 기법 개발

1. 연구내용

가. 조사대상 기생충

(1) 노제마, 플라젤레이트

나. 감염실태 조사

총 53개 양봉장의 1,324개 봉군을 대상으로 각봉장별로 약 10%에 해당하는 146개 봉군을 임의 선정하여 각봉군별로 40-50 마리의 성봉을 채취한후 봉군감염율을 격월 간 임상증상 별,원충 분리별로 조사하였다.

다. 병인체 분리 및 동정

공시봉의 소화기를 적출하여 종창 및 변색된 정도를 관찰고 증류수 1방울을 떨어뜨린 slideglass에도말하여 coverslip을덮고400x현미경하에서 micrometer를 사용하여 형태 및 크기를 관찰하였으며, 개체당 감염측정도는 L'arrivee 방식에 따라 포자수를 산출하였다.

라. 인공감염 및 포자회수시험

인공부화시킨 약 1주령된 일벌을 사육상자에 30마리씩 넣어 인공사육 하면서 감염봉에서 분리된 *N. apis* 포자를 25x10*4*/ml의 농도로 당밀(糖蜜)혼합액(60% 당액 : 꿀1)에 완전히 부유시킨 다음 인공적으로 경구감염시킨후 25℃ 부란기에서 사용하면서 감염 10일째와 14일째에는 꿀벌 체내에서의 포자증식 소견을 관찰하였다.

마. 노제마 치료약제 시험

인공감염 8일째 투약을 개시하였다. 치료약은 노제마병에 효과가 있는 푸마질린 B를 공시하였으며 약제의 투여농도는 0.075%, 0.15%, 0.3%, 0.6%로 구분하였으며 당밀혼합액에 부유시켜 시험기간 동안 계속 사양하였다. 투약후 6일째 각 group 당 감염봉에 대하여 해부경검하여 회수되는 포자농도를 계산하였다.

2. 연 구 결 과

가. 임상증상 및 병변

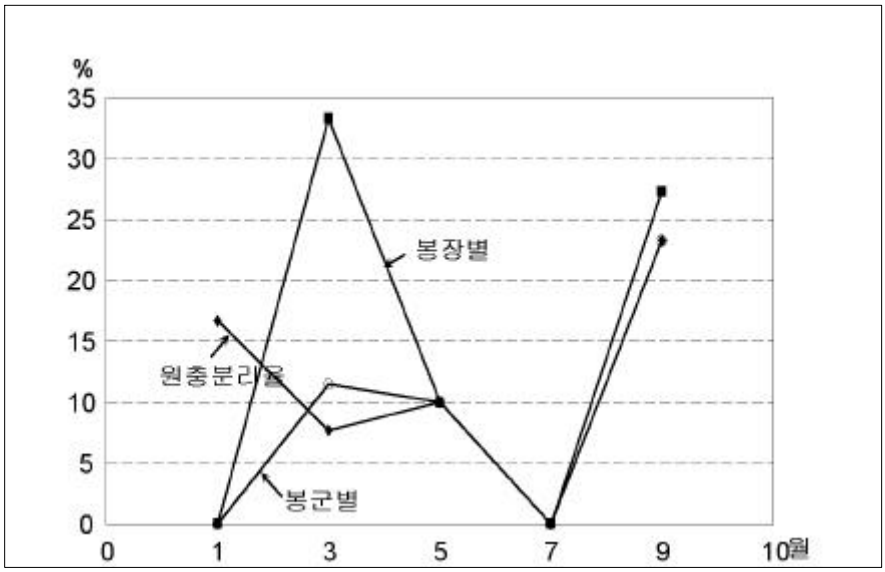
야외에서 노제마병에 감염된 봉군은 폐사율의 증가와 더불어 점차 약군으로 되며, 주된 임상증상으로는 기어다니는 모습과 설사가 일어나며 해부 소견으로는 중장 (中腸 Ventriclos, midgut)은 유미백색을 띄우며 힘이없이 늘어져 있으며 부어있는 이완종장 모습을 띄우고, 변이 나오지 않아 복부는 팽만되어 특이한 악취를 나타내었다. 또한 인공감염시에도 상기와 동일한 증상을 보였다.

나. 감염율 조사

국내 6개지역, 53개 양봉장 (146봉군)에서 격월별 노제마병 감염율을 조사한 결과 표7와 같이 나타났다. 전체 53개 양봉장중 8개 양봉장 (15.1%), 9개 봉군(6.2%)에서 노제마병 임상증상을 나타내었으며, 성봉으로부터 노제마 원충의 분리율은 봉장별 11.3%, 봉군별6.8%를 나타내었다. 또한 월별 감염율중 야외 임상증상을 기준으로 하면 봉장별로는33.3%를 나타낸 3월에 가장 높았으며 그 원충분리율은 66.7%였다. 봉군별로는3월 (33.3%)에 최고의 임상증상을 나타내었다(그림 3).

< 표 7> **노제마플라젤레이트 감염 실태 조사**

월	조사지역	조 사 봉장수	임상형 봉장수 (%)	원충분리 봉장수 (%)	조 사 봉군수	임상형 봉군수 (%)	원충분리 봉군수 (%)
1	**제주,전남**	12	-	2 (16.7)	12	-	2 (16.7)
3	**제주,전남**	12	4 (33.3)	3 (25.0)	54	6 (11.5)	4 (7.7)
5	**전북,충남**	10	1 (10.0)	1	30	3 (10.0)	3 (10.0)
7	**충북,강원**	8	0	-	22	-	-
9	**전북,강원**	11	3 (27.3)	-	30	7 (23.3)	7 (23.3)
계		53	8 (15.1)	6 (11.3)	146	9 (6.2)	10 (6.8)



(**그림** 3) **양봉장별, 봉군별 월별 노제마 원충 감염율 및 원충 분리율 변화**

노제마원충 분리는 봉군별 노제마 감염율과 거의 일치하였으나 1월중 봉군별,봉장별 공히 임상형노제마 감염율은 0.0%를 보이고 있는데 반하여 16.7%의 높은 원충분리율을 보이고 있는데 이것은 월동후 임상형으로는 아직 나타나고 있지는 않지만 노제마원충을 보유하고 있는 것으로 생각되어지며 나중에 임상형으로 발전할 수 있는 잠재력을 가지고 있다.

다. 노제마병 실험실 인공 배양실험

(1) 분리 원충포자의 형태와 크기

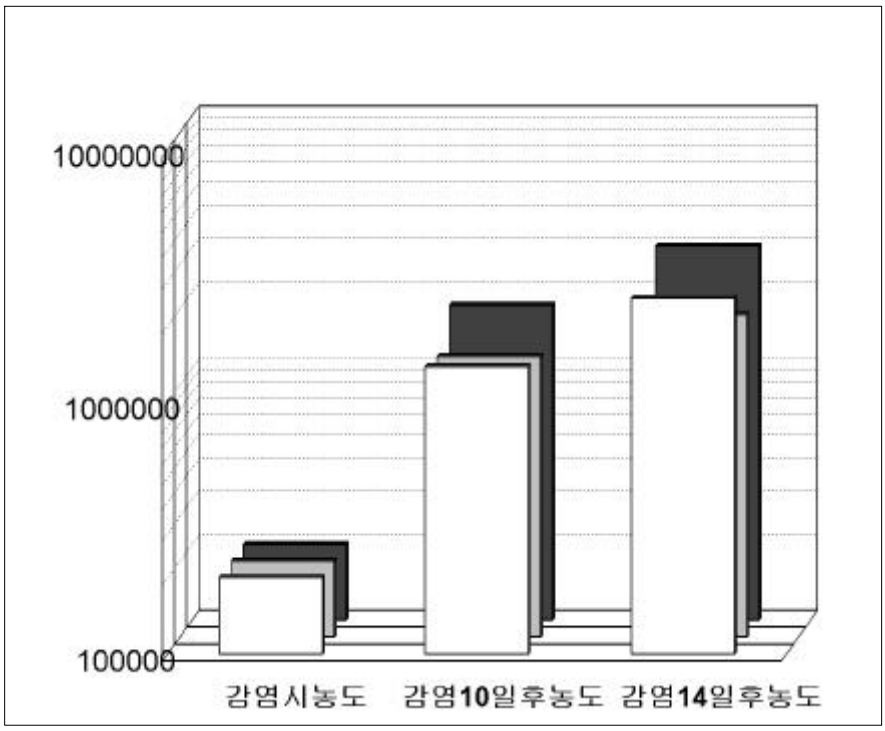
밀위와 중장으로 부터 분리된 포자의 형태는 사진 5,6과 같다. 평균 길이는 4.7-6.1um, 폭 2.4-3.2um의 계란형 내지 둥근 누에고치 모양을 하고있다. 미성숙 포자(Sporoblast)는 완전 성숙포자(Spore)보다 더 둥글고 큰 형태이었으며 분열중인 것을 볼 수 있었다.

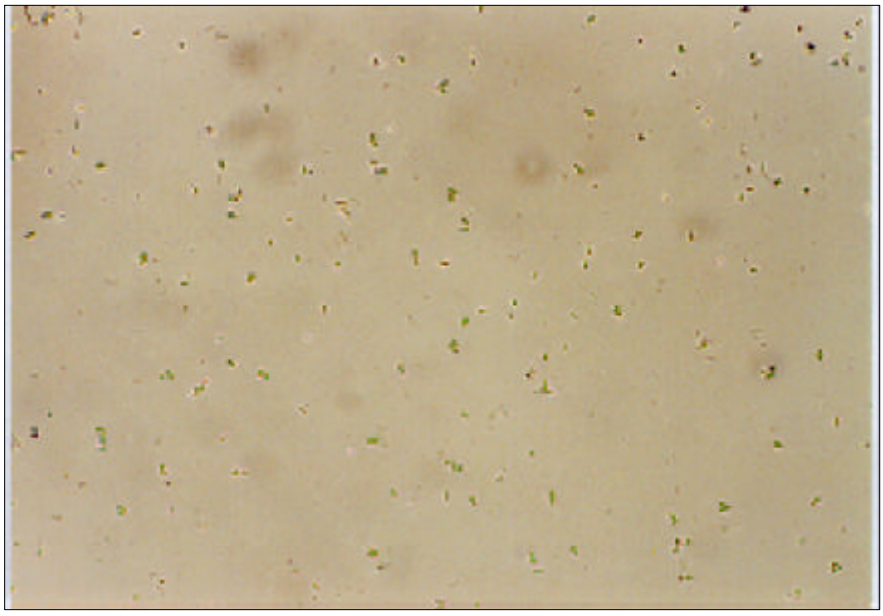
(2) 인공감염봉군에서의 포자 증식성

인공 사육상자에 성봉 30마리씩 넣고 분리된 포자를 20X104 Spores/ml의 농도로 감염시킨후 감염 10일후, 14일후에 포자증식을 확인하고 수거하여 증식성을 조사한 결과는 표 5와 같다. 감염 10일째 인공감염시의 포자농도에 비하여 평균 7.4배, 감염 14일째에는 12.5배의 숫적 증가를 보였다. 포자의 증식 속도는 인공감염후 10일까지 왕성한성장분열을 보이다가 그뒤로는 완만한 증가속도를 보여 일반세규의 성장속도의 곡선을 보였다. 이상과 같은 포자증식으로 약제시험에 필요한 충분한 량의 노제마 포자를 획득할 수 있었다 (표 8).

