

최 종
연구보고서

우량 종봉 육성 및 보급 기술 확립에 관한 연구

Selection and propagation of superior
honey-bee colonies of *Apis mellifera* in Korea

연 구 기 관
경 북 대 학 교

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “우량 종봉 육성 및 보급 기술 확립에 관한 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2002년 11월 19일

주관연구기관명: 경북대학교

총괄연구책임자: 최 광 수

연 구 원: 정 해 운

연 구 원: 심 용 구

연 구 원: 차 용 호

요 약 문

I. 제 목

우량 증봉 육성 및 보급 기술 확립에 관한 연구

II. 연구 개발의 목적 및 필요성

1. 목적

본 연구는 여왕벌의 능력검정 및 선발 기술을 확립하여 꿀벌의 봉산물 생산능력을 개량하고 우리 나라의 양봉 산업 발전에 기여코자 수행되었다.

2. 필요성

가. 양봉가의 대부분은 자연분봉으로 꿀벌을 증식하기 때문에 봉군은 봉세가 약하고 채밀량이 적은 방향으로 유전변이가 이루어졌다. 따라서 분봉성이 약하여 봉세가 강하고 질병에 저항성이 있으며 채밀능력이 우수한 봉군을 생산하기 위하여는 능력검정에 의한 우량한 육종여왕벌을 생산하여야 하기 때문에 여왕벌의 능력검정 및 선발 기술이 필요하다.

나. 우량 증봉 육성 및 보급 기술은 벌꿀·화분·왕유 및 봉교 등 봉산물의 안정적 공급과 효율적인 증산을 위하여 필요하다. 그리고 또한 봉산물의 수요를 충족하기 위하여 수입되는 봉산물과 봉군에 대한 대응책으로서 증봉 육성 및 보급 기술 확립이 필요하다.

다. 우량 증봉이 육성 보급되어 계상군 사양 농가가 증가하게 되면, 완전히 숙성된 벌꿀을 얻을 수 있어 양질의 벌꿀을 생산할 수 있을 뿐만 아니라 채밀 회수도 연간 1회로 단축되어서 양봉 농가의 노동력 절감에도 기여할 수 있다.

III. 연구 개발의 내용 및 범위

1. 서양종 봉군에 대하여 월동능력, 산란능력, 계상설치율, 분봉성 및 채밀량 등 능력검정을 실시하여 우량 여왕벌을 선발하고, 선발된 우량 여왕벌로부터 인공육성 방법으로 미검정 여왕벌 봉군을 생산한다.

2. 미검정 여왕벌을 교배시켜 생산된 후대 일벌의 체색과 형태를 관찰하여 동일 품종의 수벌과 교배되었다고 판정된 검정여왕벌을 선발한다.
3. 검정여왕벌 봉군을 대상으로 산란능력, 내병성, 채밀량 등 능력검정을 실시하고, 검정여왕벌 봉군에 대한 능력검정 결과 능력이 우수하다고 판정된 검정선발여왕벌과 육종 여왕벌을 선발한다.
4. 육종여왕벌로부터 미검정여왕벌을 생산하여 육종여왕벌을 선발하는 과정을 반복함으로써 봉군의 능력을 개량시킨다.
5. 여왕벌에 대한 능력검정 및 선발을 통하여, 아까시나무 유밀기간 중의 군당 평균 채밀량을 1년차에서는 14kg에서 15kg으로, 2년차에서는 15kg에서 24kg으로, 그리고 3년차에서는 24kg에서 30kg으로 향상시킨다.

IV. 연구 개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구 결과

본 연구는 여왕벌의 능력검정 및 선발 기술을 확립하기 위하여 1999년 11월부터 2002년 11월까지 상주시 내서면 능암리 산 246번지에 있는 양봉장에서 서양종 봉군(*Apis mellifera*)을 대상으로 실시되었는데, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

가. 1999~2000 월동 기간 중 월동 전·후의 벌통 무게는 $22.6 \pm 2.6\text{kg}$ 와 $20.1 \pm 2.6\text{kg}$ 로서 월동기간 중 벌통 무게 감소량은 $2.5 \pm 0.7\text{kg}$ 였다. 그러나 2001~2002 월동 기간 중 선발 봉군의 월동 전 무게는 $29.0 \pm 5.5\text{kg}$ 그리고 월동 후 무게는 $25.9 \pm 5.6\text{kg}$ 으로 월동능력이 향상되었다.

나. 산란능력을 나타내는 벌 밀집소비매수는 2000년 4월 30일에 4.9 ± 2.3 매였으나 2002년 4월 26일에는 9.1 ± 4.3 매로 증가되었고, 계상설치율도 2000년에는 50%였으나 2002년에는 82.5%로 향상되었다.

다. 분봉성을 나타내는 군당 평균 왕대형성수는 2000년에 8.7 ± 8.5 개였으나 2002년에는

2.4±2.3개로 분봉성이 억제되었고, 아카시 유밀기에 있어서 군당 평균 채밀량은 2000년에는 14.5±8.6kg이었으나 2002년에는 30.3±12.4kg으로 향상되었다.

2. 활용에 대한 건의

우리 나라에는 꿀벌 개량을 담당하는 기관도 없고 개량사업도 없는 실정이다. 여왕벌에 대한 능력검정을 실시하여 우량 여왕벌을 생산 공급한다면 봉산물의 품질 향상 및 양적 증가로 양봉농가의 소득이 증가될 뿐만 아니라 봉산물 봉군의 수입에도 대응할 수 있기 때문에 여왕벌 능력검정소(Queen-Bee Performance-Testing Station)의 설치 운영을 건의함.

SUMMARY

I. Title

Selection and propagation of superior honey-bee colonies of *Apis mellifera* in Korea

II. Objective and Background

1. Objective

This study was performed to establish the methods for performance test and selection of superior queen-bees for improvement in apicultural productivity and contribution to apicultural industry in Korea.

2. Background

1) The genetic trait of honeybee has been changed toward forming the small colony and low honey yield because most of the beekeepers have been raising honeybees with a natural swarming. Accordingly, the performance tests and screening methods for queen-bees should be developed to produce superior honeybee colonies with dense population, disease-resistant and high honey yield.

2) The development and propagation of superior breeding queen-bees is needed for continuous supplying and to increase productivity of apicultural products as honey, pollen, royal jelly, and propolis. Therefore, to meet the demand of the apicultural products, this project will serve as a countermeasure against the increasing imports of honeybee colonies and honeybee products.

3) The development and propagation of superior breeding queen-bees will contribute

to the expansion of supers beekeepers that produce high quality honey, and reduce the labor cost through less frequencies of extracting honey.

III. Scope and contents of the study

1) The superior queen-bee of *Apis mellifera* species is selected by evaluating colonies' performance including wintering ability, colony population, rate of making supers, swarming tendency, and honey yield. This selected queen-bee is used for the production of untested queens by grafting method.

2) The untested queens are mated and produce their progenies. By observing the body color and shape of the produced progenies, the tested queens which are found to be mated with drone bees of same species are selected from the untested queens.

3) The performances including colony population, disease-resistant, and honey yield are evaluated for colonies of tested queens. Based on the evaluation data, select-tested queens and breeding queens are selected.

4) Selection processes for breeding queens are repeated to improve the colony performances.

5) Through the selection of superior queens, average honey yield per colony during the nectar flowing season of black locust, *Robinia pseudoacacia* is increased from 14 kg to 15 kg for the first year, from 15 kg to 24 kg for second year, and from 24 kg to 30 kg for the third year.

IV. Results and recommendation

1. Results

The study was conducted to establish the methods of performance tests and selection of honeybee queens using *Apis mellifera* from November 1999 to November 2002 at the apiary sited in Sanju, Kyungbook, Korea.

The results of performance tests on the honeybee colonies are summarized as follows;

1) The colony weights measured before and after wintering in 1999~2000 were averaged 22.6 ± 2.6 kg and 20.1 ± 2.6 kg, respectively. During 2001~2002 winter season, the weights of selected colonies before and after wintering were 29.0 ± 5.5 kg and 25.9 ± 5.6 kg, respectively, showing improved wintering ability.

2) The number of combs well covered with honey-bees, an indicator of reproductive capability of the queen-bee, was increased from 4.9 ± 2.3 to 9.1 ± 4.3 during the period of April 30th, 2000 to April 26th, 2002, respectively. The rate of making supers was increased from 50% to 82.5% during the period of May 11th, 2000 to May 10th, 2002, respectively.

3) The average number of queen cells per colony, an indicator of swarming tendency, was decreased from 8.7 ± 8.5 to 2.4 ± 2.3 during the swarming season of 2000 to the swarming season of 2002, respectively, implicating reduced swarming tendency. The honey yield per colony in the nectar flowing season of black locust was improved from 14.5 ± 8.6 kg to 30.3 ± 12.4 kg during the year from 2000 to 2002, respectively.

2. Recommendation

There is neither research institute nor program committed to the improvement of

honeybee colonies in Korea. The foundation and operation of Queen-Bee Performance Testing Station is strongly recommended because breeding of superior queen-bees will contribute to increased production and quality of honeybee products, increased income of beekeepers, and successful competition with imported honeybee products.

CONTENTS

Chapter 1. Introduction

1. Goal of the research
2. General background
 - 1) Technical view point
 - 2) Economical and industrial view point
 - 3) Social and cultural view point
3. Scope of the research
 - 1) Scope of the research in the years of 1999 to 2000
 - 2) Scope of the research in the years of 2000 to 2001
 - 3) Scope of the research in the years of 2001 to 2002

Chapter 2. The present status of queen-bee breeding in the domestic and foreign countries.

1. Queen-bee breeding in Korea
2. Queen-bee breeding in the foreign countries

Chapter 3. Methods and results

1. Performance tests and selection of honey-bee queens in the years of 1999 to 2000
 - 1) Research methods
 - 2) Research results
2. Performance tests and selection of honey-bee queens in the years of 2000 to 2001
 - 1) Research methods
 - 2) Research results
3. Performance tests and selection of honey-bee queens in the years of 2001 to 2002
 - 1) Research methods
 - 2) Research results
4. Changes of trait means by selection of honey-bee queens

Chapter 4. Self evaluation accomplishment and contribution of the research to the related fields

1. Self evaluation accomplishment
2. Contribution of the research to the related fields

Chapter 5. Utilization of the research results

Chapter 6. The scientific and technical information obtained abroad in conducting the research

Chapter 7. References

목 차

제 1 장 연구개발 과제의 개요

제 1 절 연구 개발의 목적

제 2 절 연구 개발의 필요성

1. 기술적 측면
2. 경제·산업적 측면
3. 사회·문화적 측면

제 3 절 연구 개발의 범위

1. 1차년도 연구 개발의 범위
2. 2차년도 연구 개발의 범위
3. 3차년도 연구 개발의 범위

제 2 장 국내외 기술 개발 현황

제 1 절 국외 기술 개발 현황

제 2 절 국내 기술 개발 현황

제 3 장 연구 개발 수행 내용 및 결과

제 1 절 1999~2000년도 여왕벌의 능력 검정과 선발

1. 연구 수행 방법
 - 가. 공시 재료
 - 나. 능력검정방법
2. 연구 결과
 - 가. 월동능력
 - 나. 산란능력
 - 다. 계상설치율
 - 라. 내병성
 - 마. 온순성
 - 바. 분봉성
 - 사. 채밀능력

아. 여왕벌 선발

제 2 절 2000~2001년도 여왕벌의 능력 검정과 선발

1. 연구 수행 방법

가. 공시 재료

나. 능력검정방법

2. 연구 결과

가. 월동능력

나. 산란능력

다. 계상설치율

라. 내병성

마. 온순성

바. 분봉성

사. 채밀능력

아. 여왕벌 선발

제 3 절 2001~2002년도 여왕벌의 능력 검정과 선발

1. 연구 수행 방법

가. 공시 재료

나. 능력검정방법

2. 연구 결과

가. 월동능력

나. 산란능력

다. 계상설치율

라. 내병성

마. 온순성

바. 분봉성

사. 채밀능력

아. 여왕벌 선발

제 4 절 여왕벌 선발에 의한 형질 평균의 변화

제 4 장 목표 달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 목표 달성도

1. 월동능력
2. 계상설치율, 분봉성 및 내병성
3. 채밀량

제 2 절 관련 분야에의 기여도

제 5 장 연구 개발 결과의 활용 계획

제 6 장 연구 개발 과정에 수집한 해외과학기술정보

제 7 장 참고 문헌

제 1 장 연구개발 과제의 개요

제 1 절 연구 개발의 목적

하나의 봉군에는 한 마리의 여왕벌이 봉군을 증식시키기 때문에 우량 종봉 육성 보급은 바로 우량 여왕벌 육성 보급과 직결된다. 우량 여왕벌이란 첫째 우량한 어미 여왕벌이 산란한 알로부터 육성되어야 하고, 둘째 우량한 수필과 교배된 것이어야 하며, 셋째 유충 때 충분한 영양을 공급받고서 육성된 여왕벌을 말한다. Laidlaw(1985)는 여왕벌을 검정 및 선발 단계에 따라 다음의 4가지로 분류하여 여왕벌의 능력검정 및 선발의 기초를 확립하였는데, 미검정 여왕벌(untested queens)은 육성된 후 교배상에 유입되어 산란 중에 있는 여왕벌을 말하고, 검정여왕벌(tested queens)은 미검정여왕벌이 생산한 일벌의 체색 등을 관찰하여 동일 품종의 수필과 교배되었다고 판정된 여왕벌을 말한다. 그리고 검정선발여왕벌(select-tested queens)은 검정여왕벌 가운데서 한 계절에 걸쳐 채밀량 등 각종 형질에 대하여 능력검정을 실시한 결과 능력이 우수하다고 판정되어 선발된 여왕벌을 말하며, 육종여왕벌(breeding queens)이란 한 계절 또는 두 계절에 걸쳐 검정선발된 여왕벌 가운데서 능력이 아주 우수하여 종봉장에서 육종용으로 이용하기 위하여 선발된 여왕벌을 말한다.

그러나 우리 나라는 여왕벌의 능력검정 및 선발 기술 부족으로 대부분의 양봉가는 자연 분봉 또는 인공분봉에 의하여 봉군을 증식하고 있는 바, 미검정여왕벌은 있어도 검정여왕벌과 검정선발여왕벌이 없음은 물론 육종여왕벌도 없는 실정이다

종봉 개량에 관련되는 중요한 형질은 산란능력(産卵能力)·수밀능력(收蜜能力)·분봉억제성(分蜂抑制性)·내병성(耐病性) 및 월동능력(越冬能力) 등으로(최, 1990), 이들 형질은 모두 양적형질(量的形質)로서 여왕벌 선발에 의하여 유전적으로 개량될 수 있음에도 불구하고 우리 나라에서는 지금까지 이들 형질에 대한 과학적인 선발육종이 행하여지지 못하고 있다.

우리 나라에서는 1985년에 미국과 캐나다 등지로부터 여왕벌을 도입하여 새로운 계통 및 품종 육성에 필요한 기초 연구를 시도하였으나(최, 1986) 그 성과는 보고된 바 없다. 그러나 우리 나라에서도 1989년부터 1992년까지 4개년에 걸쳐 여왕벌의 능력검정 및 선발 시험을 수행한 결과, 비록 공시 봉군수는 11~13개군에 불과하였으나 아까시나무 유밀기에 한하여 조사된 군당 평균 채밀량은 1989년에 14.5kg, 1990년에 14.9kg, 1991년에 24.1kg 그리고 1992년에는 27.8kg으로(최와 박, 1990; 최 등, 1991a; 최 등, 1991b; 최와 신 1993) 우량 종봉

육성의 가능성을 제시하고 있다.

