

T0002082

GOVP1200508731

최 종
연구보고서

**단감 수출촉진을 위한 병해충 조사와 수입
국의 검역기준에 적합한 방제체계의 개발**

**Survey on Insect Pests and Diseases to Encourage Export
of Korean Sweet Persimmon, and Development of Control
System Adequate for Quarantine Requirements of
Persimmon-Importing Countries**

연구기관
경상대학교

농림부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “단감 수출 촉진을 위한 병해충 조사와 수입국의 검역기준에 적합한 방제체계의 개발” 과제 (세부과제 “주요 단감 재배단지의 병해충 발생상황 파악”, “단감 수입금지국의 검역병해충 종류, 농약잔류기준 조사”, “단감 주요 재배단지의 병해충방제현황 조사”, “수입금지국의 검역 병해충 박멸을 위한 방제체계연구” “수확물(과일)에 존재하는 잔류농약의 검사와 농약 잔류 허용기준 조사”의 최종보고서로 제출합니다.

2002 년 11 월 18 일

주관연구기관명 : 경상대학교

총괄연구책임자 : 박정규

세부연구책임자 : 추호렬, 송원두, 손길만

연 구 원 : 강수용, 홍순민, 안희동, 이동운,
이성호, 박무준, 이상명, 신원우,
최규성, 배인태, 김인수, 박두상,
이승욱, 윤희숙, 정혜진, 최봉일,
김형환, 이상희, 전순배, 강창현,
강창훈, 정수영

협동연구기관명 : 경남농업기술원 단감시험장

협동연구책임자 : 손길만, 송원두

요 약 문

I. 제 목

단감 수출 촉진을 위한 병해충 조사와 수입국의 검역기준에 적합한 방제체계의 개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구개발의 목적

가. 우리나라 단감 재배농가의 현황과 병해충 방제 실태

- (1) 단감원의 농약사용 실태 조사
- (2) 단감원의 병해충 관리 실태와 소득증대 방안에 대한 농가 의식조사

나. 주요 해충의 발생소장과 피해 구명

- (1) 신 해충 감관총채벌레의 최초발견과 동정 및 그 피해
- (2) 애기유리나방의 발생소장
- (3) 복숭아명나방의 발생소장과 수확과에서의 피해
- (4) 노린재류의 발생소장
- (5) 풍뎅이류의 발생소장과 피해

다. 수확 후 단감에 잔존하는 해충의 종류와 제거기술 연구

- (1) 수확과에 잔존하는 해충의 종류와 잔존정도
- (2) 잔존해충의 제거기술 연구
- (3) 저온저장에 의한 잔존해충의 밀도 감소효과

라. 단감 수입 가능국의 검역체계에 적합한 방제체계의 개발에 관한 연구

- (1) 단감 수입가능국의 검역병해충 종류
- (2) 국내 단감 등록 농약에 대한 일본·미국의 잔류허용기준
- (3) 수입국의 검역체계에 대응한 새로운 방제체계의 적용

2. 연구개발의 필요성

가. 기술적 측면

우리 나라 과수 중에서 단감을 포함한 감은 재배면적이 가장 넓은 작목으로서 매년 재배면적과 생산량이 증가하고 있는 실정이다. 그러나 재배역사가 다른 과수보다 짧아 병해충 방제 등 기술적인 측면에서 미흡한 점이 많은 것이 사실이다. 따라서 단감 병해충의 발생생태 및 방제법 연구를 통하여 효과적인 방제와 수출 장애요인을 극복할 필요가 있다. 현재 우리나라 정부와 농민들은 국내 단감산업을 진작시키고 농민의 소득을 증대시키기 위하여 단감을 미국 등에 수출하고자 시도하고 있으나 수입장벽이 높아 수출을 하지 못하고 있으며, 수입국의 병해충 발생에 관한 정보가 부족한 실정이다.

- 우리 단감에 대한 미국 측의 우려 해충

- 감꼭지나방 (*Stathmopoda masinissa*),
- 복숭아명나방 (*Conogethes punctiferalis*)
- 온실가루작지벌레 (*Planococcus kraunhiae*)
- 감나무주름응애 (*Tenuipalpus zhizhilashiriliae*)

미국측은 우리 단감의 수확물(과일)에 이들 해충이 부착할 가능성이 있다고 하여 수입을 거부하고 있는 실정으로서 수확물에의 농약잔류 문제도 수입제한의 이유가 될 수 있다. 미국측이 우리 단감에 감꼭지나방과 복숭아명나방이 부착할 가능성이 있다고 주장하는 것은 국내의 여러 문헌에서 우리 단감에 이들해충이 발생한다고 기록되어 있기 때문이다. 실제로 국내 문헌에 나와 있는 단감의 주요 해충은 감꼭지나방, 각지벌레류(뽕나무각지벌레, 주머니각지벌레 등), 노린재류, 복숭아명나방(일부발생이 되고 있다고 함) 등 수십종이 있다. 그러나 이와 같은 문헌들은 단감 해충의 종류나 발생시기에 관한 연구들로서, 이들 해충의 수확물에의 존재여부에 대한 학술적 연구 결과가 없기 때문에 단감 수출에 장애가 되고있는 실정이다. 따라서 우리 단감을 미국에 수출하기 위해서는 다음 요건을 조속히 갖추어야 한다.

- ① 단감원에 발생하고 있는 병해충의 종류를 시기적으로 정량적으로 파악해

야 하며,

② 감꼭지나방과 복숭아명나방 및 기타 병해충이 수확물에 존재하지 않는다는 것을 과학적으로 증명해야 하며,

③ 만약, 이들 해충이 수확물에 존재한다면 단감 재배기간 중에 발생하지 않도록 방제체계를 수립하여 이에 따라 단감원을 적절히 관리해야 할 뿐만 아니라,

④ 수확물에 존재하는 병해충을 완전히 제거할 수 있는 기술을 시급히 개발하여야 할 뿐만 아니라,

⑤ Internet자료나 문헌조사, 방문조사 등을 통하여 수출대상국의 검역체계와 방제체계에 대한 면밀한 조사 분석과, 이를 기초로 국SO실정에 맞는 방제체계의 확립이 절실히 요구됨.

⑥ 따라서 단감의 재배에서부터 포장, 수출이 완료되는 시점까지 전과정동안에 나타나는 병해충의 특징을 조사하고 이에 적합한 방제법을 적시에 활용할 수 있도록 하여야 함

⑦ 아울러 농약잔류에 대한 조사를 하여 농약이 수확물에 허용기준 이하로 존재한다는 것을 입증하여야 만이 우리의 단감을 수출할 수 있다.

나. 경제·산업적 측면

농림수산업에서 과수산업의 비중은 식량작물, 채소작물에 이어 3위를 차지하고 있으며, 그 비중은 매년 증가하고 있다('98 농업 총생산액의 9.1% 차지, 감 생산액은 1.1%, 과수 중 감 생산액은 11.8% ; 1999, 농림통계년보). 한편 우리나라의 과수 중에서 단감을 포함한 감은 가장 넓은 재배면적을 차지하고 있으며, 단감은 온대과수이기 때문에 전남과 경남이 전국 재배면적의 약 80%를 차지하고 있다. 그러나 '99 과일 생산 및 수급전망(농림부)에 따르면 단감은 24.5천 ha에서 221천톤을 생산하여 예상수요 200천톤을 21천톤 초과생산할 것으로 보고 있어 가격 하락이 우려되며 이의 해결방안으로 수출이 요구되고 있다.

우리나라 단감의 수출량은 '94년에 당분간 증가하였으나 '95년 11월 WTO/SPS 협정이 발효됨에 따라 수출에 어려움을 겪고 있으며, 수출지역도 싱가포르와 판에 편중되어 있는 실정으로서 앞으로 수출국 다변화와 물량의 증

대가 반드시 이루어져야 할 것이다. 더욱이 우리나라의 단감은 단감 주요 수출국인 일본에 비해서 경쟁력이 있는 것으로 분석되고 있다.

구분	한국	대비(%)	일본	대비(%)
생산비(원/kg)	439	100	1,847	420.7
가격(원/kg)	1,315	100	1,935	147.1

* 작목별 기술대응방안 ('95, 농촌진흥청)

이와 같이 우리 단감의 수출 가능성이 높은 데에도 불구하고 수출 물량이 미미한 것은 품질과 검역상 문제가 되고 있는 병해충 및 잔류농약의 문제라고 할 수 있다. 단감의 수출이 부진함에 따라 단감의 국내 가격이 떨어짐으로써 소득율이 하락하고 있는데 단감의 소득율은 '91-93년도의 76.1%에서 '98-'00년도의 62.6%로 매년 감소하고 있는 실정이다.

다. 사회·문화적 측면

우리 나라의 감은 생과, 건과, 과자원료, 식초원료, 한방의 원료, 엽차 원료 등으로 쓰이고 있어서, 단감은 인간생활 면에서 다방면으로 널리 이용되는 유일한 과수로서 그 진귀성이 돋보인다 하겠다. 이러한 감이 현재 우리 나라 최대의 과수로 성장하여 농가소득원으로 주요한 위치를 차지하고 있다.

식량난 해결의 차원을 지나 이제는 건강위주로 농작물을 소비하는 시대에, 농약 잔류성문제는 사회적으로 심각한 문제가 될 수 있기 때문에 효과적인 방제체계의 개발과 적용은 화학적 방제에 의존하고있는 현재의 방제체계에서 농약사용량을 줄임으로서 소비촉진에 긍정적인 기여를 할 것으로 판단된다.

우리 나라의 과수산업은 WTO체제의 출범으로 전 과종이 수입되고, IMF 체제의 경제상황에서 과실소비가 감소함에 따라, 근본적인 대책이 수립되지 않으면 국내 과수산업 자체가 붕괴위기에 있다. 또한 각국에서는 자국의 산업을 보호하기 위해 수입장벽을 더욱 높이고 있는 실정이며, 수입거부의 가장 큰 이유

는 과일에 존재하는 병해충, 농약의 잔류 문제이라고 할 수 있다.

따라서 단감 등 과실을 수출하여 국내 산업을 활성화시키고 농업을 보호하기 위해서는 적극적인 수출대책과 수출을 뒷받침할 수 있는 기술적 지원이 있어야 한다.

라. 국내외 기술개발 현황

(1) 국내 기술현황

미국은 우리 나라의 단감에 대해 수확물에 감꼭지나방과 복숭아명나방 등이 존재한다고 하여 수입을 거부하고 있다. 따라서 우리 과실에 이들 해충이 없다는 것을 증명하여야 함에도 불구하고 우리 나라 단감의 병해충에 대해서는 간헐적인 연구가 있었으나 수출확대라든가 검역과 관련하여 집약적으로 조사된 학문적 연구 결과는 단 한 건도 없는 실정이다. 몇몇 해충에 대한 연구 조차도 단지 감꼭지나방이나 복숭아명나방 등 수확물 가해 해충에 의한 피해에 관하여 자세한 연구가 부족하고 대부분이 나무의 생육기에 이루어지는 단편성을 보이고 있는 실정이다.

또한 '94년 이후 현재까지 농림기술개발사업에서도 단감 수출을 위한 병해충 연구과제는 없으며, 단지 가공이나 생리·생태 연구에 관한 과제가 있었을 뿐이다. 우리 나라 과수 중 수출확대를 목적으로 해충종류 조사나 방제체계 확립 연구는 사과, 감귤, 배에 대해서는 일부 이루어졌으나 단감에 대해서는 아직까지 연구되지 않고 있는 상황이다. 단감에 발생하는 해충에 대한 모든 연구가 단순히 병해충을 방제함으로써 수량을 증대시키고자 시도된 것으로서, 해충종류 및 피해과율에 대한 조사가 대부분이다. 특히 수출하는 과일은 신선과이기 때문에 피해과를 수집하여 병해충의 존재여부를 조사하는 것은 수출장벽 해소에 전혀 도움이 되지 않는다.

우리나라의 단감원에 발생하는 병해충의 종류가 수십종에 이르고 있으나 실제농가에서는 대부분이 발생하고 있지 않으며, 더욱이 검역상 문제가 되는 과일에 기생하는 병해충은 4~5종에 불과하다.

- 단감원에 발생하는 주요 해충 : 감꼭지나방, 복숭아명나방, 노린재류, 깍지벌레류, 썩어나방 등
- 수확시기에 신선과에 기생할 가능성이 있는 해충 : 복숭아명나방, 깍지벌레류, 응애류, 총채벌레류 따라서 단감의 검역장벽 해소를 통한 수출확대를 위해서는 수확과에 대한 농약잔류나 병해충 기생여부에 대한 과학적 근거를 단감 수입 가능국에 제공해 줄 수 있도록 집중적인 연구가 필요하다.

(2) 국외 기술현황

미국에서는 proplonamide, glyphosate(라운드업), magnesium phosphide, oxyfluorfen(고알) 등에 대한 잔류기준을 설정해 놓고 있다. 미국은 잔류기준 미설정 농약 살포시 zero기준을 적용하여 불합격 조치하고 있음에 불구하고 한국에서 제조판매하는 농약을 내수용 과수원에 사용함으로써 잔류량 초과로 불합격하는 사례가 발생하고 있다. 따라서 상대국의 검역기준과 잔류기준에 적합한 방제력을 작성하여 수입국의 규제에 대항하는 방안의 모색이 필요하다.

1990년 이후 단감의 해충에 대한 국외 게재 논문을 검색한 결과 약 600편의 논문중 20여편 만이 해충에 관계된 내용이었으며 나머지는 단감의 생리, 생태에 관한 논문으로서 병해충에 대한 연구가 매우 부족한 실정이다. 특히 감꼭지나방, 복숭아명나방에 대하여는 다루고 있지 않거나 매우 미약하고, 방제방법은 일부 농약에만 의존하고 있었으며 미국, 일본, 뉴질랜드에서만 주로 행해졌다.

(3) 앞으로 전망

본 조사·연구사업을 수행함으로써 우리나라의 주요 단감 재배단지에 발생하고 있는 병해충의 종류와 발생시기에 관한 학술적 자료를 얻을 수 있기 때문에 미국측에서 수입을 거부하는 이유 (병해충 문제)에 적극적으로 대응할 수 있는 방안이 생기게 될 것으로 생각된다. “병해충-Free 수확물(과일)”을 생산할 수 있는 방제체계를 개발함으로써 단감수출재배단지”를 선정, 수출을 적극적으로

추진할 수 있으며, 병해충 방제체계에서 미국에서 잔류기준을 설정한 농약만을 적절히 사용함으로써 잔류량 초과에 의한 불합격 사례를 없앨 수 있을 것이다. 결과적으로 우리 단감을 국외에 수출할 수 있을 것으로 생각되며, 그 결과 외화획득과 아울러 국내 단감 가격의 안정화로 우리 단감 농가의 소득증대에도 기여할 수 있을 것이다.

(4) 기술도입의 타당성

우리 나라에서 생산되는 농산물을 국외에 수출하기 위하여, 발생하는 병해충을 조사하고 우리 실정에 맞는 방제체계를 수립하는 것이 본 과제의 목적이므로 외국의 기술을 도입할 필요가 없다.

III. 연구개발 내용 및 범위

과 제	연구개발목표	연구개발내용 및 범위
1. 주요 단감 재배 단지의 병해충 발생 상황 파악	가. 단감 재배 기간 중 발생하는 해충의 생태 연구	<ul style="list-style-type: none"> ○ 조사지역 <ul style="list-style-type: none"> - 경남 : 창녕, 진주, 김해(진영), 사천 ○ 조사대상 과수원 : 수출 가능 농가 위주 ○ 조사방법 <ul style="list-style-type: none"> - 병해충 정밀집중조사 - 순회관찰조사 - 수확물 조사 ○ 조사 연구 내용 <ul style="list-style-type: none"> - 수간(잎, 가지)과 과실에 존재하는 병해충의 종류와 경시적 밀도 변동 - 감 수확시 수확물에 존재하는 병해충의 종류와 발생 정도, 특히 감꼭지나방, 복숭아명나방 <p>1) 재배기간 중의 해충발생 연구</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 신 해충 감관총채벌레의 발생과 피해 ② 애기유리나방의 발생소장 ③ 복숭아명나방의 발생소장 ④ 노린재류의 발생소장 ⑤ 풍뎅이류의 발생소장과 피해
	나. 수확후의 과실에 존재하는 해충의 종류와 제거기술 개발 연구	<p>2) 수확과에 존재하는 해충의 종류와 제거기술</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 수확과에 존재하는 해충의 종류 ② 잔존해충의 제거기술 연구 ③ 저온저장에 의한 잔존해충의 밀도감소효과
2. 단감 수입금지 병해충 종류, 농약 잔류 기준 조사	우리의 단감을 수출하고자 노력하고 있는 미국에서 발생하는 감 해충의 종류를 파악하고, 잔류농약 기준을 조사하고자 함	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대상국 : 미국 ○ 조사내용 : 대상국의 검역병해충 종류, 농약잔류 기준 및 대상국에서 사용하고 있는 농약의 종류 ○ 조사방법 : 각종 학술자료, 검역자료, 농촌지도 자료, internet 자료 및 현지 방문 조사

과 제	연구 개발 목표	연구 개발 내용 및 범위
3. 단감 주요 재 배 단지의 병해충방 제 현황 조사	우리 단감 수출 대 상국의 검역기준에 적합한 방제체계를 개발하기 위해 우 선 우리 농가에서 실시하고 있는 방 제방식의 파악이 필요함	○ 조사지역 - 경남 : 창원, 진주, 김해(진영), 사천 - 전남 : 순천 ○ 조사대상 농약의 종류 - 단감과수원에서 사용하는 모든 농약 ○ 조사연구내용 1) 단감원의 병해충 관리 실태와 소득증대 방안에 대한 농가 의식조사 2) 단감원의 농약사용 실태 조사
4. 수입 금지국의 검역병해 충 박멸 을 위한 방제체계 연구	우리 단감 수출대 상국의 검역체계에 적합한 방제체계를 개발 함	○ 병해충 방제Model의 설정과 적용 - 방제약제의 선정 : 1차년도에 상대국의 검역 기준에 대한 조사 연구결과에 따라 미국에서 잔류기준이 설정되어 있고 우리 나라에 등록 되어 있는 약종을 선정 ○ 방제 model 설정 - MRL형 방제 model : 미국의 과수에 등록 되어 있는 약제 중심의 방제력(진주 A) - 내수형 방제 model : 우리 나라의 단감에 고시 되어 있는 약제 중심의 방제력(진주 B) - 혼용방제 model : 우리 나라의 단감에 고시 되어있는 약제 및 농가관행 방제 약제 혼용 방제력(진주 C, 김해) ○ 조사내용 : 각 방제력 별 약제 처리 과원에서 5월 하순에서 수확기까지 반순별 병해충 발생상황 정밀조사 - 농약 잔류량 조사

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발 결과 요약

가. 우리나라 단감 재배농가의 현황과 병해충 방제 실태

(1) 단감원의 농약 사용 실태

단감원에서의 농약 사용 실태를 2000년(62농가)과 2001년(17농가)에 단감 주산지인 진주, 사천, 창원, 창녕, 김해 등지에서 단감 재배 농가를 대상으로 설문 을 통하여 알아보았다. 단감원의 년 평균 농약 살포 횟수는 2000년에 7.6회, 2001년에 7.7회 이었으며, 약제를 살포하는 농가의 비율은 일 년 중에서 6월과 7월에 가장 높았다. 살포한 살균, 살충제의 종류는 2000년에는 각각 36종과 34 종이었으며 2001년에는 각각 22종과 23종이었다. 최종 약제 살포시기는 9월 중순이 가장 많았다. 단감원에서 많이 사용하고 있는 살균제로는 2000년에는 mancozeb과 thiophanate-methyl, benomyl 순이었으며, 2001년에는 lime sulfur 와 benomyl, carbendazim 순이었다. 살충제는 두 해 모두 deltamethrin, methidathion, fenitrothion 순이었다. 사용한 농약 중에서 단감이나 감에 고시되어 있는 농약의 비율은 품목수 기준으로 50% 내외 이었다.

(2) 단감원의 병해충 관리실태와 소득증대 방안에 대한 농가 의식 조사

우리 나라 단감 수입국의 검역 기준에 부합하는 단감 생산을 위한 병해충 방제 체계 개발 연구의 일환으로서, 먼저 단감 재배 농가의 병해충 관리 실태와 단감의 경제성 제고에 관한 농가의 의식을 설문을 통하여 조사하였다. 단감 경작자의 80% 이상이 50대 이상이였으며 단감 경작 시 가장 수량에 많은 영향을 주는 인자는 병이라고 응답하였다. 가장 문제시되는 병과 해충이 탄저병 (*Gloeosporium kaki*)과 노린재류라고 응답한 농가가 각각 64.6%와 73.5%이었으며, 특히 미국 측의 검역해충인 복숭아명나방(*Dichocrocis punctiferalis*)은 경작자들이 전혀 문제시하고 있지 않았다. 병해충 관리에 관한 지식이나 정보의 취득, 방제 약제나 약제 처리 시기 등의 결정은 본인의 경험에 의존하는 비율

이 가장 높았다. 연 평균 방제 횟수는 8~9회가 56.6%로 가장 많았으며 80%이상의 농가가 방제력을 기록한다고 하였다. 단감 경작자들의 35.4%가 병해충 관리를 위한 방제비의 증가가 가장 큰 애로점이라고 하였으며 단감의 경제성 증대를 위해서는 수출 증대가 필요하다는 응답자가 34.5%로 가장 많았다.

나. 주요 해충의 발생소장과 피해

(1) 신 해충 감관총채벌레의 최초 발견과 동정 및 피해

경남 창원외 단감 과수원에서 2000년 6월 하순에 해충에 의한 피해 앞에서 총채벌레를 채집하여 분류한 결과, 우리나라에서는 처음으로 보고되는 관총채벌레과 (Phlaeothripidae)의 감관총채벌레 (신칭 ; *Ponticulothrips diospyrosi*)로 확인되었다. 이 종의 간략한 형태 및 생태학적 특성, 피해증상, 경남 도내에서의 분포현황을 조사하였다.

(2) 애기유리나방의 발생소장

한편 지금까지 밝혀지지 않은 애기유리나방의 발생소장을 성페로몬트랩을 이용하여 1998년, 2001년, 2002년 3년 동안 김해지방의 단감과원에서 조사하였다. 김해지역에서는 년 2회의 뚜렷한 발생피크를 보였다. 제1세대는 5월 중순부터 7월 상순까지, 제2세대는 7월 하순부터 9월 하순까지 발생하였는데, 발생최성기는 각각 6월 상순과 8월 초중순이었다.

(3) 복숭아명나방의 발생소장과 수확과에서의 피해

복숭아명나방은 미국측 우려 병해충 중에서 중요한 종이다. 본 시험에서는 수은유아등과 성페로몬트랩을 이용하여 2000년과 2001년에 남부지방의 단감원에서 복숭아명나방의 발생양상을 조사하고 수확시기의 과실에 대한 피해정도를 1999년부터 2001년까지 조사하였다. 복숭아명나방은 년 3회의 발생피크를 나타내었는데, 제1화기는 6월 중하순, 2화기는 8월 중하순, 3화기는 9월 하순이 발생최성기이었다. 집중방제 과원에서는 방제소홀 과원보다 복숭아명나방이 적게

발생하였다. 조사대상 과수원에서 수확시기의 과실에는 복숭아명나방 유충에 의한 피해과를 발견할 수 없었다. 따라서 이들 두 검역해충이 수출용 단감에 존재할 가능성은 아주 낮다고 할 수 있다. 한편 단감원 주변의 식생과 수확기 과실의 피해율(0%)로 볼 때, 유아등이나 성페로몬트랩에 유인된 복숭아명나방은 주변의 밤나무로부터 이끌려온 것일 가능성이 크다.

(4) 노린재류의 발생소장

노린재류는 단감원에서 가장 심하게 피해를 주며 방제가 가장 어려운 해충이다. 경남 지역의 단감원에서 2000~2001년에 수은유아등과 2001년에 갈색날개노린재의 집합페로몬(methyl (*E,E,Z*)-2,4,6-decatrienoate)) 트랩을 이용하여 갈색날개노린재(*Plautia stali*)와 썩덩나무노린재(*Halyomorpha halys*)의 발생소장을 조사하였다. 유아등 조사결과 썩덩나무노린재는 6월 하순부터 발생하기 시작하여 8월 상·중순이 최성기이었다. 갈색날개노린재는 썩덩나무노린재와는 달리 유살 최성기가 뚜렷하지 않았는데, 主 유인시기는 2개년 모두 7월 중순~8월 하순이었다. 두 종 모두 9월 이후에는 거의 유살되지 않았다. 집합페로몬 트랩에 의한 유살 양상은 유아등에 의한 유살양상과 달랐다. 집합페로몬 트랩 조사 결과, 두 종 모두 5월 중순부터 8월 하순까지 꾸준히 유인되었다. 썩덩나무노린재는 유인수가 적어 주 발생시기가 뚜렷하지 않았고, 갈색날개노린재는 지역에 따라 6월 하순부터 8월 하순 사이에 많이 유살되었다. 갈색날개노린재는 수은유아등보다는 집합페로몬 트랩에, 썩덩나무노린재는 수은유아등에 더 많이 유인되었다. 또한 집합페로몬 트랩에는 두 종 모두 수컷보다 암컷이 더 많이 유인되었다. 두 종류의 트랩에 의한 유살소장 차이의 원인을 탄닌함량과 연관지어 고찰하였다.

