

634.119

L293 ㄹ

V.2

최 종
연구보고서

천적을 이용한 점박이응애 종합관리

Integrated management of the spider mite in
apple orchards with some predatory mites

안 동 대 학 교

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “천적을 이용한 접박이응애 종합관리” 과제의 최종
보고서로 제출합니다.

1998. 1. .

주관연구기관명:	안동대학교
총괄연구책임자:	이 영 인
연 구 원:	권 기 면
연 구 원:	김 복 섭
연 구 원:	이 용 현
연 구 원:	권 혜 진
협동연구기관명:	대구사과연구소
협동연구책임자:	이 순 원
협동연구기관명:	안동시농촌지도소
협동연구책임자:	황 기 섭

요 약 문

I. 제 목

천적을 이용한 점박이용애 종합관리

II. 연구개발의 목적 및 중요성

현재 우리나라 사과원에서 가장 문제해충인 점박이용애의 생물적방제를 위하여 기대되고 있는 천적인 이리용애에 대한 연구는, 사과원의 농약절감과 환경농업을 위한 병해충 종합관리(IPM)가 실용화 되기 위해서 수행되어야 할 연구중 가장 핵심이 되는 분야이다.

유럽, 미국과 호주등지의 사과원 IPM이 성공적으로 수행되고 있는 국가에서 활용되는 이리용애의 종은 다르지만 이리용애가 사과원에 정착되어 살비제를 거의 사용하지 않아도 되는 수준까지 문제되던 초식용애류의 발생을 안정화 시키고 있다. 그러나, 우리나라에서는 사과원에서 긴털이리용애가 점박이용애의 생물적방제를 위하여 유망한 천적으로 제시되었지만 아직까지 관행사과원에서는 주요 농약에 영향을 받아서 거의 발생하지 못하는 실정이다.

따라서, 본 연구의 목적은 우리나라 사과원에 적합한 이리용애를 선발하고 이들이 점박이용애의 밀도억제를 하는데 효율적인 역할을 할 수 있는 사과원 관리방안을 확립하는 것이다. 이들 결과가 사과원 IPM의 한 분야로서 실용화 될 때 우리나라가 환경농업의 실천목표로 제시하고 있는 2003년에 농약의 50% 절감이 가능한 것은 물론이고 생산비 절감, 안전농산물 공급에도 직결되기 때문에 실로 그 중요성이 크다고 할 것이다.

III. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 우리나라 사과원에 점박이용애의 천적인 이리용애를 정착시켜 생물적방제가 가능할 수 있도록 하기 위하여 다음과 같은 연구를 실시하였다.

첫째, 우리나라 사과원 인근에 어떠한 이리응애 종이 발생하고 있는지를 조사하고, 이중 우점종인 긴털이리응애(*Amblyseius womersleyi*)와 외국에서 활용되고 저항성이 유발된 이리응애인 *A. fallacis*와 *Typhlodromus occidentalis*를 도입하여 이들의 실내누대 사육체계를 확립하였다.

둘째, 3종 이리응애의 생활사와 포식량, 온도와 습도조건에 따른 생태적 특성을 비교하여 어떤 종이 우리나라 환경에 유망할 것인가를 검토하였다.

셋째, 우리나라 사과원의 병해충 방제를 위하여 많이 사용되고 있는 농약들에 대하여 3종 이리응애가 어떤 영향을 받는지를 파악하기 위하여 농약품목별로 이리응애의 암성충과 난에 대한 독성정도를 조사하고 비교해서 이리응애의 발생에 크게 영향을 주지 않는 농약을 선발하였다. 또한, 주요농약인 유기인계의 그로포와 합성제충국제의 델타린에 대한 반수치사농도에 대하여 도태할 때 저항성 정도가 증가하는지를 조사하였다.

넷째, 자생종 긴털이리응애와 도입종 이리응애간의 종간경쟁 시험으로서, 동종 또는 이종간에 포식을 하는지의 여부와 2종 또는 3종이 동시에 발생할 경우에 어떤 종이 우세할 것인가를 조사하였다.

다섯째, 3종 이리응애가 점박이응애의 밀도를 억제할 수 있는 비율이 어느 정도인지를 구명하기 위하여 점박이응애 밀도대비 이리응애의 접종수준을 달리하여 경시적인 밀도변동을 조사하였다.

여섯째, 도입 2종 이리응애가 우리나라 사과원에서 월동이 가능한지를 구명하기 위하여 자생 긴털이리응애를 대비로 월동후 발생여부를 조사하였다.

일곱째, 3종 이리응애의 사과원 정착 및 적응성을 비교하기 위하여 잡초관리를 초생재배와 청경재배, 접종부위로서 사과나무 수관내와 지면잡초, 접종시기를 5, 6, 7월로 구분하여 이리응애 종별로 접종후 밀도변동 사항을 조사하였다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

전국의 사과원 주변식물에서 채집한 이리응애는 모두 2속 10종이었으며, 이중 긴털이리응애가 우점종이었다. 또한, 긴털이리응애와 도입한 2종 이리응애의 실내누대사육 방법으로는 포트에서 재배되고 있는 강낭콩에서 점박이응애를 증식시키고, 점박이응애가 있는 강낭콩 잎들이 붙어있는 잎자루를 물을 담은 밧드내 플라스틱 바구니에 꽂고서 이리응애를 접종한 뒤, 15일 후부터 300-400여 마리의 암성충을 수차례 수확할 수 있는 사육체계를 확립하였다.

3종 이리응애의 20-30℃ 범위의 4수준에서 발육기간은 온도가 높아짐에 따라서 짧아졌고 종간에 유의성 있는 차이는 없으나 *A. fallacis*가 가장 짧은 경향이었다. 암성충의 수명은 긴털이리응애와 *A. fallacis*가 18-19일로 비슷한 반면, *T. occidentalis*는 13일로 짧았고, 산란수도 긴털이리응애와 *A. fallacis*가 34개와 40개로 큰 차이가 없었으나, *T. occidentalis*는 24개로 적었다. 상대습도가 55, 70, 85%일때 긴털이리응애와 *A. fallacis*는 습도가 높을수록 수명이 길었고 산란수가 많았으나 *T. occidentalis*는 정반대의 경향이었다. 이리응애 암컷의 전발육기간중 점박이응애 난 포식량은 긴털이리응애와 *A. fallacis*는 10-12개로 비슷하였으나 *T. occidentalis*는 14-16개로 많았는데 이는 *A. womersleyi*와 *A. fallacis*는 유충기에 0-1개 정도 먹는데 비하여 *T. occidentalis*는 유충기에 3-4개를 먹기 때문에 전체 포식량에 차이가 생기는 것으로 생각된다.

3종 이리응애의 주요 원예용 농약에 대한 영향을 종합해 볼 때, 3종 모두 만코지를 제외하고는 살균제에는 대체로 큰 영향을 받지 않았으며, 베노밀이 *A. fallacis*의 난에 영향이 컸다. 살충제중에서는 휘녹시카브, 주론, 트리무론, 테부페노자이드등 곤충생장조정제와 미생물제인 비티, 진딧물약인 이미다클로프리드 등은 비교적 영향이 적었지만, 합성제충국제는 3종 모두 치명적인 영향을 받았다. 유기인계중 그로포와 피리다에 대해서 *T. occidentalis*가 저항성이 있었다. 살비제중 아씨틴, 치아스, 프로지, 플루페녹수론에 의한 영향은 상대적으로 적은편인 반면, 최근 등록된 품목에 의한 영향은 큰 경향이었다.

3종 이리응애 모두 먹이응애가 없을 경우 생존을 위해서는 다른 종은 물론 동종의 알도 포식하였고, 3종이 동시에 발생하는 조건에서는 *A. fallacis*가 다른 2종에 비하여 적응력이 높았다.

야외에서 *A. fallacis*는 점박이응애와의 밀도비율이 4:1, 10:1, 20:1 수준에서 접종 17일후에 점박이응애의 밀도억제가 가능하였으나, 긴털이리응애는 4:1에서만 밀도억제가 가능하였고, *T. occidentalis*는 4:1에서 30일후와 10:1, 20:1의 수준에서는 밀도억제가 불가능하였다.

도입된 2종 이리응애에 대한 우리나라에서의 월동가능 여부 조사에서 *A. fallacis*는 월동할 수 있음이 확인되었으나, *T. occidentalis*는 확인되지 않았다. 그러나, *T. occidentalis*가 우리나라에 분포하는 것으로 최근 알려진 종이므로 도입한 계통도 월동에는 별 문제가 없을 것으로 생각된다.

3종 이리응애를 사과원에 정착시키고자 할 때, 지면잡초보다 사과나무 수관 내에 접종하는 것이 좋았고, 접종시기는 5-6월이 7월 이후보다 좋으며, 초생재배가 청경재배보다 접종후 정착율이 높은 경향이였다. 따라서, *A. fallacis*가 다른 2종보다 우리나라 사과원에서 점박이응애의 밀도를 억제하는데 더 유망한 종으로 판단 되었다.

이상의 연구결과를 다음과 같이 활용하므로서 우리나라 사과원에서도 이리응애를 이용한 점박이응애의 생물적방제가 실현될 수 있을 것이며 나아가 사과원 IPM의 실용화를 가능케 할 수 있을것이다.

첫째로, 본 연구 결과중 일부인 '점박이응애 천적인 3종 이리응애의 생태적 특성'과 '점박이응애와 천적인 3종 이리응애의 접종수준별 밀도변동(응용곤지, 36(3):237-242(1997))'에 관하여는 이미 한국응용곤충학회지에 게재하였으며, 3종 이리응애의 주요 원예용 농약에 대한 영향에 대해서도 학회논문집에 게재할 예정이다.

둘째로, 천적인 이리응애에 대한 주요 원예용 농약의 영향을 종합적으로 비교하고 이리응애에 영향이 적은 선택성 농약 위주의 사용을 권장하는 내용을 대

농민 지도사업에 반영하였으며, 앞으로 이리응애의 사과원 정착과 적응력을 높이기 위한 재배관리사항에 대해서 농진청 대농민 지도사업자료로 제출할 계획이다.

셋째로, 본 연구의 결과와 관련된 건의사항으로서, ① 도입 이리응애류중 *S. fallacis*는 자생 긴털이리응애에 비하여 우리나라의 기후조건과 사과원 생태계에 적응력이 우수하며, 이를 방사하여 활용시 예상되는 문제점이 없을 것으로 사료되므로 식물검역상 수입금지품목으로 분류되어 있는 것에서 제외하여 줄 것을 건의한다. ② 농약회사에서 농약등록을 의뢰할 때에 주요 천적에 대한 영향도 제출자료에 포함시켜서 농약이 시판될 때에 사용설명서 라벨에 영향정도를 표시하도록 제도를 개선하여 줄 것을 건의한다. ③ 앞으로 이리응애는 주요 농작물의 IPM을 실용화 함에 있어서 응애류는 물론 총채벌레나 다른 미소해충의 생물적방제를 위한 주요 수단이기 때문에 국가적 차원에서 환경농업 정착사업의 하나로 이리응애류 생산판매사업의 기초 및 정착을 위하여 제도나 예산측면에서 적극적으로 지원하여 줄 것을 건의한다.

Summary

A series of study was conducted to find out the way to use of Phytoseiid mites for a successful management of spider mites, the most problematic pest in apple orchards in Korea. Studies were carried out with rearing some Phytoseiid mites of imported and domestic species, as well as checking their general ecology, their responses to some pesticides, and the possibility of their settlement in apple orchards. And results obtained are summarized as follows.

1. Ten Phytoseiid mite species, 8 *Amblyseius* and 2 *Typhlodromus* species, were collected as the predator of spider mites. *Amblyseius womersleyi* was found to be the dominant species, feeding on the two spotted spider mite, *Tetranychus kanzawai* and *Tetranychus viennensis* living on wide leaved plants, such as *Humulus japonicus*, perilla, white clover, mulberry trees and cherry trees.

2. *A. womersleyi*, *A. fallacis* and *T. occidentalis* grew and multiplied faster on the system with the Broad bean leaves, while *T. pyri* behaved better on the system with a rubber plate.

3. In general, growth period became shorter with increased temperature, while the periods of male and female were the same. Growth periods of *A. womersleyi* under constant temperatures of 20, 23, 25 and 30°C were 11.6, 7.7, 6.7 and 5.6 days. Those of *A. fallacis* were 9.9, 6.8, 5.7 and 4.5 days, while those of *T. occidentalis* were 10.6, 7.3, 6.3 and 4.9 days, respectively.

4. Female longevity under 25°C was 18.2 days for *A. womersleyi*, 19.6 days for *A. fallacis* and 13.0 days for *T. occidentalis*. Total numbers of

eggs laid by *A. womersleyi*, *A. fallacis* and *T. occidentalis* were 34.3, 39.8 and 23.6 eggs. And the numbers per female per day were 2.1, 2.6 and 2.3 eggs, respectively. Generally, *A. womersleyi* and *A. fallacis* lived longer and laid more eggs with higher humidity, whereas *T. occidentalis* show the opposite response when they were exposed to 55, 70 and, 85% of relative humidity.

5. Numbers of spider mite eggs consumed throughout the growth of females under 20, 23, 25 and 30°C were 10.1, 10.9, 11.2 and 11.5 eggs by *A. womersleyi* ; 11.2, 10.3, 12.4 and 11.5 eggs by *A. fallacis* ; and 13.5, 15.3, 16.0 and 14.7 eggs by *T. occidentalis*, respectively. While the numbers fed by a female of those species within a day under 25°C were 11.4, 12.5 and 11.7 eggs, respectively.

6. When those 3 species of Phytoseiid mites were exposed to 32 items of pesticides, all fungicides tested did not cause much influences. Among insecticides tested, growth regulators, B.T. and an aphidicide (Conido) were relatively safer, whereas synthetic pyrethroids were highly lethal. While *T. occidentalis* expressed some degree of resistance to some O.P.s, such as Dusban and Ophnak. Most of recently resistered acaricides tested (except Cascade) were highly toxic, while old acaricides, have been used for over 10 years, such as Omite and Nissorán are found to be less influential.

7. When those 3 Phytoseiid species were exposed to food defficiency with mixed species, all species of female adults lived on feeding young ones of other species as well as few of own species. And *A. fallacis* expressed a better adaptability than other species.

8. When those Phytoseiids were released to field in June and July, *A. fallacis* was able to suppress the increase of the spider mite under all 3 releasing rates of 4:1, 10:1 and 20:1 from 17 days after the release,

while *A. womersleyi* suppressed only under the rate of 4:1. Where as, *T. occidentalis* was unable to suppress under any one rate of tested.

9. Some active individuals of *A. fallacis* were found in May from the fields where some adults were released in previous season, while *T. occidentalis* was not. However, *T. occidentalis* could have not found because their number survived was so scarce to be seen. And, there is, still, hope for *T. occidentalis* to overwinter because it was reported to distributed in Korea, once.

10. For the better settlement of those Phytoseiids in apple fields, it is recommended to release them on apple tree than on weeds during June or May than July or after, and manage the fields weedy rather than herbicide treated. So far, *A. fallacis* is found to be the better one for the control of the Two-spotted spider mite in apple orchards in Korea than two other species. However, further intensive study is needed on better releasing and improved adaptability of those Phytoseiids for a better management of apple pests in future.

Contents

I. Introduction -----	12
II. Materials and Methods -----	14
III. Results and Discussions -----	24
1. Collection and Identification of Domestic Phytoseiid mites -	24
2. Indoor Rearing of Phytoseiid mites and their Ecology -----	26
A. Indoor Rearing -----	26
B. Life cycle of 3 Phytoseiid mites and their Food Consumption	29
C. Some Different Responses by 3 Phytoseiid mites to Humidity change	36
3. Resistance to Pesticides in 3 Phytoseiid mites -----	38
4. Interspecific Competition among 3 Phytoseiid mites -----	42
5. Suppression of the Spider mite Density by 3 Phytoseiid mites	44
6. Possibility of Overwintering in Introduced Phytoseiid mites	49
7. Settlement in Apple Orchards by 3 Phytoseiid mites -----	52
IV. Summary -----	54
Referances -----	57
Appendix -----	61

목 차

제 1 장 서 론	12
제 2 장 재료 및 방법	14
제 3 장 결과 및 고찰	24
제 1절 국내 자생 이리응애류 채집 및 종 조사	24
제 2절 이리응애류의 실내 누대사육 및 생태	26
1. 실내 누대사육 및 증식	26
2. 3종 이리응애의 생활사 및 포식량	29
3. 습도조건별 3종 이리응애의 생태적 특성	36
제 3절 3종 이리응애의 농약에 대한 저항성 검정	38
제 4절 3종 이리응애의 종간경쟁	42
제 5절 3종 이리응애의 점박이응애 밀도억제	44
제 6절 도입 이리응애류의 월동가능성	49
제 7절 3종 이리응애의 사과원 정착 및 적응성	52
제 4 장 적 요	54
인용문헌	57
(부표)	61

제 1 장 서 론

사과는 우리나라 제1의 과실로서 1997년 재배면적이 40천ha이며 생산량은 660천톤에 이르고 있으나, 재배규모가 영세하고 단위면적당 노동력 투하시간이 많기 때문에 북미, 유럽 및 대양주 등 대면적에서 사과를 재배하고 있는 나라와 비교할 때 경쟁력이 낮으므로 더욱 품질이 우수하고 노력이 적게드는 재배기술을 개발하여 사과재배 농가에 보급하는 것이 무엇보다도 중요한 과제이다.

또한, 사과는 상품생산성이 높은 작물로서 과실의 품질은 거의 전적으로 외관에 의해 상품가치가 좌우된다. 즉, 과실의 맛을 평가하기에 앞서 눈으로 보아 모양과 빛깔이 좋고 병해충의 피해가 없는 과실이 높은 가격을 받게 된다. 더욱이 무농약재배시 해충에 의한 과실의 상품성 손실율이 최고 90% 이상이 되므로 해충방제의 중요성이 어느 작물보다도 크다고 하겠다.

우리나라 사과재배 주산단지에서는 년평균 14회 이상 농약을 살포하고 있으며 이때 살균제를 예방위주로 정기살포하면서 살충제와 살비제도 각각 8-9회 및 4-5회 혼용하고 있는 실정이다. 이러한 방제체계하에서는 과실을 가해하는 심식충류와 무방제시 피해가 심한 사과혹진딧물은 거의 문제가 되지 않을 정도로 방제가 잘 되고 있으나, 잎을 가해하는 응애류, 조팝나무진딧물과 굴나방류등 2차해충의 발생이 문제되고 있다. 특히, 점박이응애는 크기가 작아서 육안관찰이 쉽지않아 발생예찰이 어려우며 주요 천적의 현저한 감소 또는 멸종과 약제에 대한 높은 저항성 유발등으로 현재 우리나라 사과원에서 가장 방제하기 어려운 문제해충이 되었다.