외국에 있어서 꿀벌 품종 개량사업은 아주 활발하다. 이스라엘에서는 1948년 이탈리아종이 도입된 이후 선발육종에 의하여 10년 동안에 벌꿀 생산량이 30% 향상되었으며, 능력검정과 선발에 의하여 군당 평균 벌꿀 생산량이 1962년에 33.9kg에서 1973년에는 65.3kg으로 증가되었다(Bar-Cohen 등, 1978).

캐나다에서는 3세대 동안 선발을 행하였던 바 선발군은 대조군에 비하여 채밀량이 46.3-56.3% 증가되었으며(Rinderer, 1986), 각종 단기검정 방법과 실험실검정 방법을 연구하여 이용하고 있다(Szabo, 1982; Milne, 1985).

미국에서는 1951년부터 근교계통과 교잡종을 대상으로 수밀능력 향상과 미국 부저병에 대한 저항성계통 육성을 위한 선발육종사업을 실시하였는데, 교배조합에 따른 채밀량 차이는 지역에 따라서 59-149lbs, 또는 93-226lbs 이었으며(USDA, 1976), 최근에는 미국 부저병 및 석고병에 대한 저항성 계통이 육종되었다고 보고하였다(Taber, 1982; Taber와 Gilliam, 1987).

Sammataro와 Avitabile(1998)은 여왕벌 육성에 성공하기 위한 조건으로서 충분한 어린 일벌과 20lbs 이상의 저밀, 충분한 화분과 사양, 14일령 이상된 많은 수의 수필과 우수한 여왕벌(superior queen mothers) 등을 들고 있으며, Caron(1999)은 생산성이 높고 온순한 봉군을 확보하기 위하여는 한 계통(strain)으로부터 여왕벌을 육성하여야 한다고 지적하였다.

본 연구는 여왕벌의 능력검정 및 선발 기술을 확립하여 꿀벌 육종에 필요한 자료를 제공함으로써 우리 나라의 양봉 산업 발전에 기여코자 수행되었다.

제 2 절 연구 개발의 필요성

1. 기술적 측면

꿀벌은 벌꿀을 비롯하여 화분(花粉)·왕유(王乳, royal jelly)·봉고(蜂膠, propolis) 및 봉독(蜂毒, venom) 등 우리에게 필요한 건강식품과 의약품을 생산하여 즐뿐만 아니라 화분매개 작용으로 농산물의 수량 증대와 품질 향상에 필요 불가결한 유익한 곤충이기 때문에 우량 종봉(種蜂)을 육성 보급하는 일은 양봉산업 및 화분매개농업의 발전을 위하여 필요한 사업이다. 그럼에도 불구하고 우리 나라에서는 지금까지도 우량 종봉 육성 보급 사업이 없는 실

정이다.

하나의 봉군에는 한 마리의 여왕벌이 있어서 봉군을 증식시키기 때문에 우량 종봉 육성 보급은 바로 우량 여왕벌 육성 보급과 직결된다. 더욱이 여왕벌은 염색체 수가 2n인 이배체(二倍體, diploid)인데, 반하여 수필은 염색체 수가 n인 반수체(半數體, haploid)로서 우량 여왕벌을 육성하여 보급하는 것은 바로 우량 수필을 생산 증식하는 것이 되기 때문에 우량 여왕벌을 육성 보급하는 것은 바로 종봉 개량의 요체가 된다(Rinderer, 1986).

종봉 개량에 관련되는 중요한 형질은 산란능력(産卵能力)·수밀능력(收蜜能力)·분봉억제성(分蜂抑制性)·내병성(耐病性) 및 월동능력(越冬能力) 등으로(최, 1990), 이들 형질은 모두 양적형질(量的形質)로서 여왕벌 선발에 의하여 유전적으로 개량될 수 있음에도 불구하고 우리 나라에서는 지금까지 이들 형질에 대한 과학적인 선발육종이 행하여지지 못하고 있다. 특히 분봉억제성의 경우는 대부분의 양봉가가 자연분봉군(自然分蜂群)을 수용하는 방법으로 봉군을 증식하여 왔기 때문에 오히려 분봉성이 강한 봉군으로 선발되어서 봉세(蜂勢)는 약해지고 채밀량(採蜜量)이 감소되는 방향으로 유전변이가 초래되어 양봉가에게 불이익을 주고 있는 실정이다.

또한 우리 나라에서는 아까시나무를 제외하고는 밀원자원이 풍족하지 못하고 부저병·석고병 및 꿀벌응애 등 질병에 효율적으로 대응하지 못하고 있는 실정에서, 아까시나무 유밀기(流蜜期)에 많은 아까시꽃을 채밀하기 위하여서도 질병에 강하고 수밀능력이 우수한 강군을 육성하는 것은 매우 중요한 사업이라고 판단된다.

따라서, 봉세가 강하고 질병에 저항성이 있으며 채밀능력이 우수한 종봉 육성 및 보급 기술을 확립하는 연구는 우리 나라의 양봉산업 및 화분매개농업의 발전을 위하여 필요한 과제이다.

2. 경제·산업적 측면

우리 나라의 양봉가는 양봉산업의 육성 발전을 위하여 현재의 종봉을 보다 우량한 것으로 바꾸기를 원하는 것으로 설문조사(오, 1988)에서 나타났다. 즉 제주도를 중심으로 한 양봉산업의 육성 방안에 대한 설문 조사에서 “양봉농가의 종봉 교체 의사”를 묻는 설문에 대하여 전 응답자의 86%가 교체 의사가 있는 것으로 나타났다. 그리고 종봉 교체 이유에 대하여서는 “응답자의 49%가 채밀력을 높이기 위하여, 16%가 산란능력을 높이기 위하여, 10%가 월동능력이 약해서, 8%가 질병에 약해서 그리고 3%는 분봉성이 강해서” 등의

이유로 종봉을 바꿀 의사가 있는 것으로 응답한 것은 종봉 교체에 의한 우량 종봉 육성 보급의 필요성을 잘 나타내는 것이라고 하겠다.

한국양봉협회에서 발표한 2001년 벌꿀생산량 추계에 의하면 서양종의 군당 벌꿀 생산량은 이동양봉의 경우는 25kg이고 고정 양봉의 경우는 11kg이다. 1996년도 우리 나라에 있어서 연간 군당 벌꿀 생산량은 고정양봉군의 경우는 14.5kg 그리고 이동양봉군의 경우는 23.5kg으로 보고되었다(최, 1998). 또한 1984년부터 1988년까지 5개년 기간 중 연간 군당 벌꿀 생산량 평균치를 주요 외국과 비교하여 보면 우리 나라가 13.9kg으로 아주 낮은데 비하여 일본 22.5kg, 중국 24.5kg, 미국 26.4kg, 호주 49.9kg 그리고 캐나다는 55.8kg 등으로 높은 실정이다(한국양봉협회, 1990).

2001년말 현재 우리 나라에는 1,530,176군의 봉군이 42,666호 농가에서 사육되고 있어 호당 평균 사육 봉군수는 35.9군이라고 한다(농수축산신문, 2002). 1996년말 현재 우리 나라에서는 서양종(*Apis mellifera*)과 동양종(*Apis cerana*)을 모두 합쳐서 719,224군의 봉군이 39,678개 농가에서 8,299M/T의 벌꿀을 생산하였는데(최, 1998), 이를 근거로 계산하여 보면 호당 평균 봉군수는 18.1군이고 또한 연간 군당 평균 벌꿀생산량은 11.5kg으로 계산된다. 비록 봉군 사양 규모가 영세하고 군 당 평균 벌꿀 생산량도 낮은 실정이나, 연간 벌꿀 생산량을 금액으로 환산하면 약 830억원에 해당된다. 봉군 사육 농가 수와 사육 봉군 수는 이후에도 계속 증가되어서 1997년에는 1,005,919군의 봉군이 41,366농가에서 사육되었고, 1998년에는 봉군수가 1,060,681군으로 그리고 사양 농가수는 46,495호로 증가되었다(축협중앙회, 1999).

또한, 우리 나라에서는 국내 증식만으로는 소요되는 봉군 수를 충족하지 못하여 1991년부터 매년 호주 및 뉴질랜드 등지로부터 봉군을 수입하고 있는데, 1997년에는 22,977군의 파운드 별 수입에 \$1,607,353(약 20억원)의 외화가 소요되었다. 호주에서 수입된 꿀벌에 대하여 설문 조사한 결과는 “수밀능력이 양호하다고 응답한 농가가 60%, 분봉열이 적어서 좋았다고 응답한 농가가 66.5%였으나, 내병성에 대하여서는 봉병에 잘 감염되지 않았다고 응답한 농가는 16.5%”에 불과하여, 수입 봉군은 생산능력에 있어서는 우수하나 내병성에 있어서는 우수하지 못함을 나타내고 있다(유와 김, 1991).

따라서 수요가 꾸준히 증가하고 있는 벌꿀·화분·왕유 및 봉교 등 봉산물의 효율적인 증산과 안정적 공급을 위하여 우량 종봉 육성 및 보급 기술 확립이 필요할 뿐만 아니라, 봉군 수입에 대응하기 위하여서도 우량 종봉 육성 및 보급 기술 확립이 필요하다.

3. 사회·문화적 측면

꿀벌은 자연에 흠어져 있는 꽃꿀·꽃가루 및 식물의 진액(津液) 등을 수집하여 우리들에게 필요한 봉산물(蜂産物)을 생산할 뿐만 아니라, 이러한 물질의 수집과정에서 화분매개(花粉媒介) 작용을 통하여 식물의 결실을 도와준다. 꽃꿀·꽃가루 및 식물의 진액(津液) 등은 알맞은 시기에 꿀벌이 수집하지 못하면 없어져 버리는 자연 자원이기 때문에 이들을 수집하여 우리들에게 필요한 건강식품 및 의약품을 생산한다는 것은 자연 자원의 활용 면에서 아주 중요하다. 또한 최근에는 환경 오염으로 인하여 방화곤충(訪花昆蟲)이 부족하게 되어 일부 과수 농가에서는 결실을 위한 인공수분(人工授粉) 작업에 많은 노동력이 소요되기 때문에 우량 종봉 육성 보급으로 방화곤충인 꿀벌을 증식하는 것은 화분매개 농업에 있어서 부족되는 노동력 문제를 해결하기 위하여서도 중요한 사업이다.

꿀벌은 축산법 제2조 1호 및 축산법시행규칙 제2조 3호에 가축으로 정의되어 있다. 그러나 축산법시행규칙 제6조의 개량대상 가축에는 빠져 있을 뿐만 아니라, 꿀벌개량을 담당할 기관과 조직이 없는 실정에서, 양봉 농가 자신의 노력으로 꿀벌을 개량할 수 있는 기술을 확립하게 하는 연구는 우리 나라 양봉산업 발전을 위하여 필요한 과제라고 생각된다.

또한 우량 종봉이 육성 보급되어 계상군 사양 농가가 증가하게 되면, 완전히 숙성된 벌꿀을 얻을 수 있어 양질의 벌꿀을 생산할 수 있을 뿐만 아니라 채밀 회수도 연간 1회로 단축되어서 양봉 농가의 노동력 절감에도 기여할 수 있다.

따라서 우리들에게 필요한 건강식품 및 의약품을 자연으로부터 보다 많이 생산하여 국민 건강에 기여하고, 농가의 부족한 노동력의 해소 및 소비자가 선호하는 양질의 벌꿀을 생산하기 위하여서도 필요한 과제이다.

제 3 절 연구 개발의 범위

1. 1차년도 연구 개발의 범위

가. 우량 종봉 선발로 아까시나무 유밀기간 중의 군당 평균 채밀량을 14.0kg에서 15.0kg으로 향상시키기 위하여, 공시봉군 60군에 대하여 월동능력, 산란능력, 계상설치율, 내병성, 분

봉성 및 채밀량 등 능력검정을 실시하여 계상군 20군을 선발한다.

- 나. 선발된 계상군 20군으로부터 여왕벌 인공육성 방법으로 미검정여왕벌 봉군 80군을 생산한다.
- 다. 미검정 여왕벌 봉군을 교배시켜 생산된 후대 일벌의 체색과 형태를 관찰하여 동일 품종의 수필과 교배되었다고 판정된 검정여왕벌 봉군 60군을 선발한다.
- 라. 검정여왕벌 봉군 60군을 대상으로 산란능력, 내병성, 채밀량 등 능력검정을 실시하고, 검정여왕벌 봉군 60군에 대한 능력검정 결과 능력이 우수하다고 판정된 검정선발여왕벌 봉군 40군을 선발한다.

2. 2차년도 연구 개발의 범위

- 가. 우량 증봉 선발로 아까시나무 유밀기간 중의 군당 평균 채밀량을 15.0kg에서 24.0kg으로 향상시키기 위하여, 1차 연도에서 선발된 검정선발여왕벌 봉군 40군과 대조군 40군에 대하여 월동능력, 산란능력, 계상설치율, 내병성, 분봉성 및 채밀량 등 능력검정을 실시한다.
- 나. 검정선발여왕벌 봉군 40군의 능력검정 결과를 분석하여 육종여왕벌 봉군 2군을 선발하고, 육종여왕벌 봉군 2군으로부터 여왕벌 인공육성 방법으로 미검정여왕벌 봉군 80군을 생산한다.
- 다. 미검정 여왕벌 봉군을 교배시켜 생산된 후대 일벌의 체색과 형태를 관찰하여 동일 품종의 수필과 교배되었다고 판정된 2대 검정여왕벌 봉군 60군을 선발한다.
- 라. 2대 검정여왕벌 봉군 60군을 대상으로 산란능력, 내병성, 채밀량 등 능력검정을 실시하고, 2대 검정여왕벌 봉군 60군에 대한 능력검정 결과 능력이 우수하다고 판정된 2대 검정선발여왕벌 봉군 40군을 선발한다.

3. 3차 년도 연구 개발의 범위

- 가. 우량 증봉 선발로 아까시나무 유밀기간 중의 군당 평균 채밀량을 24.0kg에서 30.0kg으로 향상시키기 위하여, 2차 연도에서 선발된 2대 검정선발여왕벌 봉군 40군과 대조군 40군에 대하여 월동능력, 산란능력, 계상설치율, 내병성, 분봉성 및 채밀량 등 능력검정을 실시한다.

- 나. 2대 검정선발여왕벌 봉군 40군의 능력검정 결과를 분석하여 2대 육종여왕벌 봉군 2군을 선발하고, 2대 육종여왕벌 봉군 2군으로부터 여왕벌 인공육성 방법으로 미검정여왕벌 봉군 80군을 생산한다.
- 다. 미검정 여왕벌 봉군을 교배시켜 생산된 후대 일벌의 체색과 형태를 관찰하여 동일 품종의 수펄과 교배되었다고 판정된 3대 검정여왕벌 봉군 60군을 선발한다.
- 라. 3대 검정여왕벌 봉군 60군을 대상으로 산란능력, 내병성, 채밀량 등 능력검정을 실시하고, 3대 검정여왕벌 봉군 60군에 대한 능력검정 결과 능력이 우수하다고 판정된 3대 검정선발여왕벌 봉군 40군을 선발한다.

제 2 장 국내외 기술 개발 현황

제 1 절 국외 기술 개발 현황

우리 나라에서는 1985년에 미국과 캐나다 등지로부터 여왕벌을 도입하여 새로운 계통 및 품종 육성에 필요한 기초 연구를 시도하였으나(최, 1986) 그 성과는 보고된 바 없다. 최(1986)는 한국양봉산업의 10대 과제와 전략의 하나로서 “꿀벌의 품종 개량과 신품종 육성”을 제시한 바 있고, 또한 농림수산부(1986)는 양봉업의 생산성 제고를 위하여 꿀벌의 품종 개량활동을 강화시킨다는 추진 방향을 수립한 바 있으나 시행되지 못하고 있다.