(5) 풍뎅이류의 발생소장과 피해

단감 과수원에 발생하는 풍뎅이와 실제로 감나무와 과일에 피해를 입히는 풍뎅이를 경남 진주시 문산읍과 사천시 사천읍, 산청군 신안면, 김해시 진영읍에 있는 단감 과수원에서 2000년에는 4월 하순부터, 2001년에는 5월 하순부터 9월 하순까지 주 일회씩 유아등과 직접조사를 통하여 조사하였다. 또한 2001년 5월

하순부터 10월 하순까지는 10일 간격으로 진주시의 3개 단감 과수원과 김해시 진영읍에 있는 하나의 단감 과수원에서 풍뎅이에 의한 피해조사를 하였다. 그 결과 12속 16종의 풍뎅이가 유살 되었으며 지역과 연도별로 유살되는 풍뎅이 종류와 개체수에서 차이가 있었다. 다수종인 풍뎅이는 진주, 사천, 산청 지역의 큰검정풍뎅이였다. 유살 되는 풍뎅이의 종과 개체수가 가장 많았던 과수원은 밤나무 과수원에 둘러싸인 산청이었다. 풍뎅이는 단감 과실에는 직접적인 피해를 주지 않았다. 그러나 주둥무늬차색풍뎅이가 잎과 꽃받침을 가해하고 있었는데 최대 피해엽 수는 신초 10개당 평균 0.33엽 이었고, 과일은 15개 당 평균 0.07개였다. 그 외 애초록꽃무지가 단감 꽃을 가해하고 있었고, 콩풍뎅이가 꽃받침을 가해하고 있었는데 최대 피해 수는 과일 15개당 평균 0.03개였다. 이와 같은 낮은 피해정도로 보아 풍뎅이는 단감에 경제적으로 피해를 주는 해충이 아닌 것으로 생각된다.

다. 수확 후 단감에 잔존하는 해충의 종류와 제거기술 연구

(1) 수확과에 잔존하는 해충의 종류와 잔존 정도

단감을 외국에 수출한 때 문제가 되는 것을 수확한 후의 과일에 해충이 존재 하느냐 하지 않느냐 하는 점이다. 따라서 본 시험에서는 여러 지역의 수출을 할 수 있는 농가에서 수확한 단감을 구입하여 과실에 잔존해 있는 해충의 종류와 잔존 정도를 1999년부터 2001년에 수확한 단감까지 3개년 동안이나 조사하였다.

1999년에 5개 지역 9개 농가의 단감을 조사한 결과 노린재에 의한 피해과율이 0.0~56.7% 로 가장 심하였고, 각지벌레가 2 곳의 농가에서만 발견되었다. 대부분의 과원에서 수확한 단감으로부터 응애가 가장 많이 발견되었으며, 응애의 종류는 균식성응애 1종, 천적인 마름응애, 식식성인 점박이응애 및 종명을 알 수 없는 미소한 응애가 1종 발견되었다. 응애류가 존재하는 과실의 비율은 농가에 따라 변이가 컸으며, 2 곳의 농가에서 수확한 단감에서는 전혀 발견되지 않았다.

2000년에는 6개 지역의 12개 농가에서 수확한 단감을 조사하였는데, 조사단계를 3단계로 나누어 ① 수확하기 직전 樹上果 ② 농가 자체에서 1차 선과한

果 ③ 단감 조합에서 선과 후 수출선적 또는 출하하기 직전의 fruit로 나누어 조사하였다. 선과 단계가 진행됨에 따라 꼭지들림 피해과는 50% 이상, 노린재 피해과는 80% 이상 제거되었다. 꼭지부분에 존재하는 곤충은 각지벌레, 툭토기, 간자와응애, 균식성응애 등이었으며, 꼭지 윗부분 보다는 아랫부분에 대부분의 곤충이 존재하였다. 꼭지아랫부분에 곤충이 존재하는 과율은 평균 16~19%로서 선과단계에서 제거되지 않았다. 따라서 이러한 잔존 곤충을 제거하기 위해서는 새로운 제거기술을 개발하여 선과 단계에서 이를 적용해야 할 것이다.

2001년에는 4개 지역의 7개 과원에서 樹上果와 1차 선과 후의 단감을 구입하여, 미국측의 검역해충인 감꼭지나방과 복숭아명나방이 존재하는지를 조사하였다.

본 조사사업의 결과 가장 주목할 만한 사항은 3개년 동안 조사대상으로 한 모든 과수원의 단감에서 검역해충인 감꼭지나방과 복숭아명나방의 유충은 발견되지 않았다.

(2) 잔존해충의 제거기술 연구

우리나라의 단감의 수출선을 다변화하기 위해서는 검역문제를 해결하여야 한다. 본 과제는 이러한 문제를 해결하기 위하여 단감 수확과에 잔존하는 해충의 제거방법으로 고온처리, air shower처리 효과를 실험하였고, 아울러 단감에는 적용할 수 없지만 키위 등의 과실에 적용할 수 있도록 하기 위하여 ethanol처리에 의한 점박이용애의 치사효과를 실험하였다.

점박이용애를 단감(부유)에 접종하고 50℃에서 4시간 처리하면 99.4%의 치사효과를 얻을 수 있었지만, 45℃에서 3시간과 50℃에서 1시간 이상 처리하였을 때 감이 물러지는 현상이 나타났다. 점박이용애는 침지한 ethanol의 농도가 증가할수록 치사율이 증가하였는데, 여름형은 60-70%의 ethanol에 15분 처리하면 98%가 치사되며, 80%에 10분 이상 처리하면 100%가 치사하였다. 월동형은 60-80%의 ethanol에 10분 이상 처리하면 100% 치사시킬 수 있었다.

Air shower(최고 압력은 200 lbs, shower 시간은 과실 한 개당 10-14초)에 의한 해충제거효과를 검토하였다. 단감의 수확과에 존재하는 충은 툭토기류, 균식성응애, 잎응애의 3종류이었는데 (다른 실험에서는 주머니각지벌레가 다수 존재하였음), 그 중에서 균식성응애가 가장 밀도가 높았다. 꽃받침 윗면에 존재

하는 충은 100% 제거할 수 있었다. 그러나 아랫면에 존재하는 충은 툭툭이와 잎응애는 air shower에 의해서 100과 중에서 2마리 수준까지 제거할 수 있었지만 균식성응애는 원래 밀도가 높아서 모두 제거하는 데는 무리가 있었다. 따라서 균식성응애가 검역에 문제가 될 수 있다면 이들은 제거할 수 있는 새로운 방법을 연구해야 할 것이다.

(3) 저온저장에 의한 잔존해충의 밀도 감소효과

우리나라의 단감의 수출선을 다변화하기 위해서는 검역문제를 해결하여야 한다. 본 실문에서는 저온저장 기간 중에 단감에 존재하는 해충이 저온에 의해서 어느 정도 제거되는지를 조사하였다. 툭툭이류는 약 20일간의 저온($-1\pm 0.5^{\circ}\text{C}$) 저장에 의해서 밀도가 1/10로 감소하였고, 저장 56일 이후에는 저장 중인 과일에 툭툭이를 찾을 수 없었다. 균식성응애도 저온에 대한 내성이 낮아 저온저장에 의해서 밀도가 현저히 감소하였으며 74일 저장 후에는 거의 찾아볼 수가 없었다. 차응애도 저장 56일 이후에는 전혀 찾아볼 수 없었다. 한편 주머니각지벌레는 꽃받침 밑에서만 월동 난 상태로 휴면하고 있었는데, 다른 곤충과는 달리 저온에 대한 내성이 강하였다. 저장 74일 이후에도 과일당 5개의 알 수준으로서 다른 충에 비해서 밀도 감소가 뚜렷하지 않았다. 월동난 존재과율도 전 저장기간에 걸쳐 5~13%에 달하였다. 따라서 주머니각지벌레가 발생하는 포장에서 생산되는 단감의 경우에는 이들을 제거할 수 있는 새로운 기술을 개발해야 할 것이다.

라. 단감 수입가능국의 검역체계에 적합한 방제체계의 개발에 관한 연구

(1) 단감 수입가능국의 검역병해충 종류, 농약잔류기준 조사 연구

단감 수출 대상국의 검역병해충 종류, 특히 해충의 종류 및 사용농약의 종류를 조사하기 위하여 우리나라 정부에서 수출 대상국으로 생각하고 있는 미국에 발생하는 해충의 종류와 농약잔류허용기준을 인터넷과 문헌 그리고 현지출장을 통하여 조사하였다. 미국의 감 재배역사와 병해충 문제, 그리고 과수 및 감 해충 방제시 사용하는 농약의 종류도 조사하였다. 또한 미국의 식물검역 대상 농작물과 관련 병해충을 조사하였고, 위험도 평가 방법을 조사하였다. 미국

의 삼립해충과 과수해충에 대해서는 서부와 동부로 구분하여 조사하였고, 미국의 감해충을 조사하였으며, 이를 기초로 단감과 과수 및 수목의 공통해충을 정리하였다.

(2) 수입국의 검역체계에 대응한 새로운 방제체계의 적용

미국의 검역조건에 부응할 수 있는 새로운 단감 병해충 방제력을 작성하여 남부지방의 단감 주산지에서 적용해보았을 경우, 방제체계에 따른 해충 발생정도와 수확과에 잔존하는 해충류를 2001년부터 2002년까지 조사하였다. 미국에서 梨果류에 적용이 가능한 농약을 위주로 방제력을 작성하여 적용한 'MRL형 방제과원'과 우리나라에서 감에 고시되어 있는 농약 위주로 작성한 방제력을 적용한 '내수형 방제과원'을 두었고, 관행 방제과원을 대조로 하여 병해충 발생정도를 비교 조사하였다. 2001년에는 MRL형 과원과 내수형 과원에는 농약을 5회 살포하였고, 관행 방제과원 2곳에서는 6회와 9회를 살포하였다. 2002년에는 수확과에 잔존하는 응애류의 밀도를 낮추기 위하여 MRL형 과원에서만 9월 하순에 살비제 살포를 1회 추가하였다. 그리하여 MRL형 과원과 내수형 과원에는 각각 7회의 농약을 살포하였고, 관행 방제과원에서는 9회 살포하였다.

미국 측의 검역대상 해충 중에서 복숭아명나방 만이 각 방제체계를 적용한 과수원에서 발생이 확인되었다. 2001년에는 MRL형 방제과원과 내수형 방제과원 및 2개의 관행방제 과원에서 단감의 생육기에는 복숭아명나방의 피해과가 확인되었으나 수확기인 10월 중순이나 수확 후의 과실에서는 발견되지 않았다. 2002년에는 MRL형 과원의 생육기 중의 과실에서 0.07%의 피해과 만이 발견되어 단감원에서 복숭아명나방은 문제시되지 않았다. 재배기간 중에 잎, 가지, 열매 등에 발생하는 비검역 대상 해충은 차응애와 6목 15과 16종의 곤충류가 2년 동안의 조사 기간 동안 확인되었다. 수확과에서는 균식성 응애와 톡토기가 감꼭지 아래 부분에서 발견되었는데, 2001년에 MRL형 과원에서는 총 300과 중에서 수상과에 136개, 내수용 과원에서는 1차선과 후의 과실에서 72개, 2차선과 후의 과실에서 63개의 응애 잔존과가 발견되어 높은 발생수를 보였다. 그러나 2002년의 MRL형 과원에는 9월의 마지막 농약 살포시기에 살비제를 추가한 결과, 두곳의 MRL형 과원에서 생산된 2차 선과후의 과실에서 각각 단지 5개와 3개의 응애 잔존과가 확인되어 응애류 발생과수를 크게 줄일 수 있었다. 그러

나 노린재 방제약제가 투입되지 않은 2002년의 MRL형 과원에서는 노린재 방제 약제가 투입된 내수형 과원에 비하여 노린재에 의한 피해과수가 현저히 높았다.

금산과 미천의 MRL 과원에서 수확된 단감에 대해 잔류농약을 분석한 결과 azoxystrobin, mancozeb, trifloxystrobin, spinosad, carbaryl 및 cyhexatin의 잔류량은 모든 시료에서 잔류허용기준 이하이었고, fenarimol의 잔류량은 금산시료에서 0.016ppm, 미천시료에서 0.020ppm 이었으나 미국의 사과, 배에 대한 잔류허용기준(0.1ppm)보다는 훨씬 적은 양이 검출되었으며, 미국의 잔류허용기준이 설정되어 있지 않은 methoxyfenozide의 잔류량은 금산시료에서 0.022ppm, 미천시료에서 0.029ppm 검출되었다. 따라서 수출용 단감의 방제 체계 개발을 위한 단감 중 다이센엠45, 에이플, 휘나리, 런너, 스피노사드, 나크, 프락트란의 잔류량은 상대국 검역기준에 적합한 수준이라 판단된다.

3. 실적

가. 논문게재

- (1) 이동운, 이규철, 이승욱, 박정규, 추호렬, 신창훈. 2001. 단감원의 병해충 관리 실태와 소득 등대 방안에 대한 농가 의식조사. 농약과학회지 5(4):45-49.
- (2) 최우근, 이동운, 이승욱, 추호렬, 박정규. 사공영보. 2001. 기주 식물에 따른 몇 가지 살충제의 주황긴다리풍뎠이, *Ectinohoplia rufipes* (Coleoptera: Scarabaeidae)에 대한 살충효과. 한국잔디학회지 15(3): 119-126.
- (3) 이규철, 박정규, 추호렬, 이동운, 우건석, 강창현. 2002. Occurrence of Japanese Gall-forming Trips, *Ponticulothrips diospyrosi* Haga et Okajima (Thysanoptera: Phlaeothripidae) in Korea. 한국응용곤충학회지 41(1): 1-4.
- (4) 강창현, 이규철, 박정규, 이동운. 2002. 단감원에서 복숭아명나방의 발생양상과 수확기 단감의 피해과율. 한국응용곤충학회지 41(2):107-112.
- (5) 강창현, 박정규. 2002. 단감의 저온저장 기간에 따른 해충의 밀도 변화에 관한 연구. 경상대 농업과학연구 36(1): 33-38.
- (6) 이동운, 이규철, 박정규, 추호렬, 김영섭. 2002. 단감원 풍뎠이의 종류와 단감에 미치는 영향. 한국응용곤충학회지 41(3): 183-189.
- (7) 이규철, 강창현, 이동운, 이상명, 박정규, 추호렬. 2002. 수은유아등과 집합페로몬 트랩에 의한 단감원 노린재류의 발생소장. 한국응용곤충학회지 41(4): 233-238

나. 학술논문 발표

- (1) 감관총채벌레 (신칭: *Ponticulothrips diospyrosi* Haga et Okajima) (Thysanoptera: Phlaerthripidae)의 발생보고. 2000년도 한국응용곤충학회 춘계 학술발표대회
- (2) 단감 재배농가의 병해충 관리 실태와 경제성 제고 관한 의식 조사. 2001년도 한국응용곤충학회 · 한국곤충학회 합동 춘계 학술발표대회
- (3) 단감 재배 농가의 병해충 약제 방제 실태조사. 2001년도 한국응용곤충학회 · 한국곤충학회 합동 춘계 학술발표대회
- (4) 방화곤충의 종류와 일일 활동리듬 조사. 2001년도 한국양봉학회 특별강연 및 학술발표회
- (5) Effect of tannic acid on the development of soybean bug, *Riptortus clavatus* - in relation to the seasonal occurrence in sweet persimmon orchards-. 2002년도 한국응용곤충학회 · 한국곤충학회 춘계 합동 특강 및 학술발표대회

다. 농민교육 등

제 목	교육시기	교육 대상
과수의 충해	2002	최고농업경영자 과정
단감과 배의 충해 대책	2000	최고농업경영자 과정
과수원 병해충 종합방제의 최근 동향	2000. 12	지식농업특별교육과정
과수원 병해충 종합방제의 최근 동향	2001	최고농업경영자 과정
단감 주요 해충의 생태와 방제	2002	최고농업경영자 과정
단감 해충의 생태와 방제	2002. 2	문산 단감조합

라. 언론보도 : 진주 MBC 2002. 2. 21일 9시 뉴스

“단감산업의 문제점과 수출활성화 방안”

마. 특별강연

(1) 중국 연변대학교 농학원 (2001. 7. 10)

“Current State of Persimmon Industry and Pest Problems in Korea”

(2) 경상대학교-충남대학교 공동 학술 심포지엄 (2002. 11. 29)

“우리나라 단감 산업의 현황과 해충문제”

바. 한·미 식물검역회의 자료 제공으로 우리 단감 대미 수출 길 확보

(1) 미국측이 우리나라의 단감에 3가지 해충이 무발생한다는 증거자료를 우리 국립식물검역소에 요청(2001. 7. 9) (요청서신 번역문 아래에 첨부)

(2) 본 연구과제의 연구결과를 정리하여 국립식물검역소에 보고(2001. 12)
(보고 내용 아래에 첨부)

(3) 2002 한·미 식물검역회의 개최

회의 일시 : '02. 6. 25 - 6. 27. (미국 하와이)

미국측 대표 : Alan S. Green 미 농무부 동식물검역소 부처장보

(4) 회의 결과 합의 내용이 식물검역정보 98호 (2002/7월호)에 게재

합의 내용 : 감(단감포함), 박과작물(참외, 오이, 호박, 수박,) 및 포도에 대하여는 미국에서 관련 병해충에 대한 평가를 마치고 수입허용을 위한 법규제정 절차를 조속히 진행하기로 함

앞으로 전망 : 따라서 '03년부터 이들 품목중 일부 품목의 대미수출이 가능해질 전망이다.

● 미국측이 자료를 요청한 서신 내용(번역문)

- 요청자 : 미국농무성 동식물검역소 부처장 보 Alan S. Green

한국산 감(단감)수입에 있어 귀측이 제공한 병·해충관리방안을 평가하는 우리측의 위험분산담당 기술진에 도움을 주기 위해 추가정보를 요청합니다. 특별히, 귀측이 제공한 관리방안을 검토하는 과정에서 해충 3종에 대한 추가 정보가 필요합니다.

귀측이 제공한 관리방안으로 온실가루각지벌레(*Planococcus kraunhiae*)에 대한 위험은 충분히 경감시킬 수 있을 것으로 생각됩니다. 우리는 귀측이 제공한 병·해충 위험경감방안을 충분히 평가하기 위해 다음의 3종의 해충, 복숭아명나방 *Conogethes punctiferalis* (peach pyralid moth), 감꼭지나방 *Stathmopoda masinissa*(Persimmon fruit moth), 감나무주름응애 *Tenuipalpus zhizhilashwiliae*(Persimmon false spider mite)에 대한 추가 정보가 필요합니다.

감꼭지나방, 복숭아명나방에 대한 재배지검사가 어떤 방법으로 수행될 것인지에 대한 더 상세한 정보를 우리에게 제공해 주시기 바랍니다. 또한 수확시에 감(단감)과실에서는 감꼭지나방이 발생하지 않는다는 귀측의 자료를 증명할수 있는 더 완전한 조사자료가 필요합니다. 단지, 한시즌에 수행된 연구보고로는 정보로 활용하기에는 부족하므로 감꼭지나방에 대한 귀측의 조사에 대한 몇가지 질문에 답변을 해주시기 바랍니다.

미국에 한국산 감(단감)수출을 제안하기 위해 귀측이 제공한 병·해충 관리방안을 평가하고자 하니 위에서 요청한 정보를 제공하여 주시기 바랍니다.

- 감(단감)나무 당 조사한 과실의 수는 ?
- 지역 당 조사한 감(단감)나무의 수는 ?
- 조사 지역수는 ?
- 한국에서의 분포지역은 ?
- 몇 해 이상 이 조사를 수행했는지 ?

귀측은 감나무주름응애가 한국내 비상업적 과수원의 감(단감)잎에서는 발견되고 있지만 상업적과수원의 감(단감)과실에서의 발생은 기록되어 있지 않다는 정보를 우리측에 제공했습니다. 그러나 우리는 이 응애를 미국으로 수입된 한국산 감(단감)과실에서 몇 번 검출한 적이 있습니다. 병·해충 위험을 경감시킬 수 있는 귀측의 현재 상황이나 조치에 대한 설명을 뒷받침할 수 있는 정보를 제공해 주시기 바랍니다.

- 본 과제의 연구결과를 국립식물검역소에 보고한 자료의 내용
(제출일시: 2001. 12)

단감 수확과에서 감꼭지나방과
복숭아명나방에 의한 피해정도 조사

1999-2001

경상대학교 농과대학 농생물학과
곤충생리학 및 해충방제 연구실

1. 1999년 결과

- 조사 기간 : '99. 10. 25- 11. 5
- 조사 방법 : 나무에 달려있는 樹上果 또는 농가에서 단감조합에
출하하기 위해 선과 후 포장해 놓은 과일을 과원 당
60-80개 구입 후 실험실에서 정밀조사

● 조사 대상 과수원의 개요

지역	성명	주소	과원현황		
			면적(ha)	주수	수령(년)
창원	안의근	경남 창원시 동읍 달천리 601	1.7	550	18-20
	안병국	경남 창원시 북면 상천리 소라 정원농장	4.0	1,600	7-11
진주	성재희	경남 진주시 대곡면 와룡리	5.0	1,400	12-25
	박형배	경남 진주시 이반성면 평촌리 지화 904-3	1.7	500	11
김해	김지수	경남 김해시 진영읍 우동리 482	3.0	800	20-25
	이규철	경남 김해시 진영읍 진영리 250	2.7	800	20-30
사천	강상용	경남 사천시 사남면 도동마을	0.1	200	15-20
	문주상	경남 사천시 축동면 배춘리 808-2	1.5	800	15-20
순천	강용근	전남 승주군 승주읍 구강리 895-12	2.0	800	10-20

● 조사결과

성명	조사 시기	조사 과일수	감쪽지나방 피해과일 수	복숭아명나방 피해과일 수
사천 강상용 (樹上果)	10. 25	60	0	0
사천 강상용	10. 25	80	0	0
사천 문주상 (樹上果)	10. 30	60	0	0
사천 문주상	10. 30	80	0	0
김해 이규철	11. 13	80	0	0
김해 김지수	11. 13	80	0	0
창원 안병국	11. 13	80	0	0
창원 안의근	11. 13	80	0	0
진주 성재희	11. 5	80	0	0
진주 박형배	11. 5	80	0	0
순천 강용근	11. 5	60	0	0
피해과율(%)		840	0.0	0.0

2. 2000년 조사 결과

- 조사 기간 : 2000. 10. 31- 11.15
- 조사 방법 : 단감 수확과를 수집하여 실험실에서 정밀조사
 - 수 상 과 : 6개 농가에서는 과원 당 10주의 나무에서 주당10개의 과실을 임의로 선정하여 조사하고 다른 6개 농가에서는 과원 당 3-4개의 주에서 주당 3개의 과실을 임의로 선정하여 조사
 - 1차 선과 : 농가에서 단감조합에 출하하기 위해 선과 하여 포장해 놓은 것을 농가 당 2박스씩 구입하여 조사
 - 2차 선과 : 단감조합에서 다시 선과 하여 수출용으로 포장한 것을 출하 농가별 2박스씩 구입하여 조사

● 조사 대상 과수원의 개요

지역	성명	주 소	과원현황		
			면적(ha)	주수	수령(년)
창원	안명국	경남 창원시 북면 상천리 소라 정원농장	4.0	1,600	7-11
진주	성재희	경남 진주시 대곡면 와룡리	5.0	1,400	12-25
	김태식	경남 진주시 일반성면	2.0	800	약 20년
	주성돈	경남 진주시 가좌동	1.5	600	13
	고영오	경남 진주시 금산면 갈전리	2.2	850	15-20
김해	김정일	경남 김해시 진영읍	2.7	700	20-30
	이규철	경남 김해시 진영읍 진영리 250	2.7	800	20-30
	성낙출	경남 김해시 진영읍 우동리 산 5	4.0	1,600	20
사천	송원두	경남 사천시			
	송진옥	경남 사천시 용현면 석계리	0.5	200	8
순천	김정수	전남 순천시 서면 동산	1.0	350	20
	조전기	전남 순천시 주암면 용지리	2.0	850	8

● 수출농가별, 선과 단계별 조사 과실수

농가별	수상과		1차선과 후		2차선과 후	
	조사과실수	조사시기	조사과실수	조사시기	조사과실수	조사시기
진영(이규철)	100	10. 31	95	11. 3	90	11. 12
진영(김정일)	100	10. 31	96	10. 31	93	11. 3
창원(안의근)	100	10. 31	97	10. 31	100	11. 9
진주(반성,김태식)	100	11. 3	95	11. 3	94	11. 3
진주(주성돈)	100	11. 3	100	11. 3	99	11. 3
진주(문산,성재희)	100	11. 3	100	11. 3	100	11. 4
순천 (김정수)	32	10. 31	-	-	-	-
순천(조전기)	40	10. 31	-	-	-	-
진주(고영오)	30	10. 31	-	-	-	-
김해(성낙출)	40	11. 1	-	-	-	-
사천(송원두)	30	11. 15	-	-	-	-
사천(송진옥)	30	11. 15	-	-	-	-
합 계	802	-	583	-	576	-