세계의 주요 사과생산 국가에서는 일찍부터 생산비 절감뿐만아니라 환경농업의 일환으로 병해충 발생예찰을 기본으로 하여 농약사용을 줄이고 천적등 자연적 해충개체군 밀도조절작용을 강화시키는 해충종합관리(IPM)를 사과원에 실용화하는 추세가 급속히 확산되고 있다. 이와같은 IPM체계하에서는 성페로몬을 이용한 나방류의 발생예찰과 교미교란, 응애와 진딧물의 천적에 영향이 적은 선택성

농약의 선발과 이용 및 응애의 포식성 천적, 특히 이리응애류중 사과원의 과실 해충 방제에 사용되는 농약에 대하여 저항성이 유발된 계통의 선발 또는 도입활용이 중요한 역할을 하고 있다.

우리나라에서는 사과원 농약살포체계를 달리했을 때의 해충상 변동과 이들의 피해를 분석하고 점박이용애를 중심으로한 생물적방제 가능성을 보고한 바 있으며, 사과원의 병해충 방제실태를 조사하여 발생예찰과 방제지도체계의 개선방안을 제시하였다. 또한, IPM의 기반기술인 발생예찰 모델개발, 성페로몬의 활용 및 약제저항성 관리에 관한 연구도 수행된 바 있으나 아직 사과원에서 IPM의 실용화를 위한 실증시험과 지도 및 교육훈련 사업은 시작단계에 있다(부등 1995).

본 연구에서는 사과원 IPM에 관건이 되는 점박이용애에 효과적인 천적의 활용 방안을 제시하고자, 국내 자생 이리응애의 종조사, 외국산 저항성 이리응애의 도입과 기초생태 실험, 주요 사과용 농약에 대한 이리응애류의 영향을 조사하였다. 그리고, 자생 긴털이리응애와 도입 이리응애 2종의 종간경쟁, 점박이용애 밀도억제 효과, 사과원에서의 월동가능성 및 사과원 정착을 위한 방법들을 비교 분석 하였다.

제 2장 재료 및 방법

제1절. 국내 자생 이리응애류 채집 및 외국산 이리응애류의 도입

<자생 이리응애류 채집 및 분류·동정>

자생 이리응애의 채집은 전국 사과 주산단지를 중심으로 사과원 인근의 식생에서 '95~'97년에 실시 하였으며, 채집시 기주 식물을 육안으로 정밀 관찰하여 이리응애가 있는 기주식물의 잎과 먹이응애 및 이리응애를 Petri-dish에 담아서 실험실로 운반하였다. 채집해 온 응애류는 해부현미경하에서 바늘로 분리하여 70% 에틸알콜 용액에 넣어 고정하였다. 고정한 응애류 표본은 Downs(1943)의 Polyvinyl alcohol (PVA)포매액으로 영구 슬라이드 표본을 만들었고, 제작된 표본은 국내 전문가(류면옥 박사)의 협조를 받아 동정하였다.

<외국산 이리응애의 도입 및 일반현황>

미국과 유럽에서 사과나무 응애류의 생물적 방제에 활용되고 있으며 유기인계 또는 카바메이트계 등 주요 살충제에 대하여 어느 정도 저항성이 있는 것으로 알려진 3종의 이리응애를 1995년 8월 초순에 일본 아오모리 사과시험장으로부터 도입하였다.

(표 1) 도입한 3종 이리응애의 일반현황

학 명	원 산 지	활 용 국 가	주요 먹이응애	저항성 유발
<i>A. fallacis</i>	미국, 캐나다 중동부 습윤지대	뉴질랜드, 일본(검토중)	점박이응애등 Tetranychus속, 녹응애, 사과응애	유기인계, 카바메이트계
<i>T. occidentalis</i>	미국 북서부 건조지대	유럽, 호주, 뉴질랜드, 일본(검토중)	점박이응애등 Tetranychus속, 녹응애	유기인계
<i>T. pyri</i>	유럽	미국, 호주, 뉴질랜드, 일본(검토중)	녹응애, 사과응애	유기인계

도입한 이리응애류의 일반현황은 표 1.과 같다. *Amblyseius fallacis*는 1972~1975년에 미국 미시건주에서 뉴질랜드로 도입된 종으로서 일본은 1986년에 도입한 것이다. *Typhlodromus occidentalis*는 1972년 미국에서 호주로 도입된 유기인계 저항성 계통으로서 뉴질랜드에는 1976년에 도입되었고, 이것을 1986년에 자두나무류에서 채집하여 일본에 도입한 것이다. *Typhlodromus pyri*는 유럽 이주민과 함께 호주와 뉴질랜드에 우연히 도입된 것으로 알려져 있는데, 1986년과 1987년에 뉴질랜드 사과원에서 채집한 계통을 일본에서 도입하였다.

도입한 3종 이리응애 중 *T. pyri*는 실내에서 강낭콩에 점박이응애를 증식하여 먹이로 제공할 때 점박이응애의 거미줄 영향으로 증식이 잘 되지 않고 '96년 3월에 모두 없어져서 실험에서 제외 되었다.

제2절. 이리응애류의 실내 누대 사육 및 생태

<이리응애류 누대사육>

공시된 이리응애류는 점박이응애의 포식성 천적이므로 이의 실내누대사육을 위해서는 점박이응애를 지속적으로 공급해야 하며, 또한 점박이응애의 사육은 정기적인 먹이식물의 공급이 전제되어야 한다. 본 실험에서 점박이응애의 사육은 한국화학연구소에서 사용하는 방법으로 1회용 스티로폼컵(직경 7cm, 높이 7.5cm)에 강낭콩을 재배하여 먹이로 사용하고, 이리응애류는 농업과학기술원에서 실시한 바 있는 바드내에 강낭콩잎을 꽂고 물로 격리시켜서 이리응애를 증식하는 바드사육법(바드: 36×32×5cm)을 채택하였다. 강낭콩은 시중에서 종자를 구입하여 온실(20~35℃)에서 재배하였고, 점박이응애와 이리응애류는 사육실(온도: 24~32℃, 습도: 50~85%, 조명: 16L:8D)에서 증식시켰다.

상기 이리응애의 공시먹이로는 한국화학연구소의 점박이응애 감수성계통을 분양받아 증식하여 사용하였고, 필요시는 지역 사과원에서 채집하여 증식한 것을 먹이로 공급하였다. 긴털이리응애는 농업과학기술원에서 유지하고 있던 실내계통을 분양받아 유지증식하였다.

<증식시험>

이리응애류의 증식 정도 비교는 25℃, 16시간 조명의 사육실 조건에서 36×32×5cm의 바드에 물을 3cm 깊이로 담고 다목적 바구니를 얹어 놓은 뒤 알미늄 쿨링호일을 깔고 그 위에 점박이응애가 증식하고 있는 강낭콩 잎을 약 10개씩 엽병째 잘라 꽃은 다음 이리응애의 암성충을 20마리씩 강낭콩잎 조각에 접종하여 경시적 이리응애의 암성충수를 조사하였다.

*T. pyri*는 바드 강낭콩 방법으로는 증식이 좋지 않았기 때문에 활동을 자유롭게 할 수 있도록 표면에 요철이 있는 고급 고무판(15×10cm)에 탱글푯을 둘러치고 브러싱머신으로 분리한 점박이응애 각 태를 충분히 먹이로 공급하면서 암성충에 대한 다른 종과의 증식 정도를 경시적으로 비교 조사하였다.

<생활사 및 포식량 비교>

3종 이리응애의 발육기간 조사는 20, 23, 25, 30±0.5℃의 항온항습기(16L:8D, RH 65~75%)내에서 실시하였다. 직경 6cm로 자른 강낭콩 잎을 물을 적신 스폰지에 뒷면이 위로 향하도록 놓고, 점박이응애를 Mite Brushing Machine(Leedom Enterprises)으로 분리하여 충분히 제공해 주었으며, 이리응애 산란 암성충을 20마리씩 1일간 접종하여 산란시켰다. 그리고 직경 3cm로 자른 강낭콩잎에 점박이응애 암성충을 5마리씩 접종하여 산란시킨 후, 이리응애 난을 한개씩 옮겨서 24시간 마다 발육상황을 조사하였다. 또한 점박이응애의 난이 부화하기 전에 새로운 점박이응애 난을 공급하여 주었다. 실험 도중에 물에 빠져 죽거나 자연사한 개체는 성적에서 제외시켰다.

산란소장은 발육이 완료된 이리응애를 암수 한쌍씩 새로운 강낭콩 잎으로 옮겨 짝짓기 시킨 후 사망 할 때까지 매일 산란수를 조사하였다. 일별 산란수는 직경 6cm의 강낭콩잎에 Mite Brushing Machine으로 점박이응애를 분리하여 충분히 공급한 다음 이리응애 암성충을 30마리씩 6반복으로 집단 접종하고 24시간후에 산란수를 조사하였다.

난에서 부화하여 성충이 되기까지의 전발육기간 동안에, 이리응애 종별로 점박이응애 난 포식량은 온도별 발육기간 조사시에 함께 조사하였다. 이리응애 암

성충의 1일 점박이용애 난 포식량을 조사하기 위해서는 $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 에서 점박이용애 난을 충분히 산란시킨 후, 잘 증식하고 있는 이리용애(짜짓기 후 2~7일 된 암성충)를 1마리씩 접종하고, 24시간 후에 조사하였다. 이리용애 암성충의 점박이용애 전약충에 대한 1일 포식량 조사는 25, 28, $30 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 에서 유충에서 갓 탈피한 점박이용애 전약충을 충분히 공급하여 준 후, 24시간 후에 포식량을 조사하였다.

이리용애 암성충의 사과용애 암성충에 대한 포식량 시험은 25°C , 16시간 조명의 사육실 조건에서 실시하였다. Petri-dish에 물을 적신 스폰지를 올려 놓고, 그 위에 사과잎을 $3 \times 3\text{cm}$ 로 잘라 올려 놓은 다음 사과용애 암성충을 10마리씩 이리용애 암성충을 1마리씩 20반복으로 접종한 다음 24, 48시간 후에 각각 사망 개체수를 조사하였다.

<습도 조건에 따른 발육 기간중 사망률과 산란수 비교>

25°C 항온항습기(조명: 16L, 8D)에 습도를 55, 70, 85%로 설정하고 발육기간 시험에서와 같은 방법으로 Petri-dish에 15개 내외의 이리용애 난을 받아 6반복으로 조사하였다. 또한, 습도별 암성충의 수명과 산란수 차이도 앞에서와 같은 방법으로 실시하였다.

제3절. 3종 이리용애의 농약에 대한 저항성 검정

<실내사육 3종 이리용애의 주요 사과용 농약에 대한 독성>

농약의 독성조사는 항온항습기(온도: $25^\circ\text{C} \pm 1$, 습도: $70 \pm 5\%$, 조명: 16L, 8D)에서 표 2.와 같이 살균제 5종, 살충제 18종, 살비제 9종을 대상으로 각각의 추천농도별로 처리하였다. 이리용애의 암성충에 대해서는 20마리씩, 난에 대해서는 20개 내외를 3반복으로 처리 약제별 살충율과 살란율을 조사하였다. 단, 무처리의 경우는 물에 침지하여 조사하였다.

암성충의 접촉독실험은 강낭콩 잎에서 증식하고 있는 이리용애 암성충을 공시

약제에 5초간 침지시키고, 10분 이상 말려서 이리응애가 움직일때 까지 두었다. 그리고 직경 5cm의 강낭콩잎 절편을 물에 적신 스폰지에 올려 놓고 가장자리를 탱글뿔을 이용하여 이탈을 방지 하였고, Mite Brushing Machine으로 점박이응애를 분리하여 충분히 공급한 다음, 농약이 처리된 이리응애를 접종하였다. 암성충의 잔류독은 강낭콩잎에 점박이응애를 접종하고 공시약제에 5초간 침지한후, 30분 이상 음건시켜서 강낭콩잎이 반이상 말랐을 때 이리응애 암성충을 접종하였다. 접촉독과 잔류독을 함께한 실험은 강낭콩잎에 점박이응애를 접종하고, 이리응애도 접종한 후에 5초간 농약에 침지한 후 1~2시간 음건시켰다. 난 접촉독 실험은 이리응애를 1일 동안 산란시킨후 암성충을 제거하고 공시약제에 5초간 침지한뒤 1~2시간 음건시켰으며, 부화후 생존하는 것만 생충으로 계산하였다.

이때 감각기만 움직이고 이동하지 못하는 암성충과 부화유충이 탱글뿔에 붙어 죽은 것이 무처리의 경우 10%이내였으므로 모두 사망율에 포함 시켰다. 시험기간 동안 습도 유지를 위해 계속 petri-dish의 뚜껑을 조금씩 열어 놓았다.

<지역계통 긴털이리응애의 사과용 농약에 대한 독성 및 도태실험>

긴털이리응애의 지역 계통에 대한 농약의 영향 시험은 그로포 등 사과용 주요 살충제 5종을 상기의 방법으로 암성충을 대상으로 실시하였다.

도태 실험은 델타린과 그로포에 대해 반수치사 농도를 결정하고 밧드내 강낭콩잎에서 증식하고 있는 이리응애에 대해서 Spray로 강낭콩 앞뒷면에 골고루 대상농약을 반수치사 농도로 살포하면서 3~4세대마다 반수치사농도 변화를 조사하였다.

(표 2) 공시농약 총괄표

품 목 명	상 표 명	성분량 및 제형	계 통 명	추천농도 (×)	등록시기
[살균제:5품목]					
프로피	안트라콜	70%WP	유기유황계	500	'81. 3
지오판	톱신업	70%WP	-	1,000	'81. 3
이미녹타딘트리 아세테이트	베푸란	25%SL	-	1,000	'86. 5
비타놀	바이코	25%WP	트리아졸계	1,000	'86. 3
베노밀	벤레이트	50%WP	카바메이트계	1,500	'81. 3
[살충제:18품목]					
그로포	더스반	25%WP	유기인계	1,000	'81. 3
그로메	렐단	25%EC	유기인계	1,000	'81. 3
오메톤	호리마트	50%SL	유기인계	1,000	'81. 3
피리다	오후나크	50%WP	유기인계	1,000	'83. 5
포스팜	다이메크론	50%SL	유기인계	1,000	'71. 4
헥사프루무론. 그로포	새로탄	1%+20%WP	생장억제제+유 기인계	1,000	'96. 2
푸라치오카브	델타네트	10%WP	카바메이트계	1,000	'90. 11
피리모	피리모	25%WP	카바메이트계	1,500	'81. 3
훼녹시카브	인세가	25%WP	카바메이트계	3,000	'95. 3
델타린	데시스	1%EC	합성제충국제	1,000	'81. 3
에토펜프록스	트레본	10%WP	합성제충국제	1,000	'90. 10
이미다클로프리 드	코니도	10%WP	이미다졸리딘계	2,000	'94. 4
트리무론	알시스틴	25%WP	키틴합성저해제	2,500	'86. 11
테브페노자이드	한터	20%SC	탈피촉진제	1,000	'95. 3
주론	디밀린	25%WP	키틴합성저해제	2,500	'82. 12
테프르벤주론	노몰트	5%SC	키틴합성저해제	2,000	'89. 4
클로르프르아주 론	아타브론	25%EC	키틴합성저해제	1,000	'91. 7
비티	비티제	30×10 ⁰ /mg	미생물농약	1,000	'91. 8
[살비제:9품목]					
아씨틴	페로팔	25%WP	유기주석계	1,500	'81. 3
클로르훼나피르 .펜부탄	섹큐어티	2.5%+15%SC	피롤계+유기주 석계	1,000	'97. 4
프로지	오마이트	30%WP	아유산에스텔계	750	'81. 3
피리다벤	산마루	20%WP	피리다지논계	1,000	'92. 4
테브펜피라드	피라니카	10%WP	피라졸계	2,000	'94. 3
펜프록시메이트	살비왕	5%SC	페녹시피라졸계	2,000	'94. 4
페나자린	보라메	20%SC	퀴나졸린계	3,000	'95. 4
플루페녹스론	카스케이드	5%DC	아실우레아계	1,000	'94. 4
치아스	닛쏘란	10%WP	-	2,000	'87. 4

제4절. 3종 이리응애의 종간 경쟁

종간 경쟁 시험은 $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 의 사육실에서 실시하였다. 암성충의 동충 또는 이종의 난 및 유충에 대한 포식 여부 시험은 직경 5cm로 자른 강낭콩잎에, 탱글뿔으로 가장자리를 둘러친 다음, 점박이응애를 공급하지 않고, 동충 또는 이종의 난과 유충을 먹이로 공급하여 이리응애 암성충을 접종하였다. 이때 먹이는 12개(마리)씩을 이리응애 암성충은 3마리씩을 접종하고 24시간 후에 포식된 개체수를 조사하였다.

또한 점박이응애를 조금씩만 공급하여 준 것과 전혀 점박이응애를 공급하여 주지 않은 것으로 나누어 이리응애의 경시적 밀도 변동을 조사하였다. 점박이응애를 조금씩 공급하여 준 것은 강낭콩에 직경 7cm로 탱글뿔 경계후 최초 점박이응애 100마리씩, 이종 이리응애 각 10마리씩 3반복으로 접종하여 10일간 이리응애의 밀도 변동을 조사하였다. 점박이응애를 전혀 공급하지 않은 것은 이종의 이리응애 암성충을 10마리씩 3반복으로 접종하고 8일간 생존 개체수를 조사하였다.

제5절. 3종 이리응애의 점박이응애 밀도 억제

점박이응애와 이리응애의 밀도변동을 '96년 6~7월과 9월, 2차례에 걸쳐 강낭콩 풋트(직경: 20cm, 높이: 25cm)시험으로 실시 하였다. 6~7월에는 야외조건(온도: $13 \sim 34^{\circ}\text{C}$)에서 풋트당 강낭콩을 2개씩 파종한 뒤 한포기만을 잘 키워서 20일 후(키: 25cm, 잎길이: 9cm)에 점박이응애 암수 각태가 혼합된 상태에서 암성충 수가 20, 50, 100마리씩 되도록 하고 잎전체에 고루 접종하였다(각 수준 3반복). 그리고 4일 후에 이리응애 성충 5쌍씩을 점박이응애가 접종된 가장 아랫잎에 접종하였다. 이때 점박이응애와 이리응애의 최초 접종비율은 4:1, 10:1, 20:1과 이리응애를 무접종한 것으로 구분하였고, 이리응애 접종후 7, 17, 30일째에 풋트별로 강낭콩 전부위에서 점박이응애와 이리응애의 생존 개체수를 조사하였다.