표 8. 노제마 원충 인공감염 시험후 원충 포자 회수시험

처 리	군번	군 수	감염원충포자 농도(/ml)	인공감염10일후 원충포자수(/ml)	인공감염14일후 원충포자수(/ml)
인공감염군	1	10	20X104	137.6X104	256.8X104
	2	10	20X104	129.6X104	188.8X104
	3	10	20X104	177.6X104	304.8X104
대 조 군	1	10	-	-	-
	2	10	-	-	-
	3	10	-	-	-





(그 림 4) 노제마포자(200X)

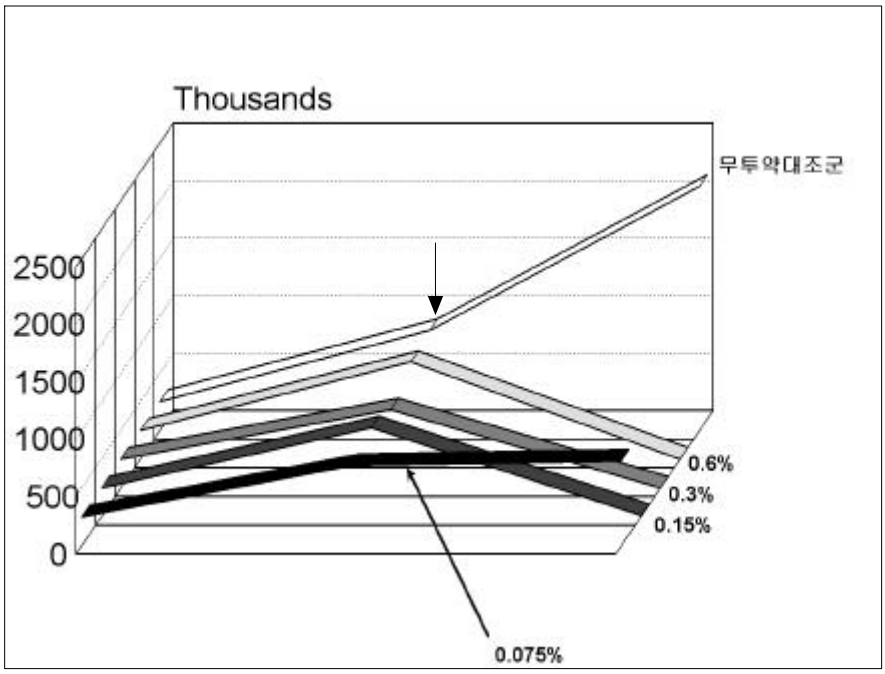
(그 림 5) 노제마 포자 (400X)

라. 노제마병 치료제 효과

인공 사육상자에 성봉 30마리씩 넣고 분리된 포자를 25x104 spore/ml **농도로 감염시킨후 감염후 7일째 포자농도가** 80.4x10⁴/ml**가 증가된 것을 확인후 감염후 8일째 농도별 투약을 실시하여 감염후 14일째 관찰한 결과 표 9에서와 같은 성적을 얻었다. 즉 치료제 농도별 노제마병 치료효율은 치료제 농도** 0.3% **이상 에서는 포자생식 억제율이** 100% **이었고 농도** 0.15% **에서는** 99.6%**의 포자생식 억제율을 나타내었다. 또한 무처리 대조군에서는 감염후** 14**일째** 8.5**배의 원충증식을 보였다.**

표 9. **노제마병 치료약 푸마질린** B **투약시험 결과**

군 별	투약농도 (%)	반복	감염봉수	감염농도 (㎖)	감염후 7일 원충포자농도 (10⁴/㎖)	감염후 8 일 투 약	감염후14일원충포자 농도 (10⁴/ml)
처리군	0.075	1	10	25x104	92.4	"	17.8
		2	10	25x104	53.7	"	22.2
		3	10	25x104	62.1	"	33.3
	0.15	1	10	25x104	81.0	"	2.1
		2	10	25x104	69.2	"	-
		3	10	25x104	82.1	"	1.1
	0.3	1	10	25x104	62.8	"	-
		2	10	25x104	68.4	"	-
		3	10	25x104	72.9	"	-
	0.6	1	10	25x104	92.4	"	-
		2	10	25x104	78.8	"	-
		3	10	25x104	82.1	"	-
무처리군	0	1	10	25x104	81.6	-	183.2
		2	10	25x104	87.6	-	220.4
		3	10	25x104	92.1	-	233.6



(그 림 6) 푸마질린 B 농도별 원충 살멸효과 비교. ↓: 투약

4. 노제마, 플라젤레이트 감염에 대한 역학 조사

'96년1월 부터 4월의 예전보다 긴 겨울은 꿀벌 자체에도 큰손실이었으나, 상대적으로 내부기생충의 사멸을 가져와 봄철 노제마의 발생이 적었다. (16.7%). 또한 봄철 노제마병의 예방과 치료를 위해 다수의 양봉장에서 사양액에 노제마치료제를 대부분 투여하였던 것을 확인 할 수 있었다. 그동안의 꾸준한 홍보와 교육의 성과라고 사료된다. 그러나 5월,7월는 그 발생이 거의 없다시피 하였으나 9월에 들어 강원 지방에서 원동 봉군 사양시 노제마질병이 발생했다는 것은 특이한 사실이다. 인접해 있는 3개 양봉장에서 동시 다발적으로 발생하였으나 검사 후 노제마병으로 판명되어 인근 양봉원에서 노제마 치료제인 푸미딜 B를 구입하여 투여한 결과 질병을 조기에 방제할 수 있었다. 원래 노제마병은 초봄에 월동 뒷끝으로 오는 질병으로 알려져왔으나 이 통년을 깨고 가을철에도 생길 수 있는 것을 시사해 주고 있다.

5. 국내외 자료및 고찰

꿀벌의 Nosema병은 microsporida에 속하는 *Nosemap apis* (Zander 1909)원충의 포자가 성봉의 소화기 및 그 부속기관에 감염기생하므로서 발병되는 기생충성 전염병으로 이의 분류학적 위치는 다음과 같다.

Classification

Phylum	Protozoa
Subphylum	Cnidospora
Class	Cnidosporidea
Order	Microsporida
Family	Microsporidae
Genus	Nosema
Species	*Nosema apis*

Nosema속에 속하는 기생충의 종류에는 여러가지가 있지만, 대부분의 종이 무척추동물인 곤충에 기생하는데, 그중 중요한 종으로는 꿀벌에 기생하는 *N. apis*(Zander 1909)와 누에에 기생하는 *N. bombysis*(Nagelis 1857)를 들 수 있으며 이들은 모두 공중위생학적인 면의 중요성 보다는 산업과 직결되는 경제적 중요성이 크게 인정되고 있다. 이 조사연구에서 분리된 포자는 형태가 뚜렷하여 꿀벌의 장내용물 또는 조직등 이물과 쉽게 구별되며 현미경하에서 반사광을 나타내기 때문에 포자의 분리 또는 본 기생충의 실험실적 진단에 있어서 염색하지 않고서도 경검이 가능하였으며, 길이 4.7-6.1㎛ (평균 5.3㎛), 폭 2.4-4.2㎛(평균 2.9㎛)의 계란형 내지 둥근 누에고치형 이었는데, 이것은 Cheng의 보고(4-6x4㎛) 및 Wenyon의 보고(4.6-6.4㎛ x 2.5-3.4㎛)와 일치하며 숙주에 따른 특이성, 숙주인 벌에서의 임상증상 및 병변, 분리된 포자의 형태 및 크기 등으로 보아 *Nosema apis* (Zander 1909)로 동정되었다. Cantwell과 Shimanuki는 꿀벌에서의 Nosema병 감염으로 인한 피해를 수명단축, 여왕봉 교체 등으로 보고한바 있으며, Moeller는 유밀기에 있어서 감염초기의 벌들은 전형적인 포복증상(crawling)이 발현된다고 보고했는데, 본 실험에서도 자연감염 및 인공감염 봉군에 대한 임상병변 관찰결과 포복증상을 확인할 수 있었다. 이것은 이른바 "기는 병"으로 알려졌던 질병이 Nosema병 이라는 것을 *N. apis* 분리

와 더불어 확인할 수 있었다. 한편, Foote는 꿀벌 Nosema병의 병변은 midgut 뿐만 아니라 Malpighian tubule 에서도 발생될 수 있다고 보고하였는데 본 실험에서도 Malpighian tubule에 *N. apis*가 기생된 예를 발견할 수 있었다.

*Apis mellifera*꿀벌에서 일어나는 노제마병은 아프리카,중동을 제외한 거의 모든 세계에서 발생하고 있다(Bradbear,1988). 감염율은 나라에 따라 심한 차이를 보이고 있는데 이탈리아에서는 2% 미만이며 독일의 흐림 지역은 60%를 상회하고 있다. 여왕벌에 있어서는 1947년 Farrar에 의해 보고되었는데 미국 남부에서 북부로 포장벌을 보낼때 발견 보고하였으며 Jay(1966)는 미국에서 4-20% 포장벌중 여왕벌이 노제마병에 걸려있다고 발표하였다. 노제마 포자는 바람이나 여러종류의 곤충과 꽃, 물 등과 접촉하는 벌에 의해 전파된다 (Fanthan and Porter ; 1912, 1913). 계절별 감염율은 북미나 유럽에서 봄철에 감염율이 가장높고 여름철에 현저하게 저하되는 양상을 보이고 있다 (Bullamore and Maden ; 1912). 특히 봉군이 약세일때 이 노제마병은 폭발적으로 일어난다.

노제마 원충을 꿀벌에서 설사를 악화 시키는 경향이 있지만 자연계의 어떤 숙주에서도 설사를 일으키는 증거는 없다 (Bailey,1991). 월동중 심한 설사를 보인 야외감염된 100군이상의 봉군을 검사한 결과 심한 설사를 한 거의 모든봉군에서 꿀벌의 사망이 있었으나 1차적인 원인이 노제마원충은 아니라는 것이다. 그원인은 죽든지 않죽든지 모두 노제마에 심하게 감염된 상태였다는 것이다 (Bailey,1991).

한 봉군 내에 죽은 벌과 살아있는 벌이 동시에 같은 수로 존재하는 것으로 봐서 노제마원충은 봉군에서 직접적인 원인이라고 말할 수 없다 (Bailey,1967). 젊은 유봉이 노제마병에 감염되면 노봉에의해 유봉의 임무가 교체된다. 예를들면 유봉은 육아행위를 그치고 여왕벌 주위를 멤돈다 (Wang and Moeller,1979). 만약 여왕벌이 감염되면 산란 행위를 중단하고 감염된 지 수 주일 안에 죽게 된다(Fyg,1948).

여름철이나 봄철에 감염되면 수 주일내 회복하지만 만약 가을철에 감염되면 겨울 월동시 죽게 된다(Jamieson,1955). 양봉에 큰 타격을 주는 봉군의 사망은 야외자연상태에서는 좀처럼 일어나지 않지만 감염의 정도와 벌꿀의 생산과는 밀접한 관계를 가지고 있다(Polev,1953). 노제마병에 걸렸을 때 초기에 임상증상을 찾아내기란 어려운 일이므로 주로 현미경적인 검사를 하여 진단하게 된다. 시료를 채취하는 방법으로 성봉을 이용하거

나 벌통 입구에 유리판을 놓거나 여왕벌을 잡아 스라이드 글라스위에 잡고있으면 그들의 분변을 채취할수 있다(L'Arrivee and Hrystak, 1964).

노제마병의 예방책으로는 봄과 가을에 봉군관리를 철저히 하고 봉장의 근처에 오염된 물이 고여있지 않게 청결히 해야한다. 치료법은 벌통안의 습기를 제거하여 주고 석탄산의 희석당액을 먹게하는 것이 권장 되어 왔다. 벌들이 석탄산 당액을 먹으면 위중에 흡수되어 노제마균이 소독되어 죽는 벌이 감소되고 건강을 회복하는데 계속해서 2-3회 급여한다. 또한 소비와 벌통은 포르마린 훈증소독을 하여 청결케 한다. 기존에는 노제마병 치료제로서 노제막크나 치메로살 등을 쓰고 있는데 이 제제들은 수은제이기 때문에 WHO(세계보건기구)에서 이 제제의 사용을 금지하였으며 생산마저 극히 제한하고 있다. 양봉인들은 국민보건 차원에서 노제막크나 치메로살의 사용을 하지 않아야 할것이다. 푸마질린B의 항노제마 실험에서 결과와 같이 높은 항원충 효과를 나타내었으므로 앞으로는 푸마질린B의 사용을 권장한다.

외국에서의 노제마병 예방 치료대책에 관하여서 서술하면, 1952년 전에는 위생적인 양봉기술에 의존해 왔었다. 예를들면, 벌통내 적당한 환풍, 강풍으로 부터 보호, 습기제거 등이다. 1952년 Katznelsen과 Jamieson이 항생제 Fumagillin을 발견하여 노제마 치료의 새장을 열게 되었다. Bailey(1953)은 Fumagillin이 발육단계의 노제마 원충에 작용하여 그 성장을 방해한다고 발표하였다. Hartwig and Przelecka(1971)은 Fumagillin이 꿀벌의 세포내 DNA의 복제는 방해하지 않고 노제마의 마이크로스포리디언의 DNA의 복제를 방해하여 노제마 원충이 성장하지 못한다고 보고하였다.

외국에서 사용하고 있는 또다른 노제마병 치료제로는 초산이나 에틸렌옥사이드 훈증을 사용하는 것이다. Bailey는 벌통위에 80% 초산 120ml를 넣어 사용하여 좋은 결과를 보았다. 또한 노제마 포자는 49℃ 에서 24시간 이상 저항하지 못하므로 소비의 소독에 응용하는 경우도 있다. 결론적으로 노제마병을 구제 및 예방하기 위해서는 위생적인 사양관리, 훈증, 고온소독 등이 권장되며 노제마병에 감염된 양봉기구가 소독처치된 양봉기구와 섞이지 않도록 각별한 주의를 요한다. 이와같이 예방과 화학적 치료가 동시에 이루어 진다면 노제마병은 예방될 수 있을 것이다.