● 조사결과

농가명	복숭아명나방 피해과일 수			감쪽지나방 피해과일 수		
	수상과	1차선과	2차선과	수상과	1차선과	2차선과
진영(이규철)	0	0	0	0	0	0
진영(김정일)	0	0	0	0	0	0
창원(안의근)	0	1	0	0	0	0
진주(반성,김태식)	0	0	0	0	0	0
진주(주성돈)	0	0	0	0	0	0
진주(문산,성재희)	0	0	0	0	0	0
순천 (김정수)	0	-	-	0	-	-
순천(조전기)	0	-	-	0	-	-
진주(고영오)	0	-	-	0	-	-
김해(성낙출)	0	-	-	0	-	-
사천(송원두)	0	-	-	0	-	-
사천(송진옥)	0	-	-	0	-	-
피해과율(%)	0.0	0.17	0.0	0.0	0.0	0.0

※ 안의근 씨 농장에는 과수원 내에 복숭아명나방의 기주인 밤나무 4그루가 군데군데 식재 되어있어서 피해가 난 것으로 보이며, 만약 그 지역이 수출 단지로 지정이 되어 밤나무를 제거한다면 복숭아명나방에 의한 피해과는 나오지 않을 것으로 판단됨. 또한 복숭아명나방에 의한 피해는 외관상 증상이 뚜렷하기 때문에 (똥과 음식찌꺼기가 감 표면으로 나와 있음) 선과 단계에서 충분히 제거될 수 있음

3. 2001년 조사 결과

- 조사기간 : 2001. 11. 7- 11. 9
- 조사방법
 - . 수상과 : 과원당 20주의 나무에서 주당 20개의 과실을 임의로 조사
 - . 1차선과후 : 농가에서 단감조합에 출하하기 위해 선과 후 포장해 놓은 과일을 과원 농가당 3박스를 구입하여 실험실에서 정밀 조사

● 조사 대상 과수원의 개요

지역	성명	주소	과원현황		
			면적(ha)	주수	수령(년)
진주	성재희	경남 진주시 대곡면 와룡리	5.0	1,400	12-25
	노치용	경남 진주시 금곡면	0.1	20	10
	주정명	경남 진주시 예하리	약 0.3	100	15
김해	이규철	경남 김해시 진영읍 진영리 250	2.7	800	20-30
사천	강기학	경남 사천시 사천읍 장전 2동 137-1	1.7	800	20-25
	김치영	경남 사천시 정동면 예수리 산 49번지	1.7	700	25
창원	안의근	경남 창원시 동읍 달천리 601	1.7	550	18-20

● 조사결과

농가명	조사과일수		감꼭지나방 피해과수		복숭아명나방 피해과수	
	수상과	1차선과후	수상과	1차선과후	수상과	1차선과후
성재희	400	165	0	0	0	0
이규철	400	159	0	0	0	0
강기학	400	150	0	0	0	0
김치영	-	189	-	0	-	0
안의근	400	140	0	0	0	0
노치웅	400	-	0	-	0	-
주정명	400	-	0	-	0	-
피해과율(%)	2,400	803	0.0 0	0.00	0.0 0	0.00

- : 조사하지 않음

4. 연구개발결과의 활용에 대한 건의 (활용계획)

활용제목	활용계획
우리나라 단감 재배농가의 현황과 병해충 방제 실태	◦ 농업기술센터의 기술지도 자료
신 해충 감관총채벌레의 발생과 피해	◦ 농업기술센터의 기술지도 자료 ◦ 금후 연구의 기초자료
애기유리나방, 복숭아명나방, 노린재류, 풍뎅이류의 발생소장	◦ 농업기술센터의 기술지도 자료 ◦ 학문연구의 기초 자료
수확후 단감 잔존 해충의 종류와 제거기술	◦ 병해충 Free 단감 생산을 위한 추가연구의 기초자료로 활용
단감 수입금지국의 검역병해충 종류, 농약잔류 기준	◦ 수출용 단감 생산단지의 병해충 방제체계 수립 자료로 활용
단감 수입국에 적합한 방제체계의 개발	◦ 수출용 단감 생산단지의 병해충 방제체계 수립 자료로 활용

SUMMARY

Section 1. Current State of Persimmon Farming and Pest Management in Sweet Persimmon Orchards in Korea

1. Current State of Pesticide Application

Current state of pesticide application in sweet persimmon orchards was surveyed through questionnaire from 62 farmers in 2000 and 17 farmers in 2001 in Jinju, Sacheon, Changwon, Changyoung, and Gimhae in Korea. Average application times were 7.6 in 2000 and 7.7 in 2001. Out of the total surveyed farmers, % of farmers applied pesticides were higher in June and July than those in other months. Total number of fungicide and insecticide items used were 36 and 34 in 2000, and 22 and 23 in 2001, respectively. The date of the last application of pesticides was in the middle of September. The fungicides such as mancozeb, thiophanate-methyl, and benomyl were frequently used in 2000, and lime sulfur, benomyl and carbendazim were in 2001. The insecticides such as deltamethrin, methidathion, and fenitrothion were frequently used in both years. Out of the pesticides used by the farmers, around 50% of the pesticide items have not been registered for the persimmon in Korea.

2. Farmer's Idea for Increasing Net Income of Persimmon Farming

The pest management of sweet persimmon out of persimmon production (*Diospyros kaki*; Fuyu) was investigated by questionnaire to develop control methods which were required from importing countries as farm income

programmes. More than 80% of Korean sweet persimmon farmers were over fifties. The most important factor for sweet persimmon production was diseases. Sixty-five percentage of sweet persimmon growers answered that the disease, *Gloeosporium kaki* was most serious and 73.5% answered that the insect, stink bugs were the key pests. However, all farmers thought that peach pyralid moth, *Dichocrocis punctiferalis* which was a main insect pest in quarantine of the United States was no longer a pest because of easy control. The farmers depended on their experience for the pest management and decision of pesticides and application time. Fifty-seven % of sweet persimmon growers sprayed pesticides 8~9 times a year and more than 80 % of farmers recorded their pest control history. Thirty-five % of sweet persimmon growers thought that the cost of pesticides was a main problem in persimmon production and 26.5 % of farmers lacked in knowledge about pests. Sweet persimmon growers of 94.7 % answered "Yes" when they were asked whether they would like to export, if possible, their fruits.

Section 2. Occurrence of Important Insect Pests and Its Damage in Sweet Persimmon Orchards

1. New Record of Japanese Gall-forming Thrips (*Ponticulothrips diospyrosi* Haga et Okajima) (Phlaeothripidae) and its Damage

A thysanopteran pest was collected from the damaged leaves of Fuyu persimmon (*Diospyros kaki*) at Changwon, Gyeongnam province in June, 2000. The thrips was identified as Japanese gall-forming thrips *Ponticulothrips diospyrosi* (Phlaeothripidae) and a newly recorded pest in Korea. Brief morphological and ecological characters, damage symptoms, and distribution in Gyeongnam province are provided.

2. Seasonal Occurrence of Smaller Clearwing Moth, *Synanthedom tenuis*, in Sweet Persimmon Orchards in Korea.

The seasonal occurrence of smaller clearwing moth (*Synanthedom tenuis*) was monitored by sex pheromone trap at sweet persimmon orchards in Kimhae in Korea for 3 years, 1998 and 2001-2002. It showed 2 clear peaks a year. The 1st generation of the moth occurred from mid May to early July, and the 2nd one from late July to late September, showing peaks at early June and early or mid August, respectively.

3. Seasonal Occurrence Pattern of Peach Pyralid Moth, *Dichocrosis punctiferalis*, in Sweet Persimmon Orchards and Fruit Damage at Harvesting Time

Seasonal occurrence pattern of the peach pyralid moth (PPM), *Dichocrosis punctiferalis*, was studied in Sweet persimmon orchards under different control pressures in southern region of Korea by sex pheromone traps and mercury light traps from 2000 to 2001. Fruit damage by the larvae was also checked at harvesting time from 1999 to 2001. The pattern showed 3 distinct peaks; the 1st one in mid to late June, the 2nd one in mid to late August, and the 3rd one in late September. Number of PPM catches were higher in less controlled orchards than in those controlled intensively. There were no persimmon fruits damaged by the larvae of PPM and persimmon fruit moth, *Stathmopoda masinissa*, in our samples from the testing orchards at harvesting time. Therefore there is a bare possibility that these two quarantine pests are included in the exporting fruits. Based on plantations adjacent to the tested orchards and zero levels of fruit damage due to the larvae, there is a strong possibility that the moths flew to persimmon orchards to be attracted to traps from neighbouring chestnut trees or other host plants.

4. Seasonal Occurrence of Hemipteran Bugs in Sweet Persimmon Orchards

The seasonal occurrence trends of the brown-winged green bug, *Plautia stali*, and the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, were monitored in sweet persimmon orchards in southern region of Korea using light traps (in 2000 and 2001), and aggregation pheromone traps (methyl (*E,E,Z*)-2,4,6-decatrienoate) of *P. stali* (in 2001). Light trap data showed that *H. halys* started to occur from the end of June, and reached its peak in early or mid August, while *P. stali* was mostly attracted to the traps from mid July to late August without any distinct attraction peak. Both species did not occur after September in the persimmon orchards studied. The attraction patterns of both species to aggregation pheromone traps were different from those observed in light traps. Both species were attracted to the pheromone traps from mid May to late August. The peak occurrence of *H. halys* could not be detected due to low catches. However, the period of peak attraction for *P. stali* was from late June to late August depending on the geographical locations. The aggregation pheromone traps of *P. stali* attracted more number of *P. stali* than *H. halys*, but the light traps showed a reverse pattern. In both species, more females were attracted to the aggregation pheromone traps than males. The difference of attraction patterns between 2 types of traps was discussed in relation to content of soluble tannin in persimmon fruits.

5. Scarabs (Coleoptera: Scarabaeidae) in Sweet Persimmon Orchards and Effect on Sweet Persimmon

Occurrence of scarabs at sweet persimmon (*Diospyros kaki*, var: Fuyu) orchards was investigated by mercury light traps every one week interval in Jinju, Sacheon, Sancheong, and Gimhae, Gyeongnam province from April

to September in 2000 and 2001. In addition, damage by scarabs was observed every ten days interval at three orchards in Jinju and at one in Gimhae from late May to late October. Although sixteen species of 12 genera were attracted to the traps, species and number of catches were different according to orchards and years. Out of them *Holotrichia morosa* was dominant in Jinju, Sacheon, and Sancheong. Total number of scarabs attracted to the traps was highest at the orchard surrounded by chestnut orchards in Sancheong. The fruits of were not damaged by scarabs at studied orchards. However, leaves and calyxes were slightly damaged by *Adoretus tenuimaculatus*. Maximum average number of the damaged leaves and calyxes throughout the year by *A. tenuimaculatus* was 0.33 leaves from 10 new shoots and 0.07 calyxes from 15 fruits. *Gametis jucunda* and *Popillia mutans* damaged flowers and calyxes. Maximum average number of damaged flowers and calyxes by these 2 species was the same as 0.03 from 15 flowers and 15 calyxes, respectively. These levels of damage make us conclude that the scarabs are not economically injurious to sweet persimmon fruits in Korea.

Section 3. Arthropod Pests Existing on Persimmon Fruits after Harvest, and Development of Some Techniques to Eliminate Those Pests

1. Arthropod Pests on Persimmon Fruits after Harvest

To export persimmon fruits to other countries, it has to be proven that there is no quarantine pests on the harvested fruits. To get information about what kind of and how much the insect or other arthropod species were present in the harvested fruits, the fruits purchased from farmer's orchards were carefully inspected from 1999 to 2001.

The fruits from 9 orchards were inspected in 1999. The damage due to hemipteran bugs was most serious. The fruits damaged varied from 0.0 to

56.7 % by the orchards. Mite species observed from the harvested fruits were 1 species of fungus-feeding mite, one of predatory mite, one of minute mite which has not been identified yet, and two-spotted spider mite. The percentages of fruits which had scale insects or mites varied greatly by the orchards. However there were no insects or mites on the fruits from 2 orchards. This means that the insects or mites can be completely controlled from fruits by a certain control program during growing season. The fruits harvested from 12 orchards in 2000 were carefully inspected, according to the three steps of selection process; ① selection during harvest works, ② selection by grower themselves, and ③ selection by the grower's union just before packing. The fruits with calyx-cracking symptom and the damage symptom by hemipteran bugs could be removed by the selection processes up to 50 % and 80 %, respectively. The species on or under calyx were scale insects, collembolans, *T. kanzawai*, and fungus-feeding mites. Conspicuously were there more insects and mites under the calyx lobes than on the calyx. The percentage of the fruits with these arthropods ranged 16-19%, and these percentages could not be reduced by the selection processes, possibly due to very small (not easily seen) size of them and also due to the protection by the calyx lobes. Therefore it is needed to develop new and effective techniques to eliminate those arthropods out of the harvested fruits. The fruits harvested from 7 orchards were inspected in 2001 up to the step ② of the selection processes, to know whether the larvae of the persimmon fruit moth (PFM) and peach pyralid moth (PPM) were present in the fruits.

From 3 years' inspection we could not find any fruits in which the larval of PFM and PPM are.

2. Elimination of Pests on Persimmon Fruits

Insects or mites on the exported fruits should be removed to meet the quarantine requirements of diverse persimmon importing countries. We tested a few methods to remove or kill the pests on persimmon fruit. The efficacies of hot-air treatment and air shower by compressed air were tested on 'Fuyu' persimmon. The effect of dipping in ethanol on survival of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) was also tested. Hot air (50°C) treatment for 4 h showed 99.4% mortality of *T. urticae*. However >3 h treatment at 45°C and >1 h treatment at 50°C caused softening of the fruits. Increasing ethanol concentrations from 20% to 70% significantly increased mite mortality for diapausing and nondiapausing *T. urticae*. Immersion of nondiapausing *T. urticae* in 80% ethanol for >10 m achieved 100% mortality.

Immersion of diapausing *T. urticae* in 60-80% ethanol for >10 m caused 100% mortality of the mites. This ethanol treatment method could be applied to other fruits which the fruit quality is not affected by ethanol treatment than persimmon. The efficacy of air shower by a compressor (max W.P., 200 lbs; 10-14 sec shower/fruit) on the removal of pests on persimmon fruits was tested. Collembolans, fungus-feeding mites, and leaf mites are on and under calyx lobes were the common pests on persimmon fruits. All the pests on calyx could be removed by the air shower treatment. However the pests under calyx were resistant to the air shower treatment. Density of collembolans and leaf mites could be reduced to the level of 2 individuals per 100 fruits (98% removal). However, the fungus-feeding mites could not be removed by the air shower because of the high initial density of the mite and the calyx resistance to air blow. Therefore it comes evident that the air shower treatment cannot achieve 100% removal of the pests under calyx, and from this the reason other alternatives should be developed.

3. Changes in Pest Density on Sweet Persimmon during Low Temperature Storage

Insects or mites on the exporting fruits should not be allowed to meet the quarantine requirements of importing countries. Some fruits are stored before shipment for export at $-1 \pm 0.5^\circ\text{C}$. Density changes of the pests on persimmon were checked during the low temperature storage (LTS). The collembolans could be killed by LTS. Density of collembolans under calyx decreased to one-tenth of the initial after a 20-d storage. No collembolans survived after 56-d storage. The LTS resulted in high mortality of the fungus-feeding mite and leaf mite. There were no fungus-feeding and leaf mites on the fruits after a 74- and a 56-d storage, respectively. However the overwintering eggs of grape-myrtle scale (*Eriococcus lagerstroemiae* Kuwana) survived the LTS. Some of them were still alive after a 74-d storage; 5-13% of the sample fruits had the eggs under their calyxes. Therefore the fruits from the orchards infested by *E. lagerstroemiae* should be treated differently to kill the scales.

Section 4. Development of Pest Management Program to meet the Quarantine Requirements of Other Countries

1. Quarantine Pests and Maximum Residue Level of Japan and America

Information was obtained through literatures, internet sites, and visit to the country on insect pests of forest, fruit trees, and persimmon trees, and on maximum residue level (MRL) of pesticides for pome fruits of America. History of persimmon cultivation, pest problems, and kinds of pesticides used in fruit orchards in America were reviewed. And agricultural products

and its related insect pests for which importation is not allowed were also briefly listed. Insect pests of forest and fruit trees were separately treated by the south and east America. And based on the reviewed lists, common insect pests of forest, fruit trees, and persimmon tree was arranged.

2. Incorporation of New Control Programs for Quarantine Pests

Temporary control schedules were tested at sweet persimmon orchards to development new control programs to meet the quarantine requirements of America in 2001 and 2002. The 'MRL-type control orchards' were sprayed with chemicals which were possibly adaptable to the pome trees in America. A control schedule consisted of those chemicals registered for persimmon in Korea was incorporated in the 'domestic-type control orchards'. The efficacy of these two control types against plant diseases and insect pests was compared with that of a conventional control schedule.

In 2001, MRL orchard and domestic orchard were sprayed 5 times, and two conventional orchards were 6 and 9 times, respectively. In 2002, acaricide was added once to the MRL orchards at late September to reduce the density of mites on harvested fruits. However no insecticide for plant bug control could be applied to the MRL orchards, because no insecticide against bugs was registered for pome trees in America. This resulted in 7 times of applications in MRL and domestic orchards. The conventional orchard was sprayed 9 times.

Only the occurrence of the peach pyralid moth (PPM) out of 4 quarantine insect species was observed. The PPM was observed during growing season in MRL, domestic, and conventional orchards. However no fruits damaged by PPM larvae were observed after mid October and after harvest. In 2002 only 1 fruit out of 1350 fruits inspected in June was damaged by the larvae of PPM at MRL orchards. This damage was

suspected to be resulted by the moths migrated from surrounding chestnut forest, not from the persimmon orchard studied. Sixteen species of non-quarantine insects out of 15 families of 6 orders occurred during growing season on leaves, branches, and fruits for 2 years of experiment. A fungus-feeding mites and collembolan were under calyx of harvested fruits. In 2001 they were found on 45.3% of harvested fruits at MRL orchard. However the percentage of fruits with mites in 2002 was greatly reduced to 3.5% at MRL orchard, presumably because of a added application of acaricide at late September. However percentage of fruits damaged by hemipteran bugs at harvesting time was quite high as 11.3% at MRL orchards, because no application of insecticide against plant bugs.

Pesticide residues in the fruits harvested from MRL orchards were analyzed. Azoxystrobin, mancozeb, trifloxystrobin, spinosad, carbaryl, and cyhexatin were detected by below the detection limits. The residues of fenarimol and methoxyfenozide in MRL orchards were 0.016-0.020 ppm and 0.022-0.029 ppm, respectively. These levels are quite below the maximum residue levels of USA. These results suggest that new control programs could be developed by modifying the MRL-type control schedule tested in this study to meet the quarantine requirements of America, if we could suppress the damage of plant bugs.

CONTENTS

Section 1. Current State of Persimmon Farming and Pest Management in Sweet Persimmon Orchards in Korea.....	29
1. Current State of Pesticide Application.....	29
2. Farmer's Idea for Increasing Net Income of Persimmon Farming.....	29
Section 2. Occurrence of Important Insect Pests and Its Damage in Sweet Persimmon Orchards.....	30
1. New Record of Japanese Gall-forming Thrips (<i>Ponticulothrips diospyrosi</i> Haga et Okajima) (Phlaeothripidae) and its Damag.....	30
2. Seasonal Occurrence of Smaller Clearwing Moth, <i>Synanthedom tenuis</i> , in Sweet Persimmon Orchards in Korea.....	31
3. Seasonal Occurrence Pattern of Peach Pyralid Moth, <i>Dichocrosis punctiferalis</i> , in Sweet Persimmon Orchards and Fruit Damage at Harvesting Time.....	31
4. Seasonal Occurrence of Hemipteran Bugs in Sweet Persimmon Orchards.....	32
5. Scarabs (Coleoptera: Scarabaeidae) in Sweet Persimmon Orchard and Effect on Sweet Persimmon.....	32
Section 3. Arthropod Pests Existing on Persimmon Fruits after Harvest, and Development of Some Techniques to Eliminate Those Pests.....	33
1. Arthropod Pests on Persimmon Fruits after Harvest.....	33
2. Elimination of Pests on Persimmon Fruits.....	35
3. Changes in Pest Density on Sweet Persimmon during Low Temperature Storage.....	36
Section 4. Development of a New Pest Management Program to meet the Quarantine Requirements of Other Countries.....	36
1. Quarantine Pests and Maximum Residue Level of Japan and America.....	36
2. Incorporation of New Programs for Quarantine Pest Control into Farmers Orchards.....	37

목 차

요약문 / 2	
SUMMARY / 29	
CONTENTS / 39	
목차 / 40	
표차례 / 41	
그림차례 / 45	
사진차례 / 49	
제 1 장. 연구개발과제의 개요.....	50
제 2 장. 국내외 기술개발 현황.....	62
제 3 장. 연구개발수행 내용 및 결과.....	65
제 1 절. 우리나라 단감 재배농가의 현황과 병해충 방제 실태.....	65
제 2 절. 주요 해충의 발생소장과 피해.....	85
제 3 절. 수확 후 단감에 잔존하는 해충의 종류와 제거기술 연구.....	126
제 4 절. 단감 수입가능국의 검역체계에 적합한 방제체계의 개발에 관한 연구.....	163
제 4 장. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도.....	214
제 5 장. 연구개발결과의 활용계획.....	218
제 6 장. 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보.....	221
참고문헌.....	222

표 차례

Table 1-1. Number of farmers applied each pesticide in each month.....	70
Table 1-2. Percentage frequency of each pesticide application to total application times.....	72
Table 1-3. Ratio (%) of the number and the application times of the registered pesticides to all pesticides applied in sweet persimmon orchards.....	72
Table 1-4. Farmer's main criterion for the selection of pesticides.....	81
Table 1-5. Grower's idea on the main problems in sweet persimmon production.....	82
Table 1-6. Grower's idea on the strategies for increasing net income in sweet persimmon production.....	83
Table 2-1-1. Field survey on the occurrence of Japanese gall-forming thrips, <i>Ponticulothrips diospyrosi</i> , in Gyeongnam province in 2000.....	86
Table 2-3-1. Damage (%) of sweet persimmon fruits* by peach pyralid moth and persimmon fruit moth at harvesting time for 3 years.....	100
Table 2-4-1. Total number of <i>Plautia stali</i> and <i>Halyomorpha halys</i> adults attracted to the mercury light traps and aggregation pheromone traps from April 27 to August 24 in southern regions of Korea.....	110
Table 2-4-2. Sex ratio of <i>Halyomorpha halys</i> and <i>Plautia stali</i> attracted to the aggregation pheromone traps of <i>P. stali</i> from April 27 to August 24, 2001.	111

Table 2-5-1. Scarab species with total individuals attracted to mercury light traps in sweet persimmon orchards*	118
Table 2-5-2. Maximum average numbers of damaged leaves and calyxes of sweet persimmon by scarabs.....	122
Table 3-1. 1999년 단감 수확과를 조사한 농장의 현황.....	128
Table 3-2. 노린재 및 각지벌레에 의한 피해과율(1999).....	129
Table 3-3. 수확 단감에 존재하는 응애류의 종류와 응애 존재과실의 비율..	130
Table 3-4. 수출농가별, 선과 단계별 조사 과실수.....	131
Table 3-5. 각 농가별 꼭지들림 피해과와 선과단계에서 제거되는 과의 비율(%)	132
Table 3-5. 노린재 흡즙에 의한 피해 과실율(%)과 선과단계에서 제거되는 비율(%)	133
Table 3-6. 수출농가별 꼭지 부분(위+아래)에 곤충이 존재하는 과일의 비율 (%)	133
Table 3-8. 수출 농가별 꼭지 윗면에 곤충이 존재하는 과실의 비율(%).....	134
Table 3-9. 꼭지 윗면에 응애가 존재하는 과실의 비율(%).....	135
Table 3-10. 수출농가별 꼭지 아랫부분에 곤충이 존재하는 과실의 비율(%)	136
Table 3-11. 꼭지 아랫면의 존재하는 응애류의 종류와 존재과율(%).....	136
Table 3-12. 수출농가별 감꼭지나방(PFM)과 복숭아명나방(PPM)유충에 의한 피해과율	137

Table 3-13. 조사 대상 과수원의 개요.....	139
Table 3-14. 2001년 수확단감에 대한 나방류 해충에 의한 피해과율 조사결과	138
Table 4-1. Mean number of sweet persimmon fruits damaged by <i>Dichocrocis puntiferalis</i> in 2001.....	195
Table 4-2. Mean number of sweet persimmon leaves with <i>Eriococcus</i> <i>lagerstroemiae</i> in 2001.....	197
Table 4-3. Maximum average number of sweet persimmon leaves damaged by thrips.....	198
Table 4-4. Maximum average number sweet persimmon leaves damaged by lepidopteran larvae.....	197
Table 4-5. Maximum average number of leaves and calyces of sweet persimmon damaged by coleopteran beetles.....	199
Table 4-6. Mean number of sweet persimmon leaves damaged by phytophagous insects.....	200
Table 4-7. Maximum average number of sweet persimmon leaves damaged by <i>Cletus punctiger</i>	203
Table 4-8. Mean number of fruits damaged by feeding of <i>Riptortus clavatus</i> in sweet persimmon.....	203
Table 4-9. Number of fruits with mites and insects depending on selection process of harvested sweet persimmon in 2001.....	205