9월에는 온실내(온도: 7~30℃)에서 강낭콩을 풋트당 2개씩 파종하고 20일 후에 3반복으로 풋트당 점박이응애 성충 100쌍씩을 잎전체에 고루 접종하였다. 2일후 암수 각태가 혼합된 상태에서 이리응애 성충 10쌍씩을 점박이응애가 접종된 가장 아랫잎에 접종하였다. 따라서 점박이응애와 이리응애의 최초 접종비율을 10:1인 것과 이리응애를 무접종한 것으로 구분하였다. 이리응애 접종 3일후부터 5일 간격으로 5차례에 걸쳐 점박이응애와 이리응애의 밀도를 조사하였다.

접종수준별 3종 이리응애에 의한 점박이응애 밀도억제효과를 비교하기 위하여 Kaakeh 등(1992)이 사용한 CSAD(Cumulative spirea aphid-days)의 방식에 따라 조사기간중 각 접종수준별 점박이응애의 누적 암성충 밀도(CMD: Cumulative mite days)를 계산하였다.

무접종구의 CMD - 접종구의 CMD

$$\text{즉 밀도억제효과(방제가)} = \frac{\text{무접종구의 CMD} - \text{접종구의 CMD}}{\text{무접종구의 CMD}} \times 100$$

으로 하였다. 다만, 야외시험에서 이리응애 무접종구의 경우 접종 17일을 전후하여 강낭콩잎의 피해엽에서 점박이응애의 분산 이동이 나타났기 때문에 이후 밀도 감소가 있었는데, 이는 밀도억제효과 비교에서 방제효과를 과대평가하는 것이 아니므로 고려하지 않았다.

'97년에는 5~6월에 걸쳐 하우스(8평) 4동에 강낭콩을 재배하고, 점박이응애와 이리응애의 집단 증식 시험을 실시하였다. 강낭콩을 파종하기 4일 전에 각 동당 상토(100 l), 버미큐라이트(50 l), 마이티소일(10kg), 부산물 퇴비(10kg)를 잘 섞어서 토양에 넣어 주었다. 강낭콩 파종은 5×30cm 간격으로 1,200개 정도 점파 하였다. 파종 26일 후와 40일 후에 요소비료를 각 150g, 1kg씩을 각 동에 시비하였다. 파종 26일 후에는 각 동에 점박이응애와 이리응애를 각 10,000, 700마리 정도 골고루 접종하였고, 4~7일 간격으로 증식 상황을 조사하였다.

제6절. 도입 이리응애 2종의 월동 가능성

이리응애의 월동시험을 위해서 '95년에는 9월 중순~10월 하순까지 강남콩잎에서 증식된 암성충을 군위 이해원 사과원에 4~5회 방사하고, 나무별로 지표면 10cm 위의 주간부에 폭 30cm, 주지 분지에는 폭 20cm의 비닐하우스용 섬피(벚짚)를 1개씩 두르고 바인다 끈으로 묶어 고정하였으며, 이듬해 4월에 밴드를 수거하였다. 수거한 밴드는 Berlese 깔대기(전구 60W, 온도 40~50℃)에 72시간 동안 넣어서 밴드내에 유인된 절지동물을 분리하였고, 밴드에 남아 있는 잔존충은 막대로 수회 털어서 분리 하였으며, 분리된 절지동물은 검색 Key와 도감을 이용하여 분류·동정 하였다.

'96년에는 5월에서 10월까지 4개 사과원별로 1~4회씩 이리응애 암성충을 종별로 100~1,000 마리씩 방사하고, 12월 말부터 이듬해 3월 말까지 매월 낙엽은 100엽, 토양은 5cm 이내에서 1kg씩 비닐봉지에 채취하여 상기의 방법으로 분류·동정하였고, 4월에 같은 방법으로 밴드를 수거하여 분류·동정하였다. 그리고 4~5월에 사과나무와 잡초를 정밀 검사하여 이리응애의 발생 유무를 조사하였다. 특히 '97년 12월과 '98년 1월 중에도 사과나무 조피(4곳씩)도 수거하여 현미경하에서 이리응애의 유무를 검경하였다.

저온에서 이리응애의 생존율을 조사하기 위해서는 냉장고 온도를 5℃로 조절하고, Petri-dish에 버미큐라이트를 담고 증식이 잘 되고 있는 이리응애 암성충을 10마리씩 3반복으로 접종하여 3일 간격으로 5회 조사하였다.

제7절. 3종 이리응애의 사과원 정착 및 적응성

초생재배와 청경재배에 따른 이리응애의 정착 정도 비교는 '96년과 '97년에 2차례 실시하였다. '96년에는 이해원 사과원에 3종 이리응애를 각각 250~500마리 수준으로 4차례에 걸쳐 반복없이 접종하고, 8개 신초에서 응애 밀도를 조사 하였다. 농약은 이리응애에 영향이 적은 선택성농약 품목위주로 표 3.과 같이 살포하였고, 초생재배구에서는 예초를 3회 실시하였고, 청경재배구에는 제초제를 3회 살포하였다.

권오기 사과원도 '97년에 초생재배와 청경재배로 구분하였고, 초생재배는 선택성 농약 위주로 살포하였고, 청경재배는 광범위 농약으로 관행방제하였다(표 3). 접종은 7월 12일에 3종 이리응애를 혼합하여 약 200마리를 3주의 수관 내부에 방사하였고, 밀도 조사는 접종한 사과나무에서 주당 20엽씩 조사하였다.

이화달 사과원에서는 이리응애의 접종부위를 사과나무 또는 지면 잡초로 구분하여 표 3.과 같이 농약을 살포하면서 정착정도를 비교하였다. 하우스에서 증식시킨 이리응애를 전정가위로 강낭콩 포기채 잘라서 청경재배하는 사과나무의 수관 내부에 25포기씩, 초생재배하는 사과나무 밑의 지면 잡초에 나무당 25포기씩 각각 3주에 접종하였다. 이때 *A. womersleyi*와 *A. fallacis*는 강낭콩 포기당 20마리 정도였기 때문에 한나무당 500마리 정도였고, *T. occidentalis*는 12마리 정도였기 때문에 한나무당 300마리 정도가 접종되었다. 조사는 접종한 3주의 사과나무에서 각각 20개 잎을, 초생재배구의 지면 잡초에서는 5분간 육안 조사 하였다.

접종 시기를 달리할 때의 정착 정도를 비교하기 위하여 사과연구소의 4년생 후지 사과나무 8군데에 4반복씩 3회(6월 1일, 6월 30, 8월 1일) 접종하였다. 1차 접종은 주당 50마리, 2차는 주당 200마리, 3차는 주당 100마리를 접종하고 경시적 먹이응애와 이리응애의 밀도 변화를 조사하였다. 먹이응애 조사는 나무 전체를 보고 평균 마리수를 계산하였으며, 이리응애는 20개 잎을 육안 정밀 조사하였다. 병해충 방제를 위한 농약살포는 표 3.과 같이 선택성 농약을 제한적으로 사용하였다.

(표 3) 조사대상 사과원의 농약살포 상황

(단위:회/년)

사과원(년도)	살균제	살충제	살비제	비고
이해원(96)	10	5	2	12년생
권오기(초생, 97)	12	7	3	19년생
권오기(청경, 97)	14	8	4	19년생
이화달(97)	11	8	1	12년생
사과연(97)	9	1	2	4년생

제 3장 결과 및 고찰

제 1절 국내 자생 이리응애류 채집 및 종 조사

이리응애과(Phytoseiidae)는 전세계적으로 1,600여종이 알려져 있고(Helle and Sabelis, 1985), 우리나라에서는 2아과 5속 36종이 보고되었다(류, 1991). 암성충의 크기는 300-600 μ m로 잎응애(Tetranychids)와 거의 같거나 약간 작으며, 체색은 대부분 백색이나 연한 갈색 또는 적색을 나타내기도 하며 포식한 먹이에 따라 변하기도 한다.

대부분이 포식성으로 잎응애, 흑응애(Eriophyids), 애응애(Tenuipalpid), 먼지응애(Tarsonemids)등의 알, 유충, 약충 그리고 성충을 포식하며 때로는 곤충류를 포식하기도 하며, 어떤 종은 식물의 화분(pollen), 감로(honey-dew), 식물즙액(plant juice)등을 섭식하는 경우도 있다.

지구상 거의 모든 곳에 서식하고 있어서 고산지대, 사막, 열대, 극지방의 툰드라에 이르기까지 서식하는 종이 있으며, 서식장소는 식물의 잎, 나무껍질, 낙엽속, 지표 위 등 다양하나 주로 식물의 잎에서 산다.

시험기간('95-'97)중 사과원과 주변 식물에서 먹이응애와 함께 채집된 이리응애를 분류동정한 결과는 표 4.와 같이 순이리응애속(*Amblyseius*) 8종, 대중이리응애속(*Typhlodromus*) 2종이며, 먹이응애가 있는 잎에서 이리응애를 채집하지 못한 경우가 10~40% 있었다(부표 1). 이들 이리응애는 관행 사과원에서 발견되지 않고 주변의 환삼덩굴, 들깨, 들콩, 쑥, 뽕나무, 벚나무와 광엽잡초에서 채집되었으며 차응애, 벚나무응애, 점박이응애등 주로 잎응애를 먹이로 하였는데, 미동정된 대중이리응애속 1종을 제외하고는 모두 국내에서 보고(류 1991)된 종들이었다.

(표 4) 이리응애 채집 상황 ('95 ~ 97 종합)

종 명	채집시기 (월)	지 역	먹 이 응 애	채 집 식 물
<순이리응애속: <i>Amblyseius</i> > 긴털이리응애 (<i>A. womersleyi</i>)	4~7	수원, 안성, 속리산, 진천, 계룡산, 예산, 군위, 안동, 영천, 청송,	차응애, 벗나무응애, 점박이응애, 사과응애	환삼덩쿨, 국화, 참, 들콩, 산딸기, 뽕나무, 들깨, 클 로버등 광엽잡초
순이리응애 (<i>A. finlandicus</i>)	5	수원, 안동	벗나무응애	벗나무
북방이리응애 (<i>A. rademacheri</i>)	7	음성, 익산	<i>Tetranychus</i> sp.	환삼덩쿨, 팔, 들콩
포도이리응애 (<i>A. neofirmus</i>)	5	의성	차응애	뽕나무
꽃병이리응애 (<i>A. kokufuensis</i>)	7	무주, 금오산	벗나무응애, <i>Tetranychus</i> sp.	벗나무, 물개암나무, 참, 뽕나무
동양이리응애 (<i>A. orientalis</i>)	5, 9	군위, 영천, 함양	차응애, 벗나 무응애	환삼덩쿨, 들깨, 벗나무
알락이리응애 (<i>A. makuwa</i>)	7	진천	<i>Tetranychus</i> sp.	뽕나무
돌이리응애 (<i>A. oguroi</i>)	5	충주	?	?
<대중이리응애속: <i>Typhlodromus</i> > (<i>T. vulgalis</i>)	7	안성	<i>Tetranychus</i> sp.	참, 산딸기
<i>Typhlodromus</i> sp.	5	안동	벗나무응애	벗나무

제 2절 이리응애류의 실내 누대사육 및 생태

1. 실내 누대사육 및 증식

국내자생 긴털이리응애(*Amblyseius womersleyi*)와 일본에서 도입한 팔라시스 이리응애(*Amblyseius fallacis*), 서양이리응애(*Typhlodromus occidentalis*) 3종을 대상으로 하였고 실내에서 계통유지를 위한 누대사육과 실내시험용 공시충으로 사용하기 위한 증식시험을 실시하면서 점박이응애가 있는 강낭콩을 엽병채 잘라서 물을 담은 밧드에 꽂고 이리응애를 접종하여 증식시키는 누대사육 체계도는 표 5와 같다. *Amblyseius fallacis*는 국내 미기록 종이며, *Typhlodromus occidentalis*는 국내에 분포하는 것으로 보고 되어있다(류 1991).

(표 5) 강낭콩 밧드 이용 이리응애류 실내 누대사육 체계도

단 계	주 요 작 업 내 용	경과일수	
1. 기주식물 재배 (강낭콩)	○ 파종(주 1회) -스치로폴컵(지름7, 높이 7cm) -원예용부농상토(20kg/포) -컵당 2-3개 점과	1일째	
	온실(20-30℃)	○ 발아 ○ 본엽 2매 전개	4일째 7일째
	2. 먹이응애 증식 (점박이응애)	○ 점박이응애 접종(300마리/컵, 2컵 접종) -밧드(36×32×5cm)에 물을 2-3cm 깊이로 넣음 -강낭콩컵 4개 -개통별 구분 접종	10일째
사육실(25℃)		○ 점박이응애 수확 시작(엽병을 잘라 사용) ○ 이리응애 접종 -밧드(36×32×5cm)에 물을 4cm 깊이로 넣음 -다목적바구니 옆고 윗면에 알미늄쿠킹호일 깔음 -사방으로 크리넥스 두르고 탱글푹 바름 -강낭콩 엽병 꽂음(3엽병/밧드) -이리응애 20마리 이상 접종	15일째 15일째
3. 이리응애 증식	사육실(25℃)	○ 점박이응애가 증식된 강낭콩 잎을 주2회 공급 ○ 이리응애 수확	30일째
		-밧드당 암컷성충 300마리 정도 -점박이응애 계속 공급시 3-4일 마다 반복 수확 가능 ○ 이리응애 접종 3-4주후부터 증식 효율 감소시 밧드 교체	

상기 강낭콩 밧드 이용 실내 누대사육 체계도의 방법을 이용하여 자생 긴털이 리응애와 도입한 3종 이리응애의 경시적 증식정도를 비교한 결과는 표 6. 과 같다.

(표 6) 강낭콩 이용 밧드내 이리응애 종별 경시적 증식정도 (우성충수/밧드)

경과일수	<i>A. womersleyi</i>	<i>A. fallacis</i>	<i>T. occidentalis</i>	<i>T. pyri</i>
접종당일	20마리	20마리	20마리	20마리
4일후	6~18 (12)	12~ 23 (18)	7~ 17 (13)	(3)
6일후	10~50 (25)	23~ 63 (43)	8~ 35 (24)	(6)
8일후	23~74 (38)	25~ 65 (52)	20~ 43 (34)	(10*)
11일후	40~173 (107)	30~180 (95)	20~ 53 (31)	
13일후	74~350 (201)	75~275(211)	38~ 75 (62)	
16일후	60~분산(191)	180~400(330)	60~180(119)	
18일후	100~분산(240)	분산	116~210(167)	
20일후	분산(200)		174~375(260)	
23일후			270~300(285)	

(*T. pyri*는 2반복, 나머지는 4반복이며 ()의 숫자는 평균치임. 사육실 온도 24~32℃, 상대습도 60~75%). * 8일후 다른종 섞이고 증식 안됨.

*A. womersleyi*와 *A. fallacis*는 접종 16~18일 후에 밧드당 200~300마리로 10~15배 증식되었으나, *T. occidentalis*는 증식 속도가 다소 느려서 밧드당 200마리 이상 증식되는데 20일 이상이 소요되었으며, *T. pyri*는 강낭콩 밧드 이용법으로는 개체군 유지 또는 증식이 불가능하였다. Sekita와 Kinota(1990)에 의한 *T. pyri*의 경우 강낭콩잎에서는 제 2약충 이후 생존이 불가능하다는 보고와 일치되는 경향이였다. 또한, 본시험에서 반복별로 실내 습도가 60~75%로 차이가 있었는데, *A. womersleyi*와 *A. fallacis*는 비교적 높은 습도를 선호하는 경향이였으며, 상대적으로 *T. occidentalis*는 낮은 습도 조건에서 증식이 잘 되는 경향이였다(그림 3, 4.).

(표 7) 고무판내 이리응애 종별 경시적 증식 정도

(우성충수/고무판)

경과일수	<i>A. womersleyi</i>	<i>A. fallacis</i>	<i>T. occidentalis</i>	<i>T. pyri</i>
접종당일	20마리	20마리	20마리	20마리
5일후	10	19	10	16
7일후	14	27	9	17
9일후	22	64	40	27
12일후	28	99	53	22
14일후	43	137	67	57
16일후	46	205	71	79
19일후	64	230	115	84
21일후	93		150	54
24일후	110		360	104
26일후	138			144
28일후	140			

*T. pyri*가 강낭콩 이용 바드 내에서 개체군 유지·증식이 안되는 것은 강낭콩 잎의 털에 기인하는 것으로 생각되어, 표면에 굴곡이 있는 고무판을 이용하여 4종 이리응애의 증식 정도를 비교한 결과는 표 7.과 같다. 고무판에 브러싱 머신으로 점박이용애를 100(암성충 기준)마리 정도 털어 넣은 후 이리응애를 20마리씩 접종하고, 2~3일에 한번씩 점박이용애를 100마리 정도 추가 공급하였다. 강낭콩을 이용한 바드 사육 방법과 비교할 때 *A. womersleyi*와 *A. fallacis*는 개체군 증가가 느린 경향이며, 최종 수확 가능한 암성충수도 적었으며 *T. occidentalis*는 비슷하였다. *T. pyri*는 다른 3종에 비하여 밀도 증가가 낮았지만 개체군의 유지·증식은 가능하였다. Overmeer(1981)는 *T. pyri*가 흑색 플라스틱판에서 사육될 때 점박이용애의 거미줄을 싫어한다고 하였다. 고무판은 점박이용애의 먹이가 없어서 점박이용애 약충과 성충은 하루 정도가 지나면 고무판을 이탈하므로 하루 이후에는 이리응애가 먹이로 주로 점박이용애의 난만을 이용하기 때문에 먹이가 조금씩 부족하여 강낭콩 바드 방법보다 증식이 늦은 것 같다. 또한, 한번에 점박이용애를 많이 공급해 주어도 고무판이 점박이용애의 거미줄로 덮이기 때문에 *T. pyri*가 생존하기에는 어려운 것으로 생각된다. 또한 식물체가 없는 관계로 표면은 바드 보다 건조하기 때문에 *A. womersleyi*의 증식이 상대적으로 좋지 않은 반면에 *T. occidentalis*의 증식은 양호했던 것으로 생각된다.

2. 3종 이리응애의 생활사 및 포식량

<발육기간>

(표 8) 3종 이리응애 암컷의 온도별 발육기간(16L : 8D, 65~75%) (단위: 일)

온도	종	n ^a	난	유충	전약충	후약충	전발육 기간
20℃	<i>A. womersleyi</i>	9	4.7±0.50 ^b	1.9±0.33	2.9±0.60	2.1±0.33	11.6±0.53
	<i>A. fallacis</i>	13	4.0±0.00	1.5±0.52	2.4±0.51	2.1±0.28	9.9±0.49
	<i>T. occidentalis</i>	8	4.9±0.35	1.9±0.35	1.8±0.46	2.0±0.53	10.6±0.53
23℃	<i>A. womersleyi</i>	11	3.4±0.23	1.1±0.23	1.7±0.26	1.5±0.27	7.7±0.34
	<i>A. fallacis</i>	15	2.8±0.32	1.0±0.32	1.5±0.3.0	1.5±0.23	6.8±0.50
	<i>T. occidentalis</i>	15	3.3±0.24	1.2±0.24	1.5±0.23	1.3±0.24	7.3±0.25
25℃	<i>A. womersleyi</i>	13	3.2±0.48	0.9±0.28	1.4±0.51	1.2±0.44	6.7±0.60
	<i>A. fallacis</i>	10	2.5±0.00	0.9±0.30	1.2±0.42	1.1±0.32	5.7±0.42
	<i>T. occidentalis</i>	13	3.0±0.52	1.0±0.41	1.3±0.51	1.0±0.00	6.3±0.38
30℃	<i>A. womersleyi</i>	14	2.0±0.52	1.0±0.00	1.2±0.43	1.4±0.50	5.6±0.83
	<i>A. fallacis</i>	16	2.1±0.50	0.4±0.50	1.0±0.00	1.0±0.00	4.5±0.00
	<i>T. occidentalis</i>	12	2.4±0.29	0.6±0.49	0.9±0.29	1.0±0.00	4.9±0.51

^a : 조사한 개체수, ^b : mean±SD.