제4절 노제마병 예방에 관한 종합적 방안

노세마병의 발병 증상이 뚜렷이 나타났을 때 유효한 방제법을 찾아 적용하기란 너무 늦다. 노세마병을 방제하는 최선의 방법은 노세마병이 가장 잘 발달할 수 있는 조건과 환경 및 그에 따른 방제법을 찾아 적용할 줄아는 데 있다.

1. 사양관리의 철저

노세마병의 발병에 대한 봉군의 저항능력은 봉군의 세력, 봉아육성율, 감염벌의 제거능력 등에 큰 영향을 받는데 이들 요소는 계절, 날씨 및 먹이의 저장량 등의 영향을 받는다. 노세마병균은 봉아육성에 필요한 적온보다 낮은 온도에서 증식력이 왕성하므로 노세마병균의 증식은 세력이 약한 봉군에서 감염율이 높아지는 것은 당연하다. 봉아육성이 활발히 계속되는 봉군에서는 어린 일벌이 계속 태어나 이 병을 극복할 수 있는 능력을 갖게 된다.

2. 화학적 방제법

화학적인 요법으로서는 *Aspergillus fumigattus*라는 곰팡이에서 생기는 항생물질 퓨마길린(Fumagillin)은 노세마병균의 증식을 막는데 유효하게 쓰이는 약제이다. 이번 실험을 통하여서도 100%의 살멸효과를 인정할 수 있었다. 그러나 월동중에 Fumidil-B가 든 당밀의 급여는 피하는 것이 좋다. 일반적으로 Fumidil-B의 투여는 봄철투약에 비하여 가을철 투약이 훨씬 좋은 효과를 나타낸다.

3. 월동봉군의 철저한 관리

월동하려는 봉군은 봉군의 세력이 강해야 되고 따라서 우량한 여왕벌이 있어야 하며, 봄철 봉아양성에 지장을 초래하지 않도록 충분한 꿀과 화분이 저장되어 있어야 한다.

4. 오염기구의 소독

노세마병균의 포자는 소비나 기타 기구에 묵은 배설물 속에서 여러 달 생존해 있으므로 발병했던 봉군에서 사용한 소비 및 기타 기구들은 빙초산 훈증소독을 하거나 산화에틸렌(Ethylene oxide) 훈증소독을 실시한다.

제 5 장 질병예방을 위한 과학적 사양 관리기법 개발

제1절 과학적 사양 관리기법의 필요성

본 연구는 우리나라 양봉산업 발전에 가장 기본이 되는 꿀벌 사양관리 기술 분야에서 양봉농가들은 꿀벌의 생리·생태 파악을 기초로 하여 우리나라 기후 조건과 밀원분포 상황에 적응시켜 가는 독특한 한국형 사양기술을 저마다 응용하고 있다. 그 중에 비교적 생산성이 뚜렷한 성과를 보이고 있는 양봉농가들을 선발, 그들의 꿀벌 질병 예방과 처방 등을 데이터화 함으로써 과학적인 사양관리기법으로 정리하여 보다 많은 양봉산물을 생산하기 위한 꿀벌 번식에 응용토록 하는데 그 목적이 있다.

본 연구조사는 우선 1차로 2,400명의 양봉농가를 상대로 우편 설문지를 배포하고, 답신 설문지를 분석·정리한 다음 2차로 보다 과학적인 꿀벌 사육방법을 제공하겠다는 1차 설문조사 응답자 중에서 250명의 생산성 높은 양봉농가를 찾아 나서 현장 청취하는 한편, 발체된 그 방법을 시험봉군 15군을 3명의 양봉농가(강원지역; 남기우, 중부지역; 전기현, 제주지역; 안우석)에 적용 시험토록 하여 타당성 여부를 검증하였다.

이상과 같이 연구조사 자료가 바로 한국형 양봉기술이라고 말할 수 있으며, 생산성 있는 양봉을 위해 효율적인 꿀벌 사양관리기법으로서 전 양봉농가에 기술 이전이 쉽고 널리 활용될 것이다.

1. 연구 배경

현대 양봉산업은 양봉산물 생산 다양화와 함께 농작물의 화분매개로 농업 생산성을 높이는 역할이 중요시되고 있어 꿀벌의 수급 필요성은 더욱 절실해 지고 있다. 현재 우리나라 양봉업은 양봉농가 39,678호에 봉군 719,224군을 사육하고 있으며[1], 시설재배 농작물 화분매개용으로 이용되는

봉군 역시 연간 3만군 정도에 이를 것으로 추산되고 있다. 양봉농가 경영 실적을 보면 꿀벌 사양관리자의 탐구 의욕과 통찰력 여하에 따라 생산성에 큰 차이를 보이고 있다. 양축업 중에 양봉업에서만은 길러진 꿀벌 그 자체가 산물이 될 수 없고 생산 수단으로 이용, 밀원을 상대로 양봉산물을 채취하여 소득을 얻는 것이 특징이다. 그러므로 꿀벌의 사양관리에서 가장 중요한 것이 밀원을 바탕으로 유밀기(流蜜期)[2]와 무밀기 또는 사계절 기상 여건에 따라 매우 유동적인 사양기법이 적용되어야 하며, 이런 가운데 한 순간의 방심으로 잘못 관리된 꿀벌은 다음 계절에까지 큰 영향을 미칠 뿐만 아니라, 눈앞에 닥친 짧은 기간의 유밀기, 특히 우리 나라에선 가장 비중 높은 5월의 아카시아꿀 생산 시기에 저효율의 꿀벌 이용으로 생산성 없는 양봉을 초래한다.

현재 우리나라 밀원분포 여건 하에서 5월의 아카시아 꽃 개화기에서 채밀되는 아카시아꿀이 전체 생산량 중 70%의 점유율을 차지하고 있으며, 그 외 유채, 밤나무, 피나무 등의 보조 밀원에서는 생산성이 매우 빈약할 정도의 밀원 분포량 때문에 양봉농가들은 이른봄 2월 초순부터 4월까지 짧은 기간에 이른 봄철 번식에 최대 역점을 두고 있다. 5월초까지 역봉 번식을 극대화하여 채밀군으로 편성된 봉군세 강약에 따라 아카시아 유밀기에서 벌꿀생산 성과가 달라지게 되므로 모든 양봉가마다 이른봄벌 사양관리기법에 관해 관심이 크며 결국은 이 문제가 꿀벌 사양관리에서 생산성 효율과도 관계가 깊다.

전국을 통하여 5월의 아카시아꽃 개화기에 2 3차례 한달 간 꿀벌을 이동시켜 가며 벌꿀을 채밀해야만 하는 양봉농가의 절박한 상황, 연중 봄철에 편중된 최대 생산 시기(농번기)에 맞춰 꿀벌 번식을 최대로 극대화하는 기술이 발달 할 수밖에 없는 상황이며, 이러한 한국형 양봉은 지역적인 특징 없이 전국 보편화되어 있는 편이다.

---

1)농림부 기타가축통계 - 1996년말 현재 꿀벌사양 농가수 및 사양군수

2)밀원에서 풍부한 화밀(花蜜)이 분비되어 일벌의 역사가 한참 분주해져 채밀을 기대할 수 있는 시기

또, 현재 양봉농가들 손에서 이뤄지고 있는 생산성을 따져 볼 때에도 하위 생산성을 보이고 있는 그룹에서 꿀벌 1군당 24kg 정도의 실적을 보이고 있으며, 우월성을 보이고 있는 표본조사 그룹에서는 1군당 50kg의 실적으로 큰 차이를 보이고 있는데 이를 꿀벌 100군 사양 경영규모로 환산해 본다면 하위 그룹에서는 4백8십만원의 순익, 표본조사 그룹에서는 1천만원 정도의 순익의 큰 편차를 보이고 있음을 말한다.

꿀벌 관리기법 개발 보급으로 유밀기에 적절히 대응토록 하는 기술정립 문제는 양봉농가 소득 향상에 큰 도움이 될 뿐만 아니라 현재 매년 외국으로부터 수입되고 있는 37,057군의 꿀벌 수입으로 2,126,386 US $[3]의 외화 낭비를 줄이고 국산으로 대체할 수 있을 것이며, 97년 천연꿀 수입자유화로 경쟁력 강화를 앞당기는 지름길이 될 수 있다.

2. 연구의 필요성

가. 기술적 측면

60년대에 외국에서 첫 도입되어 자료화된 꿀벌 사육법은 1970년대에 보완 정리되어 자료화된 이래 25여년이 지난 오늘날 우리 국내 입지조건(자연환경 오염, 계절적인 기상조건 변화, 밀원분포 여건 등)에 맞는 꿀벌 사육기술을 재정립하여 꿀벌의 효율적 질병방제로 종봉수급이 국산화로 대채됨과 아울러 생산비 절감등 생산성을 향상시킬 수 있다.

나. 경제적 측면

새로운 꿀벌 사육기법을 정착시키면 첫째, 수입에 의존하는 종봉(꿀벌) 수급을 국산으로 대체하여 연간 22억원의 농가 가계지출을 줄일 수 있으며, 둘째로 화분매개용 꿀벌 수급을 국산으로 대체 충족시켜 나가는 임대양봉 시장을 개발한다면 1군당 90,000원 정도의 부가가치를 높일 수 있다. 세 번째는 벌꿀생산 증대로 꿀벌 100군 사양 규모의 전업양봉 경영을 기준할 때 1군당 24kg을 더 증산하게 된다면 연간 2,400kg씩 추가로 생산해 낼 수 있어 1천2백만원의 소득 수준으로 높일 수 있다. 벌꿀 수입이 자유화된다 하더라도 가격경쟁에서 국내 양봉업의 자생능력이 충분할 것으

3) 국립동물검역소의 ㄴ동물검역연보ㄱ 1995년도 꿀벌수입 검역실적

로 전망된다.

다. 사회적 측면

건강식품으로 자리잡은 양봉산물(벌꿀, 로얄제리, 화분, 프로폴리스 등)이 가격 면에서 소비자 부담을 더는 생산비 절감과 고품질 생산으로 신뢰를 확보해 나간다면 국산 농산물의 우수성이 널리 알려져 수입 양봉산물에 대한 인식 변화를 기대할 수 있을 것이다.

3. 국내외 양봉기술 현황

가. 국내 양봉기술

우리나라는 60년대부터 본격 시작된 전업양봉이 외국 서적에 기반을 둔 교과서기술서적[4]에 의존해 왔으나 근래에 와서는 우리나라 계절적인 기후 및 밀원 분포 등 입지적 요건을 충족시킨 사양관리기법으로 정립해 놓은 기술정보가 없다.

세계 일반적인 양봉입지조건, 즉 기후와 밀원의 개화기가 다른 환경하에서 외국의 사육기법 그대로의 교과서적인 기술 내용만 가지고는 우리 국내 양봉의 생산성을 높이는데 한계가 있다.

오랜 기간에 걸쳐 현장 체험을 통해 생산성 있는 앞선 기술을 보유한 일부 양봉가들의 기술 이전이 활발하지 못한 원인으로 저 효율성의 양봉경영자 및 초보 양봉농가, 후진 양봉가 육성에 상당한 어려움이 있었다. 일부 선진 양봉농가에 숨겨진 신기술 정보가 쉽게 널리 전수되도록 해야만 한국의 양봉산업이 생산성을 앞당기는 방법이 될 것이다.

나. 외국의 양봉기술

나라마다 기후와 계절의 특성이 다르고 그에 따라 적절한 양봉업이 육성되고 있다. 밀원이 풍부한 선진국(캐나다 · 미국 · 호주 등)의 경우는 계상 양봉(10 13단)을 통하여 봉군에서 장기적인 저밀(貯蜜)로 한꺼번에 다량의 벌꿀을 채밀하는 방법을 택하고 있다.

---

4) 해외=ㄴLangstroth on the hive and honey-bee, a beekeeper's manual(L. L. 랑그스트로쓰, 1853 ㄱ 등, 국내=ㄴ신제양봉학(최승윤 지음, 1976)ㄱ, ㄴ양봉학(최승윤 지음, 1985년-한국방송통신대학 교재), ㄴ양봉 · 꿀벌과 벌통(최승윤 지음, 1987)ㄱ 등

야장 양봉장 봉군에 저밀된 계상소비(繼箱巢脾)의 상자 그대로 채밀시설이 완비된 봉사(蜂舍)안으로 운반, 몇차례 쌓아 두었다가 한차례 한 공정으로 저밀소비들을 기계설비로 채밀작업을 하는 시스템이 구축돼 있기 때문에, 우리 한국의 양봉경영 형태와는 비교못할 정도로 차이가 크다. 이와 같이 외국의 풍부한 밀원에 적합한 계상관리 형태의 양봉 입지조건에서 꿀벌 사양관리 문제는 우리 양봉농가들처럼 아카시아 유밀기를 겨냥한 절박한 이른봄벌 관리방식이 필요치 않다.