Table 4-10. Number of fruits with mites and insects in the second selected sweet persimmon in 2002.....	206
Table 4-11. Damage of sweet persimmon fruits by hemipteran bugs at harvesting time for 2 years.....	204
Table 4-12. Recovery ratio and detection limit of each chemical.....	207
Table 4-13. Residue in the fruits harvested from the experimental orchards	209

그림 차례

Fig. 1-1. Percentage of farmers corresponding to the number of pesticide applications throughout a year in sweet persimmon orchards.....	68
Fig. 1-2. Percentage of farmers applied pesticides in sweet persimmon orchards in each month.....	69
Fig. 1-3. Dates when the farmers finish pesticide application in sweet persimmon orchards.....	73
Fig. 1-4. Percentage of income by sweet persimmon cultivation to farm income.....	75
Fig. 1-5. Grower's idea on the factors affecting yield of sweet persimmon.	76
Fig. 1-6. Grower's idea on the major diseases(A) and insect pests(B) of sweet persimmon.....	78
Fig. 1-7. Information sources on pest management strategies(A), decision making for pesticide selection and application time(C).....	80
Fig. 2-2-1. Seasonal occurrence of smaller clearwing moth monitored by sex pheromone traps in sweet persimmon orchard in Kimhae, Korea.....	92

Fig. 2-3-1. Seasonal occurrence of peach pyralid moths by mercury light traps in Fuyu persimmon orchards subjected to less intensive (A, B, C) and intensive (D) control pressure in southern region of Korea. There is a strong possibility that the moths were attracted to the traps in persimmon orchards from adjacent chestnut orchards or other host plants..... 95

Fig. 2-3-2. Seasonal occurrence of peach pyralid moths by sex pheromone traps in sweet persimmon orchards subjected to less intensive control in southern region of Korea. There is a strong possibility that the moths were attracted to the traps in persimmon orchards from adjacent chestnut orchards or other host plants..... 97

Fig. 2-3-3. Seasonal occurrence of peach pyralid moths by sex pheromone traps in sweet persimmon orchards subjected to intensive control in southern region of Korea. The moths attracted to sex pheromone traps were estimated to be moved to the persimmon orchards from adjacent chestnut orchards..... 98

Fig. 2-4-1. Seasonal occurrence trends of *Plautia stali* adults monitored by light traps and aggregation pheromone traps in sweet persimmon orchards. 106

Fig. 2-4-2. Seasonal occurrence trends *Halyomorpha halys* adults monitored by light traps and aggregation pheromone traps of *P. stali* in sweet persimmon orchards..... 108

Fig. 2-4-3. Seasonal occurrence trends of *Plautia stali* and *Halyomorpha halys* adults monitored by aggregation pheromone traps of *P. stali* at Gyeongsang National University campus..... 109

Fig. 2-5-1. Seasonal fluctuations of <i>Holotrichia morosa</i> adults monitored by mercury light traps at sweet persimmon orchards in Gyeongnam province. A: 2000; B: 2001.....	119
Fig. 2-5-2. Seasonal fluctuations of <i>Adoretus tenuimaculatus</i> adults monitored by mercury light traps at sweet persimmon orchards in Sacheon, Gyeongnam province in 2000 and 2001. E; early, M; mid, and L; late.....	120
Fig. 2-5-3. Seasonal fluctuations individuals of <i>Anomala rufocuprea</i> adults monitored by mercury light traps at sweet persimmon orchards in Sancheong, Gyeongnam province in 2000 and 2001. E; early, M; mid, and L; late.....	120
Fig. 2-5-4. Seasonal fluctuations of <i>Sophrops heydeny</i> adults monitored by mercury light traps at sweet persimmon orchards in Jinju, Gyeongnam province in 2000 and 2001. E; early, M; mid, and L; late.....	121
Fig. 3-1. Mortality of two spotted spider mites by hot air treatment.....	147
Fig. 3-2. Mortality of two spotted spider mites by dipping in ethanol with different concentrations.....	148
Fig. 3-3. Mortality of autumn type of two spotted spider mites by different concentrations of ethanol and dipping time (min.).....	149
Fig. 3-4. Mortality of winter type of two spotted spider mite by different concentrations of ethanol and dipping time (min.).....	150

Fig. 3-5. Efficacy of air shower on the elimination of arthropods on (above) and under (below) the calyx of persimmon fruits.....	152
Fig. 3-6. Efficacy of air shower on the elimination of insects and mites on (above) and under (below) the calyx of persimmon fruits.....	153
Fig. 3-7. Changes of density (above) and % fruits (below) with collembolan on sweet persimmon by low temperature storage (LTS) duration.....	157
Fig. 3-8. Changes of density (above) and % fruits (below) with fungus-feeding mites on sweet persimmon by low temperature storage (LTS) duration..	158
Fig. 3-9. Changes of density (above) and % fruits (below) with <i>T. kanzawai</i> on sweet persimmon by low temperature storage (LTS) duration....	159
Fig. 3-10. Changes of density (above) and % fruits (below) with <i>E. lagerstroemiae</i> on sweet persimmon by low temperature storage (LTS) duration.....	160
Fig. 3-11. Mortality of collembola and mites on Sweet persimmon during low temperature storage (LTS).....	161
Fig. 4-1. Mean number of sweet persimmon leaves damaged by phytophagous insects. D, sweet persimmon orchard for domestic consumption; E, sweet persimmon orchard for export. Bars represent the mean and standard deviation.....	202
Fig. 4-2. Mean number of fruits damaged hemipteran bugs.....	204

사진 차례

Photo 2-1-1. Damage symptoms on leaves (A, B), fruits (C, D enlarged), and <i>Ponticulothrips diospyrosi</i> larvae (E) and adult (F).....	88
Photo 2-1-2. Antennae of <i>Ponticulothrips diospyrosi</i>	89
Photo 2-1-3. Morphological characters of <i>P. diospyrosi</i>	89
Photo 3-1. A photo showing air shower method to remove arthropods on persimmon fruit.....	144
Photo 3-2. Insects and mites under calyx lobe of persimmon fruits after harvest.....	146

제 1 장 연구개발과제의 개요

1. 연구개발의 목표와 내용

구 분	연 구 개 발 목 표	연 구 개 발 내 용 및 범 위
1차 년도 (2000)	1. 주요 단감 재배단지 의 병해충 발생상황 파악	<ul style="list-style-type: none"> ○ 조사지역 <ul style="list-style-type: none"> - 경남 : 창녕, 진주, 김해(진영), 사천 - 전남 : 순천 ○ 조사대상 과수원 <ul style="list-style-type: none"> - 수출 가능 농가 위주 ○ 조사방법 <ul style="list-style-type: none"> - 병해충 정밀집중조사 <ul style="list-style-type: none"> · 1~2개 정도의 과원 선정 · 정기적으로 병해충의 발생상황을 정밀, 집중조사 · 해충조사 : 현지에 유아등 및 성페로몬트랩을 설치하여 정기적으로 조사 · 병조사 : 정기적으로 현지 관찰 조사 - 순회관찰조사 <ul style="list-style-type: none"> · 지역별 1~2개의 과수원 · 월 1~2회 현지를 방문하여 병해충 발생상황을 달관조사 - 수확물 조사 <ul style="list-style-type: none"> · 지역별 1~2개의 과수원 · 과일 수확기에 선과후의 과일에 대한 병해충 존재여부를 조사 · 과원당 60~100개의 과일을 조사 ○ 조사내용 <ul style="list-style-type: none"> - 수간(잎, 가지)과 과실에 존재하는 병해충의 종류와 경시적 밀도 변동 · 수입금지국의 검역병해충 위주 집중조사 - 병 발생을 및 피해정도 - 감 수확시 수확물에 존재하는 병해충의 종류와 발생 정도, 특히 감꼭지나 방, 복숭아명나방

구 분	연구 개발 목표	연구개발 내용 및 범위
1차 년도 (2000)	2. 단감 수입금지국의 검역병해충 종류, 농약잔류 기준 조사 3. 단감 주요 재배단지 의 병해충방제현황 조사	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대상국 : 미국 ○ 조사내용 : 대상국의 검역병해충 종류, 농약잔류 기준 및 대상국에서 사용하고 있는 농약의 종류 ○ 조사방법 : 각종 학술자료, 검역자료, 농 촌지도자료, internet 자료 및 현지 방 문 조사 ○ 조사지역 <ul style="list-style-type: none"> - 경남 : 창원, 진주, 김해(진영), 사천 - 전남 : 순천 ○ 조사대상 농약의 종류 <ul style="list-style-type: none"> - 단감과과수원에서 사용하는 모든 농약 ○ 조사내용 : 농약의 종류, 사용시기, 사용 회수 ○ 조사대상 과수원 <ul style="list-style-type: none"> - 수출가능 농가 위주

구 분	연구 개발 목표	연구개발 내용 및 범위
2차 년도 (2001)	1. 주요 단감 재배단지 의 병해충 발생상황 파악	<ul style="list-style-type: none"> ○ 조사지역 <ul style="list-style-type: none"> - 경남 : 창원, 진주, 김해(진영), 사천 - 전남 : 순천 ○ 조사대상 과수원 : 수출 가능 농가 위주 ○ 조사방법 <ul style="list-style-type: none"> - 병해충 정밀집중조사 <ul style="list-style-type: none"> · 1~2개 정도의 과원 선정 · 정기적으로 병해충의 발생상황을 정밀, 집중 조사 · 해충조사 : 현지에 유아등 및 성페로몬트랩을 설치하여 정기적으로 조사 · 병조사 : 정기적으로 현지 관찰 조사 - 순회관찰조사 <ul style="list-style-type: none"> · 지역별 1~2개의 과수원 · 월 1~2회 현지를 방문하여 병해충 발생상황을 달관조사 - 수확물 조사 <ul style="list-style-type: none"> · 지역별 1~2개의 과수원 · 과일 수확기에 선과후의 과일에 대한 병해충 존재여부를 조사 · 과원당 60~100개의 과일을 조사 ○ 조사내용 <ul style="list-style-type: none"> - 수간(잎, 가지)과 과실에 존재하는 병해충의 종류와 경시적 밀도 변동 · 수입금지국의 검역병해충 위주집중조사 - 병 발생을 및 피해정도 - 감 수확시 수확물에 존재하는 병해충의 종류와 발생 정도, 특히 감꼭지나 방, 복숭아명나방

구 분	연구 개발 목표	연구개발 내용 및 범위
2차년도 (2001)	2. 수입금지국의 검역 병해충 박멸을 위한 방제체계연구	<ul style="list-style-type: none"> ○ 병해충 방제Model의 설정과 적용 <ul style="list-style-type: none"> - 방제약제의 선정 : 1차년도의 상대국의 검역기준에 대한 조사 연구결과에 따라 미국에서 잔류기준이 설정되어 있고 우리 나라에 등록되어 있는 약종을 선정 ○ 방제 model 설정 <ul style="list-style-type: none"> - MRL형 방제 model : 미국의 과수에 등록되어 있는 약제 중심의 방제력(진주 A) - 내수형 방제 model : 우리 나라의 단감에 고시되어 있는 약제 중심의 방제력(진주 B) - 혼용방제 model : 우리 나라의 단감에 고시되어있는 약제 및 농가관행 방제 약제 혼용 방제력(진주 C, 김해) ○ 조사내용 : 각 방제력 별 약제 처리 과원에서 5월 하순에서 수확기까지 반순별 병해충발생 상황 정밀조사 <ul style="list-style-type: none"> - 잎, 가지, 과실에서 발생하는 병해충의 종류와 그들의 피해율에 대한 산술적 조사 - 수확과의 병해충 종류 및 피해율 조사 - 농약 잔류량 조사 - 방제시기의 결정 : 1차년도의 병해충 발생조사 연구결과에 따라 방제시기 결정 - 시험장소 : 경남농업기술원 단감시험장연구포장 (예정) <p>※ 수확물에 농약이 잔류하지 않도록 방제횟수를 최소한으로 설정</p> <p>※ 감꼭지나방, 복숭아명나방이 수확물에 존재할 경우 동 해충을 99.99%수준까지 방제할 수 있는 방제체계의 설정 및 응용</p>

구 분	연구 개발 목표	연구개발 내용 및 범위
2차년도 (2001)	<p>3. 단감 주요 재배단지 의 병해충방제현황 조사</p> <p>4. 수확물(과일)에 존재 하는 잔류농약의 검 사</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 조사지역 <ul style="list-style-type: none"> - 경남 : 창원, 진주, 김해(진영), 사천 - 전남 : 순천 ○ 조사대상 농약의 종류 <ul style="list-style-type: none"> - 단감과과수원에서 사용하는 모든 농약 ○ 조사내용:농약의 종류, 사용시기, 사용회수 ○ 조사대상 과수원 : 수출가능 농가 위주 ○ 국내에서 다량으로 사용하는 농약 및 수입금지국에서 잔류량을 설정해놓은 농약의 잔류량 조사 <ul style="list-style-type: none"> - 조사대상 : 단감수출가능농가, 새로운 방체계 적용 포장 - 조사시기 : 수확후 신선과일에 대한 잔류량조사(10월 말~11월 상순)
3차년도 (2002)	1. 수입금지국의 검역 병해충 박멸을 위한 방체계연구	<ul style="list-style-type: none"> ○ 설정 Model의 확대 적용 : <ul style="list-style-type: none"> - 방제약제의 선정 : 1차년도의 상대국의 검역기준에 대한 조사 연구결과와 2차년도의 연구결과에 따라 미국에서 잔류기준이 설정되어 있고 우리 나라에 등록되어 있는 약종을 선정 ○ 방제 model 설정 <ul style="list-style-type: none"> - MRL형 방제 model : 미국의 과수에 등록되어 있는 약제 중심의 방제력(진주 A) - 내수형 방제 model : 우리 나라의 단감에 고시되어 있는 약제 중심의 방제력(진주 B) - 혼용방제 model : 우리 나라의 단감에 고시되어있는 약제 및 농가관행 방제약제 혼용 방제력(진주 C, 김해) ○ 조사내용 : 각 방제력 별 약제 처리 과원에서 5월하순에서 수확기까지 반순별 병해충 발생 상황 정밀조사 <ul style="list-style-type: none"> - 잎, 가지, 과실에서 발생하는 병해충의 종류와 그들의 피해율에 대한 산술적 조사 - 수확과의 병해충 종류 및 피해율 조사 ○ 방제시기의 결정 : 1,2 차년도의 병해충 발생조사연구결과와 발생정도에 따라 방제시기 결정

구 분	연구 개발 목표	연구개발 내용 및 범위
3차 년도 (2002)	2. 수확물(과일)에 존재하는 잔류농약의 검사 3. 농약 잔류 허용기준 조사	○ 국내에서 다량으로 사용하는 농약 및 수입금지국에서 잔류량을 설정해놓은 농약의 잔류량 조사 - 조사대상 : 새로운방제체계 적용 포장 - 조사시기 : 수확후 신선과일에 대한 잔류량조사 (10월 말~12월) ○ 단감을 비롯한 주요 과실의 농약 잔류 허용기준조사 - 대상 과수 : 단감, 감, 사과, 배 등 - 조사 대상국 : 일본, 한국, 기타 우리 단감 수출 가능국 - 농약별 잔류 허용기준을 조사하여 국내 단감원에서 방제 체계 작성을 위한 기초 자료로 활용

2. 연구개발의 필요성

가. 기술적 측면

- (1) 우리 나라 과수 중에서 단감을 포함한 감은 재배면적이 가장 넓은 작목으로서 매년 재배면적과 생산량이 증가하고 있음.

가) 2001년 과종별 재배면적 ('2002 작물 통계, 농림부)

구분	감(뽕은감 포함)	포도	사과	밀감	배	복숭아
재배면적(천 ha)	30.5	26.8	26.3	26.7	25.5	14.4
생산량(천M/T)	270.3	453.6	403.6	644.7	417.2	166.3

(나) 연도별 단감 재배면적과 생산량 추이 ('2002 작물 통계, 농림부)

(재배면적 : 천 ha, 생산량 : 천M/T)

구분	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01
재배면적	15.3	17.8	20.1	21.8	22.6	23.5	23.9	23.8	22.8
생산량	83.5	137.0	154.7	167.1	185.1	210.1	213.8	227.4	197.6

- (2) 단감은 경제과수로서 재배역사가 다른 과수보다 짧아 병해충 방제등 기술적인 측면에서 미흡한 점이 많음
따라서 단감 병해충의 발생생태 및 방제법 연구를 통하여 효과적인 방제와 수출 장애요인의 극복이 필요함
- (3) 국내 단감산업을 진작시키고 농민의 소득을 증대시키기 위하여 단감을 미국 등에 수출하고자 시도하고 있으나 수입장벽이 높아 수출을 하지 못하고 있으며, 수입국의 병해충 발생에 관한 정보가 부족함

가) 우리 단감에 대한 미국 측의 우려 해충

- 감꼭지나방 (*Stathmopoda masinissa*),
- 복숭아명나방 (*Conogethes punctiferalis*)
- 온실가루각지벌레 (*Planococcus kraunhiae*)
- 감나무주름응애 (*Tenuipalpus zhizhilashiriliae*)

나) 미국 측은 우리 단감의 수확물(과일)에 이들 해충이 부착할 가능성이 있다고 하여 수입을 거부하고 있는 실정임

- 수확물(과일)에 농약잔류 문제도 수입제한의 이유가 될 수 있음

다) 미국측이 우리 단감에 감꼭지나방과 복숭아명나방이 부착할 가능성이 있다고 주장하는 것은 국내의 여러 문헌에서 우리 단감에 이들 해충이 발생한다고 기록되어 있기 때문임.

- 국내 문헌에 나와 있는 단감의 주요 해충
 - 감꼭지나방, 각지벌레류(뽕나무각지벌레, 주머니각지벌레 등), 노린재류, 복숭아명나방(일부발생이 되고 있다고 함) 등 수십종

라) 그러나 이와 같은 문헌들은 단감 해충의 종류나 발생시기에 관한 연구들로서, 이들 해충의 수확물에서의 존재여부에 대한 학술적 연구결과가 언급이 없기 때문에 단감 수출에 장애가 되고있는 실정이다.

- 수확과에 존재하는 이들 해충의 제거기술이 개발되어야 함.

마) 따라서 우리 단감을 미국에 수출하기 위해서는 다음 요건을 조속히 갖추어야 한다.

- ① 단감원에 발생하고 있는 병해충의 종류를 시기적으로 정량적으로 파악해야 하며,
- ② 감꼭지나방과 복숭아명나방 및 기타 병해충이 수확물에 존재하지 않는다는 것을 과학적으로 증명해야 하며,
- ③ 만약, 이들 해충이 수확물에 존재한다면 단감 재배기간 중에 발생하지

않도록 방제체계를 수립하여 이에 따라 단감원을 적절히 관리해야 할 뿐만 아니라,

- ④ 수확물에 존재하는 병해충을 완전히 제거할 수 있는 기술을 시급히 개발 하여야 할 뿐만 아니라,
- ⑤ Internet자료나 문헌조사, 방문조사 등을 통하여 수출대상국의 검역체계와 방제체계에 대한 면밀한 조사 분석과, 이를 기초로 국내실정에 맞는 방제 체계의 확립이 절실히 요구됨.
- ⑥ 따라서 단감의 재배에서부터 포장, 수출이 완료되는 시점까지 전과정동안에 나타나는 병해충의 특징을 조사하고 이에 적합한 방제법을 적시에 활용할 수 있도록 하여야 함
- ⑦ 아울러 농약잔류에 대한 조사를 하여 농약이 수확물에 허용기준 이하로 존재한다는 것을 입증하여야 만이 우리의 단감을 수출할 수 있다.

나. 경제·산업적 측면

- (1) 농림수산업에서 과수산업의 비중은 식량작물, 채소작물에 이어 3위를 차지하고있으며, 그 비중은 매년 증가하고 있음(1999, 농림통계년보)
 - '98 농업 총생산액의 9.1% 차지(감 생산액은 1.1%, 과수 중 감 생산액은 11.8%)
- (2) 우리나라의 과수 중에서 단감을 포함한 감은 가장 넓은 재배면적을 차지하고 있으며, 단감은 온대과수이기 때문에 전남과 경남이 전국 재배면적의 약 80%를 차지하고 있음.

- 2000년 과종별 재배면적(ha) ('01 작물 통계, 농림부)

구분	단감	사과	포도	배	복숭아
경남	10,965(48.1)	2,257(7.8)	933(3.2)	1,694(6.5)	572(4.1)
전남	7,250(31.8)	297(1.0)	652(2.2)	4,546(17.3)	502(3.6)

* 단감은 2001년 통계 * ()는 전국재배면적 대비 비율(%)임

- (3) '99 과일 생산 및 수급전망(농림부)에 따르면 단감은 24.5천 ha에서 221천톤을 생산하여 예상수요 200천톤을 21천톤 초과생산할 것으로 보고 있어 가격 하락이 우려되며 이의 해결방안으로 수출이 요구되고 있음
- (4) 단감의 수출량은 '94년에 당분간 증가하였으나 '95년 11월 WTO/SPS 협정이 발효됨에 따라 수출에 어려움을 겪고 있으며, 수출지역도 싱가포르와 괌에 편중되어 있음

가) 년도별 단감 수출 동향(농림통계년보, 2002)

구분	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01
수출량(M/T)	10	0.5	30	26	9.5	17	679	2,245	3,060	4,107
금액(천불)	17	2	82	87	28	30	939	3,390	3,922	4,385

※ '97년 싱가포르의 단감 수입은 말레이시아, 태국, 이스라엘 등으로 부터 총 19.4천톤이나 됨 (농수산물유통공사 '98 수출전략품목 주요시장 수출여건; '98 농림수산 식품 수출통계자료, 한국농림수산식품수출입조합)

- 나) 따라서 품질과 병해충 검역문제만 해결된다면 싱가포르에도 대량수출 할 수 있을 것으로 생각됨
- (5) 우리 나라의 단감은 단감 주요 수출국인 일본에 비해서 경쟁력이 있는 것으로 분석되고 있음

- 작목별 기술대응방안 ('95, 농촌진흥청)

구분	한국	대비(%)	일본	대비(%)
생산비(원/kg)	439	100	1,847	420.7
가격(원/kg)	1,315	100	1,935	147.1

- (6) 이와 같이 우리 단감이 수출 가능성이 높은 데에도 불구하고 수출물량이 미미한 것은 품질과 검역상 문제가 되고 있는 병해충 및 잔류농약의 문제이다.
- (7) 단감의 수출이 부진함에 따라 단감의 국내 가격과 소득율이 하락하고 있음

가) 가락동 시장에서 3월 중의 단감의 가격 (원/kg)

년도	'92	'93	'94	'95	'96	'99 (2000. 12월)
가격	3,365	2,808	2,976	3,191	1,820	1,000

나) 년도별 단감의 소득율 변화 (2001, 사과연구소 개소 10주년 심포지엄 자료)

년도	가격 (원/15kg)	소득(천 원/10a)	소득율(%)
'91-'93	45,690	1,139	76.1
'94-'96	37,740	1,393	73.9
'98-'00	25,310	988	62.6

다. 사회·문화적 측면

우리 나라의 감은 사과, 건과, 과자원료, 식초원료, 한방의 원료, 엽차원료 등으로 쓰이고 있어서, 단감은 인간생활 면에서 다방면으로 널리 이용되는 유일한 과수로서 그 진귀성이 돋보인다 하겠다. 이러한 감이 현재 우리 나라 최대의 과수로 성장하여 농가소득원으로 주요한 위치를 차지하고 있음

- (1) 식량난 해결의 차원을 지나 이제는 건강위주로 농작물을 소비하는 시대에, 농약 잔류성문제는 사회적으로 심각한 문제가 될 수 있기 때문에 효과적인 방제체계의 개발과 적용은 화학적 방제에 의존하고 있는 현재의 방제체계에서 농약사용량을 줄임으로서 소비촉진에 긍정적인 기여를 할 것으로 판단됨

- (2) 우리 나라의 과수산업은 WTO체제의 출범으로 전 과종이 수입되고, IMF 체제의 경제상황에서 과실소비가 감소함에 따라, 근본적인 대책이 수립되지 않으면 국내 과수산업 자체가 붕괴위기에 있음
- (3) 또한 각 국에서 자국의 산업을 보호하기 위해 수입장벽을 더욱 높이고 있는 실정이며, 수입거부의 가장 큰 이유는 과일에 존재하는 병해충, 농약의 잔류 문제임
- (4) 따라서 단감 등 과실을 수출하여 국내 산업을 활성화시키고 농업을 보호하기 위해서는 적극적인 수출대책과 수출을 뒷받침할 수 있는 기술적 지원이 있어야 한다.