(표 9) 3종 이리응애 수컷의 온도별 발육기간(16L : 8D, 65~75%) (단위: 일)

온도	종	n ^a	난	유충	전약충	후약충	전발육 기간
20℃	<i>A. womersleyi</i>	7	4.9±0.38 ^b	2.2±0.49	2.6±0.79	1.7±0.49	11.4±0.79
	<i>A. fallacis</i>	9	4.0±0.00	1.7±0.50	2.2±0.44	2.1±0.33	10.0±0.50
	<i>T. occidentalis</i>	7	5.0±0.00	2.0±0.00	1.7±0.49	2.0±0.00	10.7±0.49
23℃	<i>A. womersleyi</i>	10	3.5±0.28	1.1±0.21	1.5±0.00	1.5±0.00	7.6±0.16
	<i>A. fallacis</i>	4	3.0±0.00	1.0±0.00	1.2±0.29	1.4±0.25	6.6±0.25
	<i>T. occidentalis</i>	5	3.4±0.22	1.2±0.45	1.2±0.45	1.5±0.00	7.3±0.27
25℃	<i>A. womersleyi</i>	8	3.2±0.46	1.0±0.53	1.3±0.46	1.1±0.35	6.6±0.78
	<i>A. fallacis</i>	10	2.8±0.48	0.8±0.42	1.2±0.42	1.0±0.00	5.8±0.48
	<i>T. occidentalis</i>	6	3.2±0.52	1.0±0.00	1.3±0.52	1.0±0.00	6.5±0.00
30℃	<i>A. womersleyi</i>	7	2.1±0.53	0.8±0.38	1.3±0.49	1.4±0.53	5.6±0.90
	<i>A. fallacis</i>	12	2.0±0.52	0.6±0.51	0.8±0.39	1.0±0.00	4.4±0.29
	<i>T. occidentalis</i>	14	2.4±0.27	0.7±0.47	1.0±0.39	0.8±0.43	4.9±0.65

^a : 조사한 개체수, ^b : mean±SD.

점박이용애를 먹이로 제공하여 3종 이리용애의 온도별 발육기간을 암수별로 구분하여 조사한 결과는 표 8, 9.와 같다. *A. fallacis*가 발육기간이 가장 짧았고, *A. womersleyi*가 가장 길게 나타났으나, 3종간에 유의성 있는 차이는 없었으며 같은종 암·수 간에는 발육기간의 차이가 없었다. 온도가 상승함에 따라 발육기간이 단축되었고 30℃에서는 20℃에 비하여 1/2이하로 짧아졌다. 발육단계별 기간은 3종 모두 난기간이 전발육기간의 35.7~50.0%로 가장 길었으며, 그 다음이 전약충이었고, 후약충, 유충의 순이었으나 종별·온도별로 약간의 차이가 있었다.

이(1990)는 *A. womersleyi*가 25, 30℃에서 전발육기간이 각 6.0, 4.3일이라 하였고, 김 등(1996)은 20, 25, 30℃에서 각 9.6, 4.8, 3.6일이라 보고하여 본 실험에서 보다 발육기간이 다소 짧았다. *A. fallacis*의 경우는 Ball(1980)이 26.4℃에서 9.6일이라 하여 본 실험에서 보다 발육기간이 길었다. *T. occidentalis*의 경우는 Laing(1969)이 20.3℃에서 암컷은 8.3일, 수컷은 8.7일이라 하였고, Lee와 Davis(1968)는 24℃에서 암·수 모두 6.3일이라 보고하여 본 실험과 발육기간이 비슷하였다. 이렇게 실험자 간에 종별로 발육기간이 약간씩 다르게 나타난 것은 공시용애의 계통 차이 및 먹이용애의 차이와 함께 실험자 간에 온도조건의 차이등 실험조건이 상이한데 기인하는 것이라 생각된다(이 등 1987).

(표 10) 3종 이리용애의 발육임계온도(CT)와 유효적산온도(DD)

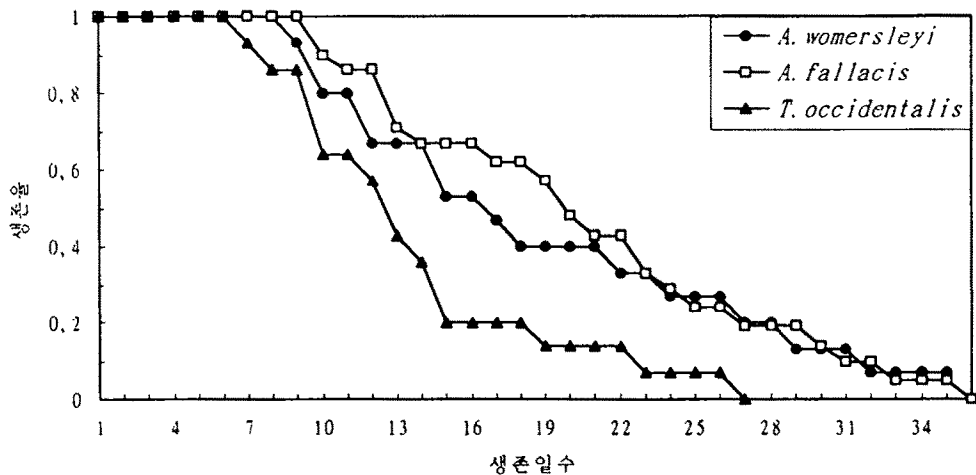
종	성	회 기 식	CT	DD
<i>A. womersleyi</i>	♀	$y^a=0.0088x^b-0.0775$ (r=0.9769)	8.8	111.6
	♂	$y=0.0088x-0.0775$ (r=0.9769)	8.8	116.5
<i>A. fallacis</i>	♀	$y=0.0118x-0.1264$ (r=0.9799)	10.7	86.0
	♂	$y=0.0117x-0.1266$ (r=0.9900)	10.8	84.9
<i>T. occidentalis</i>	♀	$y=0.0107x-0.1137$ (r=0.9797)	10.7	94.1
	♂	$y=0.0106x-0.1139$ (r=0.9849)	10.8	93.5

^a : 발육속도, ^b : 온도.

표 8, 9.의 암·수 발육기간을 바탕으로 발육속도(1/day)를 환산하여 회귀식

을 구한 결과는 표 10. 과 같다. 회귀식에 근거하여 발육임계온도(CT)와 유효적산온도(DD)를 비교한 결과 암·수간에 차이는 없었고, 발육임계온도(CT)는 *A. womersleyi*가 8.8℃로 낮은 경향이었고, *A. fallacis*와 *T. occidentalis*는 10.7℃로 같았다. 유효적산온도(DD)는 *A. womersleyi*가 111.6일도로 다소 길게 나타났으며, *T. occidentalis*, *A. fallacis* 순이었다. 김 등(1996)은 *A. womersleyi*의 CT와 DD가 12.7℃, 61.4일도라 하였고, Hamamura 등(1976)은 차용애를 먹이로 공급한 *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot의 경우 CT와 DD는 11.6℃, 65.8일도라 하였다. 이것을 볼 때 CT와 DD는 실험자 간 또는 먹이용애의 종이나 이리용애의 종 및 계통간에 차이가 있는 것으로 생각된다.

<성충수명 및 산란수>

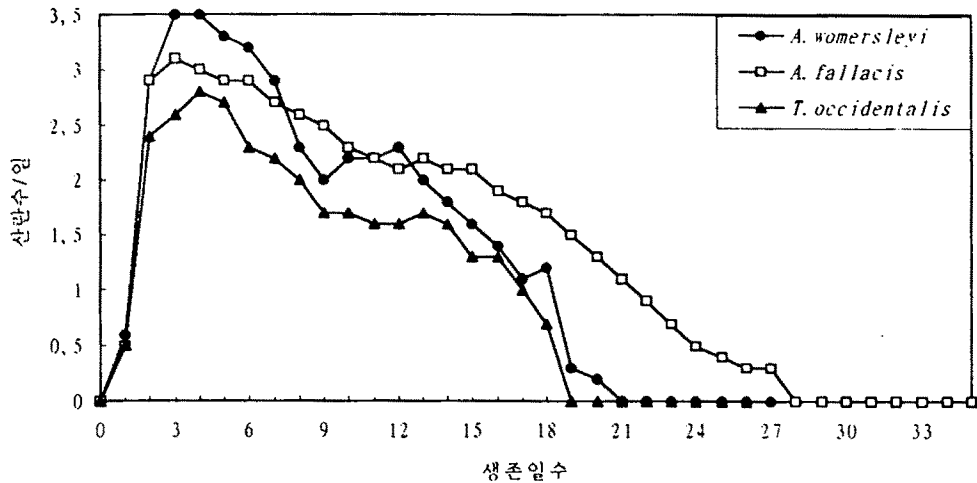


(그림 1) 3종 이리용애 암성충의 경시적 생존율 변동(25℃, 65~75%, 16L : 8D).

(표 11) 3종 이리용애의 총산란수와 1일산란수 (25℃, 16L : 8D)

종	총산란수 (난/우)			1일 산란수 (난/우/일)		
	n	M* ± SD	(범위)	n	M ± SD	(범위)
<i>A. womersleyi</i>	15	34.3 ± 11.93	(18~50)	94	2.1 ± 0.21	(1.8~2.3)
<i>A. fallacis</i>	21	39.8 ± 12.64	(16~56)	121	2.6 ± 0.11	(2.4~2.7)
<i>T. occidentalis</i>	14	23.6 ± 8.86	(13~32)	78	2.3 ± 0.20	(2.1~2.6)

*M : mean.



(그림 2) 3종 이리응애의 일별 산란수 소장(25℃, 65~75%, 16L : 8D).

그림 1.에서와 같이 25℃에서 암성충 수명은 3종 이리응애 모두 6일까지 100%의 생존율을 보이다가, 12일째에 *A. womersleyi* 67%, *A. fallacis* 86%, *T. occidentalis*는 57%의 생존율을 보였고, 22일째에는 각 33, 44, 13%의 생존율을 나타내었다. 평균수명은 *A. fallacis*가 19.6 ± 7.81 일, *A. womersleyi* 18.2 ± 8.67 일, *T. occidentalis* 13.0 ± 5.66 일 순이었다. 이(1990)는 25℃에서 *A. womersleyi* 암성충의 수명은 29.0 ± 9.3 일이라 하였고, 김 등(1996)도 25℃에서 29.0 ± 5.29 일이라 하여 본 실험에서 보다 길었다. Laing(1969)은 *T. occidentalis*가 20.3℃에서 성충수명이 최고 30일, 최저 10일이라 하였는데, 온도간의 차이를 고려한다면 본 실험과 큰 차이가 없는 것 같다.

25℃에서 일별 산란수 소장을 보면, 그림 2.에서와 같이 3종 모두 성충이 된 지 3~5일 사이에 2.5개 이상으로 많이 산란하였고, 이후는 대체로 감소경향을 보였는데 *A. womersleyi*와 *T. occidentalis*의 경우는 약 20일까지 그리고 *A. fallacis*는 28일까지 산란이 유지되었다.

총산란수는 표 11.에서와 같이 *A. fallacis*(39.8 ± 12.64)와 *A. womersleyi* (34.3 ± 11.93) ($t=1.30$, $df=34$, $p=0.2025$) 간에는 유의적 차이가 없었으나 *A. womersleyi*와 *T. occidentalis*(23.6 ± 8.86) ($t=2.72$, $df=27$, $p=0.0112$) 그리고 *A. fallacis*와 *T. occidentalis* 간에는 산란수에 뚜렷한 차이가 있는 것으로 나타났다($t=4.43$, $df=32.9$, $p=0.0001$). 1일 평균 산란수는 *A. fallacis*($2.6 \pm$

0.11), *T. occidentalis*(2.3 ± 0.20), *A. womersleyi*(2.1 ± 0.21) 순으로 나타났다. 25°C에서의 산란수를 김 등(1996)은 *A. womersleyi*가 34.2개, 이(1990)는 37.5개라고 하여 본 실험과 비슷하였으며, McClanahan(1968)은 *A. fallacis*가 26°C에서 37.6개를 산란한다하여 본 실험과 별차이가 없었다. Laing(1969)은 *T. occidentalis*가 20.3°C에서 34개, Lee와 Davis(1968)는 24°C에서 33.7개라 하여 본 실험에서 보다 많이 산란하였는데, 이는 먹이용애의 종이나 발육단계 등 실험조건의 차이 때문일 것으로 생각된다.

<포식량>

(표 12) 3종 이리용애의 전발육기간중 점박이용애 난 포식량(65~75%)

종		20°C		23°C		25°C		30°C	
		n ^a	M ^b ± SD	n	M ± SD	n	M ± SD	n	M ± SD
<i>A. womersleyi</i>	♀	9	10.1 ± 2.08	11	10.9 ± 1.56	13	11.2 ± 2.11	14	11.5 ± 1.64
	♂	7	7.7 ± 2.12	10	8.4 ± 1.43	8	7.4 ± 0.99	7	7.9 ± 1.12
<i>A. fallacis</i>	♀	13	11.2 ± 1.96	15	10.3 ± 1.99	10	12.4 ± 1.36	16	11.5 ± 2.18
	♂	9	8.9 ± 2.51	4	7.3 ± 1.09	10	8.9 ± 1.64	12	8.3 ± 1.74
<i>T. occidentalis</i>	♀	8	13.5 ± 3.54	15	15.3 ± 4.25	13	15.6 ± 3.10	12	14.7 ± 2.29
	♂	7	10.1 ± 1.81	5	10.6 ± 2.42	6	12.2 ± 1.46	14	11.0 ± 2.20

^a : 조사한 개체수 ^b : mean.

(표 13) 3종 이리용애 암성충의 점박이용애 난과 전약충에 대한 1일 포식량

(25°C, 65~65%, 항온기)

종	먹이태	25°C		28°C		30°C	
		n ^a	M ^b ± SD	n	M ± SD	n	M ± SD
<i>A. womersleyi</i>	난	22	11.4 ± 1.59	-	-	-	-
	전약충	19	11.5 ± 2.82	6	12.0 ± 2.38	11	12.5 ± 2.15
<i>A. fallacis</i>	난	19	12.5 ± 1.43	-	-	-	-
	전약충	12	13.3 ± 5.20	9	11.9 ± 1.85	10	11.7 ± 2.53
<i>T. occidentalis</i>	난	18	11.7 ± 3.07	-	-	-	-
	전약충	13	12.5 ± 4.40	5	12.6 ± 2.87	13	12.5 ± 3.10

^a : 조사한 개체수 ^b : mean.

3종 이리응애의 전발육기간 동안에 점박이응애의 난 포식량을 20, 23, 25, $30 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 에서 조사한 결과는 표 12.와 같다. 3종 이리응애 모두 온도에 관계 없이 비슷하게 포식하였으며, 암컷이 수컷보다 3~4개 더 많이 포식하였다. 종간에는 암컷에서 *T. occidentalis*가 14개 내외로 가장 많이 포식하였고, *A. womersleyi*와 *A. fallacis*는 11개 내외로 비슷하게 포식하였다. 이는 *A. womersleyi*와 *A. fallacis*가 유충 기간에 바드내 물근처로 이동하는 것으로 보아 수분을 별도로 섭취하고 점박이응애 난은 0~1개를 포식한데 비해 *T. occidentalis*는 3~4개의 난을 먹었기 때문으로 생각된다. 수컷도 *A. womersleyi*와 *A. fallacis*는 8개 내외의 난을 포식하였는데 비해 *T. occidentalis*는 11개 내외의 난을 포식하였다. 이는 이(1990)가 *A. womersleyi*는 25°C 에서 암컷은 전약충이 3개, 후약충이 6.9개의 난을 포식하였다고 한 것과 비슷한 결과였다. Laing(1969)은 20.3°C 에서 *T. occidentalis*의 암컷이 10.2개, 수컷이 9.0개의 난을 포식하였고, 유충기간에는 전혀 먹지 않았다고 한 것과는 차이가 있었는데, 이는 실험조건의 차이와 실험에 이용된 먹이응애 및 지역 계통간의 차이도 관계가 있었을 것으로 생각된다.

3종 이리응애 암성충의 점박이응애 난과 전약충의 1일 포식량은 표 13과 같다. 25°C 에서 난 포식량은 12개 내외로 종간에 뚜렷한 차이가 없었다. 김 등(1996)은 *A. womersleyi*가 25°C 에서 15.7개, 이(1990)는 18.0개의 난을 포식한다고 보고하였고, Ball(1980)은 *A. fallacis*가 26.4°C 에서 11.4개, Friese와 Gilstrap(1982)은 *T. occidentalis*가 25°C 에서 14.4개의 난을 포식한다고 보고하여, 실험자간 또는 종간에 약간의 차이가 있었다. 이리응애의 점박이응애 전약충 포식량도 1일 12개 내외로 온도간·종간에 차이가 없는 것으로 나타나서 난과 전약충에 대한 포식량 차이는 없으나, 난과 전약충 중에서 어떤 것을 선호하는지는 아직 결론을 내리기 어렵다(이 1990).

(표 14) 이리응애 암성충의 사과응애 암성충 포식량

('96. 11. 19 ~ 21), (단위 : 사과응애 사망 개체수)

종	24시간후		48시간후	
	n ^a	M ^b ± SD	n	M ± SD
<i>A. womersleyi</i>	18	1.1 ± 0.97	11	4.5 ± 1.44
<i>A. fallacis</i>	18	0.8 ± 0.85	7	3.9 ± 1.25
<i>T. occidentalis</i>	18	0.8 ± 0.83	12	4.4 ± 1.55
이리응애무접종	17	0.3 ± 0.46	14	1.7 ± 0.61

^a : 조사한 이리응애 수 ^b : mean.

3종 이리응애 암성충의 사과응애 암성충 포식여부와 포식량을 조사한 결과는 표 14.와 같다. 이리응애를 접종하지 않은 경우와 비교할 때 접종한 경우에 48시간 후 사과응애 사망수가 2~3마리가 많은 것으로 보아 사과응애 성충도 포식하는 것은 확실하였으나, 3종간의 뚜렷한 포식량 차이는 없는 것으로 생각된다.