풍부한 밀원조건의 봉군사양은 화밀·화분원 자급자족이 지속되므로 자연순응에 맡겨도 봉군번식이 순조롭기 때문에 굳이 우리와 같은 봄벌 촉성번식 사양관리는 필요치 않아 이런 면에서 보면 오히려 우리 기술이 앞서 있다고 볼 수 있다.

제2절 연구결과 및 고찰

현재의 양봉 경영형태는 5월 한달 간의 아카시아꿀 채밀을 겨냥하여 이른 봄철부터 시작되는 봉군번식 성패 여부에 따라 그해 양봉경영실적에 절대적인 영향을 미치게 된다. 그래서 봄철의 사양관리는 곧 봉군의 촉성번식이라고 정의할 수 있으며, 이를 위해 사양관리자는 무리한 욕심, 인위적인 사양방법이 총동원함으로써 봉군 자체가 지닌 질병 항균능력을 반감시키고 있고, 그 때문에 봄철 봉군사양 과정에서 꿀벌 질병발병율이 가장 높게 나타나고 있다.

1. 양봉농가들의 꿀벌질병 방제 실태

국내 유입연대 순으로, 현재까지도 근절되지 못한 꿀벌 질병 상태는 표 1과 같다.

양봉가들이 현재 국내서 발현되는 꿀벌 질병들 가운데 가장 두렵게 생각하는 질병은 최근에 나타난 중국가시응애(53.9%), 꿀벌응애(25.1%), 백묵병(13.4%) 순이었고 그 외 질병에 대해선 매우 낮은 비율을 보였다< 표 2>

이들 질병 가운데 가장 최근에 출현한 중국가시응애는 1992년 서울대 농업

생명과학대학 우건석 교수가 처음으로 국내에 유입된 사실을 보고함으로써 알려진 질병이다.[5] 우는 계속하여 중국가시응애의 전염경로 추적과 기생충의 생태사 및 방제 방법 등 거의 모든 정체를 밝혀 냄으로써 양봉농가들에 경각심을 불어넣어 준 결과 최근에야 진정 기미를 보이고 있다. 현재까지도 제2순위로 두렵게 생각되는 꿀벌응애는 1968년부터 근 30동안 국내 양봉농가를 괴롭혀 왔듯이, 중국가시응애 전염 91 94년까지 초창기 4년간은 양봉농가들이 중국가시응애의 정체를 알지 못했기 때문에 꿀벌응애와 같은 속, 감염증상 역시 비슷한 점 때문에 방제대책을 몰라 일대 혼란 중에 빠른 속도로 전국에 전파되어 큰 피해를 안긴 새로운 질병이다. 양봉농가들이 이 중국가시응애를 구제하기 위해 연간 약제처리 회수를 조사한 결과 95년 현재 연간 10회 이상 구제처리하는 양봉농가는 약 60%의 비율을 나타내고 있었다<표 3>. 중국가시응애를 포함한 꿀벌응애류 방제는 주로 어느 시기에 실시하는지를 살펴보면 45.%가 봉개봉판이 없는 시기를 택하고 있으며, 육아진행 후에 실시하는 경우는 57.6%였다<표 4>

5)한국양봉학회지 제8권2호(1993) 우건석 교수 발표논문 “우리나라 꿀벌과 벌통에서 서식하는 응애류에 관한 연구”

<표 1> 국내 꿀벌질병 감염현황

병 명	발견시기	발생지역	유입경로	사용약제	비 고
부저병 (미국•유럽형) 유사부저병 낭충봉아부패병	46 52년	중부지방	이북 또는 미국의 원조 물자를 통한 전염설	설파제계통의 항생제	○당시 시국으론 대책전무 ○발전된 항생제 약품사용- 치료가능하나 퇴치에는 역부족
노제마병	60년 후반	전국일원	미상	노제마크 푸미딜B	○70년대 맹위
꿀벌응애	68년	경기•강화지역	일본경유 유입설	폴벡스VA 페리진액 아피스탄 아피톨 P2	○70년대 가장 피해큼 ○현재, 연간 15회 이상 주기적 구제처리, 반복된 약제사용 - 내성화로 약품비 부담 증가일로
백묵병	86년	경남 울산 부산지역	밀반입 화분•밀랍및 꿀벌을 통한 전염설	차아염산소다 볶은 소금 기타 곰팡이살균소독제	○첫발견 이후 5년간 맹위 피해 큼 ○꿀벌질병사상 가장 무서운 질병이었으나 지금은 퇴치가능
중국가시응애	92년	제주•경남 창녕일대	중국 수입 꿀벌에 유입	〃	○전국일원 감염- 피해심각 ○꿀벌응애- 가시응애 양쪽의 구제대책으로 농가부담 가중
*작은 꿀벌응애	90년	호남지역(구례남원)	미상	-	○재래종 벌에만 기생, 확산예상
*꿀벌기문응애	-		중국산 꿀벌 수입을 통해 유입됐을 가능성, 경각심으로 추적조사중(우)	-	○84년 국내 감염조사결과 발생사실 없음(최승윤 교수) ○성봉의 기관지부위에 기생번식, 퇴치불가능 요주의

<표 2> 양봉농가들이 가장 두렵게 생각하는 꿀벌의 질병

응답자수 / 응답자	중국가시응애	꿀벌응애	백묵병	노제마병	부저병	기타	계
응답자(명)	360	168	90	8	38	3	667
비율(%)	53.9	25.1	13.4	1.1	5.6	0.4	100

<표 3> 양봉농가의 꿀벌응애류 약제 사용빈도

연간처리 / 응답자	3회이하	3 5회	5 10회	10 15회	15회 이상	계
응답자(명)	60	184	222	102	72	640
비율(%)	9.5	28.7	34.7	15.9	11.2	100

<표 4>양봉농가들의 꿀벌응애류 구제시기

구제시기 / 응답자	월동중 봉구 해제시	첫내검 실시중에	조춘 번식중	약제처리 가능한 응애발견시	아카시아 유밀기 직후	계
응답자(명)	82	189	211	144	25	651
비율(%)	27.2	19.0	18	11.7	4.0	79.9

2. 질병방제 위한 봉군사양관리 기법

가. 이른 봄철의 봉군사양관리

입춘이면 양력 2월 4·5일경이 된다. 각 지방별 기후조건에 따라 다르겠지만 모든 양봉농가들은 이 무렵을 전후하여 우선 월동양봉장의 간이검진[6]을 통해 봉군의 월동성과부터 대강 파악하여 앞으로의 봉군 운용 계획을 구체적으로 세워야 한다.

양봉농가들은 입춘절기에 다다르면 봉군의 월동성적 여부, 즉 종봉확보가 무난할 것인지 몹시 궁금하고 초조한 마음이 일게 된다. 1월 하순경이면 적어도 월동봉군의 소문 앞에 깔린 사봉(死蜂) 배출량을 살펴보고 의심스러운 봉군에는 ㄱ자로 구부린 철사를 소문 안으로 디밀어 소상 바닥의 낙봉(사봉)량을 밖으로 끌어내 보아 월동 중의 안전상태를 점검해야 한다. 이 맘때쯤이면 온난한 기후가 1 2일간은 지속될 때가 있으므로 기회를 놓치지 말고 월동포장을 들춰내어 소상뚜껑을 열고 위에서 내려다 본 봉구상태를 점검해 봄으로서 월동성적을 대충 가늠할 수도 있다.

(1) 종봉확보 판단 : 만약 월동성과가 양호한 판단이 서면 첫 내검[7]

6) 이른 봄철 월동봉군의 보온포장물을 해체하지 않은 채 외부에서 봉군 상태를 목축하거나 착봉소비를 드러내지 않은 채 봉군 상태를 목측해 보는 방법으로서 '내검작업'과는 다름.

을 서둘지 않아도 될 것이며, 특히 그 성과가 매우 좋아 자기의 수용능력 초과 봉군세력(群勢)[8]일 경우 여분의 종봉을 시장에 분양할 수도 있다. 반대로 의외로 실패란 판단이라면 금년 봉군운용계획에 큰 차질을 빚게 되므로 종봉시장에서 보충구입 등 비상대책을 서둘러야 한다.

(2) 첫내검·봉군정비 일정 : 이른 봄철 외역봉(外役峰)의 비행·귀소(歸巢)에 지장 없는 온화한 날씨를 택하여 전체 봉군에 대한 내검을 실시하면서 착봉소비 조정 - 보온설치 보강 - 대용화분과 자극사양 급이 순으로 이어지는 실질적인 이른봄사양관리 착수 일정을 세워 둬야 한다.

(3) 이른봄 양봉장 선정과 이동계획 : 이미 월동 진입단계부터 약군이었거나 월동성적이 기대에 못미처 종봉확보에 곤란하다는 판단이라면 이른봄 사양관리를 일찍 서둘거나 더 적극적인 대책으로 온난한 남부지방으로 봉군을 이동시켜 촉성번식에 치중하여야 한다.

이상 세가지 기본적인 계획 하에 전체 봉군에 대한 세부적인 내검을 실시하므로써 실질적인 이른봄 사양관리 단계가 착수된다. 작업능률상 착봉소비 재조정(축소작업)까지 동시에 이뤄져야 한다. 양봉농가들의 첫내검 시기에 대한 설문조사 결과 2월중에 실시 74%, 3월중 실시가 25.3%였고 이 가운데 대부분(82%)이 2월 중순 3월 초순 사이에 실시하고 있다. 설문응답자 가운데 남부 해안지방과 제주도의 양봉농가들은 주로 2월 초·중순에 실시하는 것으로 해석할 수 있다.<표 5>

월동봉군에 대한 전반적인 내검과 봉군정비를 우선 실시한 다음 단계로서 이른봄봉군 내외부의 보온설치 보강 - 대용화분과 자극사양 급이 - 급수시설 등 제반 작업을 신속히 실시함으로써 본격적인 봉군의 촉성번식에 착수하게 된다. 설문조사에 의하면 대체적으로 2 3월부터 착수하고 있다.<표 6>

---

7)봉군의 착봉소비를 소상 밖으로 드러내어 소비면의 유충·봉아 및 저밀상태와 여기에 달라붙은 벌들의 상태를 자세히 검사하는 일.

8) 양봉격언에 “100통의 약군(弱群)보다 1통의 강군(强群)이 낫다”라는 말이 있다. 봉군의 착봉소비(着蜂巢脾) 강도와 소비 매수 정도를 가지고 강군/약군으로 칭하는 평가기준용어.

표 6의 2월 중 내검실시 그룹 74.7%와 표 7의 2월중 사양관리 착수 그룹 42.9%의 비율을 보이는 것은 이른 봄철의 지역별 기후조건, 사양관리자의 관리방법 등에 따른 차이가 있겠으나, 대부분은 내검을 실시한 후 어느 정도의 시일이 경과한 뒤 본격적인 사양관리에 착수하는 것으로 분석되며, 반면 늦게 내검을 실시한 양봉장(25.3%)은 사양관리도 동시에 착수하고 있음을 알 수 있다. 이는 월동봉군의 간이검증을 통해 월동 상태가 이상 없는 것으로 판단되고 강군 위주로 사양관리하는 그룹에서 이 방법으로 관리하고 있는 것으로 보인다.

입춘 무렵부터 봄기운이 텄다 하더라도 아직 한파가 누그러지지 않은 때이며, 어느 해에 따라서는 그 해의 가장 추운 날씨가 입춘 이후에 나타날 때도 많다. 또 이 무렵은 동풍이 잦고 이 동풍은 곧 따듯한 바람을 동반하므로 특히 영서(嶺西)지방에서 봄과 같은 따듯함을 느끼게 하는 것도 이 때문이다.< 표 8 참조>

이른 봄철에 봉군의 촉성번식이 목적인 사양관리에서 가장 큰애로는 기후조건 극복에 있다. 때문에 일단은 이른봄벌 내검을 일찍 서둘러 실시했어도 사양관리 착수는 더욱 신중히 일기상황을 참작하지 않을 수 없어 그 시기를 늦추고 있다. 반면에 강군 위주로 관리하는 양봉농가는 봄기운이 완연한 시기에 첫내검 - 봉군정비 - 사양관리 착수를 동시에 실시하므로 써 작업의 능률성과 여유를 지니고 있다.