그러나 경북대학교 양봉장에서는 1989년부터 1992년까지 4개년에 걸쳐 여왕벌의 능력검정 및 선발을 위주로 꿀벌 생산능력 개량을 위한 꿀벌육종에 관한 연구가 수행되었는데, 비록 공시 봉군수는 11~13개 군에 불과하였으나 아까시나무 유밀기에 한하여 조사된 군당 평균 채밀량은 1989년에 14.5kg, 1990년에 14.9kg, 1991년에 24.1kg 그리고 1992년에는 27.8kg으로 여왕벌 선발의 효과가 크게 나타난 것으로 보고되었다(최와 박, 1990; 최 등, 1991a; 최 등, 1991b; 최와 신, 1993).

그 후, 최(1994)는 국·외에 있어서 여왕벌 선발의 효과를 검토하여 선발육종을 위한 꿀벌 개량 사업 조직을 제시한 바 있으나 시행되지 못하고 있고, 최와 강(1995)은 실험실 검정성적으로 벌꿀 생산량을 추정하기 위한 중회귀방정식(重回歸方程式)을 추정하였으나 유의성이 인정되지 않았다고 보고하였다.

위에 기술한 바와 같이 여왕벌 선발육종의 효과는 크게 나타나서 아까시나무 유밀기에 한하여 조사된 군당 평균 채밀량이 4년 동안 14.5kg에서 27.8kg으로 91.7% 증수됨이 보고되었음에도 불구하고, 당국에서는 꿀벌이 “축산법시행규칙 제6조의 개량대상가축이 아니라는 이유”로 도외시하고 있고, 또한 양봉농가의 86%가 종봉 교체 의사를 갖고 있음(오, 1988)에도 불구하고 우량 종봉 육성 및 보급 기술이 확립되지 아니하여 양봉가의 요구를 충족시키지 못한 채 부족되는 봉군을 매년 외국으로부터 도입하고 있는 현실이다.

제 2 절 국내 기술 개발 현황

외국에 있어서 꿀벌 품종 개량사업은 아주 활발하다. 이스라엘에서는 1948년 이탈리아중

이 도입된 이후 선발육종에 의하여 10년 동안에 벌꿀 생산량이 30% 향상되었으며, 능력검정과 선발에 의하여 군당 평균 벌꿀 생산량이 1962년에 33.9kg에서 1973년에는 65.3kg으로 증가되었다(Bar-Cohen 등, 1978).

캐나다에서는 3세대 동안 선발을 행하였던 바 선발군은 대조군에 비하여 채밀량이 46.3-56.3% 증가되었으며(Rinderer, 1986), 각종 단기검정 방법과 실험실검정 방법을 연구하여 이용하고 있다(Szabo, 1982; Milne, 1985).

미국에서는 1951년부터 근교계통과 교잡종을 대상으로 수밀능력 향상과 미국 부저병에 대한 저항성계통 육성을 위한 선발육종사업을 실시하였는데, 교배조합에 따른 채밀량 차이는 지역에 따라서 59-149 lbs, 또는 93-226 lbs 이었으며(USDA, 1976), 최근에는 미국 부저병 및 석고병에 대한 저항성 계통이 육종되었다(Taber, 1982; Taber와 Gilliam, 1987).

미국농부성 산하의 “꿀벌 육종, 유전 및 생리 연구소(Honey-bee Breeding, Genetics, and Physiology Laboratory)에서는 꿀벌의 유전 및 육종에 대한 연구를 수행하여 각종 형질의 유전적 모수(genetic parameters)를 추정하였는데, 수밀능력의 유전력은 0.66-0.92(Collins et al., 1984) 그리고 꿀벌 수명의 유전력은 0.32(Rinderer 등, 1983)라고 발표한 바 있다.

꿀벌의 능력에 대한 실험실 검정은 1973년 미국 Ohio주립대학에서 처음으로 시작되었다. Kulincevic와 Rothenbuhler(1973) 등은 실험실에서 측정된 수밀능력(hoarding behavior)과 봉군의 무게 증가량(colony weight gain)사이에는 $r=-0.33$ 의 상관관계가 인정되는 바 수밀능력이 빠른 봉군일수록 봉군무게 증가가 빨라서 저밀이 많이 되는 경향이 있다고 보고하였다. 또한 Kulincevic 등(1974)에 의하면 수밀능력의 실험실검정은 여왕벌의 산란 개시후 3주일 이후면 기후조건에 관계없이 어느 때든지 실시할 수 있는 좋은 방법이나 채밀량은 수밀능력 이외의 다른 형질에도 영향을 받기 때문에 수밀능력의 실험실 검정만으로는 야외 능력 검정을 완전히 대체할 수 없다는 점이 지적되었다.

Laidlaw(1985)는 여왕벌을 검정 및 선발 단계에 따라 다음의 4가지로 분류하여 여왕벌의 능력검정 및 선발의 기초를 확립하였는데, ①미검정여왕벌(untested queens)은 육성된 후 교배상에 유입되어 산란 중에 있는 여왕벌을 말하고 ②검정여왕벌(tested queens)은 미검정여왕벌이 생산한 일벌의 체색 등을 관찰하여 동일 품종의 수펄과 교배되었다고 판정된 여왕벌을 말한다. 그리고 ③검정선발여왕벌(select-tested queens)은 검정여왕벌 가운데서 한 계절에 걸쳐 채밀량 등 각종 형질에 대하여 능력검정을 실시한 결과 능력이 우수하다고 판정되어 선발된 여왕벌을 말하며, ④육종여왕벌(breeding queens)이란 한 계절 또는 두 계절에 걸쳐 능력검정된 검정선발된 여왕벌 가운데서 능력이 아주 우수하여 종봉장에서 육종용으로 이용

하기 위하여 선발된 여왕벌을 말한다.

그러나 우리 나라는 여왕벌의 능력검정 및 선발 기술 부족으로 대부분의 양봉가는 자연 분봉 또는 인공분봉에 의하여 봉군을 증식하고 있는 바, 미검정여왕벌은 있어도 검정여왕벌과 검정선발여왕벌이 없음은 물론 육종여왕벌도 없는 실정이다

제 3 장 연구 개발 수행 내용 및 결과

제 1 절 1999~2000년도 봉군의 능력 검정과 선발

1. 연구 수행 방법

가. 공시재료

서양종(*Apis mellifera*) 봉군 40군을 임차하여 1999년 11월에 월동능력 검정에 공시하였고, 2000년 5월에 한국양봉협회와 협조하여 서울, 강원, 경기, 충북, 충남, 경남 그리고 제주의 7개도에서 우량 봉군 2개군 씩 모두 14군을 구입하여 차용군 40군과 함께 모두 54군을 공시하였다.

공시 봉군의 사양 관리 및 능력 검정은 1999년 11월부터 2000년 10월까지 경상북도 상주시 내서면 능암리 산 246번지 소재 양봉장에서 실시되었다. 월동(越冬)용 봉군 40군은 착봉소비(着蜂巢脾) 6매를 기준으로 축소하여 1999년 12월 9일 노지(露地)에 배치한 후에, 봉군을 보온 덮개로 2~3겹 감싼 다음에 외부를 천막천으로 포장하였고, 2000년 2월 29일에 월동포장을 해체하였다.

봄철에 화분을 급여하였고, 저밀이 부족하다고 판단되는 봉군에는 설탕액을 급여하였으며, 질병방제를 위하여 바이바를 약제를 급여하였다. 그리고 7월 이후부터 10월까지는 중량비 1:1의 설탕 사양액을 급여하였고 꿀벌응애와 진드기는 훈연지를 사용하여 구제하였다.

나. 능력검정 방법

1) 월동능력(越冬能力): 월동포장 직전인 1999년 12월 9일에 측정된 벌통 무게와 월동포장 해제직후인 2000년 2월 29일에 조사한 벌통 무게 차이로 측정하였다(Sugden과 Furgala, 1982). 폐사율은 월동 개시 전 봉군 수에 대한 월동 중 폐사 봉군 수의 백분비로 나타내었는데, 월동 기간 중 폐사는 되지 아니하여도 월동 후 약군이기 때문에 합병된 봉군도 폐사군에 포함시켰다(Pedersen 등, 1996).

2) 산란능력(産卵能力): 봄철 봉군의 증식에 직접 관련되는 여왕벌의 산란능력은 벌 밀집 소

비 매수와 애벌레 소비 수로 표시되는데, 유밀기 전에 2회 즉 2000년 3월 31일과 4월 30일 그리고 5월 22일에 측정되었다. 벌 밀집 소비 수는 꿀벌이 잘 밀집되어 있는 소비 수를 말하며, 애벌레 소비 수는 애벌레와 번데기로 가득찬 소비 수를 말한다(Laidlaw, 1985).

- 3) 계상설치율(繼箱設置率): 공시 봉군 가운데서 아까시나무 유밀기 이전에 계상이 설치되는 봉군 수의 백분율로 나타내는데, 2000년 5월 11일 이전에 계상이 설치되는 봉군 수의 백분율로 측정하였다(Laidlaw, 1985).
- 4) 내병성(耐病性): 미국 부저병과 유럽 부저병 그리고 석고병의 감염 상태에 따라 다음과 같이 점수를 주어 측정하였다(Laidlaw, 1985). 감염되지 아니한 봉군=5, 조금 감염된 봉군=4, 보통 정도 감염된 봉군=3, 심하게 감염된 봉군=2.
- 5) 온순성(溫順性): 봉군을 관리할 때 벌이 나타내는 움직임이나 공격성의 정도에 따라 다음과 같이 점수를 주어 측정하였다(Laidlaw, 1985). 아주 온순한 봉군=5, 온순한 봉군=4, 보통 정도인 봉군=3, 약간 사나운 봉군=2. 아주 사나운 봉군=1.
- 6) 분봉성(分蜂性): 분봉 시기에 형성되는 왕대 수로 측정하는데(Laidlaw, 1985), 2차 채밀전 내검일인 2000년 6월 2일까지 형성된 왕대를 모두 조사하였다.
- 7) 채밀능력(採蜜能力): 채밀량은 계상(繼箱)의 경우 채밀 전후의 무게 차이로 그리고 단상(單箱)의 경우 채밀 전후의 각 소비의 무게 차이로 측정하는데(Laidlaw, 1985), 2000년 5월 27일과 6월 10일에 채밀한 벌꿀량을 합하여 채밀능력을 나타내었다.
위와 같은 능력 검정은 별지 1의 조사월일별 여왕벌 능력 기록부에 기재한 후에 별지 2의 여왕벌별 능력기록부에 옮겨 정리하였다.

별지 1

조사월일별여왕벌능력기록부

여왕벌번호:

봉군번호:

페이지:

출방년월일: 년 월 일

표시년월일: 년 월 일

교배상번호:

조사 월일	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
벌밀집소비수										
비고										

검정내용	조사월일	/	/	/	/	/	/	/	/	/
벌통층수										
벌밀집소비수										
저밀소비수										
화분저장소비수										
애벌레소비수										
봉개상태(5~1)										
소비증감매수										
소초증감매수										
조소능력(5~1)										
분봉성(5~1)										
갱신왕대형성수										
온순성(5~1)										
질병 (5-2)	부저병									
	석고병									
	기 타									
기 타										

※계상 설치 : 월 일

월 동 능 력	구 분	월동전	월동후	차 이
	월 일	/	/	
	벌밀집소비수			
	저밀소비수			
	벌통무게(kg)			

계상 이용성(5~1):

채 밀 량	채밀 월일	/	/	계
	저밀소비수			
	채밀전 중량(kg)			
	채밀후 중량(kg)			
	차 이			

2. 연구 결과

가. 월동능력

1999년 12월 9일에 40개 봉군을 월동포장하고, 2000년 2월 29일에 월동포장을 해제하였는데, 월동기간 중 3개군이 폐사되었고, 그리고 월동 후 약군(弱群) 1개군이 4월22일에 폐사되어 모두 4개군이 폐사 처리됨으로써 월동 봉군의 폐사율은 10%였다. 공시 봉군의 폐사율이 10%로 나타난 것은 1997~1998 월동기간 및 1998~1999 월동기간 중 용인에서 서양종 봉군을 노지 월동시켰을 때의 폐사율이 각각 10%이었다고 보고한 결과와 잘 일치된다(최 등, 2001; 최 등 2002).

공시 봉군의 무게는 월동포장을 하기 직전인 1999년 12월 9일에 군당 평균 22.6kg이었으나 월동포장을 해제한 직후인 2000년 2월 29일에는 20.1kg으로서 월동기간 중에 봉군 무게는 2.5kg이 감소되었다(표 1-1). 서양종 봉군을 노지에서 월동시킬 경우 월동기간 중 봉군의 무게감소에 대하여 최와 박(1990)은 1988~1989 월동기간 중 감모량은 2.9kg, 최 등(2001)은 1997~1998 월동기간 중 감모량은 3.71kg, 그리고 최 등(2002)은 1998~1999 월동기간 중 감모량은 3.67kg 등으로 보고되고 있는데, 본 연구에 있어서 월동 기간 중 감모량이 2.5kg은 이들의 성적에 비하여 낮다. 이는 지역에 따른 월동 포장 방법의 차이 및 월동 기간 중 외기 온도의 차이 등에 기인하는 것으로 보인다.

공시 봉군의 착봉소비(着蜂巢脾) 매수는 월동포장을 하기 직전인 1999년 12월 9일에 군당 평균 6.2매였으나 월동포장을 해제한 직후인 2000년 2월 29일에는 2.2매로서, 월동기간 중에 착봉소비는 4.0매가 감소되었다(표1-1). 서양종 봉군을 노지에서 월동시킬 경우 월동기간 중 봉군의 착봉소비 매수 감소에 대하여 최 등(2001)은 1997~1998 월동기간에 있어서 월동 전 착봉소비 매수는 4.8매 그리고 월동 후 착봉소비 매수는 2.29매로서 착봉소비 감소 매수는 2.51매였다고 보고하였고, 또한 최 등(2002)은 1998~1999 월동기간에 있어서 월동 전 착봉소비 매수는 4.9매 그리고 월동 후 착봉소비 매수는 2.16매로서 착봉소비 감소 매수는 2.74매였다고 보고하였는데, 본 연구에서 월동기간 중 착봉소비 감소 매수가 4.0매로서 이들의 보고치 보다 높게 나타난 것은 월동 전 벌을 밀집시키는 방법의 차이로 월동 전 착봉소비 매수가 6.2매로서 많았던 것에 기인하는 것으로 보인다. 그러나 월동 후 착봉소비 매수는 본 연구에서 2.2매, 최 등(2001)은 2.29매, 그리고 최 등(2002)은 2.16로 보고되고 있는 바, 월동 후 착봉소비 매수는 서로 비슷한 경향인 것으로 생각된다.

표 1-1. 서양종 봉군의 월동능력

구분	월동전 (1999. 12. 09)	월동후 (2000. 02. 29)	차이
봉군 무게(kg)	22.6±2.6	20.1±2.6	2.5±0.7
착봉소비 매수	6.2±0.8	2.2±0.7	4.0±0.9

나. 산란능력

봉군의 증식에 직접 관련되는 여왕벌의 산란능력은 벌 밀집소비 매수로 조사되었는데, 2000년 3월 31일 조사된 군당 평균 벌 밀집 소비 매수는 3.7매였고, 4월 30일에 조사된 군당 평균 벌 밀집 소비 매수는 4.9매였으며, 5월 22일에 조사된 군당 평균 벌 밀집 소비 매수는 13.1매였다(표. 1-2). 용인 지역에서 노지월동된 봉군의 벌 밀집 소비 매수에 대하여 최 등(2001)은 1998년 4월 24일 벌 밀집 소비 매수는 5.85매 그리고 최 등(2002)은 1999년 4월 24일 벌 밀집 소비 매수는 5.79매로 보고하고 있는데, 본 연구에 있어 2000년 4월 30일 벌 밀집 소비 매수 4.9매는 이들의 성적과 비슷하다.