3. 습도조건별 3종 이리응애의 생태적 특성

25℃ 항온항습기내의 습도를 55, 70, 85%로 달리 하여 3종 이리응애의 발육기간중 사망률과 암컷의 수명 및 산란수를 조사한 결과는 표 15. 및 그림 3, 4. 와 같다.

(표 15) 습도별 3종 이리응애의 발육기간중 사망률과 성비

(25℃, 16L:8D, 항온항습기)

종	습도	55%			70%			85%		
		개체 수	성비 (♀:♂)	사망율	개체 수	성비 (♀:♂)	사망율	개체 수	성비 (♀:♂)	사망율
<i>A. womersleyi</i>		76	1.2:1	0.0	78	1.3:1	0.0	52	1.1:1	0.0
<i>A. fallacis</i>		85	1.4:1	0.0	74	1.1:1	0.0	78	1.4:1	0.0
<i>T. occidentalis</i>		104	2.4:1	13.5	92	1.8:1	6.5	88	2.8:1	1.1

각 종별로 습도 차이에 따른 일정한 성비의 차이는 없었으나 *T. occidentalis* 가 다른 2종에 비해 암컷의 비율이 높은 경향이었고, 습도가 70%일 때 55 및 85%에서 보다 성비가 낮았다. 이리응애의 성비는 종간에 차이가 있으며, 종별로 온도·습도 차이에 따라 성비가 다소 달라질 수 있는 것 같다(Dyer and Swift 1979, Helle and Sabelis 1985).

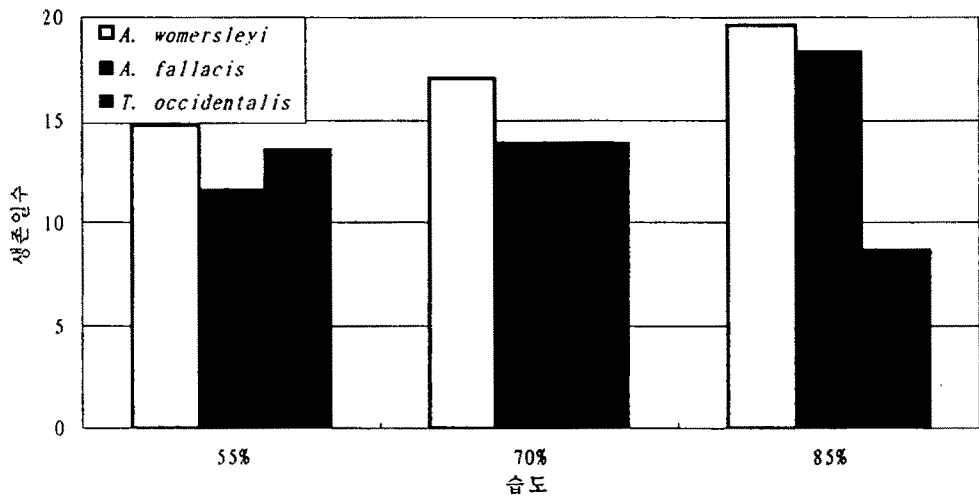


그림 3. 습도별 3종 이리응애 암성충의 평균 수명.

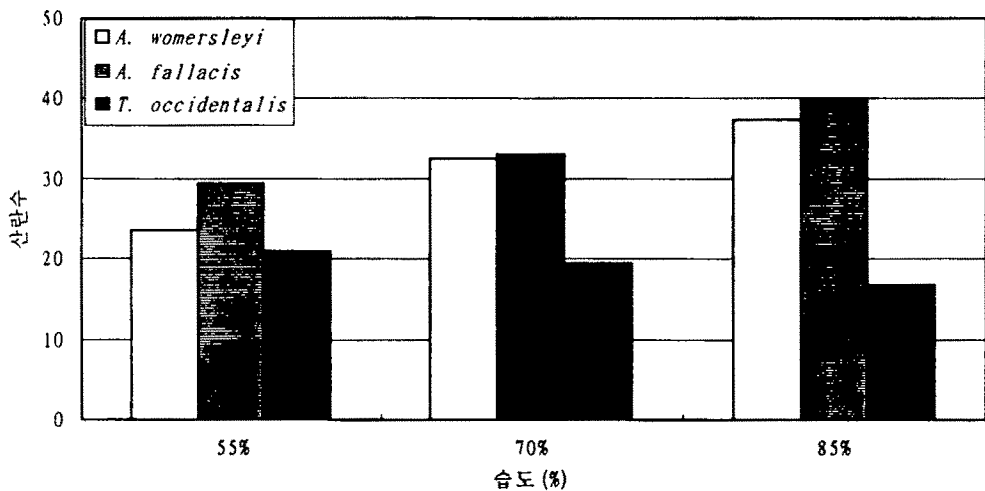


그림 4. 습도별 3종 이리응애 암성충의 평균 산란수.

또한, 습도별 3종 이리응애 암성충의 평균 수명과 산란수 차이는 그림 3, 4.와 같다. *A. womersleyi*와 *A. fallacis*는 습도가 높아짐에 따라 평균 수명과 산란수가 증가하는 경향이 있는 반면에, *T. occidentalis*의 경우 55, 70%에서는 차이가 없었으나 85%에서는 뚜렷이 감소하는 경향이였다. 이는 3종 이리응애의 강낭콩 바드와 고무판을 이용한 증식실험의 결과와 일치하였으며, 미국에서 *A. fallacis*는 비교적 강우량이 많은 중동북부 지역의 사과원에서, *T. occidentalis*는 건조한 서부 지역에서 효과적으로 활용되고 있는 것과 같은 결과로 해석된다 (Croft and Hoyt 1983).

제 3절 3종 이리응애의 농약에 대한 저항성 검정

(표 16) 농약별 3종이리응애의 암컷성충과 난 사망율

품목명	<i>A. womersleyi</i>			<i>A. fallacis</i>		<i>T. occidentalis</i>	
	암성충 접촉독	암성충 잔류독	난 접촉독	암성충접촉 독+잔류독	난 접촉독	암성충접촉 독+잔류독	난 접촉독
살균제							
프로피	16.7	20.0	4.6	45.0	16.6	16.7	23.7
지오판	43.3	25.0	4.7	30.0	18.3	16.7	40.0
이미녹타딘트리아세테이트	33.3	26.7	6.1	33.3	29.0	48.3	26.6
비타놀	36.7	33.3	22.9	36.7	15.9	36.7	7.7
베노밀	43.3	48.3	11.0	40.0	90.4	15.0	52.7
살충제							
그로포	100.0	100.0	100.0	100.0	97.7	63.3	48.3
그로메	100.0		51.9	100.0	41.1	98.3	64.7
오메론	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	93.7
피리다	86.7	100.0	100.0	98.3	100.0	66.7	19.2
포스팜	100.0		-	100.0	-	-	-
헥사프루무론, 그로포	100.0		-	88.3	-	-	-
푸라치오카브	98.3	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	89.6
피리모	81.7		19.3	78.3	21.3	98.3	96.8
훼녹시카브	53.3		13.5	48.3	36.4	50.0	51.8
델타린	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
에토펜프록스	48.3		-	70.0	-	-	-
이미다클로프리드	55.0	73.3*	11.2	73.3*	25.1	71.7	67.5*
트리무론	38.3		14.1	45.0	15.6	21.7	11.8
테브페노자이드	41.7		29.6	35.0	10.0	23.3	1.3
주론	35.0	46.7	39.5	35.0	3.6	10.0	24.1
테프르벤주론	41.7		23.3	28.3	16.7	40.0	18.6
클로르프리아주론	58.3		15.4	53.3	7.3	40.0	50.0
비티	41.7		10.6	56.7	19.8	25.0	25.4
살비제							
아씨틴	33.3	31.7	46.6	71.7*	59.5	46.7	41.2
클로르훼나피르, 펜부탄	30.0		-	100.0	-	-	-
프로지	36.7	78.3*	100.0	65.0*	54.3	46.7	26.1
피리다벤	70.0	66.7	100.0	100.0	100.0	75.0	74.1
테브펜피라드	61.7	73.3	100.0	100.0	96.5	96.7	91.7
펜프록시메이트	96.7	98.3	98.7	100.0	100.0	45.0	27.6
페나자린	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	86.7	83.1
플루페녹스론	63.3	35.0	21.7	25.0	14.0	20.0	93.3
치아스	26.7		-	16.7	-	-	-
무처리	15.0	13.3	3.5	20.0	1.5	11.7	3.3

* : 성충과 부화 후 전약충이 40% 이상 탱글푹에 빠져 죽은 것임.

(표 17) 사과용 농약의 3종 이리응애에 대한 영향 비교

농약 구분	종 명	공시농약 품목수	살충율별 품목수			
			0~25%(I)	26~50%(II)	51~75%(III)	76~100%(IV)
살균제	<i>A. womersleyi</i>	13	7	5	0	1
	<i>A. fallacis</i>	5	0	4	0	1
	<i>T. occidentalis</i>	5	1	3	1	0
살충제	<i>A. womersleyi</i>	29	0	7	4	18
	<i>A. fallacis</i>	18	0	5	4	9
	<i>T. occidentalis</i>	15	4	2	4	5
살비제	<i>A. womersleyi</i>	19	1	8	2	8
	<i>A. fallacis</i>	9	2	0	2	5
	<i>T. occidentalis</i>	7	0	3	1	3

(*A. womersleyi*는 이 1990, 류 등 1993의 결과도 포함).

표 16.은 현재 사과원에서 많이 사용되고 있는 원예용 주요 농약의 추천농도에서 조사된 3종 이리응애에 대한 독성 정도를 나타낸 것이며, 표 17.은 표 16.의 결과에 국내에서 조사된 *A. womersleyi*에 대한 결과를 종합한 것이다(이 1990, 류 등 1993).

일반적으로 살균제는 이리응애에 독성이 높지 않지만, 지오판, 비타놀, 베노밀에 대해 약간의 영향이 있었고, 이(1990)에 의하면 만코지의 경우 *A. womersleyi*의 암성충에 대하여 접촉독은 낮으나 잔류독과 난접촉에는 높은 독성을 보인다고 하였다. *A. fallacis* 암성충은 프로피에 의하여 약간의 영향을 받았고, 난접촉독은 베노밀에 의한 영향이 컸다. *T. occidentalis* 암성충은 이미 녹타딘트리아세테이트에 의해, 난은 지오판과 베노밀에 의해 약간의 영향을 받았다.

살충제에 대한 반응은 살균제와는 달리 많은 농약이 높은 독성을 나타냈으며 오메톤, 푸라치오카브, 델타린은 3종의 암성충과 난에 대해 치명적이었다. 그로포와 피리다는 *A. womersleyi*와 *A. fallacis*에는 독성이 높으나, *T. occidentalis*에는 낮아서 *T. occidentalis*가 일부 유기인계 살충제에 대하여 저항성이 있는 것으로 확인되었다. 그러나, 곤충생장조정제인 트리무론, 주론, 테프르벤주론, 클로르프루아주론, 미생물제인 비티, 진딧물약인 이미다클로프리드

등은 3종 이리응애에 대해 비교적 독성이 낮게 나타났다.

살비제에 대한 반응으로 최근에 등록된 피리다벤, 테부펜피라드, 페나자킨 등 보다는 기존에 사용하던 아씨틴, 치아스의 영향이 적었다. 최근 등록된 펜피록시메이트는 *T. occidentalis*에 대해서만 영향이 적었고, 반면에 플루페녹수론은 *A. womersleyi*와 *A. fallacis*에 대한 영향이 적어서 이리응애 종에 따라 살비제에 의한 영향에 차이가 있었다.

본 실험에서 이미다클로프리드, 아씨틴, 프로지 등의 농약에는 끈끈이에 빠져 죽은 것이 많은 것으로 보아 직접적인 살충작용이 아닌 Knock-down 효과등 간접적인 영향도 큰 것으로 생각된다(Croft and Hoyt 1978, 이 1990).

<지역계통 이리응애의 사과용 농약에 대한 독성 및 도태실험>

표 18.은 자생 긴털이리응애의 지역계통에 대한 주요 살충제의 영향을 조사한 결과인데, 표 16.의 실내 감수성 계통과 비교할 때 이미다클로프리드의 영향이 오히려 지역계통에서 높은 것으로 나타났고, 나머지는 같은 경향이였다.

표 19.는 주요농약인 델타린(합성제충국제)과 그로포(유기인계)의 반수치사농도로 도태할 때 3종 이리응애의 저항성 정도 변화를 조사한 것이다. 델타린에 대해 *A. fallacis*가 16세대 후에 약 100배의 저항성이 유발되었으나, 3종 모두 추천농도 보다 낮은 수준이였다. 그로포에 대해 *T. occidentalis*는 어느 정도 저항성이 있었으나 저항성 증가 경향이 없었고, *A. womersleyi*는 시험기간 동안 약 20배의 저항성 증가를 보였으나 추천농도 보다는 훨씬 낮은 수준이였다.

(표 18) 주요 살충제별 긴털이리응애 지역계통에 대한 영향

(암성충 접촉독+식독)

품 목 명 (상 표 명)	수 원	대 전	보 은
그로포(더스반)	IV	IV	IV
푸라치오카브(델타네트)	IV	IV	IV
델타린(데시스)	IV	IV	IV
이미다클로프리드(코니도)	IV	IV	IV
주론(디밀린)	II	II	II

(법례) I : 영향소(살충율 0~25%), II : 영향중(살충율 26~50),

III : 영향다(살충율 51~75), IV : 영향심(살충율 76~100).

(표 19) 델타린과 그로포 누대도태에 의한 긴털이리응애의 반수치사농도 변동
(단위 : ppm)

이 리 응 애	델 타 린		그 로 포	
	도태전	도태후 ^a	도태전	도태후
<i>A. womersleyi</i>	0.001	0.007 (21)	1.25	20.8 (7)
<i>A. fallacis</i>	0.001	0.1 (16)	25.0	31.3 (8)
<i>T. occidentalis</i>	0.001	0.01 (18)	125.0	125.0 (16)

^a : ()는 도태 세대수 임, ※ 사과나무 추천농도: 델타린 10, 그로포 250ppm.

제 4절 3종 이리응애의 종간경쟁

3종 이리응애가 동종 또는 이종의 난 및 유충을 포식하는지를 알아본 결과는 표 20.과 같다. 3종 모두 육식성으로서 동종 또는 이종의 난 및 유충을 포식하였으며, 대체로 이종의 난 또는 유충을 더 많이 포식하는 경향이 *A. fallacis*와 *T. occidentalis*에서 보였다.

(표 20) 동종 또는 이종간의 난 및 유충 포식 (30℃, 70±2%)

암성충		<i>A. womersleyi</i>			<i>A. fallacis</i>			<i>T. occidentalis</i>		
		<i>A. w</i>	<i>A. f</i>	<i>T. o</i>	<i>A. w</i>	<i>A. f</i>	<i>T. o</i>	<i>A. w</i>	<i>A. f</i>	<i>T. o</i>
먹이태	먹이종	<i>A. w</i>	<i>A. f</i>	<i>T. o</i>	<i>A. w</i>	<i>A. f</i>	<i>T. o</i>	<i>A. w</i>	<i>A. f</i>	<i>T. o</i>
	난	8	3	2	11	4	9	11	4	3
	유충	2	4	12	4	2	9	5	6	5

※ 이리응애 종별 암성충을 각 9마리, 먹이태별 각 36개(마리)를 공급하고 24시간 후에 포식된 개체수를 조사.

점박이응애를 공급하면서 이리응애 두 종씩을 같은 빛드에 접종하고 10일간 경시적 밀도를 조사한 결과는 표 21.에서와 같이 *A. fallacis*가 다른 두종보다, 그리고 *T. occidentalis*가 *A. womersleyi* 보다 생존력이 강한 경향은 있으나 다른 여러 요인들이 개재했을 것으로 생각되어 본 결과만으로 차이가 있다고 결론을 유도하기는 아직 이른 것 같다.

(표 21) 점박이응애 밀도변화에 따른 이리응애 이종간의 생존을 변동 (단위: 마리, 암성충)

경과 일수	점박이 응애			점박이 응애			점박이 응애		
	<i>A. w</i>	<i>A. f</i>	<i>T. o</i>	<i>A. w</i>	<i>T. o</i>	<i>A. f</i>	<i>A. f</i>	<i>T. o</i>	
0(접종)	300	30	30	300	30	30	300	30	30
2 일후	110	21	28	110	25	23	120	25	21
4 일후	5	15	21	10	20	20	10	22	18
6 일후	30	11	20	40	16	15	30	22	18
8 일후	0	11	18	30	11	17	20	20	19
10 일후	0	2	8	10	3	17	0	15	6

※ 점박이응애 100마리씩, 이리응애 10마리씩 3반복으로 접종하고 5일 후에 점박이응애를 반복당 30마리씩 추가 공급함.

표 22는 먹이부족 상태에서 3종 이리응애의 적응력을 조사한 결과로서 단독접종시 *A. womersleyi*가 먹이 부족시 생존력이 가장 낮은 경향이었고, 혼합접종시 *A. fallacis*, *T. occidentalis*, *A. womersleyi* 순으로 다른 종의 이리응애를 이용하여 생존일수가 길어지는 경향이 있었다.

(표 22) 48시간 굶긴 이종간 접종시 경시적 밀도 변동, 사육실(25±3℃, 60~75%)

경과일	단독접종			혼합접종					
	<i>A. w.</i>	<i>A. f.</i>	<i>T. o.</i>	<i>A. w.</i>	<i>A. f.</i>	<i>A. w.</i>	<i>T. o.</i>	<i>A. f.</i>	<i>T. o.</i>
1	10.0	10.0	9.7	9.7,	10.0	10.0,	9.0	10.0,	8.7
2	9.7	9.7	9.0	6.0,	9.7	7.7,	7.7	9.7,	7.7
3	8.0	8.7	8.7						
4	6.0	8.7	6.3	2.3,	8.0	3.7,	3.7	8.3,	1.7
5	4.0	7.0	2.3	1.3,	7.3	2.3,	3.3	7.7,	0.7
6	0.7	5.0	0.3	0.0,	7.0	1.7,	2.3	5.7,	0.3
7	0.0	1.3	0.3			0.7,	1.7	4.3,	0.0
8		0.3	0.3			0.3,	1.3		

* 강낭콩잎 앞면에 지름 7cm로 탱글뭉텅계후 각 10마리씩 3반복으로 접종.

이상의 결과로 보아 3종 이리응애 모두 생존을 위해서는 동종 또는 다른 종을 먹이로 이용한다는 것을 알 수 있었고, *A. fallacis*가 3종이 동시에 발생하는 조건에서는 비교적 적응력이 있다고 할 수 있으나, 정확한 차이를 구명하기 위해서는 별도의 실험이 필요하다고 생각한다(江原와 眞堀 1996, Lee and Davis 1968, McMurtry and Croft 1997, Sekita and Kinota 1990).