<표 5> 양봉농가들의 이른봄 내검 시기

첫내검시기	2월초순	2월중순	2월하순	3월초순	3월중순	계
설문응답자	94	189	200	140	23	646
비율(%)	14.5	29.3	30.9	21.7	3.6	100
	74.7			25.3		

<표 6> 이른 봄 봉군사양관리 착수시기

구 분	1월	2월	3월	기타방법	계
설문응답자	6	274	327	31	638
비율(%)	0.9	42.9	51.3	4.9	100

<표 7> 지역별 봄철 월평균기온(단위 0.1℃)

월별 / 지명	2월			3월			4월		
	월평균	최저	최고	월평균	최저	최고	월평균	최저	최고
속 초	4	- 100	120	48	- 51	180	110	14	248
대관령	- 62	- 215	69	- 10	- 163	130	65	- 68	216
춘 천	- 23	- 169	115	38	- 92	186	113	- 23	265
강 릉	8	- 101	136	54	- 51	202	120	6	264
서 울	- 11	- 124	116	45	- 60	178	118	7	251
인 천	- 12	- 114	104	39	- 53	157	105	13	224
원 주	- 24	- 167	118	37	- 97	189	110	- 31	266
울릉도	10	- 71	111	47	- 37	161	103	13	210
수 원	- 18	- 146	120	37	- 76	178	109	- 17	252
서 산	- 7	- 116	121	40	- 67	180	107	- 17	241
울 진	16	- 94	138	57	- 47	186	117	4	261
청 주	- 11	- 143	130	44	- 77	197	119	- 18	268
대 전	- 2	- 123	134	49	- 70	198	122	- 9	270
추풍령	- 8	- 122	135	45	- 67	196	118	- 13	260
포 항	24	- 86	153	69	- 36	206	127	18	269
군 산	5	- 92	121	46	- 43	179	110	10	244
대 구	13	- 100	153	65	- 48	211	132	8	273
전 주	5	- 106	146	54	- 60	204	126	- 3	270
울 산	26	- 85	159	69	- 41	203	126	9	258
광 주	13	- 89	147	60	- 46	200	127	0	257
부 산	37	- 74	157	78	- 27	187	129	34	225
충 무	36	- 67	148	76	- 27	179	130	34	226
목 포	21	- 67	145	60	- 25	187	121	26	235
여 수	28	- 71	140	71	- 28	175	127	30	219
완 도	35	- 55	140	73	- 21	169	125	28	222
제 주	56	- 19	166	85	- 1	199	133	31	248
서귀포	66	- 25	166	97	1	185	140	44	225
진 주	20	- 100	158	65	- 57	204	127	- 12	253

나. 봉군 촉성번식을 위한 봉군 재편성

월동봉군 포장해체 - 첫 내검 직후부터 본격적인 육아진행(育兒進行)[9]을 위하여 봉군 재편성이 반드시 필요하다. 이른 봄철에는 주야간의 심한 일교차 및 꽃샘추위가 엄습하는 등 외부기온 변화가 심하다. 이런 기후조건하에서 별 영향 없이 원만한 육아진행을 지속시킬 수 있게 하기 위

9) 여왕벌의 산란- 내역 일벌에 의해 애벌레 양육 - 애벌래 우화 - 출방까지의 과정

해서는 봉군의 보온포장 보다는 우선적으로 착봉소비 매수(枚數=張數)를 줄여 착봉소비 밀착도(密着度)를 강화해야 한다.

만약 착봉상태가 느슨한 봉군이라면 육아 진행 중에 외기온의 일시적 급강하로 인해 동태(動態) → 정태(靜態)[10]로 전환, 봉구가 형성될 경우 육아봉들의 봉구권 중심으로 뭉치는 바람에 이미 확장시켜 놓은 봉구 외곽 쪽의 육충봉아권(알과 유충) 모두가 육아 포기상태로 돌변 방치된다. 따라서 월동벌(老蜂)의 잔여수명[11]이 끝에 달한 시점에 적잖은 양의 육충봉아가 폐기처분 됨으로써 오는 피해는 이른봄봉군의 수명단축을 앞당기게 되며, 사양관리자가 여러날 동안 심혈을 기울여 온 노력 모두가 허사가 돼 버리는 치명적인 손실을 초래한다.

다. 첫 내검시 점검 및 조치사항

(1) 기아상태[12] 봉군에 대한 기아구제 급사(給飼) 및 전 봉군의 저밀상태 파악

(2) 여왕봉의 유무 · 건강상태와 산란 · 육아 진행상황 점검

(3) 봉군의 착봉상태 파악 - 자격 상실군[13] 합봉처리

(4) 봉군의 내외부 보온상태 점검

(5) 소상의 청결 · 과습상태 점검 - 청소 또는 소상교체

(6) 봉군의 착봉소비 밀착조정

(7) 질병방제

(8) 자극사양[14] 및 대용화분 급이

---

10)꿀벌이 낱개로 있으면 14℃이하의 기온에서는 활동이 정지된다. 그러나 소상내에서 봉구를 형성하면 봉구온이 생겨 외기가 영하로 내려가도 생존할 수 있게 된다. 봉아육성에 적합한 봉구온은 33 35℃이며 동태온도라고 하며, 겨울철에 봉아육성이 정지되는 봉구온은 21℃ 정도이며 이를 정태온도라 하고 꿀벌이 활동을 유지할 수 있는 최저 온도이기도 함.

11)일벌의 수명은 계절과 그들의 노동량에 따라 다르다. 봄-가을철 유밀기에 체력소모량과 관계 깊지만 1 2개월 이내라고 하지만 통상 40일 정도로 보고 있다. 겨울철 월동중 무노동시의 수명은 4 6개월 정도까지 사는 것도 있다 하지만 통상 늦가을에 출봉한 일벌은 월동후 봄철 3월말까지 연명하는 것으로 보고 있다.

12)월동저밀(越冬貯蜜)량이 적어 이른 봄철에 이르러 봉군이 굶어 죽을 지경

13)독립 봉군으로 자생 능력을 잃은 것으로 판정된 약군

(9) 급수기[15] 설치

(10) 보온물 설치(필요시 전기가온)

라. 봉군 착봉소비 밀착강화

(1) 만일 월동봉군의 착봉 소비 중에 봉구 중심권에 육아가 진행된 봉개봉판방(封蓋蜂板)이 형성된 소비는 봉군 밖으로 빼내고, 적당히 저밀된 소비를 골라 착봉소비로 사용 착봉시킨다.

(2) 소비면 착봉상태는 일벌들이 2・3중으로 밀착되어 소방(巢房)이 보이지 않을 정도로 조정한다.

(가) 이같이 밀착시킨 이른봄 1매(장)벌은 여름철 착봉 양호 상태의 2 3매(장) 벌과 같은 것으로 볼 수 있다.

(나) 5 6매(장)로 월동시킨 봉군은 이른 봄철에 봉군 재편성으로 1 2매(장) 벌로 축소시키게 될 것이다.

(다) 만약 3매(장) 정도의 밀착 봉군이라면 여름철의 7-8매(장) 벌과 같다고 볼 수 있으며, 이 무렵에는 최상급의 이른봄 봉군으로 평가할 수 있다.

(3) 봉군을 과감하게 밀착시키다 보면 저밀소비 부족 및 격리판[16] 바깥쪽에 일벌이 넘쳐 붙어 있을 여분 공간을 확보시키기 위해 격리판 밖에 저밀소비 1매(장)를 덧붙여 준다.

(4) 강한 밀착군 조성으로 덧집(군집)을 지어 놓는 조소(造巢) 분위기가 형성된 것을 볼 수 있는데, 일반적으로 이런 상황에 이르면 산란권을 조금이나마 넓혀 주려는 욕심이 생겨 소비 1장 더 추가시켜 주려는 충동이

---

14)장려사양 또는 장려급사라고도 하며, 저밀량 다소에 상관없이 약간의 사양액을 봉군에 급이하므로써 꿀벌을 자극시켜 꿀벌의 활동, 육아욕을 증진시키는 일. 주로 이른 봄철에 활용하고 있으며 여름-가을철 무밀기에 실시하기도 한다.

15)꿀벌은 유충에 젖을 공급키 의해 저밀식량을 묽게 하는데 물이 필요하여 외역봉들은 외부로부터 물을 반입해 온다. 외기온이 한냉한 이른 봄철에 외역봉의 잦은 외부출입으로 귀소하지 못하는 희생을 덜기 위해 인공적인 방법으로 양봉장 가까이에 또는 소상 출입구를 통해 급수기를 달아주어 물을 공급해 주는 방법.

16)0.5㎝정도 두께에 소비광 크기의 널판으로 만든 착봉소비 칸막이, 또는 사양기를 대용하기도 한다. 표준소상 만상 벌일 경우는 필요 없지만 9매 이하일 때 착봉소비의 벌통 공간을 칸막이용으로 쓰인다.

일 것이지만 자제하는 것이 좋다.

(5) 그러나 이미 진행시켜 놓은 격리판 안쪽의 육아권에서의 신생봉의 출봉 - 봉군의 신진대사(新陳代謝) - 군세의 뚜렷한 증가세에 이르기까지 첫 증소(增巢)는 인내심을 갖고 기다려야 한다.

마. 봉군 밀착 강화로 얻는 기대효과

(1) 이른 봄철의 강한 착봉상태로 관리하는 목적 또한 부저병(세균병), 쵸크브르드병(곰팡이병), 기타 잡다한 질병발생 근원부터 예방할 수 있는 방법이다.

(2) 특히 이른봄 재편성 이전에 진행시켜 놓은 봉아방을 모두 제거시키고, 새로 산란 및 육아시키는 방법은 현재 가장 애로가 큰 중국가시응애 방제를 위해 기생 기저(基底)를 차단, 퇴치시키는 방법 중에 가장 효과가 크다.

(3) 여왕벌이 산란하는 대로 100% 건실한 육아 - 건강한 성충이 출봉된다.

(4) 건강한 신봉들이 가능한 빠른 기간에 획기적으로 출봉시킴으로써 월동벌(노봉)의 얼마 남지 않은 잔여 수명과 신·구세대 교체를 신속하고 원만히 이룰 수 있다.

(5) 봉군 세대교체 후로는 첫 증소가 되기까지 신세대 일벌에 의해 육아되어 활발한 촉성번식이 가능하다.

바. 대용화분 급여의 중요성

이른 봄철의 꽃샘추위와 기온 급강하 등이 자주 찾아와 외부로부터 화분 반입이 없는 점을 극복하기 위해 대용화분으로 해결하고 있다. 이른 봄에 가장 먼저 개화되는 개나리·진달래의 개화 시기인 3월 중순에 이르면 일벌 외역(外役)에 의해 외부의 자연화분이 반입되기 시작한다. 이 때는 아직도 완연한 봄 기후가 아니어서 불순한 일기가 며칠간 지속될 수 있기 때문에 섣부른 대용화분 공급을 중단하는 일이 없도록 해야 한다.

육아 진행에 한참 왕성한 봉군에서 반입 저장된 화분만 가지고는 1 2일 새에 완전히 소모돼 버리며, 한 때의 화분 고갈(枯渴)사태가 닥치게 된다면

유충부화 중단은 물론 기존의 부화유충들을 모조리 뽑아 내버리는 위험을 자초하기 때문이다. 한냉기후에 접한 봉구 형성으로 봉아들을 제거해 버리는 육아포기 현상과 비슷하고 이른봄 사양관리중 범하기 쉬운 실수 가운데 하나다.

이 것이 정상으로 회복하는 데는 상당한 시일이 소요되므로 보온포장으로 감싼 봉군에서 가끔 한번씩 들여다보는 내검에서 여왕벌의 산란 흔적은 보이는데 부화유충이 전혀 없는 현상을 보고 대부분의 양봉농가들은 그 원인을 알지 못하고 소위 ㄴ반달병ㄱ[17]이라 칭하는 질병감염 피해로 오인하는 예가 많다.

(1) 이른 봄철 첫내검 → 착봉소비 축소 → 자극사양 · 대용화분 급이로 조성된 육아봉군에는 여분의 화분 비축에 특히 유의해야 한다.

(2) 전반적으로 4월 이전까지는 대용화분 공급이 지속시킬 필요가 있다.< 표 9>

(3) 남부 지역에서는 3월 중순부터 외부반입 자연화분 자급자족이 가능한 곳도 있다(이때 촉성번식 단계는 첫 증소 시기에 해당한다).