표 1-2. 봉군의 벌 밀집소비매수

조사 년 월 일	2000. 03. 31	2000. 04. 30	2000. 05. 22
조사 봉군수	37	36	36
평균±표준편차	3.7±1.1	4.9±2.3	13.1±4.6

다. 계상 설치율

계상 설치율은 아까시나무 유밀기 이전에 계상이 설치되는 봉군수의 백분율로 표시되기 때문에 5월 11일까지 계상이 설치된 봉군수 만을 조사하였다. 공시 봉군 14군은 5월 초에 구입되었기 때문에, 임차한 봉군과 구입한 봉군 별로 구분하여 계상 설치일에 따른 계상 봉군수를 정리한 것은 표 1-3과 같다. 임차 봉군의 경우는 36군 가운데서 18군이 5월 11일 이전에 계상으로 설치되어서 계상설치율은 50%였으나, 구입 봉군은 14군 가운데서 12군이 계상으로 설치되어 계상설치율은 85.7%였다.

임차 봉군에서는 4월 26일에 3개군, 4월 27일에 1개군, 4월 30일에 4개군 그리고 5월1일에 5개군이 계상으로 설치되었는데 비하여, 구입 봉군에서는 비교적 늦은 5월 8일에 11개군이 동시에 계상으로 설치되었다. 구입 봉군은 한국양봉협회추천으로 7개 도에서 2개군 씩 선발하여 구입한 것으로, 구입 봉군의 증식 상태가 서로 비슷한 조건이었기 때문에 같은 날짜에 계상이 설치된 것으로 보인다. 임차 봉군에서 계상 이용율이 50%로 나타난 것은, 1989년도 아까시나무 유밀초기인 5월 5일까지 대구 근교 양봉장에서 30군의 단상군으로부터 13군의 계상군을 설치하여 계상설치율이 43%이었다고 한 보고와 잘 일치된다(최와 박, 1990).

표 1-3. 계상 설치일에 따른 계상 봉군수

구 분	계상 설치 월/일별 계상 봉군수								5월 11일 현재		
	4/26	4/27	4/30	5/01	5/02	5/08	5/09	5/11	총군수	계상군수	설치율(%)
임차 봉군	3	1	4	5	4	—	—	1	36	18	50.0
구입 봉군	—	—	—	—	—	11	1	—	14	12	85.7

라. 내병성

공시봉군의 부저병 감염 상태를 임차 봉군과 구입 봉군으로 나누어 보았던 바, 구입 봉군에서는 부저병이 전혀 발생하지 않았으나, 임차 봉군의 경우는 36개 봉군 가운데서 25개군이 부저병에 감염되지 아니하였고, 11개군이 부저병에 감염되었었다. 감염 정도 별 분포 및 점수를 보면, 조금 감염된 봉군이 1개군, 보통 정도 감염된 봉군이 5개군 그리고 심하게 감염된 봉군이 5개군으로, 36군 전체의 감염도는 4.3점이었다(표 1-4). 구입 봉군에서 부저병이 전혀 발생되지 아니한 것은 구입 봉군이 한국양봉협회 추천으로 7개 도에서 2개군 씩 선발하여 구입된 것으로, 구입 시에 부저병 감염군은 제외되었기 때문으로 생각된다.

공시봉군의 석고병 감염 상태를 임차 봉군과 구입 봉군으로 나누어 보았던 바, 임차 봉군의 경우는 36개 봉군 가운데서 석고병에 감염되지 아니한 봉군이 33개군으로 91.7%를 차지하였는데, 석고병에 감염된 3개의 봉군은 심하게 감염되었었다. 구입 봉군의 경우도 14개 봉군 가운데서 석고병에 감염되지 아니한 봉군이 12개군으로 85.6%를 차지하였는데, 석고병에 감염된 2개의 봉군은 심하게 감염되었었다. 감염 정도 별 분포 및 점수를 보면, 심하게 감염된 봉군이 임차 봉군에서 3개군 그리고 구입 봉군에서 2개군으로, 전체의 감염도는 임차 봉군이 4.8점 그리고 구입 봉군이 4.6점이었다(표 1-5). 최와 박(1990)은 1989년 5월 서양

종 봉군에 대한 석고병 감염도 조사에서 전체의 감염도는 4.5였다고 보고하였는 바, 본 연구에서의 석고병의 감염도 4.6~4.8은 최와 박(1989)이 보고한 감염도 4.5와 비슷한 경향이라 하겠다.

표 1-4. 부저병에 감염된 봉군의 감염도 별 분포 및 점수

감염도	임차 봉군		구입 봉군	
	분포(%)	점수	분포(%)	점수
계 또는 평균	36 (100)	154(4.3)	14(100)	70(5.0)
감염되지 아니한 봉군 (5점)	25 (69.4)	125	14(100)	70
조금 감염된 봉군 (4점)	1 (01.8)	4	—	—
보통 정도 감염된 봉군 (3점)	5 (13.9)	15	—	—
심하게 감염된 봉군 (2점)	5 (13.9)	10	—	—

표 1-5. 석고병에 감염된 봉군의 감염도 별 분포 및 점수

감염도	임차 봉군		구입 봉군	
	분포(%)	점수	분포(%)	점수
계 또는 평균	36 (100)	171(4.8)	14 (100)	64(4.6)
감염되지 아니한 봉군 (5점)	33 (91.7)	165	12 (85.7)	60
조금 감염된 봉군 (4점)	—	—	—	—
보통 정도 감염된 봉군 (3점)	—	—	—	—
심하게 감염된 봉군 (2점)	3 (08.3)	6	2 (14.3)	4

마. 온순성

봉군의 온순성을 점수로 나타내었던 바, 임차 봉군과 구입 봉군 모두 온순성은 보통 정도로서 3.1점을 나타내었다(표 1-6). 특히 임차 봉군 가운데 1군은 성질이 아주 사나워서 복면포를 쓰지 않고서는 그 봉군 옆을 지나갈 수 없을 정도였다. 최 등(1991a) 및 최 등(1991b)은 대구 근교에서 조사한 봉군의 온순성을 4.1 ± 0.83 그리고 4.2 ± 0.4 등으로 보고하였는데, 본 연구에서의 온순성 점수 3.1은 이들의 온순성 점수 4.1~4.2에 비하여 낮은 것으

로, 이러한 차이는 봉군의 온순성이 지역 및 양봉장에 따라서 차이가 있음을 나타낸다고 하겠다.

표 1-6. 봉군의 온순성

구 분	임차 봉군		구입 봉군	
	분포(%)	점수	분포(%)	점수
계 또는 평균	36 (100)	111(3.1)	14 (100%)	44(3.1)
아주 온순한 봉군(5점)	—	—	—	—
온순한 봉군 (4점)	5 (13.9)	20	2 (14.2)	8
보통 정도인 봉군(3점)	30 (08.3)	90	12 (85.7)	36
약간 사나운 봉군(2점)	—	—	—	—
아주 사나운 봉군(1점)	1 (2.8)	1	—	—

바. 분봉성

분봉은 자연 상태에서는 봉군이 스스로 증식하는 번식 현상이나, 분봉열이 발생한 봉군은 수밀(收蜜) 작업을 태만히 하고 또한 분봉에 대비하여 저장된 벌꿀의 소비가 많기 때문에 분봉성이 강한 봉군은 채밀 양봉에 불리하다. 분봉성은 분봉시기에 형성되는 왕대수로서 나타내지는데, 임차 봉군의 군당 평균 왕대형성수는 8.7 ± 8.5 개였고, 구입봉군의 평균 왕대형성수는 26.1 ± 16.5 로서 임차봉군보다 높은 분봉성을 나타냈다(표 1-7). 구입 봉군에서 왕대형성수가 크게 나타난 것은, 구입 봉군은 이동 양봉장에서 구입한 것으로 이동 양봉가는 만상(滿箱)이 되면 바로 분봉 조치를 하나 본 시험에서는 연구의 성질상 분봉 조치를 하지 않고 계상을 설치한 것에 기인하는 것으로 생각된다. 왕대형성수에 대하여 최와 박(1990)은 12.5 ± 3.43 개로 보고한 바 있는데, 본 연구에서는 8.7개로 이러한 차이는 공시 봉군간의 차이로 판단된다.

표 1-7. 봉군의 왕대 형성수

구 분	임차 봉군	구입 봉군
봉군수	36	14
총 왕대 형성수	208	365
평균 왕대 형성수	8.7±8.5	26.1±16.5

사. 채밀능력

채밀은 2000년 5월 27일과 6월 10일 2회 두 번 행하여졌다. 1차 채밀 시는 임차 봉군 중 부저병에 감염된 1군이 제외되어 임차 봉군 35군 및 구입 봉군 14군에 대하여 채밀하였다. 2차 채밀 시는 채밀이 가능한 봉군에 한하여 임차 봉군 27군과 구입 봉군 14군을 채밀하여 1차 채밀량에 합하였다.

2회에 걸쳐 채밀한 봉군의 군당 평균 채밀 소비 매수는 임차 봉군의 경우 13.7±7.7매였고, 구입 봉군의 경우는 18.8±2.0매였다(표 1-8). 구입 봉군에서 군당 채밀 소비수가 많은 것은 5월 11일 현재 구입 봉군의 계상 설치율이 85.7%로서 임차 봉군의 계상 설치율 50%(표 1-3) 보다 높게 나타난 바와 같이, 구입 봉군이 임차 봉군에 비하여 강군이었기 때문이라고 생각된다.

임차 봉군에서 군당 평균 채밀 소비 매수는 13.7매였는데, 최와 박(1990)은 계상 봉군 13군에 대한 군당 평균 채밀 소비 매수는 15.7매라고 하였던 바, 본 연구에 공시된 봉군에는 일부 단상군도 포함되어 있는 사실을 고려하면 비슷한 성적이라고 하겠다.

표 1-8. 봉군의 채밀 소비매수

채밀 월일	임차 봉군			구입 봉군		
	봉군수	채밀 소비수	군당평균 소비매수	봉군수	채밀 소비수	군당평균 소비매수
2000. 5. 27	35	266	7.6±2.8	14	110	7.9±1.2
2000. 6. 10	(27)	213	7.9±3.6	(14)	153	10.9±2.2
합 계	35	479	13.7±7.7	14	263	18.8±2.0

2회에 걸쳐 채밀한 봉군의 군당 평균 채밀량은 임차 봉군의 경우는 $14.5 \pm 8.6\text{kg}$ 였고, 구입 봉군의 경우는 $19.5 \pm 2.4\text{kg}$ 이었다(표 1-9). 구입 봉군에서 군당 채밀량이 많은 이유도 채밀 소비수에서 설명한 바와 같이, 5월 11일 현재 구입 봉군의 계상 설치율이 85.7% 그리고 임차 봉군의 계상 설치율 50%(표 1-3)로서 구입 봉군이 임차 봉군에 비하여 강군이었기 때문이라고 생각된다.

임차 봉군에서 군당 평균 채밀량은 $14.5 \pm 8.6\text{kg}$ 이었는데, 최와 박(1990)은 계상 봉군 13군에 대한 군당 평균 채밀량은 $14.5 \pm 8.5\text{kg}$ 이었다고 보고하였는 바, 본 연구에 공시된 봉군의 채밀량과 잘 일치된다고 하겠다.

표 1-9. 봉군의 채밀량

채밀 월일	임차 봉군			구입 봉군		
	봉군수	총채밀량(kg)	군당평균 채밀량(kg)	봉군수	총채밀량(kg)	군당평균 채밀량(kg)
2000. 5. 27	35	355.2	10.1 ± 4.8	14	157.4	11.2 ± 2.7
2000. 6. 10	(27)	150.6	5.6 ± 3.6	(14)	115.6	8.3 ± 1.6
합 계	35	505.8	14.5 ± 8.6	14	273.0	19.5 ± 2.4

아. 여왕벌 선발

임차봉군 35군과 구입 봉군 14군 모두 49개군에 대하여 채밀량을 조사한 후, 채밀량에 있어서 상위 10위에 포함되는 봉군에 대한 내병성, 온순성, 왕대형성 수 및 계상 설치월일 등을 조사한 성적은 표 1-10과 같다.

표 1-10에 나타난 바와 같이, 11번 봉군은 채밀량 33.8kg, 내병성 5점, 그리고 계상 설치월일이 4월 26일로 빠른 것 등으로 우수하였으나 왕대형성수가 13개로서 분봉성이 있는 것으로 나타났다. 봉군 12번은 채밀량 27.1kg, 내병성 5점, 왕대형성수 2개 등으로 우수하였으나 계상 설치월일이 4월 30일로 나타났다. 이 결과에 따라 11번 봉군과 12번 봉군의 여왕벌을 선발하여 여왕벌 인공육성에 이용하였다.

선발된 여왕벌 2마리로 89마리의 처녀왕벌을 인공 육성하였는데, 75마리가 교배되어 교

배율은 84.3%였다. 교배에 실패한 14개 봉군은 경계왕대로부터 처녀왕벌을 양성하거나 또는 구왕을 유입하였다. 교배된 75마리 가운데서 체색 이상이 3마리 그리고 날개 이상이 1마리가 발견되었고, 따라서 71마리의 검정여왕벌 봉군을 선발하였다.

검정여왕벌 71개군을 대상으로 산란능력, 저밀 및 화분 저장 상태 등을 관찰하여 10월에 검정선발 여왕벌 봉군 40군을 선발하여 대조용 봉군 40군과 함께 2년차 연구를 위한 월동시험에 공시하였다.

표 1-10. 채밀량에 있어서 상위 10개 봉군의 능력

봉군번호	채밀량 (kg)	내병성 (점)	온순성 (점)	왕대 형성수	계상 설치월일
11	33.8	5	3	13	4월 26일
12	27.1	5	3	2	4월 30일
14	24.2	5	3	8	4월 26일
27	23.0	5	4	22	5월 08일
28	22.7	5	3	0	5월 02일
36	23.5	5	3	9	5월 18일
SL1	23.8	5	3	31	5월 08일
GG1	21.8	석고병(2)	3	41	5월 08일
CN1	21.8	5	3	18	5월 08일
CP2	22.0	5	3	26	5월 08일

제 2 절 2000~2001년도 봉군의 능력 검정과 선발

1. 연구 수행 방법

가. 공시재료

2000년 11월에 대조용 봉군 40군과 1대 검정선발 여왕벌 봉군 40군, 모두 80군을 월동능력 검정에 공시하였고, 월동기간중 폐사된 8개군과 월동 후 약군으로 판명된 5개군을 시험 봉군에서 제외시켜 전체 67군을 능력검정에 공시하였다.

공시 봉군의 사양 관리 및 능력 검정은 2000년 11월부터 2001년 10월까지 경상북도 상주시 내서면 능암리 산 246번지 소재 양봉장에서 실시되었다. 월동(越冬)용 봉군은 2000년 11월 24일 착봉소비 6매를 기준으로 축소한 후 실내온도가 2~9℃로 조절되는 저온양봉사에 입고시켜 월동시킨 후 2001년 2월 28일에 저온양봉장에서 출고하였다.

봄철에 화분을 급여하였고, 저밀이 부족하다고 판단되는 봉군에는 설탕액을 급여하였으며, 질병방제를 위하여 바이바를 약제를 급여하였다. 그리고 7월 이후부터 10월까지는 중량비 1:1의 설탕 사양액을 급여하였고 꿀벌응애와 진드기는 훈연지를 사용하여 구제하였다.