제 5절 3종 이리응애의 점박이응애 밀도억제

6~7월에 야외 강낭콩 포트에서 점박이응애와 이리응애의 접종비율을 다르게 하였을 때의 경시적 밀도를 나타낸 것은 그림 5, 6, 7. 과 같다.

접종비율이 4:1인 경우(그림 5.)를 보면 이리응애를 무접종하였을때 점박이응애 밀도가 꾸준히 증가하여 17일째에 300마리 이상으로 피크였고, 그 이후는 강낭콩잎의 피해 때문에 점박이응애의 밀도가 감소하였다. *A. womersleyi*와 *A. fallacis* 접종구에서는 30일까지 점박이응애의 밀도억제가 지속되었고, *T. occidentalis* 접종구에서는 17일까지 점박이응애 밀도가 억제 되었으나 그 이후에는 증가 추세에 있었다. *A. womersleyi*는 7, 17일째에 밀도가 약간 감소하였으나, 30일째에는 밀도가 회복되었고, *A. fallacis*는 7일째에는 밀도가 감소하였으나, 그 이후에는 계속 증가하여 30일째에는 20마리 이상이 되었다. *T. occidentalis*는 계속 감소하여 접종 당시 보다 낮은 밀도를 보였다.

접종비율이 10:1인 경우(그림 6.)는 4:1 접종에 비해 전체적으로 점박이응애 밀도가 높았고, 이리응애 무접종에서도 4:1 접종에 비해 강낭콩잎에 피해가 빨리 나타났다. *A. fallacis* 접종에서 점박이응애 밀도억제가 가장 효과적이어서 17일 이후 점박이응애 밀도가 감소되었다. *A. womersleyi*는 초기에는 점박이응애의 밀도를 억제 할 수 있었으나, 후기에는 밀도억제 효과가 미흡하였고, *T. occidentalis*는 초기부터 밀도억제를 할 수 없었다. 이리응애의 밀도증가도 정착후 *A. fallacis*가 가장 좋아서 30일째에는 강낭콩 포기당 25마리까지 증가하였다. 다음이 *A. womersleyi*였으며, *T. occidentalis*는 4:1의 접종수준과 마찬가지로 밀도가 회복되지 못하고 계속 감소하여 30일째에는 거의 조사 되지 않았다.

접종비율이 20:1인 경우(그림 7.)는 4:1이나 10:1에 비해 초기부터 강낭콩잎에 피해가 두드러지게 나타났는데 이리응애 무접종구의 점박이응애 밀도가 7일 후에 피크를 이루었고, 그 이후는 강낭콩잎의 피해로 감소하게 되었다. 이리응애 접종구에서는 3종 모두 초기 밀도억제 경향은 비슷하였으나, 30일째 조사에서 밀도억제는 *A. fallacis* 접종구에서만 나타났고, 나머지 2종은 밀도를 억제 하지 못하였다. 이리응애 밀도는 *A. womersleyi*와 *A. fallacis*가 비슷하게 증가하였으나, *T. occidentalis*는 접종 밀도 보다도 감소하였다.

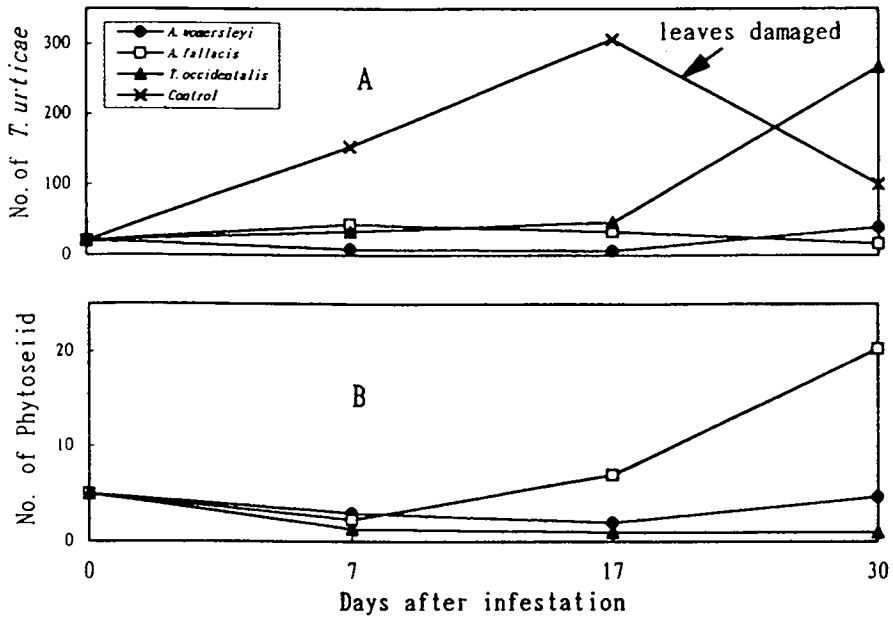


그림 5. 야외에서 강낭콩에 점박이용애(A)와 이리용애(B)를 4:1로 접종한 후의 밀도 변동.

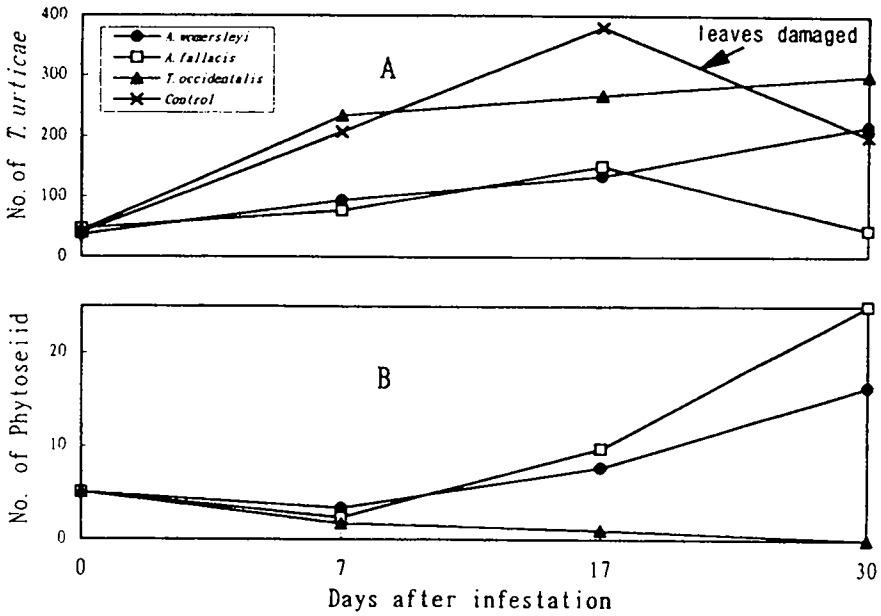


그림 6. 야외에서 강낭콩에 점박이용애(A)와 이리용애(B)를 10:1로 접종한 후의 밀도 변동.

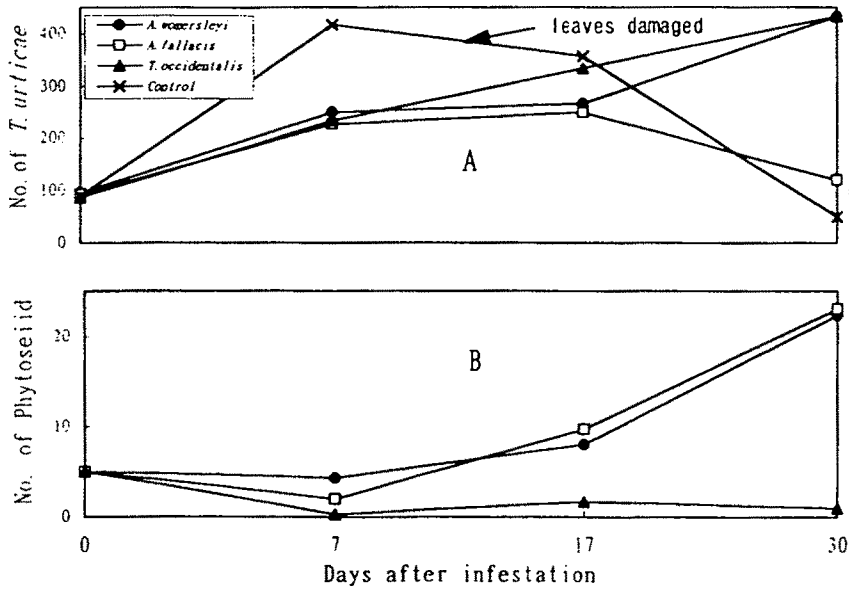


그림 7. 야외에서 강낭콩에 점박이용애(A)와 이리용애(B)를 10:1로 접종한 후의 밀도 변동.

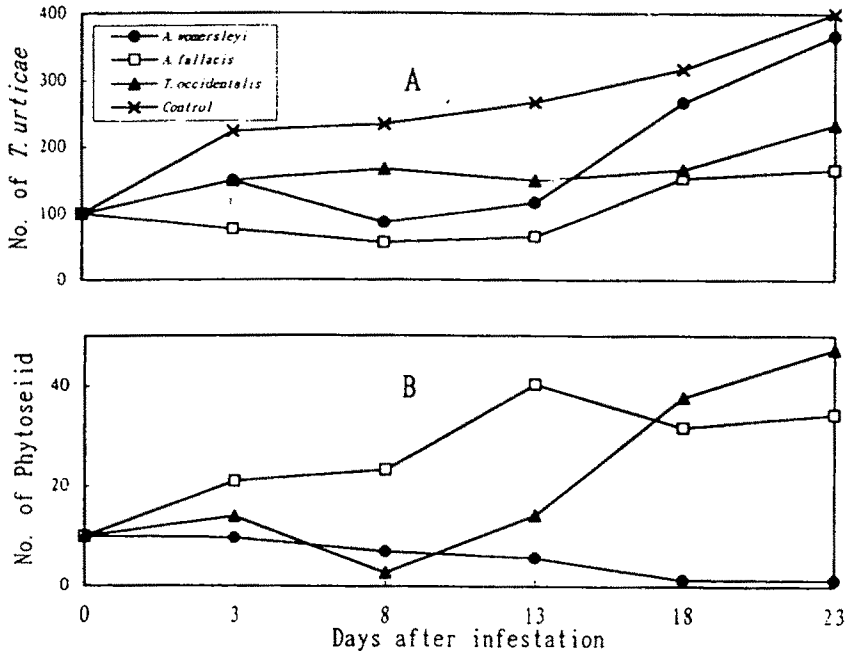


그림 8. 온실에서 강낭콩에 점박이용애(A)와 이리용애(B)를 10:1로 접종한 후의 밀도 변동.

9월에 온실에서 점박이용애와 이리응애의 밀도를 10:1의 비율로 접종하였을 때 경시적 밀도변동을 나타낸 것은 그림 8.과 같다. 이리응애 무접종구의 점박이용애는 조사기간중 계속 밀도가 증가하였는데, 23일째에 피해엽율이 거의 100(98.2%)에 이르렀다. 이리응애 접종구에서는 *A. fallacis*, *T. occidentalis*, *A. womersleyi* 순으로 점박이용애 밀도억제 경향을 보였고, 피해엽율은 각 43.0, 62.3, 86.7%였다. 이리응애 밀도는 *A. fallacis*가 초기에 높은 반면, *T. occidentalis*는 후기에 높았고, *A. womersleyi*는 접종밀도 이상으로 증가하지 않는 경향이였다.

이상의 결과를 접종 수준별로 3종 이리응애의 밀도억제 효과를 비교하기 위하여 이리응애 무접종구의 점박이용애 누적가해 밀도를 기준으로 방제가를 계산 (Kaakeh et al. 1992)해 본 결과는 표 23.과 같다. 야외 4:1 수준에서는 *A. womersleyi*가 91.5%로 방제효과가 가장 높았고, 10:1, 20:1 수준에서는 *A. fallacis*의 방제효과가 다른 2종 보다는 높았다. 온실내 10:1 수준에서는 *A. fallacis*가 62.8%로 높았고, *T. occidentalis*는 온실조사에서 야외 보다는 방제 효과가 크게 향상되는 경향이였다.

(표 23) 접종수준에 따른 3종 이리응애의 점박이용애 방제가

접종수준	CMD ^a	방제가(%)		
		<i>A. womersleyi</i>	<i>A. fallacis</i>	<i>T. occidentalis</i>
(야외)				
4 : 1	5,550	91.5	83.2	52.7
10 : 1	7,567	48.9	62.7	5.5
20 : 1	8,283	0	28.7	0
(온실)				
10 : 1	5,877	33.4	62.8	38.9

^a CMD(Cumulative Mite Days) : 이리응애 무접종구에 대한 점박이용애 누적가해일도.

야외와 온실에서 이리응애에 의한 점박이용애 밀도억제 효과와 이리응애의 밀도변동에 차이가 있었던 것은 습도조건이 이리응애의 부화율과 사망율에 영향이 크다는 결과 (이 1990, Kramer & Hain 1989, McMurtry & Scriven 1965)로부터

습도조건이 비교적 높았던 야외와 강우가 차단된 온실에서 3종 이리응애의 증식에 차이가 있었을 것으로 생각된다. 그리고 *A. womersleyi*는 6~7월 비교적 습도가 높을때 사과원에 정착하여 점박이응애 밀도억제 가능성이 높고(이 1990), *T. occidentalis*는 미국의 서부지역 사과원과 같이 비교적 건조한 지대에서 적응된 종이며(Hoyt 1969), *A. fallacis*는 필자들의 실내 사육과정에서 다른 두종에 비해 비교적 습도조건에 큰 영향을 받지 않고 증식이 안정된 양상을 보이는 것 등도 본 결과와 일치하였다. 또한 접종수준에 따라서도 밀도억제 효과에 차이가 있었는데, 김과 이(1996)는 25℃에서 16:1(간자와응애:긴털이리응애)로 접종하였을때 16일 후에 긴털이리응애가 차응애 밀도를 완전히 억제한다고 하였다. 이것은 먹이 응애종이 다르며 항온항습기내의 환경조건이 본시험의 야외조건과는 달랐기 때문이라고 생각된다.

(표 24) 하우스에서 3종 이리응애의 증식상황

시기	<i>A. womersleyi</i>		<i>A. fallacis</i>		<i>T. occidentalis</i>	
	점박이응애	<i>A. w</i>	점박이응애	<i>A. f</i>	점박이응애	<i>T. o</i>
0일(접종일)	10,000	700	10,000	700	10,000	700
5일	10,000	800	10,000	1,000	10,000	600
8일	13,000	2,000	12,000	2,800	18,000	800
16일	8,000(2,000)	3,800	4,000(5,000)	4,000	15,000	1,200
20일	5,000(2,000)	6,000	4,000(3,000)	8,000	10,000	2,200
27일	2,000	6,000	2,000	7,000	7,000	3,200

()는 점박이응애를 추가 접종한 개체수 임.

표 24.는 이리응애를 사과원 등에 방사할 목적으로 하우스에서 증식할 때 3종간의 차이를 본 결과로서, 같은 면적에서 강낭콩내 점박이응애 먹이조건이 같을 경우 증식효율이 *A. fallacis*가 가장 높고, *T. occidentalis*가 가장 낮은 것을 알 수 있었다. 이같은 결과는 실내의 누대사육 또는 생태실험 결과와 일치한다고 생각되며 다른 연구결과와도 같은 경향이었다(Bower and Thwaite 1995).

제 6절 도입 이리응애류의 월동가능성

표 25.는 도입 이리응애 2종이 우리나라 사과원에서 월동할 수 있는지를 알아보기 위하여 자생 긴털이리응애와 함께 3년간에 걸쳐 실내사육 계통을 휴면개시 이전에 접종·방사하고, 월동후 발생여부를 조사한 결과이다.

(표 25) 사과원 접종 3종 이리응애의 월동후 발견 여부

년도 (접종/조사)	사과원	먹이응애			이리응애			비고
		점박이응애	사과응애	녹응애	A.	W	A. f T. o	
95/96	이해원(초생)	소	소	×	×	×	×	주간부밴드
	이해원(청경)	다	소	×	×	×	×	주간부밴드
96/97	이해원(초생)	소	중	×	×	×	×	토양
	이해원(초생)	소	중	×	×	×	×	낙엽
	이해원(초생)	중	중	×	×	×	×	주간부밴드
	이해원(초생)	다	중	×	×	×	×	주간부밴드
	이해원(초생)	중	중	×	×	16	×	나무, 흙지, 잡초(5월)
	도만기(초생)	소	소	×	×	×	×	토양
	도만기(초생)	소	소	×	×	×	×	낙엽
	도만기(초생)	소	소	×	×	×	×	주간부밴드
	도만기(초생)	소	소	×	×	×	×	주간부밴드
	도만기(초생)	소	소	×	×	×	×	잡초(5월)
	권오기(초생)	다	×	×	×	×	×	주간부밴드
	권오기(청경)	다	×	×	×	×	×	주간부밴드
	권오기(초생)	다	×	×	4	×	×	잡초, 흙지(5월)
	사과연(초생)	×	다	×	×	×	×	주간부밴드
	사과연(초생)	중*	다	×	10	×	×	잡초(5월)
	97/98	이해원(초생)	중	×	×	×	×	×
이화달(초생)		소	다	×	×	×	×	주간부조피
권오기(초생)		다	다	×	×	×	×	주간부조피
사과연(초생)		×	중	×	×	×	×	주간부조피

※ 발생정도를 ×(무), 소, 중, 다로 구분, *는 차응애의 발생정도임.

대상 사과원 모두 이리응애를 월동전 방사시에는 자생 이리응애가 발생하지 않았던 사과원이었기 때문에 월동후 발견된 이리응애는 방사한 계통이라고 할수 있다. 국내 자생종인 긴털이리응애가 권오기 사과원과 사과연구소 사과원에서 조사되었으며, *A. fallacis*는 이해원 사과원에서만 발견되었다.

또한 월동처로 보고된 주간부 밴드나 조피, 토양, 낙엽 등에서는 발견되지 않았고 5월에 잡초나 흙지에서만 조사되었다. 이러한 결과만을 가지고 볼 때 *A. fallacis*는 월동이 가능하며, *T. occidentalis*는 월동여부가 불분명하지만, 자생종인 긴털이리응애도 월동후 발견이 잘 되지 않는 것으로 보아 조사 방법이 틀렸거나 워낙 밀도가 낮아 발견이 안되는 것으로 생각되어 시험방법상 개선이 필요한 것으로 판단된다.