제 2 장 국내외 기술개발 현황

1. 국내 기술현황

- 미국은 우리 나라의 단감에 대해 수확물에 감꼭지나방과 복숭아명나방 등이 존재한다고 하여 수입을 거부하고 있음.
 - 우리 과실에 이들 해충이 없다는 것을 증명하여야 함
- 우리 나라 단감의 병해충에 대해서는 간헐적인 연구가 있었으나 수출확대라든가 검역과 관련하여 집약적으로 조사된 학문적 연구 결과는 단 한 건도 없음
 - 감꼭지나방이나 복숭아명나방 등 수확물 가해 해충에 의한 피해에 관하여 자세한 연구가 부족하고 대부분이 나무의 생육기에 이루어지는 단편성을 보이고 있음.
- '94년 이후 현재까지 농림기술개발사업에서도 단감 수출을 위한 병해충 연구과제는 단 한 건도 없으며, 단지 가공이나 생리·생태 연구에 관한 과제가 있었음
- 우리 나라 과수 중 수출확대를 목적으로 해충종류 조사나 방제체계 확립연구는 사과, 감귤, 배에 대해서는 일부 이루어졌으나 단감에 대해서는 아직까지 연구되지 않고 있음
- 단감에 발생하는 해충에 대한 모든 연구가 단순히 병해충을 방제함으로써 수량을 증대시키고자 시도된 것으로서, 해충종류 및 피해과율에 대한 조사가 대부분임.
- 특히 수출하는 과일은 신선과여서 피해과를 수집하여, 병해충의 존재여부를 조사하는 것은 수출장벽 해소에 전혀 도움이 되지 않음
- 우리나라의 단감원에 발생하는 병해충의 종류 수십 종에 이르고 있으나 실제농가에서는 대부분이 발생하고 있지 않으며, 더욱이 검역상 문제가 되는 과일에 기생하는 병해충은 4~5종에 불과함
 - 단감원에 발생하는 주요 해충 : 감꼭지나방, 복숭아명나방, 노린

재류, 깍지벌레류, 썩어나방 등

- 수확시기에 신선과에 기생할 가능성이 있는 해충 : 복숭아명나방, 깍지벌레류, 응애류, 총채벌레류

- 따라서 단감의 검역장벽 해소를 통한 수출확대를 위해서는 수확과에 대한 농약잔류나 병해충 기생여부에 대한 과학적 근거를 단감 수입 가능국에 제공해 줄 수 있도록 집중적인 연구가 필요함

2. 국외 기술현황

- 미국에서는 Proplonamide, Glyphosate(라운드업), Magnesium phosphide, Oxyfluorfen(고알) 등에 대한 잔류기준을 설정해 놓고 있음
- 미국은 잔류기준 미설정 농약 살포시 Zero기준을 적용하여 불합격 조치하고 있음에 불구하고, 한국에서 제조판매하는 농약을 내수용 과수원에 사용함으로써 잔류량 초과로 불합격하는 사례가 발생하고 있음
 - 상대국의 검역기준과 잔류기준에 적합한 방제력을 작성하여 수입국의 규제에 대항하는 방안의 모색이 필요함
- 1990년 이후 단감의 해충에 대한 국외 게재 논문을 검색한 결과 약 600편의 논문중 20여편 만이 해충에 관계된 내용이었으며, 나머지는 단감의 생리, 생태에 관한 논문으로서 병해충에 대한 연구가 매우 부족 함
- 특히 감꼭지나방, 복숭아명나방에 대하여는 다루고 있지 않거나 매우 미약하고, 방제방법은 일부 농약에만 의존하고 있었으며, 미국, 일본, 뉴질랜드에서만 주로 행해졌음.

3. 앞으로 전망

- 본 조사·연구사업을 수행함으로써 우리나라의 주요 단감 재배단지에 발생하고 있는 병해충의 종류와 발생시기에 관한 학술적 자료를 얻을 수 있기 때문에 미국측에서 수입을 거부하는 이유 (병해충 문제)에 적극적으로 대응할 수 있는 방안이 생기게 됨
- “병해충-Free 수확물(과일)”을 생산할 수 있는 방제체계를 개발함으로써 단감수출재배단지를 선정, 수출을 적극적으로 추진할 수 있음
- 병해충 방제체계에서 미국에서 잔류기준을 설정한 농약만을 적절히 사용함으로써 잔류량 초과에 의한 불합격 사례를 없앨 수 있음
- 결과적으로 우리 단감을 국외에 수출할 수 있을 것으로 생각되며,
- 그 결과 외화획득과 아울러 국내 단감 가격의 안정화로 우리단감 농가의 소득증대에도 기여할 수 있음

4. 기술도입의 타당성

- 우리 나라에서 생산되는 농산물을 국외에 수출하기 위하여, 발생하는 병해충을 조사하고 우리 실정에 맞는 방제체계를 수립하는 것이 본 과제의 목적이므로 외국의 기술을 도입할 필요가 없음

제 3 장. 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 우리나라 단감 재배농가의 현황과 병해충 방제 실태

1. 서 론

단감(*Diospyros kaki*)은 년 평균기온 13~15℃의 지역이 적지로서 (Jung *et al.*, 1993) 주로 경상남도과 전라남도에서 많이 재배되고 있는데, 경남에서는 김해, 진주, 사천, 창녕 등이 주요 생산단지이다 (Lee *et al.*, 2001). 단감의 재배면적은 2000년 현재 전국적으로 23,831ha에 달하며 뽕은감을 포함한 감의 전체 재배면적은 31,193ha로 재배면적이 1위인 과수이다 (Anonymous, 2001). 그러나 단감의 병해충에 대한 연구는 재배 지역의 한계성 등으로 인하여 재배지 분포가 넓은 사과, 배 등에 비하여 적은 편이며, 최근 들어 단감에 문제되는 주요 병해충에 관한 연구들이 수행되고 있는 실정이다 (Lee *et al.*, 2001; Kang *et al.*, 2002; Lee *et al.*, 2002a; 2002b).

단감원 관리에서 중요한 부분의 하나는 생산량과 소득에 직접 영향을 미치는 병해충 방제인데, 단감 경작자들은 이를 중요하게 생각하면서도 실제로는 정보와 지식의 부족으로 어려움을 겪고 있으며, 이러한 원인은 병해충 발생의 국지적 차이나 문제 해충의 변화와 같은 연구정보가 단감 경작자들에게 충분히 전달되지 못하기 때문으로 나타나고 있다(Lee *et al.*, 2001). 특히 병해충 관리를 위한 농약 사용의 경우 대부분의 농가들이 새로운 정보나 지식에 따라 단감원을 관리하는 것이 아니라 관례적으로 사용하고 있던 방제 방식을 매년 그대로 적용하고 있기 때문에 농약의 불필요한 사용과 이로 인한 비용 증가 및 안전농산물 생산의 장애 요소가 될 우려를 낳고 있다. 더욱이 내수용뿐만 아니라 수출용 과실에 대해서는 대부분의 수입국이 농약 잔류량이나 사용 농약에 대한 허용범위를 설정해 놓고 이를 이행할 것을 의무화하고 있어 농약사용에 대한 정확한 정보가 필요하다.

따라서 본 조사연구는 내수용 또는 수출용 단감원의 병해충 관리에 적용할 수 있는 방제체계를 개발하기 위한 사전 조사로서 경남지역 주요 단감 생산지에서 사용하는 농약의 종류, 사용 횟수, 처리 시기 등 농약 사용과 관련된 실태를 조

사한 것이다.

단감은 우리 나라에서 경상남도과 전라남도를 중심으로 꾸준히 재배면적이 증가하여 1999년 현재 23,907ha로서 뽕은감 면적(6,914ha)을 포함하면 재배면적 2위의 과수이다(농수산물유통공사 1999). 특히 경상남도의 단감 생산량은 전국의 52.2%로 주요 산지는 김해(1,936.5ha), 진주(1,740ha), 사천(1,145ha), 창녕(1,361ha) 등이다(경상남도농업기술원 2000). 이러한 재배 면적의 증가와 시비, 병해충 관리 기술의 향상으로 단감 생산량은 1994년도의 131M/T에서 1998년의 210.1M/T으로 162% 증가하였다(농수산물유통공사 1999). 단감 생산의 질적, 양적인 증가와 과실류의 1인당 연간 소비량의 지속적인 증가(농림부 2000) 등에도 불구하고 단감의 가격은 15kg을 기준으로 1991년에 30,124원을 정점으로 1999년 12월 현재 16,499원으로 줄어들고 있는 실정이다(농림부 2000). 따라서 이러한 가격 하락을 막고 내수 시장의 공급과 수요의 비율을 맞추기 위해서는 수출 증대가 필연적이며 많은 경작자들이 수출을 원하고 있는 실정이다. 그러나 현재까지 우리 나라의 단감 수출은 1997년의 17톤에서 2000년의 3,075톤으로 증가를 보이고 있으나(농림부 2000), 동남아 일부 국가에만 의존하고 있어 수출량의 양적 증가와 안정된 수출을 위해서는 수출국의 다변화가 요구되고 있다. 특히 미국이나 캐나다는 시장규모나 소비층의 잠재성 등을 고려하면 우선적으로 수출을 고려해 볼 대상국이다. 그러나 미국의 경우 감꼭지나방(*Stathmopoda masinissa*)이나 복숭아명나방(*Dichocrocis punctiferalis*), 온실가루각지벌레(*Planococcus kraunhiae*), 감나무주름응애(*Tenuipalpus zhizhilashviliae*)와 같은 해충의 발생 가능성을 이유로 우리 단감의 수입을 거부하고 있는 실정이다(안, 1993). 또한 다른 나라들에서도 과일류의 병해충 잔존은 검역상 불허하고 있는 부분이 많기 때문에 병해충에 오염되지 않은 단감을 생산하는 것이 수출을 위한 관건요인이다.

따라서 본 연구는 수출 시 검역상 병해충의 오염과 같은 문제가 없는 단감을 생산하기 위한 방제체계를 설정하기 위하여 우선적으로 현재 단감 재배 농가에서 병해충 관리를 어떻게 하고 있는지, 경작자들이 현장에서 인식하고 있는 문제점들은 무엇인지 등 전반적인 관리 실태와, 단감의 소득 증대 제고를 위한 의견을 알아보기 위하여 설문 조사를 실시하였다.

2. 조사방법

가. 단감원의 농약사용 실태

2000년과 2001년의 2년 동안 단감의 주요 생산지인 경남의 진주와 창원, 김해, 사천 지역에서 재배기간 동안 방제력을 작성하고 있는 독농가를 대상으로 직접 방문과 우편 조사를 통하여 실시하였다. 2000년에는 방제력을 기록하고 있던 120농가들 중 조사에 응답한 62 농가의 자료를 이용하였다. 2001년에는 2000년에 재배력을 작성하였던 농가들 중 17농가를 선정하여 조사하였다. 각 농가별로 살포한 농약의 종류와 시기를 조사하였으며, 이 자료를 바탕으로 최초 농약 살포시기, 최종 농약 살포 시기, 전체 농약 사용 횟수, 시기별 농약 사용 종류와 횟수, 고시농약과 비 고시농약 등을 살균제와 살충제로 나누어 정리하였다.

나. 단감원의 병해충 관리 실태와 소득증대 방안에 대한 농가 의식조사

조사는 단감 경작지가 전국에서 가장 많은 경상남도를 대상으로 진주시와 사천시, 김해시, 창원시, 창원군에서 단감재배 독농가들 200가구를 대상으로 직접 방문이나 작목반들의 단체 모임 시 설문지 배포 후 개별적으로 반송용 봉투에 넣어 수거하는 방법 또는 영농조합원들을 대상으로 설문지와 반송용 봉투를 넣어 우송하여 반송 받는 방법 등으로 설문조사를 실시하였다.

조사항목은 응답자들의 나이나 단감의 경작 기간, 재배면적과 같은 응답자들의 일반적 현황과 문제 병해충의 종류, 병해충의 판별 능력, 병해충 방제 정보의 입수처, 방제약제나 살포시기의 결정 요인, 약제의 살포횟수, 농약의 살포방법, 방제력 작성의 유무 등과 같은 병해충 관리와 관련된 부분, 단감의 경제성과 경제성 증진 방안, 수출에 대한 인식과 호응의 여부 등과 같은 단감의 경제성 제고를 위한 경작자들의 의견을 묻는 항목 등으로 구성하였다. 200 농가들 중 설문에 응한 120농가의 설문 내용을 검토하여 대부분의 설문 내용을 누락하여 응답한 일곱 농가를 제외한 113농가의 응답자료를 SAS 프로그램을 이용하여 빈도분석(조, 1996)하였다.

3. 조사결과 및 고찰

가. 단감원의 농약사용 실태

경남지역의 단감원에서 년 간 농약 살포 횟수는 3~12회로서 농가에 따라 상당한 차이가 있었으며, 조사대상 농가의 약 60% 정도가 년 7회에서 9회의 농약을 살포하고 있었다. 2000년과 2001년 모두 8회 살포한 농가가 각각 24.2%와 41.5%로서 가장 많았으며, 평균 7.6회와 7.7회 살포하였다 (Fig. 1-1).

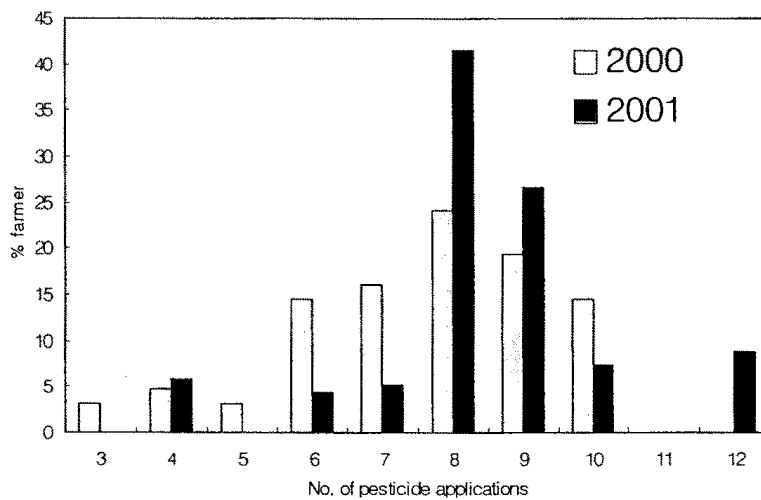


Fig. 1-1. Percentage of farmers corresponding to the number of pesticide applications throughout a year in sweet persimmon orchards.

단감원에서의 농약 살포는 3월부터 10월까지 행하여지고 있었는데 조사대상 농가 중에서 약제를 살포한 농가의 비율은 6월이 가장 높았고, 7월 후부터는 감소하였다(Fig. 1-2).

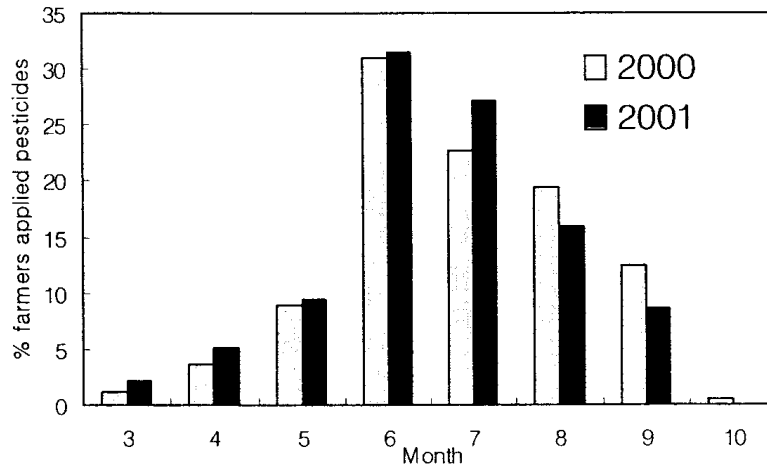


Fig. 1-2. Percentage of farmers applied pesticides in sweet persimmon orchards in each month.

이는 6월이 복숭아명나방 (Kang *et al.*, 2002)이나 감꼭지나방 (Yim *et al.*, 1988), 각지벌레류의 발생시기 (Park *et al.*, 1990; 1992; Kwon *et al.*, 1995)이고, 흰가루병과 탄저병을 예방하기 위해 약제를 살포하는 시기이기 때문에 농약 살포가 집중되었기 때문으로 판단된다. 그 외에도 개화시기인 5월에는 수정 곤충, 특히 꿀벌에 대한 피해를 막기 위하여 살충제의 사용을 기피한 것 (Lee, D.W., personal communication)도 하나의 원인으로 생각된다.

월별 사용한 농약의 종류는 대상 병해충의 종류에 따라 차이를 보였다 (Table 1-1).

Table 1-1. Number of farmers applied each pesticide in each month

Pesticides	2000 (out of 62 farms)								2001 (out of 17 farms)							
	3*	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10
Fungicides																
Mancozeb	0	0	25	32	15	14	6	0	0	0	4	10	5	4	1	0
Thiophanate-methyl	0	0	10	14	20	17	11	1	0	0	4	6	7	5	5	0
Benomyl	0	0	2	11	15	15	8	0	0	0	2	2	3	4	3	0
Carbendazim	0	0	2	13	12	13	5	0	0	0	0	3	5	0	0	0
Lime sulfur	9	31	0	0	0	0	0	0	5	12	0	0	0	0	0	0
Myclobutanyl+Mancozib	0	0	5	12	5	1	0	0	0	0	1	3	4	0	1	0
Carbendazim+nuarimol	0	0	3	15	8	2	3	0	0	0	0	6	0	2	1	0
Others	0	1	5	56	31	31	15	1	0	0	4	12	15	4	1	0
Insecticides																
Deltamethrin	0	0	8	13	21	26	10	0	0	0	2	9	8	12	2	0
Methidathion	0	0	1	21	13	12	4	0	0	0	0	6	3	0	3	0
Fenitrothion	0	0	5	12	16	4	1	0	0	0	1	7	3	0	0	0
Cyfluthrin	0	0	0	8	6	9	15	1	0	0	0	4	3	1	0	0
Fenitrothion+fenvalerate	0	0	0	7	4	12	4	0	0	0	0	0	3	2	1	0
Others	10	32	77	267	195	167	107	4	0	0	4	11	10	5	3	0

* Months from March to October

응답자가 많았던 2000년의 경우 살균제인 mancozeb은 5월과 6월에 많은 농가에서 살포되었으며, thiophanate-methyl과 benomyl은 7월과 8월에, carbendazim은 6~8월에, 그리고 lime sulfur는 4월에 집중적으로 살포되는 것으로 나타났다. 살충제로는 deltamethrin이 7월과 8월에 사용 횟수가 가장 많았으며, methidathion은 6~8월에, fenitrothion은 6월과 7월에 사용빈도가 높았다. 2001년에는 조사대상 농가가 적어서 뚜렷한 경향을 찾을 수 없었지만 약제별로 주로 사용하는 시기는 2000년과 같은 경향이였다. 다만 살충제인 cyfluthrin의

경우 2000년에는 9월에 15회로 가장 많은 농가에서 사용되었으나 2001년에는 9월에 전혀 사용되지 않은 것으로 나타났다.

Deltamethrin과 cyfluthrin은 나방류나 노린재류를 방제하는데 주로 사용하기 때문에 노린재류가 많이 발생하는 7월부터 9월 상순 사이 (Lee *et al.*, 2002c)에 많이 살포한 결과이며, methidathion은 각지벌레 방제용으로 사용되고, fenitrothion은 나방류 유충 방제용으로 사용하기 때문에 6월과 7월에 사용 횟수가 높은 것으로 생각된다.

년 간 총 살포횟수에 대한 주요 약제의 살포 빈도는 Table 2와 같다. 2000년에는 살균제가 36종, 살충제가 34종 살포되었고, 2001년에는 살균제와 살충제가 각각 22종과 23종이 사용되었다. 이들 중에서 사용빈도가 가장 높았던 5종씩을 빈도별로 표에 나타내었다. 사용빈도가 높은 약제 5종의 순위를 보면 살균제는 2000년과 2001년에 차이가 많았으나 살충제는 변화가 없었다. 이는 살충제는 일반 농가에서 가장 문제 해충으로 인식하고 있는 각지벌레나 노린재류(Lee *et al.*, 2001)에 대한 방제 약제가 1~2종에 지나지 않아(Anonymous, 2000) 선택의 폭이 좁은 반면 살균제는 저항성 취득 등의 우려로 인하여 새로운 약제들을 선택하여 사용하기 때문으로 생각된다. 2000년에 단감농가에서 살포한 약제의 종류수가 2001년보다 더 많은 이유는 조사농가의 수가 2000년이 2001년보다 많기 때문에 (Table 1-2) 그에 따라 각 농가에서 사용한 약제의 수도 많아졌기 때문이다.

단감 농가에서 사용하고 있는 농약 중에서 단감이나 감에 고시되어 있는 농약의 사용 비율은, 품목수를 기준으로 하였을 경우 2개년 동안 살균·살충제 모두 50% 내외이었다 (Table 1-3).

Table 1-2. Percentage frequency of each pesticide application to total application times

Fungicides	Frequency(%)		Insecticides	Frequency(%)	
	2000	2001		2000	2001
Mancozeb	18.1	3.2	Deltamethrin	22.0	33.0
Thiophanate-methyl	16.4	4.2	Methidathion	14.4	13.0
Benomyl	10.4	14.7	Fenitrothion	10.7	11.0
Carbendazim	8.9	7.4	Cyfluthrin	8.5	7.0
Lime sulfur	7.9	17.9	Fenitrothion + fenvalerate	7.6	6.0
Others	38.3	52.6	Others	36.8	30.0
	(31 items)	(17 items)		(29 items)	(18 items)

Table 1-3. Ratio (%) of the number and the application times of the registered pesticides to all pesticides applied in sweet persimmon orchards

Pesticide	Year	No. of pesticides	Application times of pesticides
Fungicide	2000	52.8%	70.3%
	2001	61.9%	63.2%
Insecticide	2000	44.1%	29.6%
	2001	55.6%	72.0%

년간 총 살포횟수를 기준으로 하였을 경우에는 감에 고시된 농약의 살포 비율은 2000년의 살충제의 경우를 제외하면 모두 63.2% 이상이였다. 결론적으로 단감 농가에서는 감에 고시된 농약보다는 비고시된 농약을 많이 사용하는 것으

로 나타났다. 특히, 2000년도 살충제의 경우 약제종류로는 44.1 % 만이, 살포 횟수로는 29.6 % 만이 고시된 농약을 사용하는 것으로 나타났다. 이와 같이 감에 고시된 살충제의 사용이 적은 이유는, 실제 단감 재배 농민들은 노린재류와 각지벌레류가 해충 중에서 가장 방제가 필요한 종류로 생각하고 있음에도 불구하고 (Lee *et al.*, 2001) 2000년 현재 이들 해충에 고시된 살충제는 4종에 불과하여 (Anonymous, 2000) 대체 약제를 임의로 사용하였기 때문으로 생각된다.

단감원에서 년 중 농약을 마지막으로 살포하는 시기는 9월 중순이 가장 많았으며, 9월 하순까지 농약살포를 마치는 농가가 2000년에는 전체 농가의 96.8%, 2001년에는 100%이었다 (Fig. 1-3).

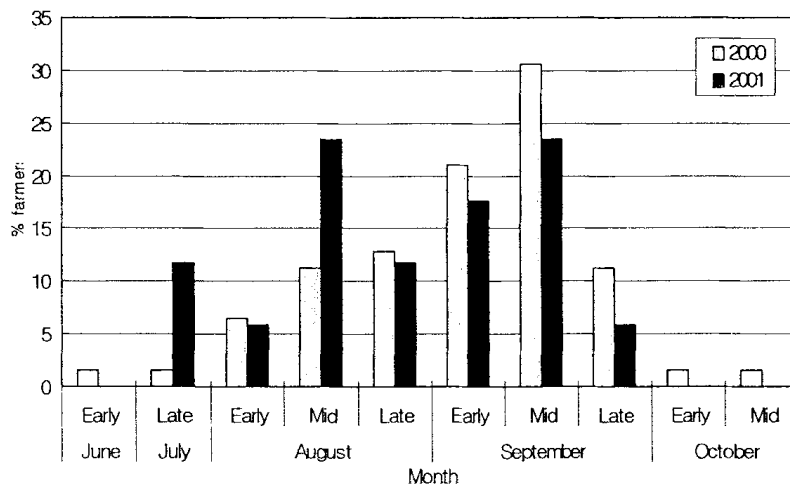


Fig. 1-3. Dates when the farmers finish pesticide application in sweet persimmon orchards.

단감의 수확이 주로 10월 하순 이후에 집중적으로 이루어지는 것을 고려하면 수확 1개월 전에 약제 살포가 끝나는 편이다. 한 달이라는 기간은 현재 감이나 단감에 고시되어 있는 약제들의 안전사용기준 (수확전 사용기간) 이상으로서 수확된 단감에서 농약의 잔류는 문제가 되지 않을 것으로 생각된다. 그러나 9월 중순 이후에 살포하는 농가나 10월 하순 이전에 단감을 수확하는 농가는 농약의 잔류 기간이 짧은 약제를 선정해야 할 것이다.