나. 능력검정 방법

- 1) 월동능력(越冬能力): 저온양봉사 입고 직전인 2000년 11월 24일에 측정된 벌통 무게와 저온양봉사 출고 직후인 2001년 2월 28일에 조사한 벌통 무게 차이로 측정하였다(Sugden과 Furgala, 1982). 폐사율은 월동 개시 전 봉군 수에 대한 월동 중 폐사 봉군 수의 백분비로 나타내었다.
- 2) 산란능력(産卵能力): 봄철 봉군의 증식에 직접 관련되는 여왕벌의 산란능력은 벌 밀집 소비 매수와 애벌레 소비 수로 표시되는데, 유밀기 전에 2회 즉 2001년 4월 6일과 4월 27일 그리고 채밀기인 5월 21일에 1회 모두 3회 측정되었다. 벌 밀집 소비 수는 꿀벌이 잘 밀집되어 있는 소비 수를 말하며, 애벌레 소비 수는 애벌레와 번데기로 가득찬 소비수를 말한다(Laidlaw, 1985).
- 3) 계상설치율(繼箱設置率): 공시 봉군 가운데서 아까시나무 유밀기 이전에 계상이 설치되는 봉군 수의 백분율로 나타내는데, 2001년 5월 11일 이전에 계상이 설치되는 봉군 수의

백분율로 측정하였다(Laidlaw, 1985).

- 4) 내병성(耐病性): 미국 부저병과 유럽 부저병 그리고 석고병의 감염 상태에 따라 다음과 같이 점수를 주어 측정하였다(Laidlaw, 1985). 감염되지 아니한 봉군=5, 조금 감염된 봉군=4, 보통 정도 감염된 봉군=3, 심하게 감염된 봉군=2.
- 5) 온순성(溫順性): 봉군을 관리할 때 벌이 나타내는 움직임이나 공격성의 정도에 따라 다음과 같이 점수를 주어 측정하였다(Laidlaw, 1985). 아주 온순한 봉군=5, 온순한 봉군=4, 보통 정도인 봉군=3, 약간 사나운 봉군=2. 아주 사나운 봉군=1.
- 6) 분봉성(分蜂性): 분봉 시기에 형성되는 왕대 수로 측정하는데(Laidlaw, 1985), 2차 채밀전 내검일인 2001년 5월 28일까지 형성된 왕대를 모두 조사하였다.
- 7) 채밀능력(採蜜能力): 채밀량은 계상(繼箱)의 경우 채밀 전후의 무게 차이로 그리고 단상(單箱)의 경우 채밀 전후의 각 소비의 무게 차이로 측정하는데(Laidlaw, 1985), 2001년 5월 21일과 5월 29일에 채밀한 벌꿀량을 합하여 채밀능력을 나타내었다.

2. 연구 결과

가. 월동능력

대조 봉군 40개군과 선발 봉군 40개군 모두 80개군을 착봉소비 6매를 기준으로 축소한 후 실내온도가 2~9℃로 조절되는 저온양봉사에 2000년 11월 24일에 입고시켜 월동시킨 후 2001년 2월 28일에 저온양봉장에서 출고하였다.

실내월동기간 중 대조 봉군과 선발 봉군에서 각각 4개군 씩 모두 8개군이 폐사되어 월동 봉군의 폐사율은 10%였다. 공시 봉군의 폐사율이 10%로 나타난 것은 본 연구 1년차 성적인 1999~2000년 월동 기간 중의 폐사율 10%와 잘 일치된다. 그러나 1997~1998 월동기간 및 1998~1999 월동기간 중 용인에서 서양종 봉군을 실내 월동시켰을 때의 폐사율 5.0~5.3% 및 2.0%(최 등, 2001; 최 등 2002)에 비하면 폐사율이 높은 바, 금후 연구에서는 보다 합리적인 실내 월동 방법이 적용되어야 할 것으로 보인다.

대조 봉군의 무게는 저온양봉사에 입고하기 직전인 2000년 11월 24일에 군당 평균 22.3kg이었으나 저온양봉사에서 출고한 직후인 2001년 2월 28일에는 20.0kg으로서 월동기간 중에 봉군 무게는 2.3kg이 감소되고, 선발 봉군의 무게는 2000년 11월 24일에 군당 평균 23.0

kg이었으나 2001년 2월 28일에는 20.6kg으로서 월동기간 중에 봉군 무게는 2.4kg이 감소되어, 대조 봉군과 선발 봉군간에 차이가 없었다(표 2-1).

대조 봉군 및 선발 봉군 모두 월동 기간 중 봉군의 무게 감모량이 2.3~2.4kg으로 나타난 것은 최와 박(1990)이 보고한 1988~1989 월동기간 중 감모량은 2.9kg, 최 등(2001)의 1997~1998 월동기간 중 감모량은 3.71kg, 그리고 최 등(2002)의 1998~1999 월동기간 중 감모량 3.67kg 및 본 연구의 1차년도 월동기간 중 감모량 4.0kg 등에 비하여 낮은 경향이다.

월동 봉군의 착봉소비(着蜂巢脾) 매수는 저온양봉사에 입고하기 직전인 2000년 11월 24일에 대조 봉군 및 선발 봉군 모두 5.4매였으나 저온양봉사에서 출고한 직후인 2001년 2월 28일에는 대조 봉군이 3.0매 그리고 선발 봉군이 3.1매로서, 월동기간 중에 착봉소비 감소수는 대조 봉군과 선발 봉군간에 차이가 없었다(표2-1).

표 2-1. 봉군의 월동능력

구 분		대조 봉군	선발 봉군
봉군 무게	월동전 (2000. 11. 24)	22.3±2.0	23.0±2.5
	월동후 (2001. 02. 28)	20.0±2.0	20.6±2.3
	월동중 감모량	2.3±0.5	2.4±0.6
착봉소비 매수	월동전 (2000. 11. 24)	5.4±0.8	5.4±0.8
	월동후 (2001. 02. 28)	3.0±1.0	3.1±1.1
	월동중 감소매수	2.4±1.2	2.3±1.5

나. 산란능력

봉군의 증식에 직접 관련되는 여왕벌의 산란능력은 벌 밀집소비 매수로 조사되었다.

대조 봉군의 경우 2001년 4월 6일 조사된 군당 평균 벌 밀집 소비 매수는 2.0매였고, 4월 27일에 조사된 군당 평균 벌 밀집 소비 매수는 5.3매였으며, 5월 21일에 조사된 군당 평균 벌 밀집 소비 매수는 14.1매였다(표 2-2). 그러나 선발 봉군의 경우 2001년 4월 6일 조사된 군당 평균 벌 밀집 소비 매수는 4.0매였고, 4월 27일에 조사된 군당 평균 벌 밀집 소비 매수는 6.3매였으며, 5월 21일에 조사된 군당 평균 벌 밀집 소비 매수는 17.2매였다(표 2-2).

용인 지역에서 노지 월동된 봉군의 벌 밀집 소비 매수에 대하여 최 등(2001)은 1998년 4월 24일 벌 밀집 소비 매수는 5.85매 그리고 최 등(2002)은 1999년 4월 24일 벌 밀집 소비

매수는 5.79매로 보고하고 있는데, 본 연구에 있어서 대조용 봉군의 벌 밀집 소비 매수는 이들의 보고와 비슷하다. 그러나 벌 밀집 소비수에 대하여 대조 봉군과 선발 봉군을 시기 별로 비교하여 보면, 4월 6일에는 각각 2.0매와 4.0매, 4월 27일에는 각각 5.3매와 6.3매 그리고 5월 21일에는 14.1매와 17.2매로서 선발 봉군의 벌 밀집 소비수가 많았다. 이는 선발 봉군의 산란능력이 우수하였음을 나타낸다고 하겠다.

표 2-2. 봉군의 벌 밀집소비매수

조사월일	대조 봉군		선발 봉군	
	봉군수	밀집소비수	봉군수	밀집소비수
4월 6일	33	2.0±0.0	34	4.0±1.0
4월 27일	33	5.3±1.5	34	6.3±1.4
5월 21일	32	14.1±3.2	33	17.2±4.0

다. 계상 설치율

계상 설치율은 아까시나무 유밀기 이전에 계상이 설치되는 봉군수의 백분율로 표시되기 때문에 5월 11일까지 계상이 설치된 봉군수 만을 조사하였다. 대조 봉군의 경우는 32군 가운데서 19군이 5월 11일 이전에 계상으로 설치되어서 계상설치율은 59.4%였으나, 선발 봉군은 33군 가운데서 27군이 계상으로 설치되어 계상설치율은 81.8%였다(표 2-3).

대조 봉군에서는 4월 25일에 1개군, 4월 27일에 1개군, 5월 3일에 2개군, 5월 4일에 7개군 그리고 5월 11일에 8개군 등으로 계상이 설치되었는데 비하여, 선발 봉군에서는 4월 25일에 6개군, 4월 27일에 5개군, 5월 3일에 3개군, 5월 4일에 8개군 그리고 5월 11일에 5개군 등으로 계상이 설치되어, 선발 봉군이 대조 봉군 보다 초기에 계상으로 설치되는 봉군이 많았다(표 2-3).

대조 봉군의 계상 설치율이 59.4%로 나타난 것은, 1989년도 아까시나무 유밀초기인 5월 5일까지 대구 근교 양봉장에서 30군의 단상군으로부터 13군의 계상군을 설치하여 계상설치율이 43%이었다고 한 보고(최와 박, 1990)와 본 연구 1차년도의 계상설치율이 50%로 나타난 것에 비하여 약간 높은 경향이다.

표 2-3. 계상 설치일에 따른 계상 봉군수

구분	계상 설치 월일					5월 11일 현재		
	4. 25	4. 27	5. 03	5. 04	5. 11	총봉군수	계상봉군수	계상설치율(%)
대조 봉군	1	1	2	7	8	32	19	59.4
선발 봉군	6	5	3	8	5	33	27	81.8

라. 내병성

공시봉군의 부저병 감염 상태는 대조 봉군의 경우 33개 봉군 가운데서 31개군이 부저병에 감염되지 아니하였고, 2개군이 부저병에 감염되었었다. 감염 정도 별 분포 및 점수를 보면, 보통 정도 감염된 봉군이 1개군 그리고 심하게 감염된 봉군이 1개군으로, 33군 전체의 감염도는 4.8점이었다(표 2-4). 그리고 선발 봉군의 경우 34개 봉군 가운데서 33개군이 부저병에 감염되지 아니하였고, 1개군이 부저병에 심하게 감염되어서 34군 전체의 감염도는 4.9점이었다(표 2-4).

본 연구에서 공시봉군의 부저병 감염도는 대조 봉군에서 4.8점 그리고 선발 봉군에서 4.9점으로 비슷하였으나, 본 연구 1년차 임차 봉군의 감염도 4.3에 비하면 부저병의 내병성이 향상된 것으로 보이고, 또한 본 연구의 선발 봉군에서 부저병에 감염되지 아니한 봉군의 분포가 97.1%로 나타난 것은 본 연구 1년차 임차 봉군에서 부저병에 감염되지 아니한 봉군의 분포가 69.4%였던 것에 비하면 부저병 발병율이 현저히 저하된 것으로 보인다.

표 2-4. 부저병에 감염된 봉군의 감염도 별 분포 및 점수

감염도	대조 봉군		선발 봉군	
	분포(%)	점수	분포(%)	점수
계 또는 평균	33(100%)	160(4.8)	34(100%)	167(4.9)
감염되지 아니한 봉군 (5점)	31(93.9)	155	33(97.1)	165
조금 감염된 봉군 (4점)	—	—	—	—
보통 정도 감염된 봉군 (3점)	1(3.0)	3	—	—
심하게 감염된 봉군 (2점)	1(3.0)	2	1(2.9)	2

공시봉군의 석고병 감염 상태는 대조 봉군의 경우 33개 봉군 가운데서 28개군이 석고병에 감염되지 아니하였고, 5개군이 석고병에 감염되었다. 감염 정도 별 분포 및 점수를 보면, 조금 감염된 봉군이 3개군, 보통 정도 감염된 봉군이 1개군 그리고 심하게 감염된 봉군이 1개군으로, 33군 전체의 감염도는 4.8점이었다(표 2-5). 그리고 선발 봉군의 경우 34개 봉군 가운데서 32개군이 부저병에 감염되지 아니하였고, 2개군이 부저병에 심하게 감염되어서 34군 전체의 감염도는 4.8점이었다(표 2-5).

본 연구에서 선발 봉군의 부저병 감염도는 4.8점으로 본 연구 1년차 임차 봉군의 감염도 4.8과도 같았고, 또한 본 연구의 선발 봉군에서 석고병에 감염되지 아니한 봉군의 분포가 94.1%로 나타난 것은 본 연구 1년차 임차 봉군에서 석고병에 감염되지 아니한 봉군의 분포가 91.7%였던 것에 비하면 석고병 발병율이 조금 저하된 것으로 보인다.

표 2-5. 석고병에 감염된 봉군의 감염도 별 분포 및 점수

감염도	대조 봉군		선발 봉군	
	분포(%)	점수	분포(%)	점수
계 또는 평균	33(100%)	157(4.8)	34(100%)	164(4.8)
감염되지 아니한 봉군 (5점)	28(84.8)	140	32(94.1)	160
조금 감염된 봉군 (4점)	3(9.1)	12	—	—
보통 정도 감염된 봉군 (3점)	1(3.0)	3	—	—
심하게 감염된 봉군 (2점)	1(3.0)	2	2(5.9)	4

마. 온순성

봉군의 온순성을 점수로 나타내었던 바, 대조 봉군과 선발 봉군 모두 온순성은 보통 정도로서 3.5점을 나타내었다(표 2-6). 본 연구의 1년차 조사에서 임차 봉군의 온순성은 3.1점을 나타내었으나, 본 연구의 2년차 조사에서도 온순성이 3.5로 나타난 것은 1년차에 비하여 성질이 조금 온순하여졌음을 나타낸다고 하겠다.

표 2-6. 봉군의 온순성

구 분	대조 봉군		선발 봉군	
	분포(%)	점수	분포(%)	점수
계 또는 평균	32(100%)	112(3.5)	33(100%)	115(3.5)
아주 온순한 봉군(5점)	7(21.9)	35	5(15.2)	25
온순한 봉군 (4점)	5(15.6)	20	9(27.3)	36
보통 정도인 봉군(3점)	17(53.1)	51	17(51.5)	51
약간 사나운 봉군(2점)	3(9.4)	6	1(3.0)	2
아주 사나운 봉군(1점)	—	—	1(3.0)	1

바. 분봉성

분봉은 자연 상태에서는 봉군이 스스로 증식하는 번식 현상이나, 분봉열이 발생한 봉군은 수밀(收蜜) 작업을 태만히 하고 또한 분봉에 대비하여 저장된 벌꿀의 소비가 많기 때문에 분봉성이 강한 봉군은 채밀 양봉에 불리하다. 분봉성은 분봉시기에 형성되는 왕대수로서 나타내지는데, 대조 봉군의 군당 평균 왕대형성수는 3.0 ± 4.4 개였고, 선발 봉군의 평균 왕대형성수는 3.8 ± 5.8 였다. 왕대형성수에 대하여 최와 박(1990)은 12.5 ± 3.43 개로 보고한 바 있고, 본 연구 1년차의 임대 봉군에서는 8.7 ± 8.5 개로 조사되었는데, 본 연구 2년차에서 선발 봉군의 평균 왕대형성수가 3.8개로 조사된 것은 선발의 효과가 작용한 것으로 보인다.

표 2-7. 봉군의 왕대 형성수

구 분	대조 봉군	선발 봉군
봉군수	32	33
총 왕대 형성수	97	124
평균 왕대 형성수	3.0 ± 4.4	3.8 ± 5.8

사. 채밀능력

채밀은 2001년 5월 21일과 5월 29일 2회 두 번 행하여졌는데, 채밀 시 저밀량이 적어서 채밀이 어려운 봉군은 제외되었다.

2회에 걸쳐 채밀한 봉군의 군당 평균 채밀 소비 매수는 대조 봉군의 경우는 12.8 ± 4.8 매였고, 선발 봉군의 경우는 18.4 ± 3.1 매였다(표 2-8). 선발 봉군에서 군당 채밀 소비수가 많은 것은 5월 11일 현재 구입 봉군의 계상 설치율이 81.8%로서 대조 봉군의 계상 설치율 59.4%(표 2-3) 보다 높게 나타난 바와 같이 선발 봉군이 대조 봉군에 비하여 강군이었기 때문이라고 생각된다. 군당 평균 채밀 소비매수가 대조 봉군의 경우 본 연구에서는 12.8 ± 4.8 매로 나타난 것은 본 연구 1년차의 조사치 12.0 ± 7.7 매와 비슷한 경향이며, 본 연구의 선발 봉군에서 군당 평균 채밀 소비 매수가 18.4 ± 3.1 매로 나타난 것은 선발의 효과가 작용한 것으로 보인다.