(4) 대용화분 화분떡 제조의 예

(가) 봉군 10통 급이용 기준으로 할 경우, 천연화분 3㎏ + 탈지콩가루 또는 메주가루 3㎏ + 탈지분유 0.5㎏ + 옥수수가루 0.5㎏ + 벌꿀(설탕시럽) 2 4㎏ 등을 잘 배합한 후 마땅한 통에 담아 따뜻한 곳에서 약 일주일 동안 발효시킨다.[18]

(나) 엿기름을 물에 우려낸 물에다 천연화분과 탈지콩가루를 주재료로 하고 또 약간의 탈지분유, 분말 에비오제, 완숙계란 노른자 등을 첨가하여 반죽해 두면 발효가 잘 된다.[19]

---

17)Half moon disease, 半月病이라 부르는 이 병은 알에서 부화된 지 1-2일 밖에 안돼는 작은 유충이 더이상 발육이 중단된 채 소방 바닥에 반달 모양으로 남아 죽어 있는 증상. 따라서 소방에서 알(卵)만 보일 뿐 유충이나 봉충은 전혀 보이지 않는다고 함. 1983년 뉴질랜드에서 처음 발생 보고된 질병이며 아직 정확한 원인 규명이 안된 상태.

18)조도행 양봉4계절 관리법 21쪽

19)조시종(

(다) 위 방법과 비슷하나 천연꿀로만 반죽시켜 발효한 다음 사용한다.[20]

또 하루 평균기온이 10 15℃될 때까지를 봄철이 정상을 이룬 것으로 보고 있다<표 9>. 모든 작물은 생육이 활발해 지고 꽃나무는 개화되기 시작한다. 특히 벚꽃은 평균기온이 10℃가 되는 날부터 개화하기 시작하기 때문에 흔히 벚꽃 개화시기를 식물계절의 지표로 삼고 있다.

각 지방별로 평균기온이 10℃에 이르는 날은 다음과 같다. 따라서 남해안 지방은 식목일인 4월5일보다 일주일 가량 빨리 나타난다. 비교적 온난한 일기가 지속되는 해는 벚꽃에서 유밀이 호조를 보일 때가 있어 벌 번식에 급신장을 이루는 증소의 적기임은 물론 이 때를 최대한 활용, 소초광(巢礎匡)[21] 삽입으로 많은 조소(造巢)를 시키는 좋은 기회가 된다.

<표 8> 각 지방별 개나리·진달래 개화기 평년값

개화기 / 지역	개 나 리		진 달 래	
	가장빠른날	예년값	가장빠른날	예년값
춘 천	82/3/20	4/ 5	82/3/27	4/ 7
강 릉	73/3/12	3/27	76/3/12	3/ 3
서 울	76/3/23	4/ 4	75•79/3/21	4/ 9
인 천	79/3/17	4/ 4	79/3. 29	4/ 7
수 원	79/3/28	4/ 7	79/3. 26	4/ 8
청 주	67/3/20	4/ 3	72/3. 27	4/ 7
대 전	79/3/18	3/28	79/3. 17	4/ 1
포 항	66/3/ 4	3/21	71•79/3/20	3/25
대 구	62/3/13	3/25	75/3/25	3/29
전 주	66/3/ 3	3/28	66/3/ 4	4/ 1
광 주	76/3/13	3/29	66/3/ 5	3/28
부 산	74/3/ 9	3/19	82/3/13	3/27
목 포	80/3/ 9	3/21	79/3/10	3/25
진 주	76/3/ 7	3/20	79/3/21	3/25
제 주	76/2/24	3/18	74/3/31	4/14

20)박경희(여, 충남 서천군 마서면 신포리 277), 경력 20년, 120군 사양
21)봉군에서 소비를 짓기 위한 사전 준비로 소광대에 소초를 붙여 놓은 상태

<표 9> 봄철 10℃에 이른 날자

지 명	날 짜	지 명	날 짜
서 울	4/ 7	청 주	4/ 7
인 천	4/12	춘 천	4/ 8
수 원	4/ 9	강 릉	4/ 5
대 전	4/ 5	전 주	4/ 4
광 주	4/ 4	포 항	3/29
목 포	4/ 5	진 주	3/29
제 주	3/28	부 산	3/28
대 구	3/30	울 산	3/30

사. 증소 단계

이른봄 1차 내검을 통해 강한 밀착군 편성으로 일정 기간 동안 육아를 진행시킨 후로 월동봉군의 세대교체가 원만히 이뤄진데 이어 신봉(新蜂) 출방이 거듭됨으로써 획기적인 봉량증가 성과를 거둘 수 있다.

이른 봄철 봉군 촉성번식 관리 중에 비로소 첫 증소 단계에 진입한 시기를 살펴보면 생물계절관측 지표자료로 삼는 개나리·진달래 개화기 평년값을 참조하면 대체적으로 일치하고 있다.<표 10 참조>. 이 관측자료는 각 기상청 산하기관의 관측목에서 관측됨으로써 상대적으로 매우 객관적이며 주로 이상저온, 이상고온 현상을 쉽게 설명되기 때문에 양봉농가들의 이른 봄벌 촉성번식 관리에 아주 유용한 데이터 기준이 될 만 하다.

이른 봄 촉성번식에 주력한 결과 봄계절에 맨 처음 개화되는 개나리·진달래 개화기 무렵인 3월 중순-하순 사이에 대부분이 첫 증소에 진입한 단계에 와 있었으며, 일단 이 수준까지 이른 사양관리 결과라면 1단계 성과를 거둔 셈이다. 앞으로 제2차 증소시부터는 다가올 아카시아 유밀기를 겨냥한 역봉 양성에 치밀한 계산이 뒤따라야만 그간 촉성번식에 치중해 온 최종적인 성과를 기대할 수 있으며 이것이 능률적인 사양관리 방법이라 할 수 있다.

촉성번식의 당초 목적대로 성공을 거두려면 첫 증소- 2차 증소의 계획된 시기 선택이 중요한 이유가 바로 여기에 있다. 따라서 1차 증소시까지는

월동봉군의 신진대사를 원활히 도모하면서 봉군을 번식하는데 중심을 두며, 2차 증소부터는 평균기온 10℃이상의 완연한 봄철, 4월 초순경의 화분과 화밀 반입이 원활해지는 성숙기를 최대로 활용하여 계획적인 아카시아 유밀기 역봉양성에 치중할 단계라고 보면 된다.

아. 공소비 증소적기 판단기준

(1) 1매(장)로 축소된 봉군이라면 소비 양쪽면 화밀방을 제외한 모든 소방에 여왕봉이 일거에 산란되고 이들이 부화 - 육아 출방된 다음, 여왕봉이 여기에 다시 빈 공간 없이 산란을 끝냈을 때.

(2) 2매(장)로 축소된 봉군이라면 2매(장) 모든 소방에 일거에 산란 → 부화 육아 및 출방 →다시 빈 공간 없이 산란을 끝냈을 때.

(3) 위 모든 경우는 봉군의 밀착 관리로 육아권 밖의 소상 공간부에 일벌들이 헛 집을 달게 되고 여왕봉이 격리판을 넘어 여기에 산란까지 하게 되는 경우를 흔히 볼 수 있는데도 상관하지 않는 것이 좋다.

(4) 1차로 증소시킨 공소비 양면 모든 소방 공간에 산란이 일거에 가고, 이들이 부화되어 육아작업이 진행 중일 때

(5) 이른 봄철의 첫 공소비를 증소시킨 후의 착봉상태 역시 첫 내검시에 조성된 착봉밀도와 같은 강도로 유지해야 한다.

자. 채밀군 육성관리

이른 봄철의 이상기후가 아닌 이상 상기 원칙을 고수한다면 4월 초순에 이르러 5매군이 확보되었다면 일단은 이른 봄철 1단계 목적은 달성한 셈이다.

이제 벚꽃이 만개 되어 완연한 봄철이고 보면 대부분의 양봉농가들은 2-3월의 악천후 기후를 극복해 온 고생에서 벗어난 착각으로 방심할 가능성이 크다. 전술한 바와 같이 바로 이때부터 본격적인 아카시아 역봉생산에 주력해야 할 단계가 되기 때문에 5 6매(장)로 불어난 봉군의 운용계획을 치밀하게 세워야 한다.

(1) 유밀기에 맞는 역봉의 다량 확보 수단

(2) 산란의 촉진 아니면 제한 여부 결정

(3) 조소작업을 통한 여분의 공소비 확보

(4) 봉군의 운용방법 - 단상(單箱)편성 또는 계상(繼箱)편성인지 여부

(5) 분봉열(分蜂熱)[22] 예방과 퇴보 여왕벌의 갱신

(6) 봉병예방에 미흡한 경우의 조치

차. 유밀기에 적중시킬 외역봉 양성

역봉 양성에는 산란 - 출봉 - 내역 수행을 거쳐 대략 1개월이 소요된다. 아카시아 개화기에 알맞은 역봉이 되려면 최소한 1개월 전부터 본격적인 양성 단계로 접어들어야 한다는 결론이다. 아카시아 꽃이 가장 일찍 개화하는 지역에서는 예년 대로라면 5월10일 전후, 본격적인 유밀 시작은 5월13일경이 될 것이다. 따라서 이로부터 역산하여 1개월 전인 4월13일에 산란시켜 놓은 것이 5월3·4일경에 출방한 일벌들이 그때 가서 역봉이 된다.

그러나 일벌의 수명, 분봉열 등 제반 조건을 고려했을 때 약 7일정도 앞당긴 4월5일부터는 집중적인 산란을 받아 두는 것이 순조로운 역봉양성이 된다. 그래서 앞에서 제시되었지만 4월초까지 무리한 증소를 삼가고 완전 봉충소비 5 6매군으로 양성시킨 다음 아카시아 개화기 약 37일 정도 남겨둔 4월4·6일경부터 일거에 증소시키므로써 5 6매(장)의 소비 양면에 완전 봉충소비로 조성시켜야 한다.

소비 1매(장) 양면의 소방수는 5,760여개이므로 약 5천마리의 일벌 탄생, 5 6매(장)의 충실한 봉충소비를 확보했다면 약 25,000 30,000마리의 외역봉 확보가 가능해질 것이다.

---

22)벌의 식구가 늘어 소상 내부가 좁아지게 되면 봉군의 분봉(分蜂)은 필연적이다. 봉군 세력이 강해져 분봉할 준비 태세에 들어간 증상은 수많은 수펄방 조성과 함께 왕대를 짓기 시작하면서 소문을 드나드는 벌의 수효가 갑자기 줄기 시작하고 또한 일벌들은 조소(造巢) 및 수밀 작업이 태만해지는 한편 여왕벌 또한 산란력이 급격히 감소해지면서 복부가 가늘어진다. 신왕 보다는 구왕이, 성능력이 퇴화되거나 현저히 저하된 여왕벌일수록 분봉열 발생 빈도가 높다.

통상적으로 채밀군의 일벌 숫자는 35,000 40,000으로 볼 때 약 60% 정도의 외역봉을 생산할 수 있다.

카. 산란의 촉진 및 제한

외역봉이 확보된 후로도 계속해서 산란-육아로 지속된다면 봉군은 분봉열이 일게 되어 벌꿀 채밀에 지장을 초래한다. 그래서 외역봉이 확보된 시점이라고 보는 아카시아 개화기 약 15일 전후해서 여왕벌 산란을 억제시킬 필요가 있다.

산란 억제 방법으로 최근에 많이 응용하고 있는 왕롱(王籠)·격리판 가두기가 있다. 일부 양봉농가는 유밀기 직전에 아예 무왕군으로 편성 운용하고 있는데 이는 바람직하지 않다.

타. 조소작업을 통한 공소비 확보

유밀기에 닥쳐서는 가장 필요한 것이 여분의 공소비(空巢脾) 확보가 중요한 자산이 될 것이다. 수년간 사용해 온 구소비(낡은 소비) 보다는 가능한 신소비가 많아야 하고 비축 소비가 여유 없다면 유밀기 이전에 조소작업을 시켜 충분히 확보해 두어야 한다.

(1) 유밀기에 여왕봉 격리가 안된 채밀군에 공소비를 넣어 줄 때는 수밀작업이 한참 왕성한 아침에 넣어 줘야만 여왕봉의 산란을 피할 수 있다.(저밀방 목적으로 넣어 준 소비에 밤새 공방 모두에 산란이 가도록 하면 안된다는 것)

(2) 한 장의 공소비는 산란육아 소비 10장에 비해 더 많은 저밀 공간이 된다는 사실을 잊어서는 안 된다.

파. 계상군 운용

밀원량이 풍부하다면 계상편성 봉군이 훨씬 생산성이 높고 양질의 벌꿀을 저밀시킬 수 있는 장점을 모르는 양봉가는 없지만 국내 밀원 분포량이 매우 적은 때문에 계상군 관리를 못하고 있는 실정이다. 그러나 최근에는 5월의 아카시아꿀 다수확 기법을 동원하다 보니 계상군 관리로 운용하는 양봉가가 느는 추세에 있어 매우 바람직하다.