이상의 결과를 정리해보면, 경남 지방의 단감원에서는 년 평균 농약을 7회 정도 살포하는데 6월부터 8월까지 살포횟수가 가장 많았으며, 살포한 농약 중

에는 감에 등록된 약제보다는 미 등록된 약제를 더 많이 살포하는 것으로 나타났다. 이러한 조사 결과만으로는 경남 지방의 단감원에 적용할 수 있는 적절한 방제 횟수를 제시할 수는 없을 것이다. 그러나 병해충 관리가 제대로 이루어지고 있는 과원에서 3~4월의 석회유황합제 처리를 제외한 5~6회의 방제로도 검역상 문제가 되는 복숭아명나방이나 감꼭지나방과 같은 해충의 발생이 없었던 점이나 (Kang *et al.*, 2002; Lee *et al.*, unpublished data) 탄저병과 같은 병 발생이 없었던 점 (Lee *et al.*, unpublished data)으로 미루어 볼 때 9~10회까지 농약을 살포하는 것은 불필요할 것으로 생각된다. 그러나 병해충의 발생은 지역과 시기에 따라 차이가 있으므로 병해충의 발생정도나 시기에 근거하여 합리적으로 살포 횟수를 결정해야 할 것이다. 한편, 일부 과원에서는 10회까지 농약을 살포하고도 병해충의 발생이 6회 살포한 과수원보다 많았는데(Lee, D.W., observation data) 단순히 관례적인 약제 살포 횟수를 늘리는 방법에서 벗어나 대상 병해충에 대한 정확한 동정이나 생태의 이해, 적용 약제의 적절성 여부, 살포 방법의 개선 등 적극적이고 과학적인 방제 방법을 시도해야 할 것으로 생각된다. 또한 미 등록 약제의 사용에 따른 문제점을 해결하기 위해서는 주요 해충에 대한 신규 약제의 등록이 시급한 것으로 생각된다. 최근에는 국내 단감 생산이 내수 한계를 초과하여 가격의 하락을 초래함에 따라 (Anonymous, 2002) 수출시장 다변화를 위하여 미국 등 해외 시장으로의 진출을 모색하고 있다. 미국에서는 감에 최대잔류허용량(MRL)이 설정된 약제가 살균제 1종뿐이며, 살충제들 중에서도 노린재류를 방제할 수 있는 약제가 포함되어 있지 않기 때문에 (www.epa.gov) 추후 이러한 부분을 검역문제와 연관지어 고려하여야 할 것이다. 앞으로 본 조사에 나타난 단감 재배 농가의 농약 사용 실태에 근거하여 농약살포 횟수와 관련된 부가적인 연구를 통하여 합리적인 방제력의 제시가 필요할 것으로 보이며, 비 고시 농약의 사용 자제를 위한 농민 교육과 신규 병해충에 효과적으로 활용할 수 있는 방제제의 선발이 필요할 것으로 보인다.

나. 단감원의 병해충 관리 실태와 소득증대 방안에 대한 농가 의식조사

(1) 단감 재배농가의 일반 현황

설문에 응한 단감 경작자들의 나이는 60대 이상이 49.6%, 50대가 28.3%, 40대가 16.8%, 30대가 5.3%로 50대 이상의 고령층이 전체의 77.5%를 차지하였다. 단감의 재배 년수는 10~20년이 39.8%로 가장 많았으며 20년 이상이 34.5%, 5~10년이 21.2%를 차지하여 10년 이상의 재배 경험을 가진 농민들이 74.3%를 차지하여 장기간에 걸쳐 단감을 경작하였음을 알 수 있었다. 재배면적은 1~3ha가 41.6%로 가장 많았으며 1ha미만과 3~5ha가 각각 23%를 차지하였다. 재배하고 있는 단감의 품종은 97.3%가 부유(*D. kaki* 'Buyu')였고, 2.7%만이 서촌(*D. kaki* 'Secheon')을 재배하고 있는 것으로 나타났다. 단감 재배가 농가 소득에서 차지하는 비중은 응답자의 34.5%가 70% 이상이라고 응답하였고, 50~70%라는 응답자들도 24.8%를 차지하여 단감이 주 소득원인 농가가 59.3%나 되었다(Fig. 1-4).

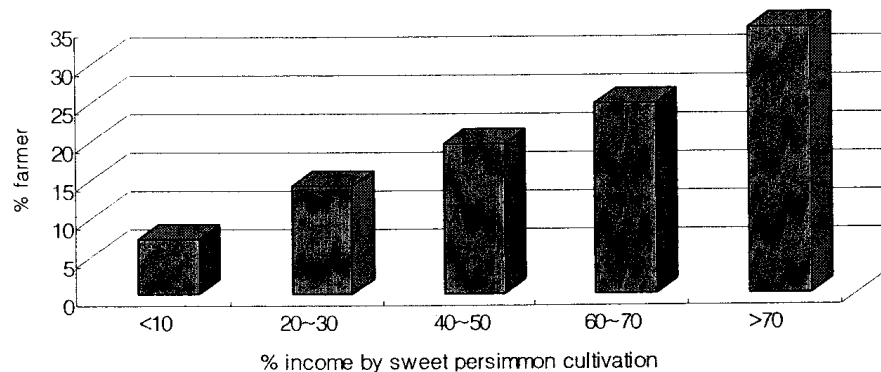


Fig. 1-4. Percentage of income by sweet persimmon cultivation to farm income.

이것은 농업 인구의 고령화라는 우리 나라 농업의 일반적인 현실(농림수산부·농어촌진흥공사 1995, 농림부 2000)과 동일한 경향으로 청장년 농촌 노동

인구의 부재가 단감 경작에 있어서도 예외가 아님을 알 수 있었다. 그리고, 대다수(75%)의 응답자가 단감을 10년 이상 재배해 오고 있는 것으로 나타났는데 이것은 설문 대상자들이 단감을 전문적으로 경작하는 조합원들을 대상으로 하였기 때문에 일반 경작자들에 비하여 상대적으로 경작 년수가 오래된 것으로 보이지만 최근 5년 사이에 단감의 경제성이 상대적으로 과거에 비하여 떨어져 참여 농가가 적었을 것으로도 생각된다. 응답자들의 23%만이 단감 재배면적이 1 ha 미만이라고 응답하였고, 2~3 ha 가 41%를 차지하여 비교적 넓은 면적의 과원을 관리하고 있는 것으로 나타났는데 설문 응답자의 33%가 단감이 농가 소득에서 차지하는 비중이 70% 이상이라고 응답한 결과와 비교해 보면 많은 단감 경작자들이 단감을 주 소득원으로 하고 있음을 알 수 있었다.

(2) 병해충 관리 실태

단감의 수량에 영향을 주는 가장 주요한 원인은 병에 의한 피해라고 응답한 경작자가 40.7%로 가장 많았으며 기상요인이 25.7%, 해충이 18.6%였다(Fig. 1-5). 병해충에 대한 판별력은 부분적으로 잘 알고 있다고 응답한 경작자가 46.0%로 가장 많았으며, 일부 알고 있다는 응답자가 35.4%, 모두 잘 알고 있다는 응답자가 15.0%, 잘 모른다가 3.5%로 나타났다.

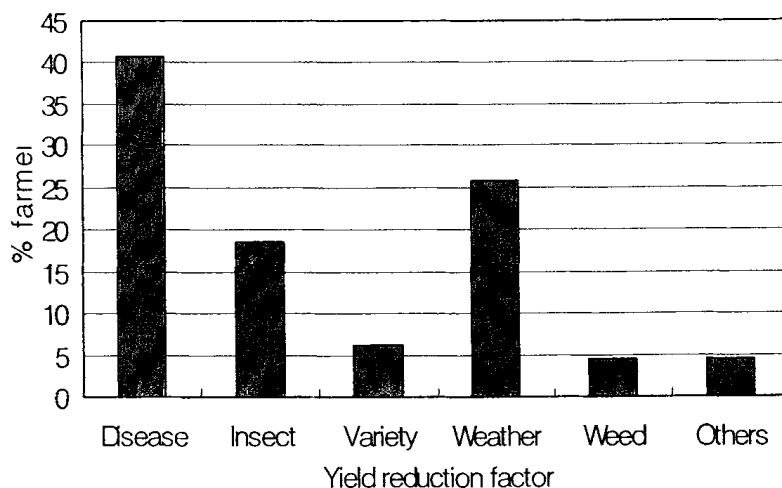


Fig. 1-5. Grower's idea on the factors affecting yield of sweet persimmon.

한편 각종 병해충에 대한 판별 능력의 정도를 묻는 질문에 ‘모두 잘 알고 있다’(15%) 또는 ‘대부분 알고 있다’(46%)라고 대답하였는데, 단감 관리를 10여 년 이상하고 있는 것에 견주어 볼 때 병해충에 대한 지식이 부족한 편이었다. 아울러 잘 알고 있다는 경작자들도 실제로는 잘 알고 있지 못한 부분들이 있었는데 이것은 각종 병해충에 대한 정보를 체계적으로 취득하지 않고, 경험이나 이웃에 문의하여 그때그때 해결하기 때문으로 생각된다. 실제 43.4%의 경작자들이 병해충 관리를 위한 정보를 자신들의 경험에 의존한다고 대답하여 자칫 잘못된 정보를 장기간에 걸쳐 수정하지 못하는 한계에 노출될 수 있는 우려를 갖게 하였다. 이것은 단감이 사과나 배와 같은 다른 과수에 비하여 병해충에 대한 연구가 부족하여 농민들이 활용할 수 있는 자료가 부족하고, 농민들도 자신의 경험이 가장 믿을 수 있다는 생각(관찰자료)을 하기 때문으로 생각된다. 방제 약제의 선정이나 방제시기의 결정과 같이 병해충에 대한 전반적인 생활사를 이해하고 있어야 하는 경우에도 경험에만 의존할 경우 불필요한 약제의 살포나 병해충의 저항성 문제 등이 야기 될 수 있고, 돌발 병해충의 발생시 효과적으로 대처 할 수 없는 문제점이 일어날 수 있다. 따라서 대학이나 연구기관에서 얻어진 연구 결과를 농민들이 이용할 수 있도록 적극적 지도와 홍보가 필요할 것으로 생각된다. 경우에 따라서는 농가 특유의 관리 기술이 활용성이 높거나 병해충 방제에 효과적인 것들이 많은데, 이러한 정보를 많은 경작자들이 공유할 수 있는 방안이 강구되어야 할 것이다.

가장 문제시되는 병은 탄저병(응답자의 64.6%)이라고 하였으며 그 다음이 등근무늬낙엽병(19.5%)이었다(Fig 1-6A). 가장 문제시되는 해충은 노린재류(73.5%)라고 하였으며 다음이 깍지벌레류(19.5%)이었다(Fig 1-6B). 한편 미국 측의 검역 해충인 복숭아명나방은 경작자들이 전혀 방제에 문제가 없는 해충으로 인식하고 있었다.

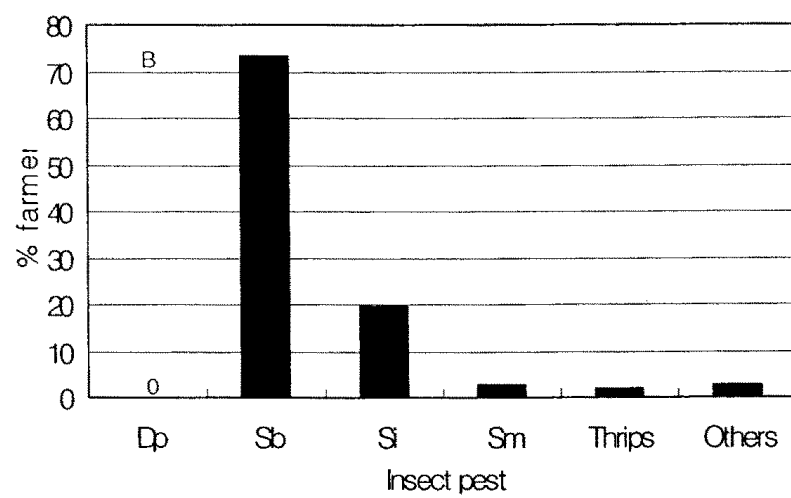
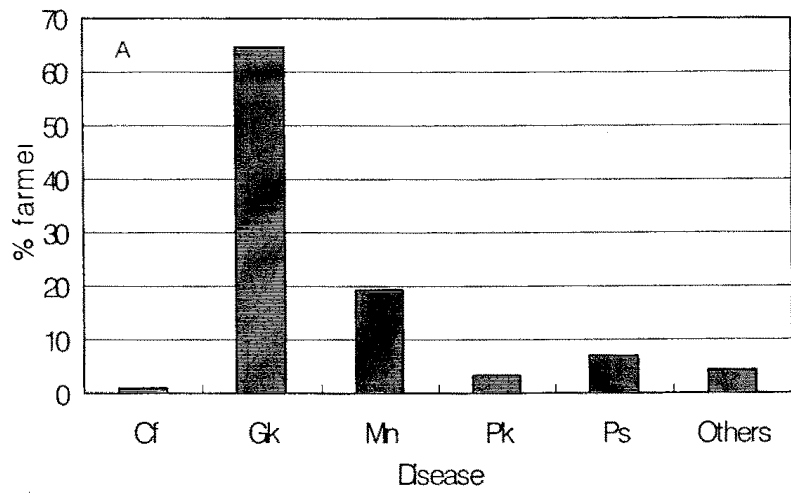


Fig. 1-6. Grower's idea on the major diseases(A) and insect pests(B) of sweet persimmon.

(A) Cf; *Capnophaeum fluginodes*, Gk; *Gloeosporium kaki*, Mn; *Mycosphaerella nawae*, Pk; *Pyllactinia kakicola* and Ps; *Phomopsis* sp..

(B) Dp; *Dichocrocis punctiferalis*, Sb; Stink bugs, Si; Scale insect and Sm; *Stathmopoda masinissa*.

단감에 발생하는 병은 낙엽병류와 탄저병, 흰가루병, 반점성병 등이 있는데 (하 등, 1991) 단감 경작자들은 탄저병에 의한 피해가 가장 심각하다고 응답하였다. 강과 박(1985)도 진주와 김해지역의 단감원에서 조사한 바로도 수량에 직접적인 영향을 미치는 병은 동근무늬낙엽병과 탄저병이라고 하였는데, 본 조사 결과 많은 경작자들이 탄저병이 다른 병에 비하여 방제가 어렵다는 의견이 많았다. 한편 해충의 경우 응답자의 73%가 노린재에 의한 피해가 가장 문제라고 하였고, 그 다음이 깍지벌레라고 답하였다. 반면 미국의 검역해충이면서 가장 많은 농약이 고시되어 있는 감꼭지나방은 응답자의 3%만이 문제 해충으로 인식하고 있었고, 특히 복숭아명나방이 문제 해충이라고 응답한 경작자는 한 명도 없었다. 이 결과는 현재의 방제 체계 하에서는 이들 검역해충이 문제가 되지 않는다는 것을 의미하여, 원예연구소에서 진영지역의 단감 수확과를 조사한 결과 감꼭지나방과 복숭아명나방에 의한 피해가 전혀 없었다(원예연구소, 2000)는 사실로써 뒷받침된다고 할 수 있다. 김 등(1997)은 단감 잎 가해 해충으로는 뽕밀깍지벌레와 감나무잎말이나방이 중요하고, 과실에는 감꼭지나방과 복숭아명나방이 주로 피해를 주며, 노린재류와 깍지벌레류는 과실의 상품성을 저하시킨다고 하였다. 그러나 단감 경작들은 나방류는 방제가 용이하여 큰 문제가 되지 않는다고 하는 것이 일반적인 견해였다. 반면 임 등(1988)이 잠재해충으로 구분한 노린재의 경우 현재는 방제 약제의 부족과 7월 이후부터 수확기까지 지속적으로 과실을 흡즙하여 상품성을 저해시키기 때문에 가장 문제시되는 해충으로 인식되고 있었다. 정 등(1995)도 과수원의 관리 상태에 따라 차이가 있기는 하지만 노린재류에 의한 단감의 피해는 7월에서 10월까지 나타나며 9월의 피해과율은 6.3~44.3%로 많은 피해를 주는 것으로 보고하였다.

병해충 방제를 위한 정보나 지식을 얻는 출처는 응답자의 43.4%가 본인의 경험에 의존한다고 하였으며 전문기관에 문의하는 경우는 27.4%였다(Fig. 1-7A). 농약의 살포방법은 대부분의 농가가 동력분무기를 이용하고 있었고 (91.2%), 병해충 방제 약제의 선정은 본인의 경험이라고 응답한 경작자가 34.5%였으며, 단감조합에 문의가 23.9%, 농약회사의 방제력이 19.5% 등을 차지하였다(Fig. 1-7B). 약제 처리시기의 결정도 31.0%가 본인이 직접 병해충을 조사하여 결정한다고 하였고, 24.8%는 농약회사의 방제력을 참고로 한다고 하였다(Fig. 1-7C).

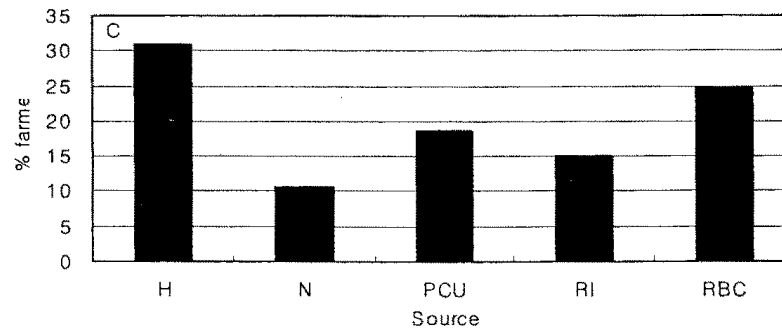
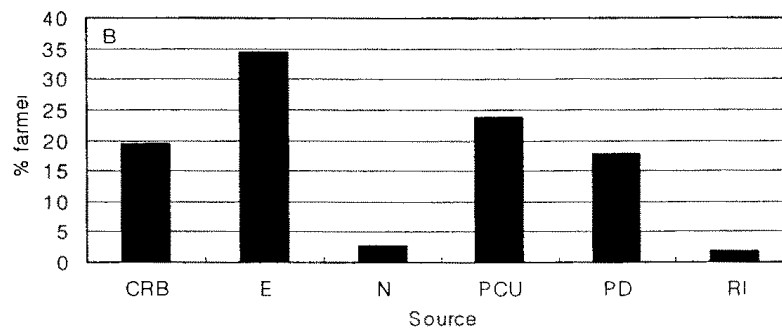
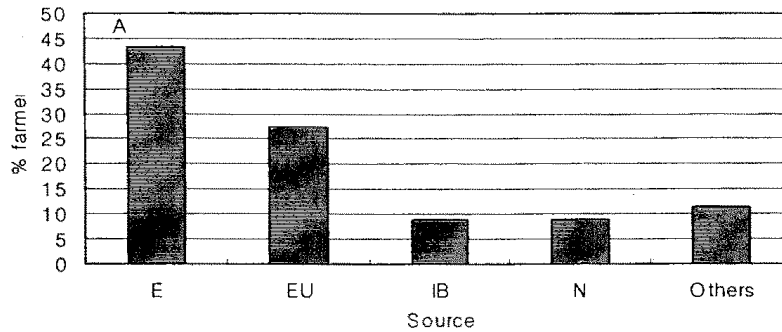


Fig. 1-7. Information sources on pest management strategies(A), decision making for pesticide selection and application time(C).

(A) E; Experience, EU; Experiment station or university, IB; Internet or book and N; Neighbor.

(B) CRB; Company's recommendation book, E; Experience, PCU; Persimmon co-operative union, PD; Pesticide dealer and RI; Research institute.

(C) H; Himself or herself, N; Neighbors, PCU; Persimmon co-operative union, RI; Research institute, RBC; Recommendation book or company.

약제 선정 시 고려하는 항목은 가격과 약효라고 응답한 경작자가 38.1%였으며, 약효라고 응답한 경작자는 22.1%였다(Table 1-4).

Table 1-4. Farmer's main criterion for the selection of pesticides.

	Toxicity	Cost	Effective D.*	Efficacy	Formulation	Others
Toxicity	2.7*	2.7	1.8	15.9	-	-
Cost		6.2	0.9	38.1	-	-
Effective D.*			1.8	4.4	-	-
Efficacy				22.1	0.9	1.8
Formulation					-	-
Others						0.9

* Effective duration

** Percentage

농약사용의 기준 이행 여부를 묻는 질문에 37.2%가 간혹 어긴다고 답하였으며 1.8%는 자주 어긴다, 61.1%는 철저히 지킨다고 응답하였다. 연간 방제 횟수는 8~9회가 56.6%로 가장 많았으며 6~7회가 29.2%, 10회 이상이 10.6%, 3~5회가 3.5%를 차지하였다. 병해충 방제력은 49.6%가 중요 사항을 메모하는 수준이었고, 23.9%는 자세히 적는다고 응답하였으며 14.2%는 간혹 적는다고 하였고, 12.4%는 전혀 적지 않는다고 하였다. 방제력 작성이 병해충 관리에 도움이 된다는 의견이 68.1%를 차지하였으며 21.2%는 매우 도움이 된다고 하였고, 10.6%는 그저 그렇다라고 응답하여 방제력의 작성이 전반적으로 영농에 도움이 되고 있는 것으로 인지하고 있었다. 단감 경작자들이 병해충 관리에 가장 애로점으로 삼는 부분은 방제 비용이었고(35.4%), 병해충에 대한 지식 부족(26.5%), 관리 인력의 부족(16.8%) 등이었다(Table 1-5).

Table 1-5. Grower's idea on the main problems in sweet persimmon production

Item	% farmers
High cost of pesticides	35.4 %
Lack in knowledge on pests	26.5 %
Lack of labor	16.8 %
Lack of pesticides	5.3 %
Low efficacy of pesticides	15.9 %

그러나 현재 감에 고시되어 사용할 수 있는 살충제는 27종이지만 대부분 문제 해충이 아닌 감꼭지나방 방제를 위한 것이고, 문제 해충인 노린재나 각지벌레류의 방제약제는 4종에 지나지 않는다(한국감연구회, 2001). 따라서 이들 해충을 대상으로 하는 방제약제에 대한 다각적 검토가 조속히 이루어져야 할 것으로 생각된다. 사용 가능한 방제 약제가 부족함에도 불구하고 5%의 응답자만이 방제 약제 부족이 애로점이라고 응답하였는데, 이는 37%의 응답자만이 농약사용지침서를 철저히 준수한다는 설문 결과로 볼 때, 일부 농가들이 자신들의 경험을 바탕으로 단감에 고시되지 않은 약제를 사용하기 때문으로 생각된다.

단감원의 연간 방제 횟수는 56%가 8~9회라고 응답하였는데 일부 농가의 경우 6회 정도의 방제를 하고 있었다. 아울러 단감 경작자들의 가장 큰 애로사항은 약제비용이라고 응답하였는데 상품성과 경제성을 고려한 적절한 방제시기나 횟수의 규명을 위한 연구가 수행되어야 할 것으로 생각된다. 한편 병해충의 판별 능력이 우수하다는 의견과는 상반되게 병해충에 대한 지식의 부족이 문제점이라고 응답한 경작자도 27%나 되었다. 즉 병해충의 종류는 알고 있으나 그들의 생리나 생태, 방제 방법과 같은 전문적인 문제는 잘 알지 못하고 있는 것으로 파악되었으므로 앞으로 이런 부분에 대한 연구와 지도가 요구된다고 할 수 있다.

(3) 단감의 경제성 제고 방안

단감이 다른 작물이나 과수에 비하여 경제성이 어떠한지 질문에 46.0%가 보통이라고 하였으며 31.0%는 낮다고 응답하였다. 높다는 응답자는 13.3%, 매우 낮다는 응답자는 9.7%였다. 단감의 경제성 제고를 위하여 가장 절실한 것은 수출이라고 응답한 경작자가 34.5%로 가장 많았으며 육종을 통한 신품종 육성이 28.3% 등이었다. 그리고 두 번째로 필요한 조치는 생산 단가를 줄일 수 있는 방법의 개발(15.9%)와 새로운 가공 방법의 개발(14.2%) 등이었다(Table 1-6).

Table 1-6. Grower's idea on the strategies for increasing net income in sweet persimmon production

Item	% farmers
Decrease of production cost	15.9 %
Development of new processing	14.2 %
Development of new variety	28.3 %
Increase of export	34.5 %
Reduction of cultivation area	5.3 %
Others	1.8 %

수출용 단감의 문제점은 품질이라고 응답한 경작자들이 46.9%, 가격 경쟁력(28.3%), 수입국 소비자의 기호(14.2%), 병해충 문제(5.3%) 등이었다. 단감의 수출 물량이 증가 할 경우 수출에 응할지 여부를 묻는 질의에는 94.7%가 참여를 희망하였다. 그리고 기존 수출용 단감의 가격 책정이 낮다는 의견이 61.1%로 지배적이었으며 적정하다 37.2%, 높다는 의견이 1.8%였다. 단감을 수출용으로 공급하기 위하여 별도의 작업을 통해 병해충의 제거나 포장 등의 작업을 하겠다는 의견이 82.3%였으며 하지 않겠다는 응답자는 10.6%, 노동력 부족 등의 이유는 별도 작업이 필요 없는 내수용으로만 공급하겠다는 의견이 7.1%였다. 수출에 대한 호응이나 인식이 높음에도 불구하고 상대국의 검역기준에 적합한 방제 체계로 과수원의 관리를 바꾸겠다는 경작자는 29.2%에 지나지 않았으며 65.5%는 경제성을 고려하여 결정하겠다는 유동적인 의견을 제시하였다.