표 2-8. 봉군의 채밀소비매수

채밀 월일	대조 봉군			선발 봉군		
	봉군수	채밀 소비수	군당평균 소비매수	봉군수	채밀 소비수	군당평균 소비매수
2001. 5. 21	32	149	5.0 ± 2.6	28	187	6.7 ± 1.9
2001. 5. 29	(32)	262	8.2 ± 2.5	(28)	327	11.7 ± 2.2
합 계	32	411	12.8 ± 4.8	28	514	18.4 ± 3.1

2회에 걸쳐 채밀한 봉군의 군당 평균 채밀량은 대조 봉군의 경우는 14.2 ± 7.6 kg였고, 선발 봉군의 경우는 23.5 ± 4.9 kg이었다(표 2-9). 대조 봉군의 군당 채밀량 14.2 ± 7.6 kg은 본 연구의 1년차 조사치 14.5 ± 8.6 과 비슷한 성적이나, 선발 봉군의 군당 평균 채밀량이 23.5 ± 4.9 kg로 높게 나타난 것은 육종 여왕벌을 선발하여 증식시킨 효과로 보여진다.

표 2-9. 봉군의 채밀량

채밀 월일	대조 봉군			선발 봉군		
	봉군수	총채밀량 (kg)	군당평균 채밀량(kg)	봉군수	채밀량 (kg)	군당평균 채밀량(kg)
2001. 5. 21	32	158.4	5.3±3.6	28	225.4	8.1±2.8
2001. 5. 29	32	296.0	9.3±4.6	28	431.4	15.4±3.1
합 계	—	454.4	14.2±7.6	—	656.8	23.5±4.9

아. 여왕벌 선발

대조 봉군 32군과 선발 봉군 28군 모두 60개군에 대하여 채밀량을 조사 한 후, 채밀량에 있어서 상위 10위에 포함되는 봉군에 대한 내병성, 온순성, 왕대 형성 수 및 계상설치 월일 등을 조사한 성적은 표 2-10과 같다.

표 2-10. 채밀량에 있어서 상위 10개 봉군의 능력

봉군번호	채밀량 (kg)	내병성 (점)	온순성 (점)	왕대 형성수	계상 설치월일
04-01	32.7	석고병(4)	2	12	5월 04일
11-07	32.4	5	4	4	4월 25일
15-01	31.2	5	5	0	4월 27일
11-16	30.5	5	4	0	4월 25일
11-25	30.2	5	3	0	5월 04일
11-19	29.9	5	4	0	4월 27일
11-17	28.5	5	3	14	5월 04일
11-30	28.5	5	3	12	4월 27일
11-09	27.9	5	3	0	4월 27일
12-05	26.5	5	5	2	5월 04일

표 2-10에 나타난 바와 같이 채밀량이 제일 많은 봉군은 04-01번 봉군이나, 이는 1차년도 연구에서 선발된 검정선발 여왕벌의 후대가 아니다. 봉군 번호 04-01 및 15-01과 같이 검정선발 여왕벌의 후대가 아닌 여왕이 육성된 것은 아마도 1차년도에 교배에 실패한 14개

봉군은 경계 왕대로부터 처녀왕벌을 육성하였는데, 이들 경계 왕대로부터 출방된 것으로 보인다.

봉군 번호 04-01번 봉군은 채밀량은 1위이나 석고병에 조금 감염(4점)되었고, 성질이 약간 사나웠으며(2점), 또한 왕대 형성수가 12개로 분봉성이 있는 것으로 나타났고 계상 설치일도 5월 4일로 빠르지 아니하여 처녀왕봉 인공육성에서 제외하였다. 또한 채밀량 순위 상위 3위봉군인 15-01번 봉군도 1차년도 연구에서 선발되지 아니한 여왕벌의 후대이기에 처녀 왕봉 인공 육성에서 제외하였는데, 이는 생산성이 높고 온순한 봉군을 확보하기 위해서는 한 근교계통(strain)으로부터 여왕벌을 육성하여야 한다(Caron, 1999)고 지적된 바와 같이, 이미 선발된 여왕벌과 혈연 관계가 가까운 여왕벌에서 처녀왕벌을 육성하는 것이 선발 효과가 빠르기 때문이다.

봉군의 능력 검정 결과 11-07번 봉군은 채밀량 32.4kg, 내병성 5점, 온순성 4점 그리고 계상 설치월일이 4월 25일 등으로 우수하였으나, 왕대형성수가 4개로서 분봉성이 약간 있는 것으로 나타났다. 그리고 봉군 번호 11-16번 봉군은 채밀량 30.5kg, 내병성 5점, 온순성 4점, 그리고 분봉 계절 중 형성된 왕대는 없었으며 또한 계상 설치 월일이 4월 25일로서 우수한 여왕벌인 것으로 나타났기 때문에, 11-07번 봉군과 11-16번 봉군의 여왕벌을 선발하여 여왕벌 인공육성에 이용하였다.

선발된 여왕벌 2마리로부터 101마리의 처녀왕벌을 인공 육성하였는데, 79마리가 교배되어 교배율은 78.2%였다. 교배된 79마리중 70마리의 검정여왕벌 봉군을 선발하였다. 검정여왕벌 70개군을 대상으로 산란능력, 저밀 및 화분 저장 상태 등을 관찰하여 10월에 검정선발여왕벌 봉군 40군을 선발한 후에 대조용 봉군 40군과 함께 3년차 연구를 위한 월동시험에 공시하였다.

제 3 절 2001~2002년도 봉군의 능력 검정과 선발

1. 연구 수행 방법

가. 공시재료

2001년 11월에 대조용 봉군 40군과 2대 검정선발 여왕벌 봉군 40군, 모두 80군을 월동능력 검정에 공시하였다.

공시 봉군의 사양 관리 및 능력 검정은 2001년 11월부터 2002년 11월까지 경상북도 상주시 내서면 능암리 산 246번지 소재 양봉장에서 실시되었다. 월동(越冬)용 봉군은 2001년 11월 30일 착봉소비 6매를 기준으로 축소한 후 실내온도가 2~9℃로 조절되는 저온양봉사에 입고시켜 월동시킨 후 2002년 2월 23일에 저온양봉장에서 출고하였다.

봄철에 화분을 급여하였고, 저밀이 부족하다고 판단되는 봉군에는 설탕액을 급여하였으며, 질병방제를 위하여 바이바를 약제를 급여하였다. 그리고 7월 이후부터 10월까지는 중량비 1:1의 설탕 사양액을 급여하였고 꿀벌응애와 진드기는 훈연지를 사용하여 구제하였다.

나. 능력검정 방법

- 1) 월동능력(越冬能力): 저온양봉사 입고 직전인 2001년 11월 30일에 측정된 벌통 무게와 저온양봉사 출고 직후인 2002년 2월 23일에 조사한 벌통 무게 차이로 측정하였다(Sugden과 Furgala, 1982). 폐사율은 월동 개시 전 봉군 수에 대한 월동 중 폐사 봉군 수의 백분비로 나타내었는데, 월동 기간 중 폐사는 되지 아니하여도 월동 후 약군이 되기 때문에 합봉된 봉군도 폐사군에 포함시켰다(Pedersen 등, 1996).
- 2) 산란능력(産卵能力): 봄철 봉군의 증식에 직접 관련되는 여왕벌의 산란능력은 벌 밀집 소비 매수와 애벌레 소비 수로 표시되는데, 유밀기 전에 2회 즉 2002년 3월 29과 4월 26일 그리고 채밀기인 5월 21일에 1회 모두 3회 측정되었다. 벌 밀집 소비 수는 꿀벌이 잘 밀집되어 있는 소비 수를 말하며, 애벌레 소비 수는 애벌레와 번데기로 가득찬 소비수를 말한다(Laidlaw, 1985).
- 3) 계상설치율(繼箱設置率): 공시 봉군 가운데서 아까시나무 유밀기 이전에 계상이 설치되는 봉군 수의 백분율로 나타내는데, 2002년 5월 10일 이전에 계상이 설치되는 봉군 수의

백분율로 측정하였다(Laidlaw, 1985).

- 4) 내병성(耐病性): 미국 부저병과 유럽 부저병 그리고 석고병의 감염 상태에 따라 다음과 같이 점수를 주어 측정하였다(Laidlaw, 1985). 감염되지 아니한 봉군=5, 조금 감염된 봉군=4, 보통 정도 감염된 봉군=3, 심하게 감염된 봉군=2.
- 5) 온순성(溫順性): 봉군을 관리할 때 벌이 나타내는 움직임이나 공격성의 정도에 따라 다음과 같이 점수를 주어 측정하였다(Laidlaw, 1985). 아주 온순한 봉군=5, 온순한 봉군=4, 보통 정도인 봉군=3, 약간 사나운 봉군=2. 아주 사나운 봉군=1.
- 6) 분봉성(分蜂性): 분봉 시기에 형성되는 왕대 수로 측정하는데(Laidlaw, 1985), 채밀전 내검일인 2002년 5월 21일까지 형성된 왕대를 모두 조사하였다.
- 7) 채밀능력(採蜜能力): 채밀량은 계상(繼箱)의 경우 채밀 전후의 무게 차이로 그리고 단상(單箱)의 경우 채밀 전후의 각 소비의 무게 차이로 측정하였다(Laidlaw, 1985). 채밀은 5월 21일에 1회 행하였고, 개화기의 이상기온 및 잦은 비로 채밀량이 감소된 것은 다음의 보정계수를 산출하여 보정하였다.

$$\text{보정계수} = \frac{2001\text{년도 대조 봉군의 군당 평균 채밀량}}{2002\text{년도 대조 봉군의 군당 평균 채밀량}} = \frac{14.2\text{kg}}{5.9\text{kg}} = 2.41$$

2. 연구 결과

가. 월동능력

대조 봉군 40개군과 선발 봉군 40개군 모두 80개군을 착봉소비 6매를 기준으로 축소한 후 실내온도가 2~9℃로 조절되는 저온양봉사에 2001년 11월 30일에 입고시켜 월동시킨 후 2002년 2월 23일에 저온양봉장에서 출고하였다. 출고 일자가 2년차인 2001년도에 비하여 5일 정도 빠른 것은 이 시기에 외기 온도가 높아서 저온양봉사 안의 온도를 9℃ 이하로 계속 유지하기 어려웠기 때문이다.

실내월동기간 중 대조 봉군에서 3개군이 폐사되었고 그리고 월동 후 약군으로 합병한 봉군이 3개군으로 폐사율은 15%였으나, 선발 봉군에서는 폐사군이 없었고, 전체 봉군의 폐사율은 7.5%였다. 전체 봉군의 폐사율이 7.5%로 나타난 것은 1997~1998 월동기간 및 1998~1999 월동기간 중 용인에서 서양종 봉군을 실내 월동시켰을 때의 폐사율 5.0~5.3% 및 2.0%(최 등, 2001; 최 등 2002)에 비슷한 성적이다. 그러나 대조 봉군에서는 폐사율이 15%

였으나 선발 봉군에서 폐사군이 없었음은 여왕벌 선발의 효과가 작용하고 있음을 나타낸다고 하겠다.

대조 봉군의 무게는 저온양봉사에 입고하기 직전인 2001년 11월 30일에 군당 평균 21.3kg이었으나 저온양봉사에서 출고한 직후인 2002년 2월 23일에는 18.9kg으로서 월동기간 중에 봉군 무게는 2.4kg이 감소되고, 선발 봉군의 무게는 2001년 11월 24일에 군당 평균 29.0kg이었으나 2002년 2월 23일에는 25.9kg으로서 월동기간 중에 봉군 무게는 3.1kg이 감소되어, 대조 봉군과 선발 봉군간에 큰 차이가 있었다(표 3-1).

월동 기간 중 봉군의 무게 감모량이 대조 봉군에서 2.4kg으로 나타난 것은 본 연구의 2차년도 월동기간 중 대조 봉군의 감모량 2.3kg과 비슷한 성적이다. 그러나 선발 봉군에서 월동기간 중 봉군의 무게 감모량이 3.1kg로 크게 나타난 것은 월동전 봉군의 무게가 29.0kg으로 무거웠던 것에 기인한 상대적인 크기로 생각된다.

표 3-1. 봉군의 월동능력

구분		대조 봉군	선발 봉군
봉군 무게	월동전 (2001. 11. 30)	21.3±4.5	29.0±5.5
	월동후 (2002. 02. 23)	18.9±4.0	25.9±5.6
	월동중 감모량	2.4±0.8	3.1±1.6
착봉소비 매수	월동전 (2001. 11. 30)	5.3±1.5	7.3±1.5
	월동후 (2002. 02. 23)	2.0±1.0	3.4±0.9
	월동중 감소매수	3.5±1.5	4.0±1.1

월동 봉군의 착봉소비(着蜂巢脾) 매수는 저온양봉사에 입고하기 직전인 2000년 11월 30일에 대조 봉군의 경우 5.3매 그리고 선발 봉군의 경우 7.3매로서 선발 봉군이 2.0매 많았으며, 저온양봉사에서 출고한 직후인 2002년 2월 23일에는 대조 봉군의 경우 2.0매 그리고 선발 봉군의 경우 3.4매로서, 선발 봉군이 대조 봉군보다 많은 경향을 보였다(표3-1).

나. 산란능력

봉군의 증식에 직접 관련되는 여왕벌의 산란능력은 벌 밀집소비 매수로 조사되었다.

대조 봉군의 경우 2002년 3월 29일에 조사된 군당 평균 벌 밀집 소비 매수는 2.8매였고,

4월 26일에 조사된 군당 평균 벌 밀집 소비 매수는 6.5매였으며, 5월 21일에 조사된 군당 평균 벌 밀집 소비 매수는 9.6매였다(표 3-2). 그러나 선발 봉군의 경우 2002년 3월 29일 조사된 군당 평균 벌 밀집 소비 매수는 4.9매였고, 4월 27일에 조사된 군당 평균 벌 밀집 소비 매수는 9.1매였으며, 5월 21일에 조사된 군당 평균 벌 밀집 소비 매수는 14.1매였다(표 3-2).

벌 밀집 소비수에 대하여 대조 봉군과 선발 봉군을 시기 별로 비교하여 보면, 3월 29일에는 각각 2.8매와 4.9매, 4월 26일에는 각각 6.5매와 9.1매 그리고 5월 21일에는 9.6매와 14.1매로서 선발 봉군의 벌 밀집 소비수가 많았다. 이는 선발 봉군의 산란능력이 우수하였음을 나타낸다고 하겠다.

표 3-2. 봉군의 밀집소비매수

조사월일	대조 봉군		선발 봉군	
	봉군수	밀집소비수	봉군수	밀집소비수
3월 29일	37	2.8±0.6	40	4.9±0.8
4월 26일	34	6.5±2.4	40	9.1±4.3
5월 21일	34	9.6±4.0	37	14.1±4.3

다. 계상 설치율

계상 설치율은 아까시나무 유밀기 이전에 계상이 설치되는 봉군수의 백분율로 표시되기 때문에 5월 10일까지 계상이 설치된 봉군수 만을 조사하였다. 대조 봉군의 경우는 34군 가운데서 21군이 5월 10일 이전에 계상으로 설치되어서 계상설치율은 61.8%였으나, 선발 봉군은 39군 가운데서 32군이 계상으로 설치되어 계상설치율은 82.5%였다(표 3-3).