일본의 아오모리 시험장에서도 도입한 *A. fallacis*와 *T. occidentalis*의 월동 여부를 사과나무 꽃트를 이용하여 조사하였는데(Sekita and Kinota 1990), 두종 모두 월동이 가능하다고 한 것으로 보아 우리나라에서도 월동이 가능할 것으로 생각된다. 그러나 일본의 경우 동계에 눈이 많은 점이 우리나라와 다른데 이점이 중요한 요인이 될지도 모른다. 또한 이들 이리응애는 먹이용애로서 점박이용애와 사과응애 보다 녹응애가 발생하는 여건에서 사과원에 정착이 안정된다고 하는 보고(Blommers 1994, Croft and Hoyt 1983)가 있는데, 조사 사과원 모두 녹응애가 발생하지 않는 것도 월동기 정착에 영향을 줄 수 있을 것으로 생각된다. 또한, *T. occidentalis*의 경우에 북승아원에서는 월동장소로서 조피틈이나 지피물보다는 나무에 잔존하는 과실의 꼭지(과경) 틈새를 선호한다는 보고(Caltagirone 1970)가 있는데 금후 검토해 보아야 할 대목이다.

앞으로 이들 두종을 우리나라 사과원에서 점박이용애 생물적방제를 위한 천적으로 활용할 경우 월동생태에 대한 보다 면밀한 연구가 필요하며, 이들의 월동율을 높이는 대책이 제시되어야 할 것이다. 또한, *T. occidentalis*는 이미 우리나라에 발생한다는 보고(류 1991)가 있으므로 자생하는 *T. occidentalis*를 채집하여 도입계통과 생태적 차이가 있는지를 확인할 필요도 있을 것이다.

본 시험 목적과는 다르지만 이리응애의 월동 조사시 각 사과원의 주간부밴드, 토양, 낙엽 부위에서 조사된 절지동물의 종류별 밀도는 부표 2~5.와 같다.

(표 26) 냉장고 온도를 5℃로 조절하고 생존한 개체수 조사

경 과 일 수	<i>A. womersleyi</i>	<i>A. fallacis</i>	<i>T. occidentalis</i>
처리당일	30마리	30	30
3일후	13	23	23
7일후	8	20	21
10일후	5	18	19
14일후	2	17	19
15일후	2	17	19

※ 사례에 버뮤쿠라이트를 담고 증식이 잘 되고 있는 이리웅애 암성충(수정한 암컷)을 10마리씩 3반복으로 저온에 보관함.

표 26.은 휴면계통이 아닌 실내사육 계통의 암성충을 대상으로 3종 이리웅애의 저온반응을 비교한 것이다. 자생종인 *A. womersleyi* 보다 도입종인 *A. fallacis*와 *T. occidentalis*가 저온에서 생존율이 높았는데, 이점으로 보아도 이들 도입종이 우리나라에서 월동하는데 저온 보다는 오히려 습도등 다른 조건에 대한 검토가 필요할 것으로 생각된다.

제 7절 3종 이리응애의 사과원 정착 및 적응성

표 27.은 자생종 긴털이리응애와 함께 도입종 *A. fallacis*와 *T. occidentalis*를 우리나라 사과원에서 생육기에 접종하였을 때 종간의 정착정도와 적응성을 시험한 결과들을 종합한 표이다(부표 6~8.은 청경재배와 초생재배로 잡초관리를 달리하였을 때, 부표 9.와 10.은 접종부위를 지면잡초와 사과나무로 달리하였을 때, 부표 11.은 접종 시기를 6월 1일, 6월 30일, 8월 1일로 달리하였을 때 각각의 접종후 밀도변동 사항을 조사한 결과이다).

(표 27) 접종 상태에 따른 3종 이리응애의 사과원 정착 및 적응성 차이

구분	<i>A. womersleyi</i>	<i>A. fallacis</i>	<i>T. occidentalis</i>
접종 부위	사과나무 > 잡초	사과나무 > 잡초	구분 불가
접종 시기	6월>5월>7월 이후	6월>5월>7월 이후	구분 불가
접종 밀도(마리/주)	200	100	300
잡초 관리 상태	초생 > 청경	초생 > 청경	구분 불가
적응성(발견빈도)	보통	양호	불량
종합검토(3종 비교)	보통	양호	불량

접종부위는 *A. womersleyi*와 *A. fallacis*의 경우 사과나무에 접종하는 것이 잡초에 접종하는 것보다 사과나무에서의 정착이 좋다고 생각되며 *T. occidentalis*는 장마철 이후 한 마리도 발견되지 않았으므로 차이를 구분할 수 없었다. 접종시기도 *A. womersleyi*와 *A. fallacis*는 6월>5월>7월에 접종하는 것이 정착과 적응에 좋은 것으로 생각되지만, *T. occidentalis*는 위와 같은 이유로 판단이 불가능 하였다.

정착을 위한 주당 접종 밀도의 경우 *A. fallacis*는 100, *A. womersleyi*는 200, *T. occidentalis*는 300마리 이상이 좋을 것으로 생각된다. 또한, *A. womersleyi*와 *A. fallacis*는 초생재배가 청경재배 포장보다 사과나무에서의 정착이 좋은 경향이었지만 *T. occidentalis*는 판단이 불가능 하였다. 접종후 발견 빈도를 기준으로하는 적응성을 보면 *A. fallacis*가 가장 양호, *A. womersleyi*는 보통, *T. occidentalis*는 불량으로 표현하였다.

이들 포장접종 결과를 종합해 볼 때 우리나라 사과원에서 점박이응애의 생물적방제를 위해서는 *A. fallacis*가 가장 유망한 종으로 생각된다. 일본에서도 *A. fallacis*는 분산력이 커서 자생종인 긴털이리응애 보다 월동후 사과나무에서 일찍 발견되는 반면에, *T. occidentalis*는 *A. fallacis* 보다는 분산력이 낮아서 접종 사과나무의 일부에서만 조사되었다고 한다. 또한, 강낭콩잎만을 이용한 사과나무 접종시 강낭콩 잎의 조기 건조로 해서 정착이 좋지 않으므로 줄기째 사과나무에 걸쳐 놓는 접종방법이 좋다고 하였다(Sekita and Kinota 1990). 실제 IPM이 실용화되고 있는 유럽과 호주등에서는 이리응애의 사과원 접종은 발생 사과원의 도장지를 잘라서 방사하고자 하는 사과원에 운반하여 사용하는 방법을 택하고 있다(Bower and Thwaite 1995). 미국의 경우 *T. occidentalis*를 주당 128마리 수준으로 접종하였을 때 3개월후에야 비교적 분포 부위가 확대된다는 보고가 있다(Croft and McMurtry 1972). 특히 Broadley와 Thomas(1995)는 접종 후 정착에 강우가 나쁜 영향을 준다고 하였는데, 부표 9.와 10.의 이화달 사과원의 경우 이리응애를 방사한 직후 많은 비가 온 것이 정착에 나쁜 영향을 준 것으로 생각된다.

이상의 이리응애 접종후 정착 및 적응성 시험을 종합해 볼 때, 실내계통 이리응애를 사과원에 정착시키기 위해서는, 종합적인 정착 여건을 고려해야만 성공할 수 있다는 점에서 앞으로 보다 면밀한 검토가 있어야 할 것으로 생각된다.

제 4 장 적 요

사과원 병해충 종합관리에서, 관건이 되는 점박이응애의 천적인 이리응애를 효과적으로 활용하기 위한 방안을 제시하고자, 국내 자생 이리응애의 종조사, 외국산 저항성 이리응애의 도입과 기초생태 실험, 주요 사과용 농약에 대한 이리응애류의 영향을 조사하였고, 자생 긴털이리응애와 도입 이리응애 2종의 종간 경쟁, 사과원에서의 월동가능성 및 사과원 정착을 위한 방법들을 비교분석한 결과는 다음과 같다.

1. 전국의 사과원 주변에서 채집한 이리응애는 순이리응애속 8종과 대중이리응애속 2종이었으며, 긴털이리응애가 가장 많이 채집되었는데 이의 먹이로는 환삼덩굴, 들콩, 들깨, 뽕나무, 클로버등 광엽잡초에서 서식하는 점박이응애 및 차응애, 벚나무응애였다.

2. 이리응애의 실내누대사육을 위하여 강낭콩 밧드를 이용한 방법과 고무판을 이용한 방법을 비교한 결과, 긴털이리응애(*A. womersleyi*), *A. fallacis* 및 *T. occidentalis*는 강낭콩 밧드방법이 증식속도가 빠르고 증식량이 많았으나, *T. pyri*는 강낭콩 잎에서는 개체군이 유지·증식되지 않았고 고무판에서는 다른 종에 비하여 증식량은 적지만 개체군은 유지되었다.

3. 20, 23, 25, 30℃에서 이리응애의 발육기간은 암·수간에 차이가 없었고, 암컷을 기준으로 볼 때 긴털이리응애는 각 11.6, 7.7, 6.7, 5.6일, *A. fallacis*는 9.9, 6.8, 5.7, 4.5일, *T. occidentalis*는 10.6, 7.3, 6.3, 4.9일로 온도가 높아짐에 따라 발육기간이 짧아졌고, 3종간에 유의성있는 차이는 없었으나 *A. fallacis*가 조금 짧은 경향이였다.

4. 25℃에서 3종 이리응애 암성충의 평균수명은 긴털이리응애 18.2일, *A. fallacis* 19.6일, *T. occidentalis* 13.0일이였다. 총산란수는 종별로 각 34.3, 39.8, 23.6개 였으며, 1일 평균산란수는 각 2.1, 2.6, 2.3개였다. 상대습도 55,

70, 85%에서 긴털이리응애와 *A. fallacis*는 습도가 높을수록 수명이 길었고 산란수가 많았으나, *T. occidentalis*는 정반대의 반응을 보였다.

5. 이리응애 암컷의 전발육기간 동안 점박이응애 난 포식량은 20, 23, 25, 30℃에서 긴털이리응애는 각 10.1, 10.9, 11.2, 11.5개, *A. fallacis*는 11.2, 10.3, 12.4, 11.5개, *T. occidentalis*는 13.5, 15.3, 16.0, 14.7개였다. 암성충 1마리의 일당 점박이응애 난 포식량은 25℃에서 각 11.4, 12.5, 11.7개였다.

6. 3종 이리응애의 주요 원예용 농약 32품목에 대한 반응을 조사한 결과, 3종 모두 살균제에는 대체로 큰 영향을 받지 않았다. 살충제 중에서 곤충생장조절제, 미생물제와 진딧물약인 이미다클로프리드등에 대한 영향은 비교적 적었지만, 합성제충국제는 3종 모두에게 치명적인 영향을 주었다. 유기인계중 그로포와 피리다에 대해서 *T. occidentalis*가 어느 정도의 저항성을 나타냈다. 살비제중 최근에 등록된 품목들은 영향이 큰 경향이었으나(플루페녹수론을 제외), 10년 이상 사용해온 아씨틴, 프로지, 치아스등은 영향이 적은 편이었으며, 종에 따라서도 다소의 차이가 있었다.

7. 3종 이리응애의 중간경쟁시험 결과, 모두 생존을 위해서는 동종 또는 다른종을 먹이로 이용하였고, 3종이 동시에 발생하는 조건에서는 *A. fallacis*가 다른 두종에 비하여 비교적 적응력이 높았다.

8. 3종 이리응애의 점박이응애 밀도억제 시험결과, 6-7월 야외에서 *A. fallacis*는 점박이응애와 이리응애의 접종밀도 비율이 4:1, 10:1, 20:1 수준에서 접종 17일후에 점박이응애의 밀도억제가 가능하였으나, 긴털이리응애는 4:1에서만 밀도억제가 가능하였고, *T. occidentalis*는 4:1에서 접종 30일후와 10:1, 20:1의 수준에서는 점박이응애 밀도억제가 전혀 불가능하였다.

9. 도입한 2종 이리응애의 우리나라에서 월동여부를 조사한 결과, *A. fallacis*는 월동할 수 있음이 확인되었으나 *T. occidentalis*는 확인되지 않았

다. 그러나, 자생종인 긴털이리응애도 전년도에 접종한 사과원에서 월동후 발견되는 확률과 밀도가 극히 저조했던 점과 *T. occidentalis*는 우리나라에 분포하는 종이기 때문에 이종도 월동이 가능할 것으로 생각된다.

10. 3종 이리응애의 사과원 정착 및 적응성을 시험한 결과, 접종부위는 사과 나무에 접종하는 것이 지면잡초에 접종하는 것보다, 접종시기는 5-6월에 접종하는 것이 7월 이후보다, 초생재배가 청경재배보다 접종후 발견되는율이 높았다. 우리나라 사과원에서 점박이응애의 생물적방제를 위해서는 *A. fallacis*가 다른 2종에 비하여 유망한 종으로 판단되었다. 그러나, 앞으로 보다 효율적인 접종방법과 정착 및 적응성을 증진시키기 위한 시험연구가 필요한 것으로 생각된다.

인 용 문 헌

- Ball, J. C. 1980. Development, fecundity, and prey consumption of four species of predacious mites(Phytoseiidae) at two constant temperatures. Environ. Entomol. 9:298-303.
- Blommers, L. H. M. 1994. Integrated pest management in European apple orchards. Annu. Rev. Entomol. 39:213-241.
- 부경생, 송유한, 이준호, 이정운, 안용준. 1995. 사과해충 종합관리를 위한 기반기술 개발. 농촌진흥청 제3차년도 완결보고서. 49-104.
- Bower, C. C. and W. G. Thwaite. 1995. The mite management manual. A practical guide to integrated mite control in apples. HRDC and NSW Agriculture. 50pp.
- Broadley, R. and M. Thomas. 1995. The good bug book. Australasian Biological Control Inc. and QDPI. 53pp.
- Caltagirone, L. E. 1970. Overwintering sites for *Metaseiulus occidentalis* in peach orchards. J. Econ. Entomol. 63(1):340-341.
- Croft, B.A. and S.C. Hoyt. 1978. Considerations for the use of pyrethroid insecticide for deciduous fruit pest control in the U. S.A. Env. Entomol. 7:627-630.
- Croft, B. A. and S. C. Hoyt. 1983. Integrated management of insect pests of pome and stone fruits. New York : Wiley Intersci. 454pp.

Croft, B. A. and J. A. McMurtry. 1972. Minimum release of *Typhlodromus occidentalis* to control *Tetranychus mcdanieli* on apple. J. Econ. Entomol. 65(1):188-191.

Dyer, J. G. and F. C. Swift. 1979. Sex ratio in field populations of phytoseiid mites(Acarina: Phytoseiidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 72:149-154.

江原昭三. 眞梶徳純. 1996. 植物ダニ學. 全國農村教育協會. 419pp.

Friese, D. D. and F. E. Gilstrap. 1982. Influence of prey availability on reproduction and prey consumption of *Phytoseiulus persimilis*, *Amblyseius californicus*, and *Metaseiulus occidentalis*. Inter nat. J. Acarol. 8(2):85-89.

Hamamura, T., N. Shinkaji, and W. Ashihara. 1976. The relationship between temperature and developmental period, and oviposition of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot. Bull. Fruit Tree Res. Japan. E1:117-125.

Helle, W. and M. W. Sabelis. 1985. Spider mites: Their biology, natural enemies and control. World crop pests Vol. 1B. Amsterdam : Elsevier. 458pp.

Hoyt, S.C. 1969. Integrated chemical control of insects and biological control of mites on mites on apples in Washington. J. Eon. Entomol. 62:74-86.

Kaakeh, W., D. G. Pfeiffer & R. P. Marini. 1992. Combined effects of spirea aphid and nitrogen fertilization on shoot growth, dry matter accumulation, and carbohydrate concentration in young apple trees.

- J. Econ. Entomol. 85(2):496-506.
- Kramer, D. A. and F. P. Hain, . 1989. Effect of constant-and variable-humidity and temperature regimes on the survival and developmental periods of *Oligonychus ununguis* (Acarina : Tetranychidae) and *Neoseiulus fallacis*(Acarina : Phytoseiidae). Env. Entomol. 18(5):741-746.
- 김도익, 이승찬. 1996. 긴털이리응애의 간자와응애에 대한 기능반응 및 개체군 억제에 관한 연구. 한웅곤지. 35(2):126-131.
- 김도익, 이승찬, 김상수. 1996. 긴털이리응애의 생태적 특성. 한웅곤지. 35(1):38-44.
- Laing, J. E. 1969. Life history and life table of *Metaseiulus occidentalis*. Am. Entomol. Soc. Am. 62(5):978-982.
- Lee, M. S. and D. W. Davis. 1968. Life history and behavior of the predatory mite *Typhlodromus occidentalis* in Utah. Ann. Entomol. Soc. Am. 61(2):251-255.
- 이순원. 1990. 사과원 해충상과 응애류 종합관리에 관한 연구. 서울대학교 박사 학위논문. 87pp.
- 이순원, 이문홍, 최귀문, 현재선. 1987. 긴털이리응애의 온도별 발육기간, 산란 및 포식량에 관한 연구. 농시논문집(식환). 29(1):277-281.
- McMurtry, J. A. and B. A. Croft. 1997. Life styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. Annu. Rev. Entomol. 42:291-321.

- McMurtry, J.A. and G.T. Scriven. 1965. Life history studies of *Amblyseius limonicus*, with comparative observations on *Amblyseius hibisci* (Acarina:Phytoseiidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 58(1):106-111.
- Overmeer, W. P. J. 1981. Notes on breeding phytoseiid mites from orchards (Acarina: Phytoseiidae) in the laboratory. Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent. 46(2):503-509.
- 류면옥. 1991. 한국산 이리응애과의 계통분류학적 연구. 전북대학교 박사학위논문. pp175.
- 류언하, 이영인, 최귀문. 1993. 사과해충 종합적 방제연구. 농촌진흥청. 제1차년도 보고서. pp71.
- Sekita, N. and M. Kinota. 1990. Use of predatory mites to control spider mites on apple trees in Aomori prefecture, Japan. Rept. Aomori Apple Exp. st. 156-165.