단감 재배가 다른 작물에 비해 경제성이 있다는 응답자가 50%로서 많은 경

작자들이 다른 작물에 비하여 경제성이 없다고 하였다. 이것은 단감생산량이 매년 증가함에 따라 상대적으로 가격이 낮게 형성되어 소득이 매년 감소하기 때문으로 생각된다. 이러한 경제성 감소의 해결책으로 수출 증대(35%)와 신제품 육성(28%), 생산비의 절감(16%), 새로운 가공법의 개발(14%) 등을 제시하여 내수 시장의 공급과잉에 따른 가격 하락을 수출을 통한 소비 증대로 해결하는 것이 바람직하다는 의견이 많았다. 그리고 대부분의 경작자들은 수출에 대한 참여 의사가 있는 것으로 나타나 검역문제와 같은 국가간 농산물 수출에 대한 문제가 해결되어 수출이 증대되기를 희망하여 수출형 단감 생산을 위한 기술 개발과 함께 대외 수출을 증대시킬 수 있는 다양한 방법을 강구하여야 할 것으로 생각된다.

제 2 절. 주요 해충의 발생소장과 피해

1. 신 해충 감관총채벌레의 최초발견과 동정 및 그 피해

가. 서 언

우리 나라에서 단감을 포함한 감(*Diospyros kaki* Thunb.)의 재배면적은 90년대 이후 꾸준히 증가하여 2001년 현재 30.1 ha로서 과수 중에서 재배면적이 가장 넓다(Anonymous, 2001). 그러나 단감에 관련된 병해충 연구는 다른 과수에 비해 상대적으로 활발하지 않다. 비록 우리나라에서 단감과 고염을 포함한 감의 해충이 99종이 기록되어있지만(Anonymous, 1986), 그들 중 많은 수가 신뢰하기 어려운 문헌에서 인용된 것들로서, 실제로 상업적인 단감과원에 경제적 피해를 주고 있는 종에 몇 종에 불과하다. 2000년부터 2개년 동안 단감과원에서 조사한 바에 따르면 노린재류가 주요 해충이었으며, 그리고 다른 연구자들에 의해 중요 해충으로 보고된 2종류의 깍지벌레 (*Cerostegia japonicus* 와 *Eriococcus lagerstroemiae*)는 (Park *et al.*, 1992; Kwon *et al.*, 1995; Kim *et al.*, 1997) 낮은 밀도로 발생하고 있었다. 이 조사 사업을 진행하는 과정에서 많은 수의 총채벌레에 의한 단감나무 잎의 잎말림 피해를 확인하였다. 그 총채벌레가 감관총채벌레(신칭: Japanese gall-forming thrips, *Ponticulothrips diospyrosi* Haga et Okajima (Thysanoptera: Phlaeothripidae))로 동정되었기에, 그것의 형태적, 생태적 특성과 경남지방에서 피해증상을 간단히 소개한다.

나. 감관총채벌레의 발견과 동정

2000년 6월 21일 창원의 단감 재배농인 감부돌씨가 총채벌레에 의해 피해를 받은 단감 잎을 우리 실험실로 가져왔다. 그 총채벌레를 총채벌레 분류 전문가인 Tokyo University of Agriculture의 S. Okajima 박사에게 보내어 분류를 의뢰한 결과 Japanese gall-forming thrips, *P. diospyrosi*로 동정되었다. 우리나라의 농촌진흥청 농업기술원에서 발간된 "과수해충도감"에는 감에서 짙은 관총채벌레에 속하는 총채벌레의 사진 2장이 수록하고, '관총채벌레의 일종'이라고

기재하였다 (Anonymous, 1988). 그 도감에 수록된 총채벌레가 우리가 분류한 감관총채벌레와 同種인지는 사진만으로는 알수가 없다. 따라서 감관총채벌레는 우리나라에서 처음으로 기재되는 것이다.

다. 경남에서 감관총채벌레의 분포(2000년)

2000년 경남지방의 부유 단감과원에서 *P. diospyrosi* 의 분포를 조사하였다. 과원의 크기에 따라 과원당 3~10 그루를 임의로 선정하였고 각 나무로부터 임의로 10개의 신초를 선정하여 피해받은 잎, 피해받지 않은 잎, 그리고 과일의 수를 세었다. 조사 과원 중에서 창원의 1개 과원과 김해의 1개 과원에서 총채벌레에 의한 피해가 관찰되었다. 두 과원에서 피해엽율은 각각 0.7%와 2.3%였으나 조사된 샘플에서 被害果는 발견되지 않았다(Table 2-1-1). 그러나 같은 과원의 다른 나무에서 피해과를 발견하여 과실피해증상을 촬영하였다(Park *et al.* unpublished data).

Table 2-1-1. Field survey on the occurrence of Japanese gall-forming thrips, *Ponticulothrips diospyrosi*, in Gyeongnam province in 2000

Date of survey	Location	No. orchards surveyed	No. trees observed	No. leaves observed	No. fruits observed	% damaged	
						leaves	fruits
Jul. 6	Sancheong	1	10	1,083	187	0.0	0.0
	Hamyang	1	10	988	149	0.0	0.0
Jul. 7	Sacheon	3	20	2,259	323	0.0	0.0
	Jinju	2	13	1,397	174	0.0	0.0
	Changwon ¹	1	5	560	74	0.71	0.0
	Changnyeong	1	10	838	139	0.0	0.0
	Jinyeong	1	10	912	149	0.0	0.0
	Gimhae	1	5	472	71	2.33	0.0
Total		11	83	8,509	1,266	0.18	0.0

¹ A sweet persimmon orchard where the *P. diospyrosi* was first collected in Korea.

라. 감관총채벌레의 피해증상과 형태적 특징

감관총채벌레의 성충은 월동지역으로부터 과원으로 비래하여 어린 단감 잎을 섭식한다. 피해를 받은 잎은 가장자리부터 세로로 말리며 (Photo. 2-2-1A, B), 감관총채벌레는 그 속에서 계속 섭식한다. 피해과의 표면에는 약 0.5mm의 갈색 또는 자갈색 반점이 생기며, 과실이 자람에 따라 반점들이 밴드모양을 형성하기도 한다 (Photo. 1-C, D). 감관총채벌레는 오직 감만을 가해하며, 잎에 뿔모양의 혹을 형성하기 때문에, 이러한 피해 증상은 감관총채벌레의 발생을 확인할 수 있는 좋은 수단이 된다 (Umeya *et al.*, 1988; Koji and Ohguchi, 1998). 이 총채벌레의 창궐 때문에 낙엽에 뿔 모양의 혹이 생겨났고, 이 피해 증상은 이 총채벌레의 발생에서 유용한 키이다. 성충 암컷과 수컷은 몸 전체가 흑색 또는 흑갈색이며 유충은 황갈색이다 (Photo. 2-2-1 E, F).

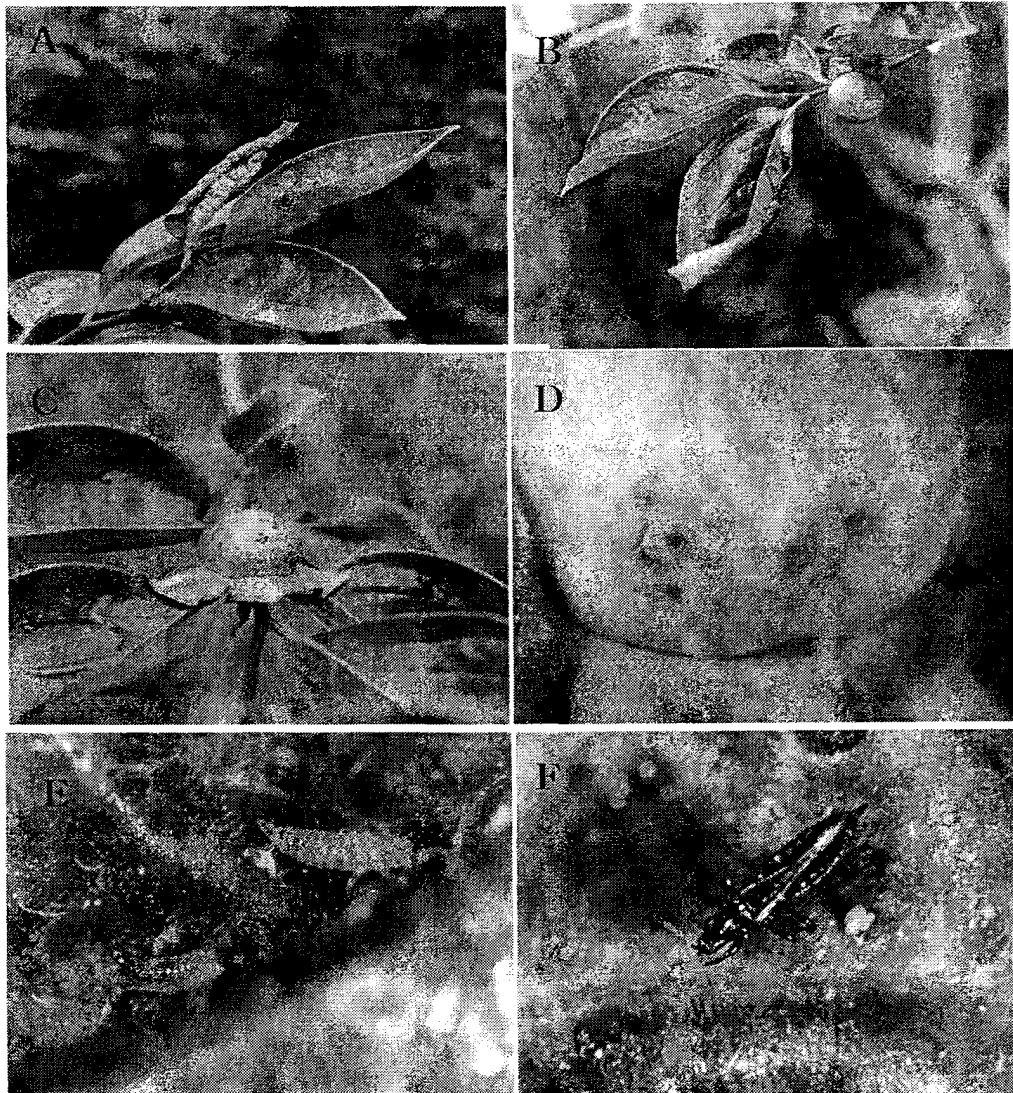


Photo 2-1-1. Damage symptoms on leaves (A, B), fruits (C, D enlarged), and *Ponticulothrips diospyrosi* larvae (E) and adult (F).

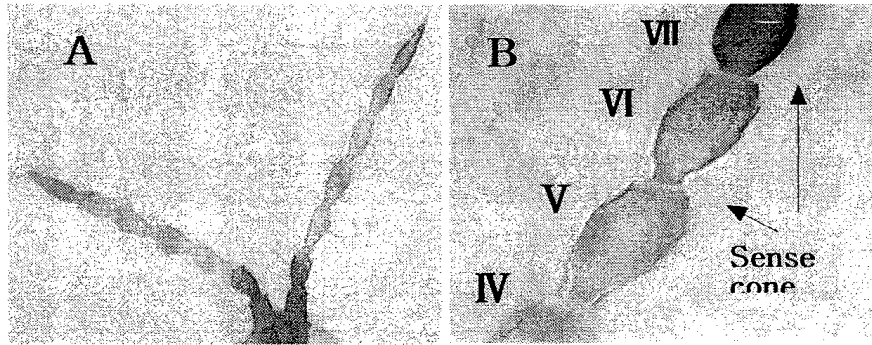


Photo 2-1-2. Antennae of *Ponticulothrips diospyrosi*.

성충의 몸길이는 3,040 μm (2,540 μm to 3,171 μm) (n=21) 이며, 촉각은 8마디

로서 (Fig. 2-A) 길이가 $550 \pm 29 \mu\text{m}$ 이다. 첫째 마디는 어두운 갈색, 둘째 마디는 첫째마디와 같지만 끝부분이 더 넓다. 세 번째에서 여섯 번째 마디는 연한 갈색, 일곱 번째 마디에서 기부쪽 1/3은 연한 갈색, 일곱 번째의 다른 부분과 여덟 번째 마디는 갈색이다 (Photo 2-1-2 A). 촉각 여섯 번째 마디의 감각뿔(sense cone)이 가장 길고 다섯 번째 마디의 것이 그 다음으로 길다 (Photo 2-1-2 B). Haga 와 Okajima (1983)는 감관총채벌레를 신종으로 발표하면서 형태적 특징을 자세히 묘사하였고, Umeya 등(1988)도 이러한 형태적 특징을 기술하고 있다(Fig. 2-1-3).

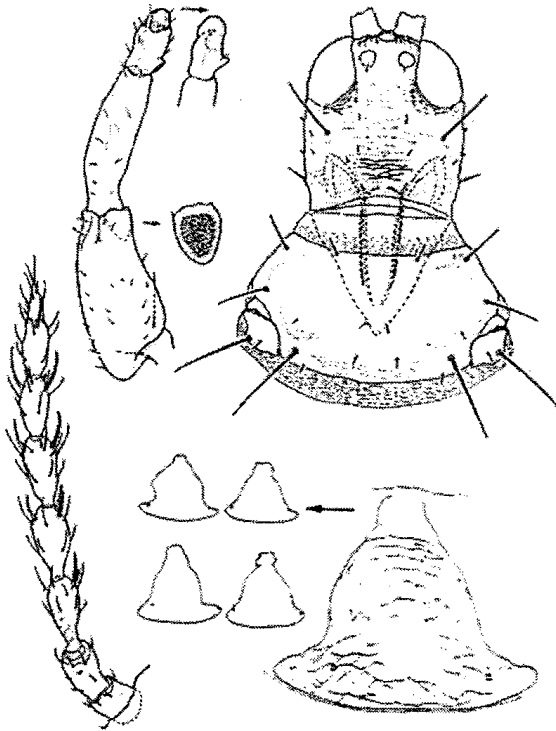


Photo. 2-1-3. Morphological characters of *P.diospyrosi*.

마. 감관총채벌레의 생태

일본에서 감관총채벌레는 1975년 Okayama현에서 처음 발견된 이후 현재는 전국적으로 확산되었다 (Takashi, 1979; Haga and Okajima, 1983; Yamada, 1987; Uchiyama *et al.*, 1996). 일본에서 감관총채벌레의 생태에 대한 연구 결과를 보면, 년 1세대 발생하며 때로는 제2세대가 소량 발생하여 여름에 나오는 2차가지의 잎에 흑을 형성하기도 한다 (Koji and Ohguchi, 1998). 성충은 여름에서 겨울까지 단감나무, 소나무, 편백나무, 떡갈나무의 껍질 밑이나 또는 갈라진 틈에서 하면과 동면을 하고, 다음 봄에는 감나무의 새 잎에 흑을 형성하며, 그 흑에 산란한다. 일본의 Okayama현과 Fukuoka현에서는 이듬해 봄 4월 하순에서 5월 초에 성충이 월동처로부터 단감나무의 어린 새순으로 이동한다. 제1세대 성충은 6월 초부터 우화하여 6월 중순부터 월동장소로 이동한다(Yamada, 1987; Umeya *et al.*, 1988). 본 조사에서 관찰한 결과 우리나라에서의 생태도 이와 유사하다고 생각된다. 2000년 6월 21일 창원의 감부들씨가 피해잎을 실험실로 가져왔을 때, 피해잎 속에는 수십마리의 유충, 번데기, 성충이 서식하고 있음이 발견되었다. 그러나 2000년 7월 6일과 7일에 창원의 단감원을 방문하여 조사했을 때에는 말린 잎 안에서 단 한 마리의 감관총채벌레도 찾을 수 없었고, 다른 과수원의 말린 잎 속에서 몇몇 성충을 발견했을 따름이다. 이와같이 우리나라에서 감관총채벌레의 생태가 일본에서와 유사할 것으로 생각되기는 하지만 아직까지 우리나라에서는 이 해충의 생태 및 방제에 대한 연구가 거의 없는 상태이므로 앞으로 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

2. 애기유리나방의 발생소장

가. 서언

애기유리나방(*Synanthedom tenuis* Butler)은 그 유충이 주로 감나무 수간 분지부의 수피밑 형성층을 가해하는 지간해충(枝幹害虫)이다. 본종이 많이 가해하면 수세가 약해져 과실비대에도 영향을 미칠 뿐만 아니라 상당히 굵은 가지도 바람에 부러지기 쉽고 심하면 어린 나무의 수명도 단축시킨다. 이 해충은 연간 발생기간이 길고 감나무 수간 내부에 가해하므로 유충에 대한 약제살포 효과가

불충분하며 매년 그 피해가 증가하는 추세이나 본 해충에 대한 발생 양상이나 방제방법에 알려진바 없다. 따라서 본 연구에서는 애기유리나방의 성페로몬 트랩을 이용하여 1998, 2001, 2002년의 3년 동안 김해지역의 단감과원에서 발생소장을 조사하였다.

나. 조사방법

본 실험은 1998년 5월에서 9월사이 김해시 한림면 명동리소재 단감과원 2.5ha 과 10a 포장(부유 30년생 50분재식) 2곳에서 하였고 2001년 2002년에는 김해시 한림면 명동리 2곳 포장에서 예찰용 성페로몬을 설치하여 10일 간격으로 트랩에 유살된 총의 숫자를 조사하였다. 본 실험에 사용한 애기유리나방 합성 성페로몬은 일본 산케이 화학 그룹 산하 Earth Biochemical 제품인 발생예찰용 페로몬(Pheromone Otsuka for Cherry Tree Borer)을 사용하였다. 성분은 (*E,Z*)-3,13-octadecadienyl acetate 39% 및 (*Z,Z*)-3,13-Octadecadienyl acetate 39%를 1:1 비율로 혼합한 적량을 무게 약 900mg의 고무 쥘(내경 6mm, 길이 11mm)에 침적한 것을 사용하였고 30일간격으로 새로 교체 하였다. 사용한 트랩은 윈트랩(Intercept Wing Trap. I.P.M. Techonolgies, Inc.)으로 지상에서 1.5m 높이로 감나무 가지에 철사로 매달아 설치하여 10일 간격으로 트랩에 유살된 숫자를 조사하였다.

다. 결과 및 고찰

실험결과 복숭아, 매실의 예찰용 성페로몬에는 감나무 단식성인 애기유리나방의 유인효과가 상당히 높았음을 알수 있었다. 본 실험을 통하여 유살된 시기 별로 발생양상은 연 2회의 발생피크가 보였는데 첫 번째는 5월 중순에서 6월말 까지 발생이 많았고 두 번째는 7월 하순부터 9월 중순까지인 것으로 나타났다 (Fig. 2-2-1). 2개의 실험 포장이 모두 산간지에 연결된 과원으로 평탄지 과원과 대조해 조사하지 못했다.

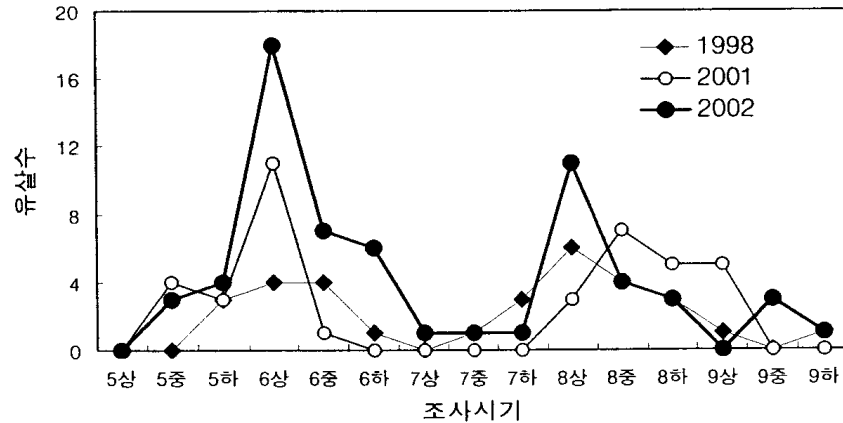


Fig. 2-2-1. Seasonal occurrence of smaller clearwing moth monitored by sex pheromone traps in sweet persimmon orchard in Kimhae, Korea.

3. 복숭아명나방의 발생소장

가. 서언

2000년 현재 우리나라의 감 재배 면적은 31,193 ha로서 과수 중에서 재배면적이 가장 넓고 생산량은 287천 톤에 이르고 있으며, 단감은 전체 감 재배면적의 76.4 %를 차지하고 있다 (Anonymous, 2001a). 그러나 단감은 1990년대 중반 이후 공급량이 늘면서 매년 가격이 큰 폭으로 감소하고 있으며 (Anonymous, 2002), 그에 따라 소득율도 '91-'93년의 76.1%에서 '98-'00년의 62.6%로 하락하였다 (Anonymous, 2001b).

이러한 내수 가격의 하락을 막기 위해서는 생산량 축소와 수출이라는 두 가지의 해결 방안이 있을 수 있다. 생산량은 摘果 및 摘櫛를 적절히 하고, 일부 단감조합에서 실시하고 있는 間伐을 통하여 줄일 수 있다. 그러나 수출에는 검역문제가 수반되며, 미국 측에서는 우리나라 단감에 감꼭지나방 (*Stathmopoda masinissa*), 복숭아명나방 (*Conogethes punctiferalis*), 온실가루각지벌레 (*Planococcus kraunthiae*), 감나무주름응애 (*Tenuipalpus zhizhilashiriliae*)의 4종이 잔존한다 하여 (Stewart, 1997) 우리나라 단감의 수입을 거부하고 있는 실정이다. 따라서 이러한 검역문제에 적극적으로 대처하기 위해서는 우선 이들

해충이 재배기간 중에 어느 정도 발생하며, 또한 수출을 하는 부위, 즉 수확기의 과실에 어느 정도 발생하는지를 조사할 필요가 있다.

복숭아명나방은 사과, 배, 복숭아, 밤 등의 해충으로서 (Kono *et al.*, 1982; Anonymous, 1986; 1988; Lee *et al.*, 1999; Choi, 1998; Kimura and Honda, 1999) 우리나라의 밤 과원에서는 지역에 따라 2-3세대 발생한다(Choi, 1998). 우리나라의 단감원에 복숭아명나방이 발생한다는 보고로는 Jeong(1995)과 Kim *et al.* (1997)이 있으나, 현재까지 단감 과원에서의 발생소장을 조사한 결과는 없으며, 수확과에 얼마나 존재하는지에 대한 결과로는 Jeon *et al.* (2000)이 김해지역에서 조사한 보고를 제외하면 찾아볼 수가 없다.

따라서 본 연구에서는 경남지방의 단감과원에 수은 유아등(4개 과원)과 성페로몬 트랩(7개 과원)을 설치하여 2000년과 2001년의 2년 동안 이 해충의 발생소장을 조사하였고, 1999년부터 2001년까지 3년 간 복숭아명나방에 의한 피해가 수확기의 과실에 어느 정도 나타나며, 유충이 얼마나 잔존하는지를 조사하였다.

나. 재료 및 방법

우리나라 남부지방의 단감원에 수은유아등과 성페로몬 트랩을 설치하여 2000년과 2001년의 2개년 동안 복숭아명나방의 발생양상을 조사하였다. 수은등(200W, Hanyoung Electronics Co. Seoul, Korea)은 진주, 사천, 김해, 산청의 4개 과수원에 1개씩 설치하였다. 수은등의 점등시기는 2000년은 4월 중순 또는 하순이었고, 2001년은 5월 26일이었다. 채집은 주 1회 하루씩으로 하였다. 매주 일정한 요일에 해지기 전에 과수원에 가서 수은등을 점등하고 이튿날 아침 유살된 곤충을 수거하여 실험실에서 복숭아명나방의 유살수를 조사하였다.

성페로몬 트랩은 윈트랩(Intercept W trap, IPM Technologies, Inc.)을 사용하였고 미끼(lure)는 서울대학교 농업생명과학대학에서 제조한 것으로서 (*E*)-10-hexadecenal과 (*Z*)-10-hexadecenal을 75:25로 혼합하여 1mg을 고무격막에 침적시킨 것이었다. 성페로몬 트랩은 경남지역의 진주, 사천, 김해, 산청, 창녕 등의 7개 과수원에 설치하였고 과원의 크기에 따라 과원 당 2-3곳에 설치하였다. 2000년에는 4월 말 또는 5월 초부터, 2001년에는 5월 26일부터 매주 1회 유살수를 조사하였다. 발생소장을 조사한 과수원에 대해서는 2개년 동안의 방제력을 수집하여, 수출 또는 내수용을 생산할 목적으로 방제를 집중적으로

실시하여 단감을 생산하는 과원(집중방제 과원)과, 자가소비 또는 내수용을 목적으로 비교적 방제가 소홀한 과원(방제소홀 과원)의 두 그룹(Table 1)으로 나누어 발생소장을 정리하였다.

복숭아명나방에 의한 수확시기의 과실에 대한 피해율은 1999년에는 10월 25일부터 11월 5일까지 수확후 포장단계의 과실을 과원당 60-80개 구입하여 조사하였고, 2000년에는 10월 31일부터 11월 15일까지, 2001년에는 11월 7일부터 11월 9일까지 조사하였다. 2000년과 2001년에는 수확하기 전의 나무에 달려있는 과실을 대상으로, 2000년에는 과원 당 10주의 나무에서 주당 10과를, 2001년에는 과원 당 20주의 나무에서 주당 20과를 임의로 선정하여 육안으로 피해여부와 복숭아명나방 유충의 잔존 여부를 조사하였다.