대조 봉군에서는 2001년 11월 30일에 1개군이 계상으로 월동에 들어갔으며, 4월 10~28일 중에 16개군 그리고 5월 4~10일 중에 4개군이 계상으로 설치되었는데 비하여, 선발 봉군에서는 2001년 11월 30일에 6개군이 계상으로 월동에 들어갔으며, 4월 10~28일 중에 22개군 그리고 5월 4~10일 중에 4개군이 계상으로 설치되어, 선발 봉군이 대조 봉군 보다 초기에 계상으로 많이 설치되었음을 나타내고 있다(표 3-3).

표 3-3. 계상설치일에 따른 계상 봉군수

구분	계상 설치 년 월 일					2002년 5월 10일 현재		
	2001년 11월 30일	2002년 4월			2002년 5월	총 봉군수	계상봉군수	계상설치율
		10~14	18~19	20~28	4~10			
대조 봉군	1	10	3	3	4	34	21	61.8%
선발 봉군	6	15	2	5	4	39	32	82.5%

라. 내병성

대조 봉군 34군과 선발 봉군 39군에 대하여 조사하였던 바 부저병과 석고병이 발생되지 않았다(표 3-4, 표 3-5).

표 3-4. 부저병에 감염된 봉군의 감염도 별 분포 및 점수

감염도	대조 봉군		선발 봉군	
	분포(%)	점수	분포(%)	점수
계 또는 평균	34(100%)	170(5.0)	39(100%)	195(5.0)
감염되지 아니한 봉군 (5점)	34(100)	170	39(100)	195
조금 감염된 봉군 (4점)	—	—	—	—
보통 정도 감염된 봉군 (3점)	—	—	—	—
심하게 감염된 봉군 (2점)	—	—	—	—

표 3-5. 석고병에 감염된 봉군의 감염도 별 분포 및 점수

감염도	대조 봉군		선발 봉군	
	분포(%)	점수	분포(%)	점수
계 또는 평균	34(100%)	170(5.0)	39(100%)	195(5.0)
감염되지 아니한 봉군 (5점)	34(100)	170	39(100)	195
조금 감염된 봉군 (4점)	—	—	—	—
보통 정도 감염된 봉군 (3점)	—	—	—	—
심하게 감염된 봉군 (2점)	—	—	—	—

마. 온순성

봉군의 온순성을 점수로 나타내었던 바, 대조 봉군의 점수는 4.2점으로 온순한 것으로 나타났다, 선발 봉군의 점수는 4.6으로 아주 온순한 것에 가까웠다(표 3-6). 본 연구의 2년차 조사에서 봉군의 온순성은 대조 봉군 및 선발 봉군 모두 3.5로 나타났으나, 본 연구의 3년차에서 선발 봉군의 온순성이 4.6점으로 나타난 것은 여왕벌의 선발 효과가 작용한 것으로 보인다.

표 3-6. 봉군의 온순성

구 분	대조 봉군		선발 봉군	
	분포(%)	점수	분포(%)	점수
계 또는 평균	34(100%)	143(4.2)	39(100%)	178(4.6)
아주 온순한 봉군(5점)	15(44.1)	75	24(61.5)	120
온순한 봉군 (4점)	11(32.3)	44	13(33.3)	52
보통 정도인 봉군(3점)	8(23.5)	24	2(05.1)	6
약간 사나운 봉군(2점)	—	—	—	—
아주 사나운 봉군(1점)	—	—	—	—

바. 분봉성

분봉은 자연 상태에서는 봉군이 스스로 증식하는 번식 현상이나, 분봉열이 발생한 봉군은 수밀(收蜜) 작업을 태만히 하고 또한 분봉에 대비하여 저장된 벌꿀의 소비가 많기 때문에 분봉성이 강한 봉군은 채밀 양봉에 불리하다. 분봉성은 분봉시기에 형성되는 왕대수로서 나타내지는데, 대조 봉군의 군당 평균 왕대형성수는 3.2 ± 2.2 개였고, 선발 봉군의 평균 왕대형성수는 2.4 ± 2.3 였다. 왕대 형성수에 대하여 본 연구 2년차의 대조 봉군에서는 3.0 ± 4.4 개 그리고 선발 봉군에서는 3.8 ± 5.8 개로 조사되었는데, 본 연구 3년차에서 선발 봉군의 평균 왕대 형성수가 2.4 ± 2.3 개로 조사된 것은 선발의 효과가 작용한 것으로 보인다.

표 3-7. 봉군의 왕대 형성수

구 분	대조 봉군	선발 봉군
봉군수	34	39
총 왕대 형성수	109	95
평균 왕대 형성수	3.2±2.2	2.4±2.3

사. 채밀능력

2002년도는 이상 기온 및 잦은 비 등으로 저밀이 되지 아니하여 5월 21일 1회 채밀하였다. 채밀한 봉군의 군당 평균 채밀 소비 매수는 대조 봉군의 경우는 9.6±4.0매였고, 선발 봉군의 경우는 14.1±4.3매였다(표 3-8). 연구 3년차의 이 성적은 대조 봉군의 경우 2년차의 성적 12.8±4.8매 및 연구 1년차의 성적 12.0±7.7매에 비하여 채밀 소비수가 적었고, 선발봉군의 경우도 연구 2년차의 18.4±3.1매에 비하면 군당 평균 채밀 소비 매수가 적었다.

표 3-8. 봉군의 채밀소비매수

구 분	봉군수	채밀 소비수	군당평균 소비매수
대조 봉군	34	326	9.6±4.0
선발 봉군	37	520	14.1±4.3

이러한 이상 기온 및 잦은 비 등으로 말미암아 채밀량도 매우 줄어서 군당 평균 채밀량은 대조 봉군이 5.9±3.6kg 그리고 선발 봉군은 12.6±5.2kg이었다. 2002년도는 이상 기온 현상으로 아카시꽃의 개화시기가 10여일 빨라지고 잦은 비와 저온 현상 거센 바람 등으로 아카시 꿀은 평년작의 40~50% 정도로 추정하였으며(한국양봉협회, 2002), 경북 상주 지방은 5월 18일까지 10일간 비가 내려 누적 강우량이 133.5mm로 집계되어 양봉 한 통에서 평년에는 평균 18ℓ를 채취할 수 있었으나 2002년에는 7.2ℓ에 불과하다고 보도되었다(영남일보, 2002년 5월 24일자). 이러한 나쁜 조건에서도 선발 봉군의 채밀량이 대조 봉군에 비하여 213.6%나 많은 것은 3년간에 걸친 여왕벌 선발에 기인한 효과로 판단된다.

연구 3년차의 성적을 연구 1·2년차의 성적과 비교하기 위하여, 2002년도 대조 봉군의

채밀량을 2001년도 대조 봉군의 채밀량과 동일 수준으로 보정할 수 있는 보정계수를 산출하여 2002년도의 대조 봉군의 채밀량 및 선발 봉군의 채밀량을 보정하였다. 산출된 보정계수 2.41을 봉군 각각의 채밀량에 모두 곱한 보정된 군당 평균 채밀량은 대조 봉군의 경우 $14.2\pm 8.8\text{kg}$ 이었고, 선발 봉군의 경우는 $30.3\pm 12.4\text{kg}$ 이었다(표 3-9).

2002년도 대조 봉군의 채밀량을 2001년도 대조 봉군의 채밀량과 동일 수준으로 보정할 수 있는 보정계수 2.41은, 2002년도 대조 봉군의 채밀량이 2001년도 대조 봉군 채밀량의 41.5%에 해당되는데, 이는 항국양봉협회(2002)가 추정 한 40~50%에 잘 부합되며, 또한 영남일보에서 보도한 40% 감소와도 잘 일치된다.

표 3-9. 봉군의 채밀량

구 분	봉군수	총 채밀량 (kg)	군당 평균 채밀량(kg)	보정된 군당 평균채밀량(kg)
대조 봉군	34	199.9	5.9 ± 3.6	14.2 ± 8.8
선발 봉군	37	464.8	12.6 ± 5.2	30.3 ± 12.4

아. 여왕벌 선발

대조 봉군 34군과 선발 봉군 37군 모두 71개군에 대하여 채밀량을 조사 한 후, 채밀량에 있어서 상위 10위에 포함되는 봉군에 대한 내병성, 운순성, 왕대 형성 수 및 계상설치 월일 등을 조사한 성적은 표 3-10과 같다.

표 3-10에 나타난 바와 같이 봉군의 능력 검정 결과 11-07-07번 봉군은 보정된 채밀량 64.7kg, 내병성 5점, 운순성 5점, 왕대 형성 수 2개, 그리고 2001년도 11월 30일 계상 월동 등으로 우수하였다. 그리고 봉군 번호 11-16-10번 봉군은 보정된 채밀량 50.0kg, 내병성 5점, 운순성 5점, 왕대 형성 수 3개, 그리고 계상 설치 월일이 2002년 4월 19일로서 우수한 여왕벌인 것으로 나타났기 때문에, 11-07-07번 봉군과 11-16-10번 봉군의 여왕벌을 선발하여 여왕벌 인공육성에 이용하였다.

선발된 여왕벌 2마리로부터 105마리의 처녀왕벌을 인공 육성하였는데, 83마리가 교배되어 교배율은 79.0%였다. 교배된 83마리중 60마리의 검정여왕벌 봉군을 선발하였다. 검정여왕벌 60개군을 대상으로 산란능력, 저밀 및 화분 저장 상태 등을 관찰하여 10월에 검정선발여왕

별 봉군 40군을 선발하였다.

표 3-10 채밀량에 있어서 상위 10개 봉군의 능력

봉군번호	채밀량(kg)		내병성 (점)	온순성 (점)	왕대 형성수	계상 설치일
	보정전	보정후				
11-07-07	26.8	64.7	5	5	2	2001년 11월 30일 계상월동
11-16-10	20.7	50.0	5	5	3	2002년 04월 19일
11-16-02	18.4	44.4	5	5	2	2001년 11월 30일 계상월동
11-07-12	18.2	44.0	5	4	0	2002년 04월 19일
11-07-24	17.8	43.0	5	4	3	2002년 04월 19일
11-16-01	17.1	41.3	5	5	1	2001년 11월 30일 계상월동
11-07-25	17.0	41.1	5	4	2	2002년 04월 19일
11-16-21	17.0	41.1	5	5	8	2001년 11월 30일 계상월동
11-07-03	16.8	40.6	5	5	7	2002년 04월 19일
11-07-21	16.7	40.3	5	4	2	2002년 04월 19일

제 4 절 여왕벌 선발에 의한 형질 평균의 변화

여왕벌의 선발 및 증식에 의한 주요 형질 평균의 년차별 변화는 표 4-1에 나타난 바와 같다. 1차년도에 대조 봉군에서는 구입 봉군이 배제되었는데, 그 이유는 구입 봉군은 구입 시 이미 선발되었던 봉군이기 때문이다. 2차년도와 3차년도에서는 선발 봉군의 평균 만을 취하여 1차년도 대조 봉군과 비교함으로써, 여왕벌의 선발이 이들 형질의 평균치 이동에 작용하는지 여부를 검토코자 하였다.

4-1. 선발에 의한 주요 형질 평균의 년차 별 변화

구 분	1년차 대조 봉군	2년차 선발 봉군	3년차 선발 봉군
월동전 봉군 무게(kg)	22.6±2.6	23.0±2.5	29.0±5.5
월동후 봉군 무게(kg)	20.1±2.6	20.6±2.3	25.9±5.6
4월말 벌밀집 소비매수(매)	4.9±2.3	6.3±1.4	9.1±4.3
계상설치율(%)	50.0	81.8	82.5
내병성(점)	4.3~4.8	4.8~4.9	5.0
온순성(점)	3.1	3.5	4.6
왕대 형성수(개)	8.7±8.5	3.8±5.8	2.4±2.3
군당 평균 채밀량(kg)	14.5±8.6	23.5±4.9	30.4±12.4

월동전·후의 봉군 무게는 봉군이 강군으로 월동에 적합한 봉군인지 여부와 봉군이 월동을 잘 마쳐서 이듬해 봄에 활동하기에 적합한 봉군인지 여부를 판단하는 척도로서 중요한 형질이다. 월동전 봉군 무게는 1년차 대조 봉군이 22.6±2.6kg, 2년차 선발 봉군이 23.0±2.5kg 그리고 3년차 선발 봉군이 29.0±5.5kg으로, 여왕벌의 선발이 월동전 봉군 무게 향상에 크게 작용함을 나타내었다.

월동전 봉군 무게가 1년차에 비하여 2년차에는 1.8% 증가하였으나, 3년차에 28.3%로 크게 증가한 것은 이 형질이 산란능력, 계상설치율, 분봉성 및 내병성 등과 관계가 밀접한 형질로서 이들 형질에 대한 선발이 간접적으로 봉군 무게에 작용하여 그 효과가 총합적으로 3년차에 나타난 것으로

보인다.

월동후 봉군 무게는 1년차 대조 봉군이 $20.1 \pm 2.6\text{kg}$, 2년차 선발 봉군이 $20.6 \pm 2.3\text{kg}$ 그리고 3년차 선발 봉군이 $25.9 \pm 5.6\text{kg}$, 1년차에 비하여 2년차에는 2.5% 그리고 3년차에는 28.9%로 크게 증가한 것은, 월동전 봉군 무게에서와 같이 여왕벌 선발의 효과가 총합적으로 3년차에 나타난 것으로 보인다.

4월 말 벌 밀집 소비매수는 봄철 여왕벌의 산란능력을 나타내는 중요한 형질인데, 2000년 4월 30일에 조사된 대조 봉군의 벌밀집 소비매수는 4.9 ± 2.3 매, 2001년 4월 27일에 조사된 선발 봉군의 벌 밀집 소비 매수는 6.3 ± 1.4 매 그리고 2002년 4월 26일에 조사된 선발 봉군의 벌 밀집 소비 매수는 9.1 ± 4.3 매였다. 4월 말 벌 밀집 소비 매수는 1년차에 비하여 2년차에는 28.6% 그리고 3년차에는 85.7%로 크게 증가한 것은 월동 능력의 개량과 계상설치율의 향상 그리고 내병성의 향상 등 관련 형질들의 개량에 의한 효과가 간접적으로 크게 작용한 것으로 보인다.

계상설치율에 대한 조사치를 보면, 1년차 대조 봉군은 50%, 2년차 선발 봉군은 81.8% 그리고 3년차 선발 봉군은 82.5%로서 여왕벌 선발의 효과가 인정되었고, 내병성도 1년차 대조 봉군은 4.3~4.8점, 2년차 선발 봉군은 4.8~4.9점 그리고 3년차 선발 봉군은 5.0점으로 여왕벌 선발의 효과가 나타났다.

봉군의 온순성은 1년차 대조 봉군이 3.1점, 2년차 선발 봉군이 3.5점 그리고 3년차 선발 봉군이 4.6점으로 여왕벌 선발로 봉군의 성질이 온순하여 졌으며, 분봉성을 나타내는 군당 왕대 형성수도 1년차 대조 봉군은 8.7 ± 8.5 개, 2년차 선발 봉군은 3.8 ± 5.8 개 그리고 3년차 선발 봉군은 2.4 ± 2.3 개로서 여왕벌 선발로 분봉성을 억제할 수 있는 것으로 나타났다.

아까시나무 유밀기간 중의 군당 평균 채밀량에 대한 조사치를 보면, 1년차 대조 봉군에서 $14.5 \pm 8.6\text{kg}$, 2년차 선발 봉군에서 $23.5 \pm 4.9\text{kg}$ 그리고 3년차 선발 봉군에서 $30.4 \pm 12.4\text{kg}$ 으로, 1년차 대조 봉군에 비하여 2년차 선발 봉군에서는 62.1% 그리고 3년차 선발 봉군에서는 109.7%로 아주 크게 증가하였는데, 이는 여왕벌의 선발이 채밀량 단일 형질에 대하여 행하여졌을 뿐만 아니라, 채밀량은 봉군의 월동능력, 산란능력, 내병성 및 분봉억제성 등이 복합적으로 작용하여 발현되는 총합적 형질(總合的形質, aggregated trait)이기 때문이라고 판단된다.