(1) 계상을 올리는 시점은 단상군의 착봉 매수가 8매군(장)이 되었을

때 시작된다.

(2) 계상 올리기 처음 단계에서 단상의 착봉소비 중 출봉이 임박한 봉충소비 1 2매(장)와 육아소비 1 2매(장)를 선발하여 계상에 올리고, 대신 단상에는 뽑아 낸 소비수 만큼 공소비나 소초광을 넣어 준다.

(3) 봉군의 번식 정도에 맞춰 단상의 봉충소비를 1 2장씩 계속 뽑아내 계상에 보충시킨다.

(4) 계상과 단상간에는 단상군에 개포(蓋布)를 덮어 위·아래 공간을 막아 주고 계상에 착봉 7매(장) 정도가 되었을 때에는 단상의 개포를 걷어내 단상-계상간에 원활한 소통이 되도록 한다.

하. 분봉열 예방·억제책

채밀군 육성에 실패했거나 효율적인 봉군관리가 되지 않았을 때는 대부분이 유밀기 직전이나 유밀기에 닥쳐 분봉열을 일게 되면 채밀 성과에 역효과를 내는 경우를 흔하게 볼 수 있다. 분봉열을 방지 대책으로는 다음과 같다.

(1) 여왕벌의 산란할 소비 공간과 일벌의 역사로 채워질 저밀 공간을 확보해 주어야 한다. 분봉열이 일기 전에 소초를 넣어 주어 조소하도록 한다.

(2) 수펄의 출방을 철저히 억제시키고 왕대 조성도 허물어 준다.

(3) 소상 내의 환기가 잘 되도록 소문을 활짝 열어 주고, 개포 뒤쪽을 1/4, 1/2 정도 접어주다가 최종에는 완전히 벗겨 버리기도 한다.

(4) 봉개봉판을 뽑아 내어 약군에 보충해 주고 대신 그 자리에 소초를 삽입해 조소시킨다.

(5) 건실한 봉개왕대를 골라 인공 분봉시킨다.

(6) 원군(元群)에는 왕대만 남기고 어미왕을 중심으로 인공 분봉시킨다.

(7) 계상을 올려 산란실과 저밀실 공간을 확보한다.

(8) 일단 분봉열이 발생한 후 봉군에서 태업(怠業)상태가 나타나면 곧바로 봉충·봉개봉판 전부를 들어낸 후 대신 소초광을 삽입, 조소작업을

강제로 시킨다. 3일정도 지난후 조소작업이 진행되고 분봉 분위기가 가라앉아 정상적인 활동을 하게 된다.

(9) 분봉열이 적은 품종을 선택하는 것이 더욱 좋다.

거. 인공급수 필요성

오늘날 이른 봄철의 양봉장 주변 자연환경은 자연 청정수가 매우 귀한 실정이므로 봉군 소문을 통해 급수기를 매달아 인위적인 방법으로 봉군에 물을 공급해 주고 있다.

(1) 인공급수의 기대효과

(가) 여왕봉의 본격적인 산란 촉진과 더불어 왕성한 유충 부화에 필요한 수분 반입을 더욱 원활하게 도모하는데 있다.

(나) 기후조건이 불순한 계절에 외역봉의 외부 출입 장애 및 원거리로부터 물 반입에 드는 체력 소모를 줄여 주어 일벌의 수명 연장을 도모한다.

(다) 특히 전기가온으로 보온 육성 중인 봉군에는 소상 내부의 습도 조절용으로도 반드시 필요하다.

3. 월동·이른봄사양시의 보온포장

가. 노지월동에서의 월동포장

(1) 월동직전 가포장 : 10월초에 이르러 월동식량 급이가 끝난 단계에 가면 볏짚을 사용해 가포장을 해주어 외기온 영향을 덜 받도록 한다. 요즘에 편리성 때문에 보온덮개포(펀칭)를 주로 쓰고 있으나 이 재료는 통풍이 원활치 못한 단점이 있다. 두께 50㎜ 정도의 스티로폴을 사용, 벌통뚜껑 위에 덮고 전면에는 햇볕이 비치지 않도록 하는 정도로 가려 주고 빗물이 스며들지 않게 비닐 커버를 씌운다.

봉군 내부 벽면이나 사양기(격리판) 뒤쪽에 보온판을 미리 대주는 것은 가을철 마지막 산란보내기 때부터 미리 설치 이용하고 그대로 둔다.

(2) 월동포장 : 11월 중순에 접어들면 영하의 기온이 찾아오므로 이때 최종 마무리 월동포장을 끝낸다.

(가) 벌통바닥 : 배수가 잘 되도록 두둑을 만들고, 지면을 고른 다

음 비닐을 깔고 그 위에 볏짚을 두께 10㎝ 정도 깐 위에 벌통을 안치시키면 된다. 볏짚이 없으면 펀칭을 두겹 정도 깔아 준다.

(나) 벌통간의 빈 틈새 : 중부이북 지역에선 왕겨로 채워 포장하고, 대부분은 바람이 스며들지 않을 정도의 볏짚으로 막든지, 펀칭을 조금씩 조각 내어 끼워 주는 정도에 그치고 있다. 벌통 앞면을 보온물로 가려 줄 경우는 필요 없다.

(다) 벌통 위 : 옛날 흔히 쓰던 볏짚이 이상적이나 요즘 대부분이 펀칭을 사용하고 있다. 이 재료를 벌통뚜껑에 밀착시켜 덮은 상태로는 통풍에 장애를 주기 쉽다. 그래서 볏짚과 왕겨를 혼용하는 양봉농가도 있다. 펀칭을 사용할 경우 벌통 뒷면 지면서부터 앞쪽을 향해 2 3겹 정도 덮어 준다. 또 그 위에는 햇볕 영향을 덜 받도록 스티로폴이나 이엉을 한겹 덮고 비닐로 커버를 씌워 마감한다.

(라) 봉군개포 위 : 착봉소비 부분만 펀칭을 적당한 크기로 잘라 개포 위에 한겹 덮어 준다.(온난한 기후일 때는 봉구가 형성되지 않아 오히려 해가 될 수 있다)

착봉소비에 덮은 개포와 펀칭의 뒤쪽 귀퉁이를 약간 접어 열어 줘 공기소통을 원활하도록 한다. 원활한 환기소통은 봉군의 습기 및 탄산가스 배출이 원활하다.

(마) 월동포장시 유의할 점 : 월동봉군을 벌통 바닥서부터 뒤로 휘둘러 소문 위까지 덮어 주는 예가 있는데, 이 경우 내외기온 격차로 생기는 결로현상이 계속되어 봉군에 습도조절이 불가능해 봉군에 해롭다. 보온 못지 않게 환기문제 개선이 중요하다. 월동 중의 보온에 너무 치중할 필요 없이 군세에 따라 보온설치를 가감해 줄 필요가 있으며, 사양관리자 생각에 약간 추울 것 같은 감이 들 정도, 봉구온 변화를 줄이는 방법을 강구하는 것이 월동이 성적이 좋은 편이다.

(3) 스티로폴재를 이용한 월동포장의 예[23)]

(가) 지면에 건축용 블록을 놓은 위에 합판을 얹은 위에 벌통을 안치시켜 놓는다. 벌통과 바닥 사이는 25㎝ 정도 떠 있는 상태가 된다.

(나) 벌통 내부 양옆에 공소비와 사양기를 빼내고 그 자리에 스티로폴을 대고, 착봉소비와 닿는 스티로폴판과 소비 사이에는 얇은 합판을 대주어 스티로폴을 갉아 내는 것을 방지한다. 개포 위에 담요 두장 덮는다.

(다) 벌통 외부 뒷면과 바닥에 스티로폴을 대고 이것을 여름까지 사용한다.

(라) 벌통 앞에는 아무 것도 대지 않고 그대로 두며, 벌통뚜껑 위에는 두께 50㎜의 스티로폴을 덮어둔다.

(4) 과보호 월동포장은 절대 금물

(가) 충청도와 경기도 남부지방 기온에서 큰 나무 그늘 밑에다 봉군 월동, 봉군 바닥에 솔잎을 깔고 펀칭과 볏짚을 두줄로 감싸 외기를 차단시켰을 때가 가장 월동 성적이 좋았고 봄벌 관리시에도 벌통 바닥을 통해 공기 소통이 가능하도록 했다.[24)]

(나) 벌통 바닥엔 볏짚 한단 깔고, 벌통 주위에 펀칭을 1 2겹 덮어주는 것으로 끝낼 정도만 가지고도 월동성적이 양호했으며 과잉 포장은 금물이다.[25)]

(다) 벌통 바닥엔 볏짚을 깔고 벌통 내부 바닥에 신문지나 종이박스를 깔아 습기를 예방토록 한다. 특히 월동봉군 주위에 피복한 포장 상태가 공기유통이 원활하게 하고 소문은 2- 3㎝ 정도 열어 준다.[26)]

(라) 11월 하순부터 12월 초순경에 벌통을 볏짚으로 보온처리하면서 봉군 주위에는 어둡게 하여 월동 중 체력소모를 적게 한다. 15 20일 간격으로 월동봉장을 살펴보아 소문 앞을 청소해 주고 있다. 과보호 보온보다는 온도변화를 최소화할 정도의 보온과 환기소통을 원활케 하는 것이

---

23)이호연(68세 ; 부산시 북구 만덕2동 877- 15) 경력 10년, 20군 사양
24)조시종(42세 ; 부산시 남구 용호3동 375- 64) 경력 16년, 200군 사양
25)조균환(44세 ; 경남 산청군 삼장면 대포리 306), 경력 20년, 200군 사양
26)홍석우(62세 ; 경남 진주시 장대동 94- 9), 경력 30년, 300군 사양

가장 중요하다.[27]

나. 이른봄보온포장

첫 내검 후로 이른봄사양관리에 진입한 단계부터는 월동포장을 기초로 부족한 보온 효과를 보완해 주면 된다. 보온은 주로 봉군의 착봉밀도 강화를 중심으로 보온 유지하도록 한다. 주야간 기온차를 감안하여 외기온 10℃이상 오르게 되는 날에는 펀칭을 소문 위 3㎝ 정도로 걷어 내고 야간에는 지면까지 내려 봉군 전체를 감싼 형태로 한다.

여기서 주의 할 점은 이른 봄철엔 건조한 기후가 자주 찾아오므로 봉군 내외부간 환기 소통을 원활히 이뤄지도록 각별히 주의해야 한다. 만일 건조한 기후가 지속될 경우 소문 앞 땅바닥에 물을 흠뻑 부려 촉촉하게 한 후 펀칭가리개를 내려 주어 야간의 건조 환경을 개선토록 특별한 배려가 필요하다.

이러한 이른봄 보온관리는 4월 중순경 봉군이 5 6매(장) 벌이 될 때까지 필요하다. 비가 오거나 바람이 부는 날엔 앞에 가린 보온덮개를 열어 주지 않는데 상황에 따라 어느 정도 조정해 열어 줘야 좋은지 판단을 잘 하여야 한다.

제3절 종합적 방안

양봉산업이 발전할 수 있는 자원은 풍부한 밀원에 있으며, 우리나라의 경우 70년대까지만 해도 3대 밀원이라 하여 4월의 유채꽃, 5월의 아카시아 꽃, 7-8월의 싸리 꽃 등 봄철부터 가을까지 계속 이어지는 밀원에 의해서 안정적인 양봉업이 가능하여 농가 소득 증대에 큰 몫을 차지하였다. 그러나 70년대 후반부터 산림이 울창해 지면서 싸리나무가 줄어들고 또 80년대에 와서는 제주도·전남 남해안 지방에서 경작되던 유채 재배 면적이 자취를 감추게 된 오늘날 아카시아 나무림 하나만 남아 우리 양봉산업의 생산기반이 돼 주고 있다.

---

27)염우진(43세 ; 충북 옥천군 안남면 연주리) 경력 13년, 60군 사양

전국에 걸쳐 5월10일 전후부터 시작되는 아카시아 유밀기에 맞춰 봄벌을 적극적으로 늘려 나가는 촉성번식 위주의 봉군사양 기법으로 변화된 오늘날의 한국형 양봉과 같은 유형은 세계 어느 나라에도 찾아볼 수 없는 독특한 방식이라 할 수 있을 것이다.