(부표 1) 연도별 이리응애류 채집상황

지 역	채집 시기	이 리 응 애 류	먹 이 용 애	기 주 식 물
1995 경기 수원	6월	긴털이리응애	차응애	쑥, 들콩, 뽕나무, 환삼덩쿨
충남 계룡산	7월	긴털이리응애	차응애	환삼덩쿨, 국화
충북 속리산	7월	긴털이리응애	벗나무응애	벗나무
충북 충주	9월	미 발 견	차응애, 벗나무응애	들콩, 뽕나무, 환삼덩쿨, 벗나무
충남 예산	9월	미 발 견	점박이응애, 차응애	벗나무(사과원 주변), 콩, 환삼덩쿨, 들깨
전북 무주	9월	꽃병이리응애	벗나무응애, 애기응애	벗나무
전북 장수	9월	종 미 상	차응애	들콩, 뽕나무
경북 금오산	9월	꽃병이리응애	벗나무응애	벗나무, 물개암나무
안동 강변도로	9월	종 미 상	벗나무응애	벗나무
경북 영천	9월	동양이리응애	차응애 벗나무응애	벗나무(사과원주변) 콩, 환삼덩쿨, 들깨
1996 경기 수원	5월	순 이 리 응 애	벗나무응애	벗나무
충주 수안보	5월	둘이리응애, 큰며뜰이응애 ¹⁾	종미상	종미상 (환삼덩쿨 유사함)
충북 범주사	5월	미 발 견	벗나무응애	벗나무
충남 예산 신암	5월	미 발 견 미 발 견	벗나무응애 종미상	벗나무, 살구나무 뽕나무
전북 장수	5월	미 발 견	차응애	뽕나무
무주 구천동	5월	미 발 견	벗나무응애	벗나무
김천 지례면	5월	미 발 견	차응애	습바퀴
안동 강변도로 안동대	5월	순이리응애 순이리응애, <i>Typhlodromus</i> sp.	벗나무응애 벗나무응애	벗나무 벗나무
경북 의성 금성 사과원	5월	포도이리응애	차응애	뽕나무
	5월	이리응애(종미상) 긴털이리응애	벗나무응애 차응애, 점박이응애	벗나무 장염잡초류
경북 영천	5월	미발견	벗나무응애	벗나무
경남 거창 주상	5월	미발견	차응애	뽕나무
경남 함양	5월	동양이리응애	벗나무응애	벗나무
사과원	6월	긴털이리응애	점박이응애, 사과응애	사과나무
경기 안성	7월	긴털이리응애, 대중이리응애	<i>Tetranychus</i> sp.	취나무, 산딸기
충북 진천	7월	긴털이리응애, 알 락이리응애, 큰며뜰이응애 ¹⁾	<i>Tetranychus</i> sp.	뽕나무
충북 음성	7월	북방이리응애 북방이리응애	<i>Tetranychus</i> sp. <i>Tetranychus</i> sp.	환삼덩쿨 팥
충북 속리산	7월	꽃병이리응애	<i>Tetranychus</i> sp.	취나무, 뽕나무
충남 예산	7월	긴털이리응애	<i>Tetranychus</i> sp.	취나무
전북 익산	7월	북방이리응애, 큰며뜰이응애 ¹⁾	<i>Tetranychus</i> sp.	야생콩
경북 문경	7월	미발견	<i>Tetranychus</i> sp. 애기응애	미동정
사과원	9월	동양이리응애	<i>Tetranychus</i> sp.	뽕나무

(부표 1) 계속

지 역	채집 시기	이 리 응 애 류	먹 이 응 애	기 주 식 물
1997 영천 화산면	4월	긴털이리응애	점박이응애	광엽잡초
사과원	4월	이리응애(미동정)	미발견	살구나무
연구소	5월	긴털이리응애	차응애	클로버
환경포장	5월	이리응애(미동정)	벗나무응애	벗나무
연구소	5월	미발견	차응애	살구나무
광주 증외공원	6월	긴털이리응애	차응애	클로버
연구소	6월	긴털이리응애	점박이응애	사과원 광엽잡초
환경포장	6월	긴털이리응애	차응애	클로버
청송 현동	7월	긴털이리응애	차응애	클로버
남종식	7월	긴털이리응애	점박이응애	들깨
연구소				
환경포장				
안동 권오기				

1) : 이리응애과는 아니지만 포식자 역할을 하는 떠돌이응애과.

(부표 2) 이리응애 방사주에서 조사된 기타 절지동물의 재충수

('96. 4. 초생/청경, 단위: 마리/밴드)

종 류	조사밴드(이리응애 방사주)							
	<i>A. womersleyi</i>		<i>A. fallacis</i>		<i>T. occidentalis</i>		<i>T. pyri</i>	합 계
	초 생	청 경	초 생	청 경	초 생	청 경	청 경	
거미류	1	5	11	8	10	15	6	50
점박이응애	20	1,500	50	2,000	30	1,000	100	4,600
떠돌이응애과	0	0	0	1	10	0	4	11
기생응애과	1	0	1	0	0	0	0	2
날개응애류	0	0	50	0	0	0	0	50
톡토기목	50	20	20	5	10	5	5	110
총채벌레목	1	0	0	0	0	0	0	1
풀노린재과	0	0	1	0	0	0	0	1
먼충과	500	50	10	5	3	10	2	578
꽃노린재과	0	0	0	1	0	1	0	2
딱정벌레과	0	0	0	0	1	0	0	1
은무늬굴나방	0	0	0	0	1	0	0	1
파리목	1	10	0	5	0	10	3	26
합 계	574	1,585	143	2,025	65	1,041	120	5,433

(부표 3) 이리웅애를 방사한 토양에서 조사된 기타 절지동물의 경시적 재충수('96~'97)

지역 분류	이해원 (3반복 합계)			도만기 (4반복 합계)				합 계
	12월말	1월말	2월말	12월말	1월말	2월말	3월말	
지네강							3	3
거미강								
거미류	4	16	7					27
점박이웅애	16	7	3		35	6		67
클로버웅애		1						1
코웅애과		12	10		6	10	3	41
마름이리웅애과			3		1			4
떠돌이웅애과		4	4				15	23
창웅애과							12	12
기생웅애과			10			15	8	33
날개웅애류	29	259	83	4	260	140	400	1175
가루웅애과		1	29					30
잘록웅애과							3	3
곤충강								
톡토기목	1	95	650	5	173	350	670	1944
다듬이벌레목	1							1
총채벌레목	1	1	18					20
노린재목		1						1
넓적노린재과			1			1		2
매미목								0
멸구과		9	7					16
딱정벌레목			1				1	2
딱정벌레과	1	5	3				1	10
반날개과			26				4	30
개알반날개			1					1
바구미과		1	1					2
벌목								0
좀벌상과		1	2					3
나비목							1	1
굴나방과							1	1
파리목		3						3
버섯파리과		2	1				2	5
노랑굴파리과	1			1				2
합 계	54	418	860	10	475	522	1124	3463

(부표 4) 이리응애를 방사한 포장의 낙엽에서 조사된 기타 절지동물의 경시적 재충수 ('96~'97)

지역 분류	이해원(3반복합계)			도만기(4반복 합계)				잡초(클로버)			합계
	12월 말	1월말	2월 말	12월 말	1월말	2월말	3월 말	12월 말	1월말	2월 말	
지네강			1								1
거미강											
거미류	1	3	18		1	1		1	3	9	37
점박이응애	10	5	6	2	10	5	3				41
코응애과			3			3					6
애응애과			1							8	9
떠돌이응애과	4	1	1				1				7
기생응애과			4			1	1			3	9
날개응애류	6	1	60	3	71	330	15	40	3		529
가루응애과	1	1					8				10
톡토기목	4		110	4	3	330	62		3		516
다듬이벌레목	3										3
총채벌레목	2	1	1							1	5
응애총채벌레	1									1	2
곤충강											
노린재목								1	1		2
꽃노린재과			1					1			2
넓적노린재과										1	1
매미목											0
멸구과	4		2								6
매미충과	2										2
진딧물과	2	2		3	5	7			2		21
면충과	3	1			2						6
딱정벌레목			1		1				1		3
딱정벌레과	1						2	5			8
반날개과			6							5	11
바구미과	3										3
풍뎅이과					1						1
풀잠자리목											
풀잠자리과									1		1
벌목											0
개미과					1						1
나비목										1	1
굴나방과	1										1
파리목								1			1
버섯파리과										1	1
노랑굴파리과	1										1
벼룩파리과		2			1						3
합 계	49	17	215	12	96	677	92	49	14	30	1246

(부표 5) 이리응애 방사한 나무의 유인밴드에서 조사된 기타 절지동물의 경시적 재충수('96. 4)

지역 분류	권오기(3반복)		이해원(4반복)		도만기(4반복)		환경포장 (3반복)	클로버	합계
	초생	청경	초생	청경	초생	청경			
지네강	7	15		2					24
거미강									
거미류	14	13	11	11	1		9	26	85
점박이응애	309	464	156	435	6	5			1375
클로버응애				2					2
개응애과			8						8
애응애과						2			2
코응애과	5	5	5	5	7	6	1	1	35
마름이리응애과							5		5
애기응애과							4	3	7
떠돌이응애과				5			390	100	495
기생응애과	1			4			460	100	565
날개응애류	248	37	15	13	3	2	2000	1000	3318
가루응애과	3			3			90		96
찰록응애과	2				1		1		4
곤충강									
톡토기목	1300	1135	144	736	40	9	3500	2000	8864
다듬이벌레목	8	2	14	1	6	6			37
총채벌레목	18	7	535	570	2		1	2	1135
응애총채벌레			1						1
노린재목									0
꽃노린재과	5	1	2	1			1		10
넓적노린재과							1		1
매미목									0
멸구과	12		2	6					20
면충과			21	7					28
나무이과	1								1
딱정벌레목	3	1	3				4	2	13
딱정벌레과	1	3	5	9	2	1	7	2	30
물진드기과		2							2
반날개과				19		1	11	12	43
방아벌레과							32	1	33
하늘소과	1								1
무당벌레과			1						1
잎벌레과								4	4
벌목			1						1
좀벌상과	2		48	4				1	55
흑벌과			1						1
개미과								15	15
나비목								1	1
파리목		1		1				1	3
버섯파리과			3						3
벼룩파리과	1			3					4
노랑굴파리과			1	3					4
합 계	1941	1686	977	1840	68	32	6517	3271	16324

(부표 6) 청경 재배한 사과원의 초식응애와 이리응애의 경시적 밀도('96.이해원)

날 짜	이리응애 무접종		<i>A. womersleyi</i>			<i>A. fallacis</i>			<i>T. occidentalis</i>		
	점박이 응애	사과 응애	점박이 응애	사과 응애	<i>A. w</i>	점박이 응애	사과 응애	<i>A. f</i>	점박이 응애	사과 응애	<i>T. o</i>
5. 13			300마리 방사			300마리 방사			200마리 방사		
5. 21	24	6	15	14	2	11	22	2	21	5	1
5. 31	4								3		
6. 4			300마리 방사			300마리 방사			200마리 방사		
6. 10	2	5		1	1			12			6
6. 21	2		1	2				2		1	
7. 1	4	1	9	7			1		3		
7. 6	10	7	9	4		3	4		10	2	1
7. 19	4	13	4	7		1	3		1		
7. 24	20	28	15	23		7	9		3	9	
7. 29	70	26	7	4		15	18		9		
7. 29			300마리 방사			300마리 방사			250마리 방사		
8. 3	74	35	6	5		5	21		21		
8. 9	133	45	52	15		95	40	8	107	2	
8. 14	210	92	140	71		50	90	3	165	25	
8. 19	430	80	50	20		10	63		220		
8. 23	320	65	10	16		15	48		160		
8. 23			500마리 방사								
8. 29	335	5	8	25		5	10	11	245	90	
9. 3	560		9	13			9	3	190	25	
9. 9	23		1	21			45		13	27	
9. 13	47			50			133		58	31	
9. 18	21	30	20	80		1	140		13	8	
9. 30	4			100			150	1	8	35	
10. 8	3	13		10			150	2		200	
10. 18	5	2		350			430	5	3		
10. 30		20				30	230				

(부표 7) 초생 재배한 사과원의 따른 초식응애와 이리응애의 경시적 밀도(96년, 이해원)

날 짜	이리응애무접종		<i>A. womersleyi</i>			<i>A. fallacis</i>			<i>T. occidentalis</i>		
	점박이 응애	사과 응애	점박이 응애	사과 응애	<i>A. w.</i>	점박이 응애	사과 응애	<i>A. f.</i>	점박이 응애	사과 응애	<i>T. o.</i>
5. 13			300마리 방사			300마리 방사			200마리 방사		
5. 21	5	13	17	10	3	11	21	1	4	11	1
5. 31											
6. 4			300마리 방사			300마리 방사			200마리 방사		
6. 10					2			8	3		4
6. 21		4	1	1							
7. 1		3	2	1	1	10			3		
7. 6	8	3	10	6		5	4		6	3	
7. 13	5		5			4			5	1	
7. 19	5		5			4			5	1	
7. 24	9	30	25	9		7	28		10	24	
7. 29	12		16			15		1	7	16	
7. 29			300마리 방사			300마리 방사			250마리 방사		
8. 3	25		24	16		17	4	9	24	8	
8. 9	130	32	160	20		243	35	30	10	85	
8. 14	280	70	235	60	2	420	10 0	56	10	90	
8. 19	90	40	150			400	20	62	30	5	
8. 23	45	10	30			115	5	30	10	15	
8. 23			500마리 방사								
8. 29	15	65	155	230		15		16		53	
9. 3		104	370	70	2			1		40	
9. 9		8	3	35						6	
9. 13	10	270		50	5		3	8			
9. 18	6	440	420	30				3		20	
9. 30	2	45	50	40				1		90	
10. 8	5	90	20	30				1		10	
10. 18	3	60	8	10						60	
10. 30			5	5			18	2			

(부표 8) 사과원내 잡초 관리상태에 따른 초식응애와 이리응애의 경시적 밀도(권오기)

날 짜	초 생					청 경		
	대 조 ¹⁾		점박이 응애	사과 응애	이리 응애	점박이 응애	사과 응애	이리 응애
	점박이응애	사과응애						
4월 26일			6			4		
5월 4일			20			17		
5월 11일			23			29		
5월 18일			9			16		
5월 31일			11			8		
6월 8일			10	4		5	3	
6월 19일			32			59		
7월 2일			46	1		47		
7월 12일			41		혼합방사	31		
7월 22일	49	11	114	25	A. f - 7	131	5	
7월 31일	48	3	73		A. f - 8	97	5	
8월 8일	21	5	32	7	A. f - 6	70	15	
8월 19일	16	8	47	6	A. f - 8	57		
8월 30일	54	21	42	58	A. f - 1	44		
9월 10일	30	67	84	120		45	7	
9월 21일	27	135	42	200		36	5	
9월 30일	141	93	164	187	A. w - 7	37	5	

¹⁾ : 초생 재배한 곳에서 이리응애 무접종한 나무임.

(7월 12일 주당 140마리 3반복 방사, A. womersleyi - 30, A. fallacis - 100, T. occidentalis - 10마리를 수관 내부에 혼합방사)

(부표 9) 청경재배 사과원의 수관에 이리응애를 방사한 이후의 딱이응애와 이리응애의 경시적 밀도

날짜	종		<i>A. womersleyi</i>			<i>A. fallacis</i>			<i>T. occidentalis</i>		
	이리응애무접종		점박이응애	사과응애	<i>A. w</i>	점박이응애	사과응애	<i>A. f</i>	점박이응애	사과응애	<i>T. o</i>
5. 12	168	5									
5. 21	41	17									
6. 2	24	13									
6. 12	88	13									
6. 24	65	40	41	43		62	38		53	47	
6. 26			이리응애 방사-1500			이리응애 방사-1500			이리응애 방사-900		
7. 1	52	26	17	27		25	23	8	43	32	
7. 4	36	22	12	18	10	5	12	7	28	23	2
7. 7	25	15	7	10	6	6	9	1	27	12	1
7. 10	40	13	2	11	1	11	3	2	40	15	1
7. 14	25	11	3	9		1	5		8	4	
7. 18	17	16	2	6		3	5	1	10	17	
7. 21	16	22	1	13			6		10	17	
7. 25	9	26	4	10			9		2	24	
7. 31	5	23		20		1	12	5*	2	26	3**
8. 5		16	1	4		2	15			7	
8. 11		4		2			8	3*		3	
8. 21		18		6			23	3	1	20	1**
8. 29		13		7			21			16	
9. 9		36	1	21			39		1	45	
9. 20		27		12			22			36	
10. 1		25		30			28			21	

* : 100엽을 현미경 검경후 발견된 개체수 임, ** : *T. occidentalis* 방사구에 *A. fallacis* 발견된 개체수 임.

(부표 10) 초생재배 사과원의 지면에 이리응애를 방사한 이후의 딱이응애와 이리응애의 경시적 밀도

날짜	종	이리응애무접종		<i>A. womersleyi</i>			<i>A. fallacis</i>			<i>T. occidentalis</i>		
		점박이 응애	사과 응애	점박이 응애	사과 응애	<i>A. w</i>	점박이 응애	사과 응애	<i>A. f</i>	점박이 응애	사과 응애	<i>T. o</i>
5. 12		105	7									
5. 21		40	25									
6. 2		27	17									
6. 12		95	14									
6. 24		42	22	24	18		31	15		27	21	
6. 26				이리응애 잡초 방사-1500			이리응애 잡초 방사-1500			이리응애 잡초 방사- 900		
7. 1		36	19	25	13	잡초3	27	16		23	11	
7. 4		31	16	21	12	수관3	17	18		22	12	수관1 잡초2
7. 7		46	10	43	7	수관1	20	8		43	7	
7. 10		47	15	20	21		14	7		40	7	
7. 14		16	23	8	29		13	1		19	2	
7. 18		12	26	9	14		3	11		8	30	
7. 21		6	16	3	21		2	9		9	17	
7. 25		4	13		22		2	9		9	17	
7. 31		9	26		40		2	18		6	33	
8. 5		3	32		38		2	17		1	29	
8. 11			16		8			12	1	2	3	
8. 21			36		39		7	39	3*	1	42	
8. 29			29		24		1	27		3	32	
9. 9			47		40			53			60	
9. 20			28		19			23			31	
10. 1			47		12			23			23	

* 표시는 100엽을 현미경 검경후 발견된 개체수 임.

(부표 11) 접종시기별 경시적 밀도

(사과연구소, 4반복 합계치)

방사 시기	조사 시기	<i>A. womersleyi</i>			<i>A. fallacis</i>			<i>T. occidentalis</i>		
		점박이 응애	사과 응애	<i>A. w</i>	점박이 응애	사과 응애	<i>A. f</i>	점박이 응애	사과 응애	<i>T. o</i>
1차 방사 (6월 1일)	6/10	10/주	2~3/잎	3			3			1
	6/30									
	7/ 4	10/주	5/잎							
	7/18	1/잎	10/잎		1/잎	10/잎	3	1~2/잎	7~8/잎	
	7/29		10/잎							
2차 방사 (6월 30일)	7/14			6			9			2
	7/11	0~1/잎	5~7/잎	2	3~5/잎	10		3~10/잎		
	7/18		10/잎	1	8/잎	14		10/잎		
	7/29		8/잎		10/잎	3		10/잎		
	8/ 5		1/잎	2	1/잎	3		2/잎		
	8/11		2/잎	1	1/잎	3		2/잎		
3차 방사 (8월 1일)	8/5		1/잎		4/잎	2		3/잎		1
	8/11		1/잎		2/잎	4		1/잎		
	8/21		5/주		5/주			20/주		
	8/29		5/주		5/주			5/주		
	9/9	1/주	5/주		5/주			5/주		

※ 1차 방사- 이리응애 50마리/주, 2차 방사- 이리응애 200마리/주,

3차 방사- 이리응애 100마리/주.