제 4 장 목표 달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 목표 달성도

본 연구 과제계획서에 기하 제시한 연구 개발 현황 및 목표는 아래 표에 나타난 바와 같이, 월동전·후의 봉군 무게, 계상설치율, 분봉성, 내병성 및 채밀량에 대하여 수량적으로 기술되어 있다.

연구 개발 목표와 내용

구 분	현 황	목 표	비 고
월동 전 봉군 무게	23.0kg/군	30.0kg/군	월동 포장 직전 무게
월동 후 봉군 무게	20.0kg/군	27.0kg/군	월동 포장 해제 직후 무게
계상설치율	40%	50%	아까시나무 유밀기 전에 계상이 설치되는 비율
분봉성	12개/군	7개/군	분봉 시기 중 형성되는 왕대수
내병성	3점	4점	3점: 보통 정도 감염. 4점: 조금 감염된 정도
채밀량	14.0kg/군	30.0kg/군	아까시나무 유밀기 중 채밀량

1. 월동능력

월동전·후의 봉군 무게는 봉군이 강군으로 월동에 적합한 봉군인지 여부와 봉군이 잘 월동하여 이듬해 봄에 활동하기에 적합한 봉군인지 여부를 판단하는 척도로서 중요하다. 월동전 봉군 무게는 현황이 군당 평균 23.0kg에서 군당 평균 30.0kg으로 목표를 설정했었다. 월동전 봉군 무게 조사치를 보면, 1년차 대조 봉군의 무게는 22.6 ± 2.6 kg, 2년차 선발 봉군의 무게는 23.0 ± 2.5 kg 그리고 3년차 선발 봉군의 무게는 29.0 ± 5.5 kg으로 연구 개발 목표 30.0kg를 거의 달성한 것으로 판단된다.

월동후 봉군 무게는 현황이 군당 평균 20.0kg에서 군당 평균 27.0kg으로 목표를 설정했었다. 월동후 봉군 무게 조사치를 보면, 1년차 대조 봉군의 무게는 20.1 ± 2.6 kg, 2년차 선발 봉

군의 무게는 $20.6 \pm 2.3\text{kg}$ 그리고 3년차 선발 봉군의 무게는 $25.9 \pm 5.6\text{kg}$ 으로 연구 개발 목표 27.0kg 를 거의 달성한 것으로 판단된다.

2. 계상설치율, 분봉성 및 내병성

이들 형질에 대한 현황 및 목표는 계상설치율은 40%에서 50%로, 분봉성을 나타내는 왕대 형성 수는 군당 12개에서 7개로, 그리고 내병성은 보통 정도 감염된 3점에서 조금 감염된 정도인 4점으로 제시하였었다.

계상설치율에 대한 조사치를 보면, 1년차 대조 봉군은 50%, 2년차 선발 봉군은 81.8% 그리고 3년차 선발 봉군은 82.5%로서 목표를 초과 달성하였다. 분봉성을 나타내는 군당 왕대 형성수의 조사치를 보면, 1년차 대조 봉군은 8.7 ± 8.5 개, 2년차 선발 봉군은 3.8 ± 5.8 개 그리고 3년차 선발 봉군은 2.4 ± 2.3 개로서 목표를 초과 달성하였다. 내병성에 대한 조사치를 보면, 1년차 대조 봉군은 4.3~4.8점 2년차 선발 봉군은 4.8~4.9점 그리고 3년차 선발 봉군은 5.0점으로 목표를 초과 달성하였다.

3. 채밀량

아까시나무 유밀기간 중의 군당 평균 채밀량에 대하여는 현황 14.0kg 및 목표 30.0kg 을 제시하고, 연차별 목표에서는 1차 년도 채밀량을 14.0kg 에서 15.0kg 으로, 2차 년도 채밀량을 15.0kg 에서 24.0kg 으로, 3차 년도 채밀량을 24.0kg 에서 30.0kg 으로 향상시키는 것에 목표를 두었다. 아까시나무 유밀기간 중의 군당 평균 채밀량에 대한 조사치를 보면, 1년차 대조 봉군에서 $14.5 \pm 8.6\text{kg}$, 2년차 선발 봉군에서 $23.5 \pm 4.9\text{kg}$ 그리고 3년차 선발 봉군에서 $30.4 \pm 12.4\text{kg}$ 으로 연구 개발 목표 30.0kg 를 달성한 것으로 판단된다.

제 2 절 관련 분야에의 기여도

양봉가들이 바라는 우수한 봉군이란 ①채밀량이 많고, ②산란능력이 우수하며, ③내병성이 강하고, ④월동능력이 우수하며, ⑤분봉성이 적고, 그리고 ⑥성질이 온순한 봉군이다. 이와 같이 우수한 봉군 즉 일반 양봉가가 바라는 봉군이 3년에 걸친 여왕벌의 능력 검정과 선발로 육성된다고 하는 것은 획기적인 결과이다. 정부 기관이나 또는 정부 지원금에 의하여

여왕벌 능력검정소가 설치되어 지속적으로 운영된다면 능력이 우수한 여왕벌이 보급되어 봉산물은 크게 증산될 것이다. 그 예로서 군당 벌꿀 생산량이 1년차 대조 봉군에서 14.5kg이던 것이 3년차 선발 봉군에서는 30.4kg으로 209.7% 증수되는 것으로 보아 봉산물이 2배이상 증수될 것으로 기대된다. 또한 계상 설치군이 증가되고, 질병이 없으며 월동능력이 향상되기 때문에 봉군의 수입 및 봉산물의 수입에 대응할 수 있는 우수한 방법으로 우리 나라 양봉 산업 발전에 기여할 것이다.

제 5 장 연구 개발 결과의 활용 계획

1. “양봉업의 생산성 제고를 위한 꿀벌개량 사업”이 시행될 수 있는 시책건의 자료로 활용할 것이다. 양봉에 있어서 여왕벌 육성이란 가장 어려운 기술 중의 하나인데, 여왕벌의 능력검정에 의한 선발 육종이란 더욱 더 어려운 기술이다. 그러나 양봉산물의 양적 증대와 질적 향상, 봉산물 수입에 대한 대응 및 노동력 절감 등의 필요성 때문에 우리나라에 양봉업이 존재하는 한 여왕벌의 능력검정에 의한 선발 육종 사업은 시행되어야 하는 사업이고, 시행의 시기는 빠를수록 양봉가에게 유리하다.

따라서, 한국양봉협회, 또는 본 사업에 관심을 갖는 도·시·군의 행정 조직이나, 농업기술원 또는 농업기술센터 등과 협의하여 여왕벌 능력 검정기관을 설치 운영토록 시책건의 의할 계획이다.

2. 우량 종봉 생산 및 공급을 위한 종봉 생산 전문 경영체 설립에 필요한 자료로 활용할 것이다. 개인 양봉업자가 종봉 생산에 관심을 가지고 종봉 생산 전문 경영체를 설립 운영하려는 경우에 설립에 필요한 자료로 활용함은 물론 적극 참여하여 여왕벌 능력검정 및 선발 기술을 이전할 것이다.

3. 양봉조합, 양봉영농조합법인 및 양봉농가를 대상으로 양봉산업 발전을 위한 교육 자료로 활용할 것이다.

4. 공시된 양봉장은 “우량 종봉 육성 및 기술 보급”과 “현대적 양봉경영 형태인 계상(繼箱) 양봉 경영”의 시범 양봉장으로 양봉농가의 현장 방문 교육 장소로 활용할 것이다.

제 6 장 연구 개발 과정 중에 수집한 해외과학기술정보

양봉에 관한 문헌을 섭렵하는 과정에서 2002년에 초판이 발행된 양봉 서적을 찾게 되었다. 책명은 “HONEY BEES: ESTIMATING THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF CHEMICALS”로서 James Devillers와 Minh-Ha Pham-Delegue가 편집한 책이다.

이 책의 서문에 기술된 것을 보면, 꿀벌은 꽃꿀, 꽃가루, 나무진 그리고 물 등을 수집하기 위하여 날아다니다 보니 여러 가지의 오염물질(organic and inorganic pollutant)에 접촉하게 되고, 이러한 오염 물질은 벌꿀, 화분, 로얄젤리 등 봉산물에 축적하게 된다, 따라서 꿀벌은 움직이는 multimedia sampler로서 그리고 화학물질 오염 및 방사능 오염에 대한 bioindicator로서 꿀벌이 이용되고 있음을 나타내고 있다.

환경 오염이 크게 문제가 되는 시점에서 오염물질의 bioindicator로서 꿀벌이 이용되고 있는 것을 처음으로 서술한 책이기에 양봉 또는 환경 오염 분야에서 유용하게 이용될 수 있는 최신 자료라고 생각된다.

이 책은 15장으로 되어 있는데 각 장의 제목은 다음과 같다.

1. The ecological importance of honey bees and their relevance to ecotoxicology
2. Volatile and semi-volatile organic compounds in beehive atmospheres
3. Risk assessment of plant protection products on honey bees: regulatory aspects
4. Acute toxicity of pesticides to honey bees
5. The proboscis extension response: assessing the sublethal effects of pesticides on the honey bee
6. Effects of imidacloprid on the neural processes of memory in honey bees
7. Impact of agrochemicals on non-*Apis* bees
8. Honey bees as indicators of radionuclide contamination: a truly useful biomonitor?
9. Cesium-134 and Cesium-137 in French honeys collected after the Chernobyl accident
10. The role of honey bees in environmental monitoring in Croatia
11. Use of honey bees as bioindicators of environmental pollution in Italy
12. Typology of French acacia honeys based on their concentrations in metallic and nonmetallic elements
13. The role of insect-resistant transgenic crops in agriculture

14. Using proteins to assess the potential impacts of genetically modified plants on honey bees
15. Direct and indirect effects of genetically modified plants on the honey bee

제 7 장 참고 문헌

1. Bar-Cohen, R., G. Alpern and R. Bar-Anan. 1978. Progeny testing and selecting Italian queens for brooder area and honey production. *Apidologie* 9(2): 95-100.
2. Caron, D. M. 1999. *Honey Bee Biology and Beekeeping*. 2nd. ed. Wicwas Press, USA. pp. 117-132.
3. Collins, A. M., T. E. Rinderer, J. R. Harbo and M. A. Brown. 1984. Heritabilities and correlations for several characters in the honey bee. *J. Herd.* 75: 135-140.
4. Kulinčević, J. M. and W. C. Rothenbuhler. 1973. Laboratory and field measurements of hoarding behaviour in the honeybee. *J. Apic. Res.* 12(3): 179-182.
5. Kulinčević, J. M., V. C. Thompsin and W. C. Rothenbuhler. 1974. Relationship between laboratory tests of hoarding behavior and weight gained by honey-bee colonies in the field. *Am. Bee J.* 114(3): 93.
6. Laidlaw, Jr. H. H. 1985. *Contemporary queen rearing*. A Dadant Publication. pp. 139-158.
7. Milne, C. P. Jr. 1985. The need for using laboratory tests in breeding honeybees for improved honey production. *J. Apic. Res.* 24(4): 237-242.
8. Pedersen, J., G. Pedersen and E. Pedersen. 1996. Outside wintering of single brood chamber hives revisited. *Am. Bee J.* 136(3): 181-186.
9. Rinderer, T. E., A. M. Collins and M. A. Brown. 1983. Heritabilities and correlations of the honey bee: Response to *Nosema Apis*, longevity, and alarm response to isopentyl acetate. *Apidologie* 14(2): 79-85.
10. Rinderer, T. E. 1986. *Bee genetics and breeding*. Academic press, Ind. pp. 391-409.
11. Sammataro, D. and A. Avitable. 1998. *The Beekeeper's Handbook*. 3rd. ed. Cornell Univ. Press. pp. 92-98.
12. Sugden, M. A. and B. Furgala. 1982. Evaluation of six commercial honey bee (*Apis mellifera L.*) stocks used in Minnesota. Part I. Wintering ability and queen longevity. *Am. Bee. J.* 122(3): 105-109.
13. Szabo, T. I. 1982. Phenotypic correlations between colony traits in the honey bee.

Am. Bee J. 122(10): 711-716.

14. Taber S. and M Gilliam. 1987. Breeding honey bee for resistance to diseases. Korean J. Apiculture 2(2): 15-20.
15. Taber, S. 1982. Determining resistance to brood diseases. Am. bee J. 122: 422-425.
16. USDA. 1976. Development of hybrid honey bees. Production Research Report. No. 168.
17. 농림수산부. 1986. 장기적 양봉산업 육성 대책 수립. “양봉계 20(11) : 36-37”에서 인용.
18. 농수축산신문. 2002. 한국축산연감. pp. 600-601.
19. 매일신문. 2002. 양봉업자 “비가 원수”. 매일신문 8월 16일자. 23면.
20. 양봉계사. 2002. 양봉계 뉴스. 월간 양봉계 36(11): 34.
21. 영남일보. 2002. 개화기 잦은 비. 꿀 생산 크게 줄 듯. 영남일보 5월 24일자. 24면.
22. 오성환. 1988. 양봉산업의 육성방안 - 제주도를 중심으로 -. 한국양봉학회지 3(2): 49-71.
23. 유영수, 김충겸 1991. 오스트랄리아 산 수입꿀벌에 관한 설문 조사. 한국양봉학회지 6(2): 95-105.
24. 최광수, 박항균. 1990. 꿀벌 생산능력 개량을 위한 꿀벌육종에 관한 연구. I. 우량종봉 선발시험. 한국양봉학회지 5(2): 26-31.
25. 최광수, 신명재, 윤두학, 박항균. 1991a. 꿀벌 생산능력 개량을 위한 꿀벌육종에 관한 연구. II. 주요 형질별 우량여왕봉 선발시험. 한국양봉학회지 6(1): 31-38.
26. 최광수, 신명재, 윤두학, 박항균. 1991b. 꿀벌 생산능력 개량을 위한 꿀벌육종에 관한 연구. III. 계통교배 및 종봉생산을 위한 선발시험. 한국양봉학회지 6(1): 39-47.
27. 최광수, 신명재. 1993. 계상 월동 봉군(서양종)의 능력검정. 한국양봉학회지 8(1): 1-4.
28. 최광수. 1994. 여왕봉 선발에 의한 꿀벌의 벌꿀 생산 능력 개량. 한국양봉학회지 9(1): 21-32.
29. 최광수, 강보석. 1995. 꿀벌에 있어서 실험실 검정성적에 의한 벌꿀생산량 추정에 관한 연구. 한국양봉학회지 10(2): 135-141.
30. 최광수. 1998. 양봉. 한국의 축산, 농림부 · 축협중앙회 · 세계축산학회 pp. 91-107.
31. 최광수, 이종원, 강 보석, 이석건. 2001. 서양종 꿀벌의 실내월동에 관한 연구. II. 1997~1998 월동기간 중 용인 지방에 있어서 써양종 꿀벌의 실내월동. 한국양봉학회지 16(2): 83-88.
32. 최광수, 이종원, 강보석, 이석건. 2002. 서양종 꿀벌의 실내월동에 관한 연구. IV. 1998~

- 1999 월동기간 중 용인 지방에 있어서 씨양종 꿀벌의 실내월동. 한국양봉학회지 17(1): 39-44.
33. 최승윤. 1986. 한국양봉산업의 10대 과제. 한국양봉학회지 1(1): 1-18.
34. 최승윤. 1990. 신제 양봉학. 향문사 pp. 220-253.
35. 축협중앙회. 1999. 축협조사계보 19(2): 58.
36. 한국양봉협회. 1990. 세계양봉산업과 벌꿀무역 현황. pp. 20-22, 183.
37. 한국양봉협회. 2002. 아까시아 꿀 흉작(평년의 40~50% 추정). 양봉협회보 6월호 p. 3.