그래서 양봉농가들은 2-3월 월동봉군 포장을 풀고 내검-봉군 재편 등으로 촉박한 기간 동안 약군을 강군으로 번식시키는 방법을 강구하는 과정에서 지나칠 정도로 무리한 사양관리 방법을 동원하게 되었고, 또 사양관리자의 사고방식으로 꿀벌의 생리·생태적 관점과는 거리가 먼 꿀벌을 강제로 다루는 예를 흔히 볼 수 있다.

그 예로는 부적절한 기후조건에서 봉군을 관리하다 보니 과보호 보온포장을 하고 필요한 경우 전기가온 시설 등 이로 인해 나타나는 증상은 봉군의 내외부 공기소통(환기순환)을 방해하여 봉군의 건조 상태 또는 과습한 환경을 만들어 득 보다는 피해를 보는 예가 많고, 대용화분과 식량급이 때마다 불필요한 수많은 종류의 약제 또는 영양제 등을 혼합 사용하는 일, 질병 방제에 적절한 시기가 아닌데도 무분별한 약제 남용으로 병충해 내성 및 봉군의 스트레스 누증시켜 복합적인 부작용을 낳게 하고 방제비용 부담이 크게 늘고 있다. 또 과다한 량의 식량급이로 불량꿀을 양산하여 양봉업의 신뢰도를 떨어뜨리는 일, 봉군을 다룸에 있어서도 거친 동작으로 봉군을 놀라게 하는 등등의 사례들 모두가 꿀벌을 다루는 기본적인 원칙에 벗어난 강압적 관리 수단이라 할 수 있다.

무리한 사양관리 방법을 동원하게 된 근래에 양봉 현장에서 흔히 볼 수 있는 꿀벌 질병으로 양봉농가들은 병충해 분류를 비슷한 증상별로 부저병(아메리카부저병·유럽부저병·봉아부패병), 꿀벌응애류(꿀벌응애·중국가시응애), 백묵병, 노제마병, 기타 설사병 등으로만 간단히 묶어 부르고 있다. 봉군 사양관리자들은 이들 질병의 조기 발견과 적절한 구제약 선택, 적절한 치료 방법들을 나름대로 강구하고 있으나 문제는 예방·치료의 적기를 놓쳐 반복된 약제사용이 연중 계속되는 농가 부담이 늘고 있다. 꿀벌질병 예방·치료에 가장 주효한 시기 선택이 중요함에도 대부분의 양봉농가

들은 약품 구제에 너무 의존하고 구제약제 선택에서도 사용에 편리한 제품 일변도로 매년 똑같은 제품, 반복된 약제 구제로 방제 효과를 보지 못한 채 시판약의 효능만을 의심하고 있다.

다행히 '94년부터 계속하여 정부의 꿀벌응애류 방제사업[28]이 실시됨으로 인해 어느 정도 농가 부담을 덜어 주기는 했으나 방역시행청 각 시·도별로 각각 다른 시점에 농가에 약품이 배분됨으로써 전국 동시다발적 방제의 효율성을 잃고 있다. 정부의 꿀벌방역 사업이 전개되면서 양봉농가 방제비용 부담을 덜고 방역의 경각심을 불러 일으켜 문제 해소에 상당한 기여와 성과를 거두고 있다.

우리나라의 밀원조건에 의해서 이른 봄철의 악천후 기후와 싸워 가면서 봉군을 육성 관리하는 불가피한 상황이라 하더라도 가능하면 꿀벌의 생리에 맞는, 자연에 순응시키는 방법을 존중, 무리한 사양방법은 피해야 한다.

---

28) 정부의 꿀벌방역사업 시행 내역 : 1994년 꿀벌응애류방제에 120,000천원/개량종꿀벌 30만군, 1995년 꿀벌응애류방제에 240,000천원/개량종꿀벌 60만군, 1996년 꿀벌응애류방제에 420,000천원/개량종꿀벌 70만군, 1997년 꿀벌응애류방제 1,229,500천원/개량종꿀벌 60만군 등.

제 6 장 참 고 문 헌

Anon (1947-1980). *Survey of bee health and bee-keeping in England and Wales. Annual Pubication.* Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, London.

Bailey, L. (1963). The habitat of *Bacterium eurydice. Journal of General Microbiology,* 31,147-150.

Bailey, L. (1976). *Viruses attacking the honey bee. Advances in Virus Research,* 20,271-304.

Bailey, L., Carpenter, J.M. and Woods, R.D. (1981). Properties of a filamentous virus of the honey bee (*Apis mellifera). Virology,* 114,1-7.

Bailey, L. (1981) "Honey Bee pathology" Academic press, London/New York.

Bailey, L. and Ball, B.V. (1991) "Honey bee pathology" Academic press, London/New York.

Bradbear, N. (1988). World distribution of major honeybee diseases and pests. *Bee World,* 69,15-39.

Bullamore, G.W. and Maldon, W. (1912). Report on the Isle of Wight disease. *Journal of the Board of Agriculture and Fisheries, London,* 19, Supplement 8, Sections 2 and 3.

Calderone, N. W., H. Shimanuki and G. Allen-Wardell. 1994. An in vitro evaluation of botanical compounds for the control of the honeybee pathogen, *Bacillus larvae* and *Ascosphaera apis*, and the secondary invador *B. alvei*. *J. Essect. Oil. Res.* 6: 279-287.

Cheng, T.C. : The biology of animal parasites. Saurders Co., Philadelphia and London (1964) p.141.

Choi, S. Y. and K. S. Woo. 1974. Studies on the bionomics of the bee mite (*Varroa jacibsoni* Oudermans) and its chemical control(II). Res. Rep. Off. Rural Dev. Suwon, Korea 16(Livestock pp 69 76.) (In Korea)

Delfinado-Baker, M. and K. Aggarwal. 1982. A new species of *Tropilaelaps* parasitic on honey bees. Am. Bee J. 122 : 416 417.

Delfinado-Baker, M., E. W. Baker and K. Aggarwal. 1987. A new *Varroa*(Acari : Varroidae) from the nest of *Apis cerana* (Apidae). Int'l. J. Acarol. 13 : 233 237.

Fantham, H.B.m Porter, A. and Richardson, L.R. (1941). Some microsporidia found in certain fishes and insects in eastern Canada. *Parasitology*, 38,186-208.

Farrar, C.L. (1947). Nosema losses in package bees as related to queen supersedure and honey yields. *Journal cf Economic Entomology*, 40,333-338.

Flores-Serrano, J. M., F. Puerta-Puerta, M. Bustos-Ruiz, F.

Padilla-Alvares, A. Jimenez-Jimenez, and F. Trocoli-Garcia. 1995. The effect of trichloroisocyanuric acid on the germination of *Ascosphaera apis*. *Revista Iberoamericana de Micologia.* 12(2): 49-51.

Foote, H.L. : Nosema disease of honey bees. Am. Bee. J. (1968) 108:16.

Furgala, B. : The effect of the intensity of Nosema inoculum on queen supercedure in the honey bee, *Apis mellifera* Linnaeus. J. Insect Pathol. (1962) 4:429.

Haragsim. O., K. Sa. Sinak and E. Vobrazkova. 1978. The mites inhabiting the beehives in C.S.R. Z. and Ent. 87: 52 67.

Haseman, L. (1961). How long can spores of American foulbrood live? *American Bee Journal,* 101-298-299.

Heath, L. A. F. 1982. Development of chalkbrood in a honeybee cology: a review. *Bee World*. 63: 119-130.

Herbert, E. W. Jr., D. J. Chitwood and H. Shimanuki. 1986. The effect of a candidate compound on chalkbrood disease in New Jersey. *Amer. Bee. Jour.* 126: 258-259.

Hitchcock, J.D. : Nosema infections in honey bees at different humidities. Am. Bee J. (1970) 110:180.

Hornitzky, M.A.Z. and Karlovskis, S. (1989). A culture technique for the detection of *Bacillus larvae* in honey bees. *Journal cf Apicultural*

Research, 28,118-120.

Ibragimov, R.P. (1958). [Testing drugs in the trement of American Foulbrood]. *Pchelovodstvo*, (35), 44-48.

Irzyk, J. and Skrobut, J. (1987). Bee disease occuring in the suwalki district in 1980-1985, Zycie waterynaryjne, 62(6):175-177.

Jay, S.C. (1966). A survey of Nosema disease in package bees, queens, and attendant bees entering Manitoba (1963-1966). *Proceedings of the Entomological Society of Manitoba*, 22,61-64.

Jimenez, M. I., M. P. Aguar, V. Olmo, A. Galiano, A. Soria and A. R. Martinez-Fernandez. 1994. In vitro antifungal acticity of IQB-863-F, amphotericin B and other imidazole derivatives in front of *Ascosphaera apis*. *Revista Iberoamericana de Micologia*. 11(1): 7-9.

Koenig, J. P., G. M. Boush and E. H. Jr. Erickson. 1987. Isolation of the chalkbrood pathogen, *Ascosphaera apis* from honeybee (*Apis mellifera)* surface, pollen loads, and a water source. *Amer. Bee. Jour.* 127: 581-583.

Metheson, A.(1992). Sttategies for the prevention and control of American foulbrood. American Bee Journal, 132:399-402.

Moeller, F.E. : Nosema disease control in package bees. Am. Bee J. (1962) 102-390.

Morse,R.A. and R. Nowogrodzki (1990). Honey Bee Pests,Predators, and Diseases,Cornell University Press, Ithaca and London.

Noble, E.R. and Boble, G.A. : Parasitology, The biology of animal parasities. 2ed Lea & Fibiger. (1964) p.138.

Olsen, P.e., and Grant, G.A., Nelson, D.L. and Rice, W.A. (1990) Detection of American foulbrood disease of the honebee, using a monoclonal antibody apecific to Bacillus larvae in an enzyme-linked immunosorbent assay. Canadian Journal of Microbiology, 36(10):732-735-

Ratnieks, F.L.W.(1992). American foulbrood : The spread and control of an important disease of the honey bee. Bee world, 73(4): 177-191.

Rothenbuhler, W.C. (1958). Genetics and breeding of the honey-bee. *Annual Review cf Entomology,* 3,161-180.

Wenyon, C.M. : Protozoology. Vol. I. Bailleiere, Tindall and Cox, London (1926) p.740.

Woo, K. S. 1992. Warning! The occurrence of new honeybee mite Varroa underwoodi from Korea. AAA. Newsletter, Supl. 2 : 5 6.

Woyke, J. 1987. Length of stay of the parasitic mite Tropilaelaps outside sealed honeybee brood cells a basis for its effective control. J. Apic. Res. 26 : 104 109.

국립동물검역소. 1995. 동물검역연보

국제수역사무국(OIE) : 국제동물위생규약(Ⅱ) 제3.8편 꿀벌의 질병 (농림부)

국제수역사무국(OIE) : 꿀벌질병진단방법 및 예방약지침(Ⅱ) B74 78 (농림부)

기상청발표 기상통계자료(1997) : 1961 1990(30년) 평년기후값 등

김병호 (1972). 新養蜂學,선진문화사농림부 기타가축통계. (1996) : 1996년말 현재 꿀벌 농가호수 및 사양군수

서종복, 진병래, 강석권. 1995. 국내 및 수입 중국벌에서 백묵병원균 (*Ascosphaera apis*)의 분리와 프로피온산의 방제 효과. 한국양봉학회지. 10(1): 11- 18.

우건석, 이종호. 1993. 우리나라 꿀벌과 벌통에 서식하는 응애류에 관한 연구 Ⅰ. 한국양봉학회지. 8 : 140 156.

우건석, 조광선, 유영수. 1994. 꿀벌에 기생하는 응애에 의한 피해 실태 조사 분석. 한국양봉학회지. 9 : 33 39.

이인기, 서종복, 진병래, 우수동, 강석권. 1996. 꿀벌 백묵병원균 (*Ascosphaera apis*) 방제를 위한 TCA 처리 효과. 한국양봉학회지. 11(2): 97- 103.

장영덕, 우건석, 이형래. 1993. 꿀벌기생성응애의 분류, 생태 및 방제에 관

한 연구. 한국양봉학회지. 8 : 35 47.

조도행. 1994. 양봉사계절 관리법 (오성출판사)

최승윤, 우건석, 김영수. 1986. 꿀벌응애에 관한 설문조사 및 분석. 한국양봉학회지 1 : 62 75.

최승윤. 1976. 신제양봉학 (집현사)

최승윤. 1985. 양봉학 (한국방송통신대학)

최승윤. 1987. 양봉·꿀벌과 벌통 (오성출판사)

한국양봉과학연구소. 1997. '97 동계양봉대학교재

한국양봉협회. (1985 1997) : 양봉협회보

주 의

1. 이 보고서는 농림부에서 시행한 농림수산특정연구사업의 연구보고서입니다.

2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림수산부에서 시
행한 농림수산특정연구사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다