다. 결 과

(1) 발생소장

가) 수은유아등 조사 : Fig. 2-3-1은 방제소홀 과원(A, B, C)과 집중방제 과원(D)에서 수은 유아등으로 조사한 복숭아명나방의 발생양상이다. 이들 4개의 과원에는 성페로몬 트랩도 함께 설치하였다. 세 지역의 방제소홀 과원에서 모두 3회의 뚜렷한 발생피크가 관찰되었는데, 월동세대(제1화기)의 초 발생시기는 6월 상순이었고, 제 1, 2, 3화기의 발생최성기가 각각 6월 하순, 8월 중순, 9월 하순이었다. 한편 집중방제 과원인 진영에서는 2년 동안 단 한 마리도 채집하지 못하였다. 방제가 소홀한 3개 과수원 중에서 산청의 과원에서 발생량이 가장 많아 2년 간 157마리가 유살되었고, 사천과 금곡에서는 각각 24마리와 20마리가 유살되었다.

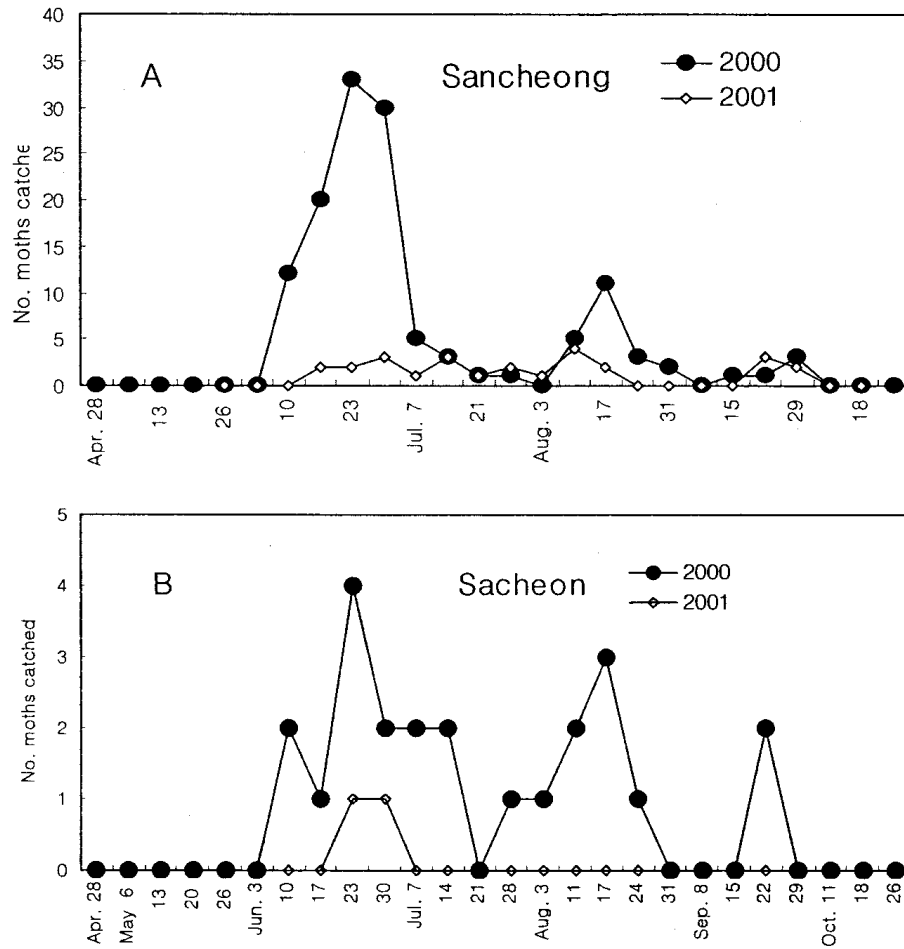


Fig. 2-3-1. Seasonal occurrence of peach pyralid moths by mercury light traps in Fuyu persimmon orchards subjected to less intensive (A, B, C) and intensive (D) control pressure in southern region of Korea. There is a strong possibility that the moths were attracted to the traps in persimmon orchards from adjacent chestnut orchards or other host plants.

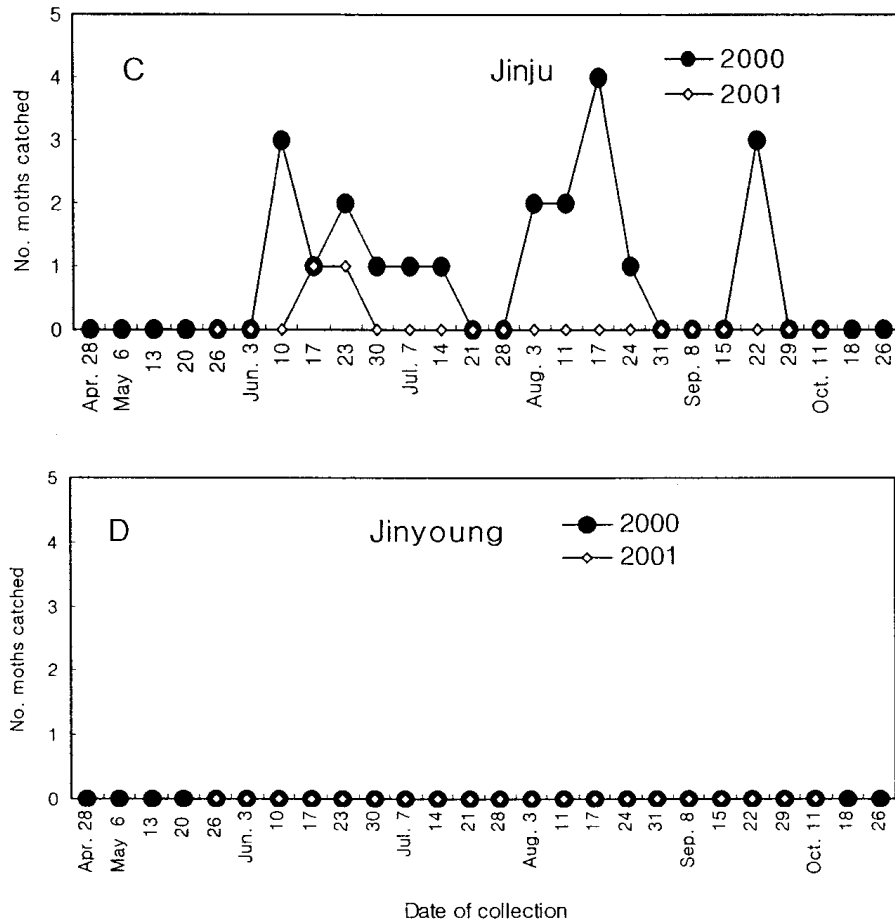


Fig. 2-3-1. Continued

나) 성페로몬트랩 조사 : Fig. 2-3-2는 방제소홀 과원에서 성페로몬 트랩으로 조사한 복숭아명나방의 발생 정도와 양상을 나타낸 것이다. 세 지역에서의 유살소장을 볼 때 단감원에서는 년 중 3번의 발생피크를 보이고 있다. 월동세대(제1화기)이 초 발생하는 시기는 6월 상순이었으며, 제 1, 2, 3화기의 발생최성기는 각각 6월 중순, 7월 하순~8월 중순 및 9월 하순이었다. 또한 산청의 과원에서 유살량이 가장 많아서 2년 동안 총 52마리가 유살되었고 사천과 금곡에서는 적게 유살되었다. 이러한 유살소장은 수은유아등에 의한 유살소장과 동일하였는데 이는 조사방법이 다를 뿐 조사대상 과원이 동일하기 때문일 것이다.

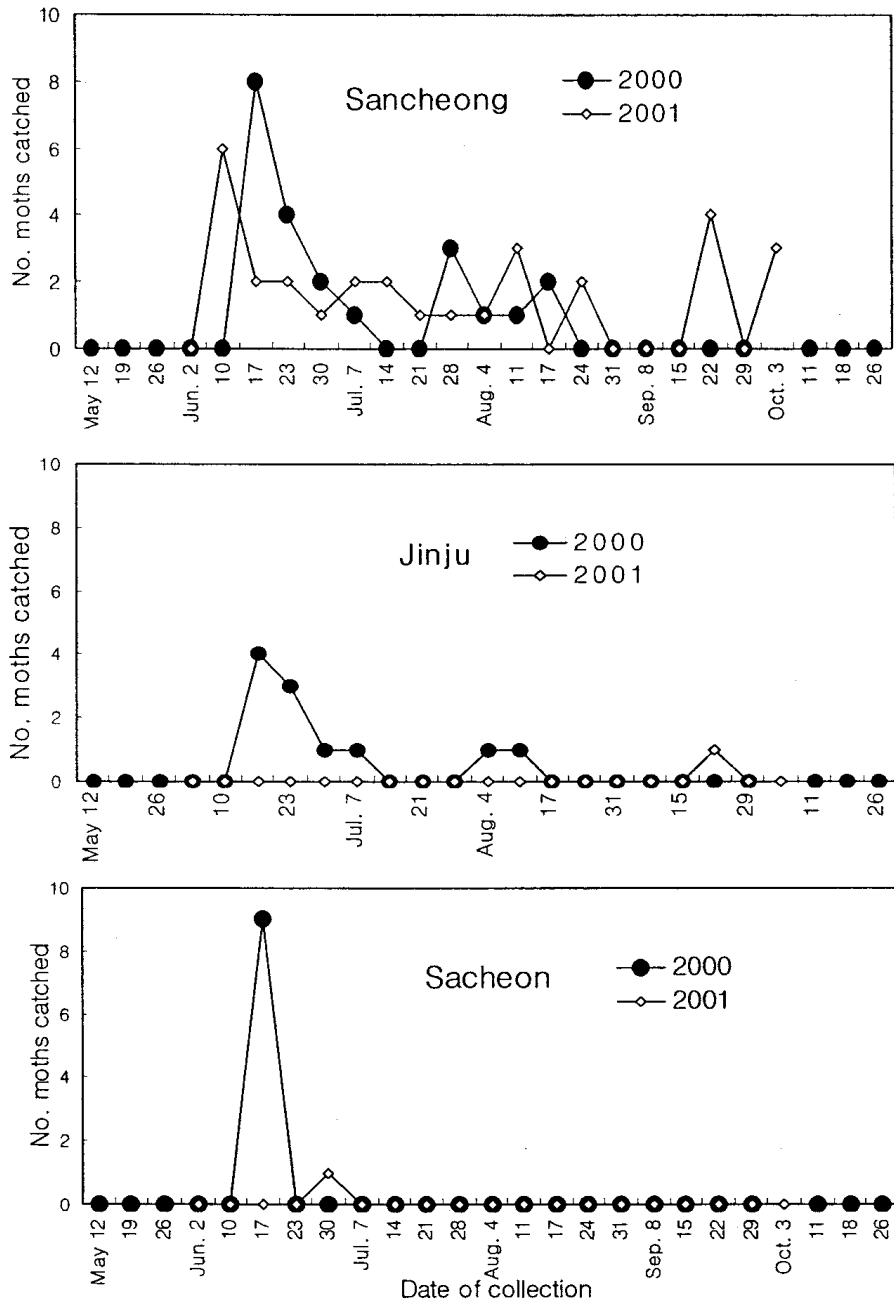


Fig. 2-3-2. Seasonal occurrence of peach pyralid moths by sex pheromone traps in sweet persimmon orchards subjected to less intensive control in southern region of Korea. There is a strong possibility that the moths were attracted to the traps in persimmon orchards from adjacent chestnut orchards or other host plants.

Fig. 2-3-3은 집중방제 과원에서 성페로몬트랩에 의한 복숭아명나방의 발생 양상을 나타낸 것이다. 이 중에서 진영의 단감원에는 유아등을 함께 설치하였다. 전체적으로 볼 때 Fig. 2-3-2의 방제소홀 과원에서 보다 발생량이 적은 경향이었다. 조사를 실시한 2개년 동안 창원에서 총 11마리, 진영에서는 10마리, 대곡에서는 단 1마리가 유살되었다. 집중방제 과원에서는 유살량이 적어 발생시기가 뚜렷하지는 않으나 진영에서의 유살소장을 보면 년 3회 발생하였고, 발생시기도 Fig. 2-3-1과 같은 경향이었다.

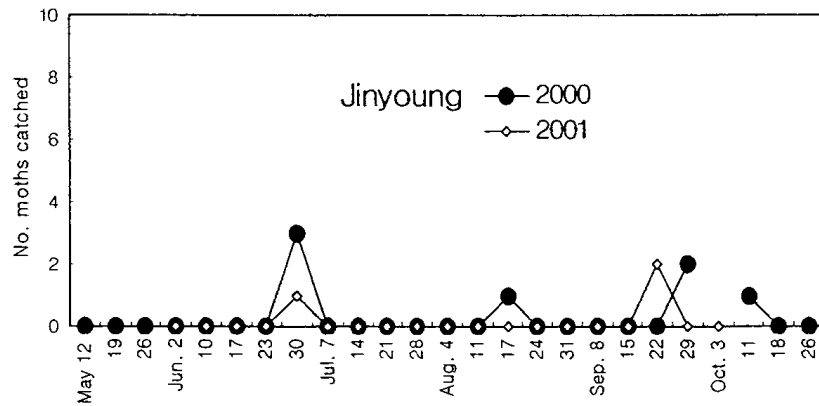


Fig. 2-3-3. Seasonal occurrence of peach pyralid moths by sex pheromone traps in sweet persimmon orchards subjected to intensive control in southern region of Korea. The moths attracted to sex pheromone traps were estimated to be moved to the persimmon orchards from adjacent chestnut orchards.

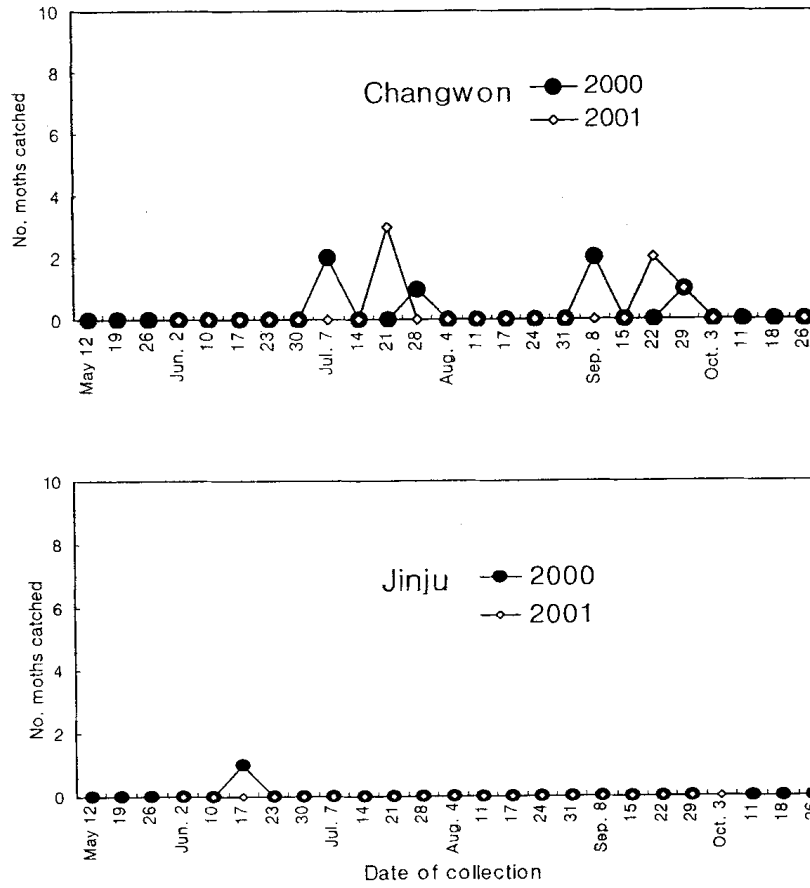


Fig. 2-3-3. Continued

(2) 복숭아명나방에 의한 수확기 단감의 피해를

Table 2-3-1은 수확시기에 樹上에 달려있는 단감에 대해서 복숭아명나방에 의한 피해과율을 조사한 것이다. 집중방제 과원이나 방제소홀 과원에서 모두 3개년 동안 조사 샘플로 채취된 과실에서는 감꼭지나방이나 복숭아명나방에 의한 피해과를 찾을 수 없었다.

Table 2-3-1. Damage (%) of sweet persimmon fruits* by peach pyralid moth and persimmon fruit moth at harvesting time for 3 years

Control severity	Orchards in	No. fruits sampled			Damage by peach pyralid moth			Damage by persimmon fruit moth		
		1999	2000	2001	1999	2000	2001	1999	2000	2001
Intensive	Changwon	80	100	400	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Jinyoung	80	100	400	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Daegok	80	100	400	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Non-intensive	Sacheon		-	400	-	-	0.0	-	-	0.0
	Sancheong**									
	Gumgok		-	400	-	-	0.0	-	-	0.0
	Average	240	300	2,000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

* : Persimmon fruits on trees were randomly selected to inspect whether they were damaged by the larvae of the moths; 10 fruits from 6 to 8 trees per orchard in 1999, 10 fruits from 10 trees per orchard in 2000, and 20 fruits from 20 trees per orchard in 2001.

- : not observed

** : Inspection on the damaged fruits was impossible because no fruits were produced in the orchard by severe infestation of circular leaf spot disease.

라. 고찰

이상의 수은유아등과 성페로몬트랩조사에 의한 유살소장을 종합해보면, 복숭아명나방은 우리나라 남부지방의 단감원에서 년 3세대 발생하는 것으로 나타났으며, 제 1, 2, 3화기의 발생최성기는 각각 6월 중하순, 8월 중하순, 9월 하순이었고, 10월 중순 이후에는 발생하지 않았다. 이러한 발생소장은 Choi (1998)가 경남 산청의 밤 과수원과 진주의 임업연구원 남부임업시험장 구내에서 유아등으로 조사한 발생시기(1, 2, 3화기가 각각 6월 상순-하순, 8월 상순-하순, 9월 하순)와 일치하였다. 본 조사에서 산청을 제외하고는 트랩에 유살된 복숭아명나방의 수가 적어 본 조사의 결과만으로는 3회 째 나타난 충이 3세대 충이라고 결론짓기는 어렵다. 그러나 Choi(1998)가 산청과 진주에서 유아등 채집수와 유효적산온도로써 이 지역에서의 복숭아명나방이 3세대를 경과한다는 것을 명확히 하였다. 한편 본 조사에서 3세대 충이 2세대 충보다 적게 유살되었는데, Choi(1998)도 같은 경향을 보고하면서 그 원인은 2세대의 전반에 발생하는 성충만이 제 3세대 충으로 발육하고 나머지는 유충까지만 발육한 후 월동에 들어가기 때문이라고 하였다.

한편 과수원별로 발생량을 조사해보면, 집중방제 과원보다는 방제소홀 과원에서 많이 발생하였다. 이러한 이유는 두 가지로 추측할 수 있다. 첫째는 Table 2-3-1에서 보는 바와 같이 집중방제 과수원에서는 연간 살충제를 5-8회 살포하였으나 방제소홀 과원에서는 0-3회 살포하였기 때문으로 생각된다. 둘째는 단감 과원 주변의 식생의 영향도 있을 것으로 생각된다. 즉, 밤이 복숭아명나방의 기주가 되기 때문에(Kono *et al.*, 1982; Anonymous, 1986; 1988; Lee *et al.*, 1999; Choi, 1998; Kimura and Honda, 1999) 과원 내 또는 주변에 밤나무가 얼마나 있느냐 하는 점과 단감원에서의 복숭아명나방의 발생량이 관계가 있을 것으로 생각된다. 본 조사에서 산청의 단감원에서 유살량이 가장 많았는데, 이 과수원은 물론 방제가 소홀하기도 하지만 과원과 직접 접하여 밤나무林이 있다. 사천, 금곡, 진영, 창원의 단감원 내부rtf 또는 주변에는 몇 그루의 밤나무가 자생하고 있었으며, 대곡의 단감원 주변에는 밤나무가 없었다. 따라서 본 연구에서 조사된 복숭아명나방은 단감원에서 발생된 것이 아닐 수도 있으며, 과원 주변의 밤에 가해하던 명나방이 단감원에 설치된 유아등과 성페로몬 트랩에 유인되었을 가능성이 클 것으로 생각된다. 이러한 추정은 단감 수확기에 복숭

아명나방에 의한 피해과가 하나도 없었다는 점으로 뒷받침된다고 할 수 있다.

복숭아명나방은 침엽수형(Pinaceae-feeding type)과 과수형(fruit-feeding type)의 두 가지 생태형으로 나눌 수 있는데(Honda and Mitsuhashi, 1989), Choi (1998)는 진주의 남부임업시험장 구내에서 조사된 3화기 중에서 제1, 2화기의 성충이 모두 2회의 발생盛期를 보였는데 이러한 현상은 연구원의 구내에 침엽수가 산재해 있기 때문에 침엽수형과 과수형이 각각의 발생盛期로 나타났을 가능성이 있다고 하였다. 본 연구에서는 발생시기가 가장 뚜렷한 경남 산청의 단감원에서 1, 2화기의 발생시기가 2회로 나누어지지 않는 것으로, 대부분의 단감 과원이 일반적으로 산지에 조성되어 있고, 주변에 침엽수가 분포되어 있기 때문에, 단감원에 비례하는 침엽수형과 과수형의 복숭아명나방이 어느 정도 비율로 구성되어있는지 좀 더 세밀히 조사해 보아야 할 것이다.

본 조사에서는 7개 과원에서 수확시기의 단감을 조사한 결과 복숭아명나방이나 감꼭지나방에 의한 피해과가 나타나지 않았는데, 이러한 결과는 1999년부터 2001년까지 3개년 동안 경남과 전남의 다른 단감원에서 단감 수확과에 존재하는 해충을 조사한 결과(Park, 2000; 2001)와 동일하며, Jeon *et al.* (2000)도 김해지역의 5개 단감 과원에 대한 감꼭지나방과 복숭아명나방의 피해과율을 7월부터 10월까지 조사한 결과 피해과를 발견할 수 없다고 하였다. 따라서 감꼭지나방과 복숭아명나방은 수확과에 존재하지 않으므로 현재 농민이 사용하고 있는 방제 program 하에서는 이들 해충은 검역해충이기는 하지만 수출시 문제가 되지 않을 것으로 생각된다. 다만 검역해충의 잔존 가능성을 불식시켜 우리 단감의 수출을 촉진하기 위해서는 어떤 지역이 수출단지로 지정되기 이전에 단감원 내 또는 주변에 있는 복숭아명나방의 기주가 되는 밤나무를 모두 제거해야 할 것이다.

4. 노린재류의 발생소장

가. 서 언

감은 2000년 현재 우리나라에서 재배면적 상 최대의 과수(Anonymous, 2002)임에도 불구하고 아직까지 감의 병해충에 대한 연구 결과는 다른 과수에 비해 적은 편이라고 할 수 있다. 단감은 전체 감 재배면적의 76.4%를 차지하고 있는

데 (Anonymous, 2002), 단감을 가해하는 주요 해충은 노린재류와 각지벌레류로서 농민들은 노린재류의 피해가 가장 심하다고 느끼고 있다(Lee *et al.*, 2001). 노린재류는 썩덩나무노린재(*Halyomorpha halys* (=mista)), 갈색날개노린재(*Plautia stali*), 톱다리개미허리노린재(*Riptortus clavatus*)가 중요한 종이고 (Chung *et al.*, 1995), 각지벌레류는 빨밀각지벌레 (*Ceroplastes pseudoceriferus*), 거북밀각지벌레 (*Cerostegia japonicus*), 주머니각지벌레 (*Eriococcus lagerstroemiae*)가 주요 종이다(Park, 1993).

일본에서 과수의 노린재류는 1973년과 1975년에 배, 복숭아, 감, 감귤 등에서 대 발생한 이후 불규칙적인 주기로 다발생하고 있다(Fujiie, 1985; Adachi, 1998). 일본에서 단감을 가해하는 노린재는 총 24종으로 보고되어 있는데 (Tomokuni, *et al.*, 1993), 지역에 따라 썩덩나무노린재와 갈색날개노린재, 기름빛풀색노린재 (*Glaucias subpunctatus*) 등이 단감을 비롯한 과수의 중요한 해충으로서 (Kawada and Kitamura, 1983; Adachi, 1998), 이들 노린재의 야외에서의 발생경과(Yanagi and Hagiwara, 1980; Kawada and Kitamura, 1983; Fujiie, 1985), 집합페로몬 성분 규명(Sugie *et al.*, 1996), 교미행동(Kawada and Kitamura, 1983) 등에 관한 연구가 이루어져 왔고, 현재는 일본의 각 시험장에서 페로몬트랩의 개발에 관한 연구가 전국적으로 진행되고 있다(Anonymous, 2001). 우리나라에서 과수를 가해하는 노린재에 대한 연구는 Jeong (1995)과 Chung *et al.*(1995)이 진주지역의 단감원에서 black light trap을 이용하여 노린재류의 발생시기를 조사한 것을 제외하고는 찾아볼 수 없다.

노린재류는 과수원 밖의 침엽수림이나 毬果類의 수목에서 번식한 후 과수원으로 비래하여 과실을 가해하는 전형적인 비래성 해충이기 때문에(Adachi, 1998), 비래시기와 양을 정확히 예측하는 것은 방제 대책 수립에 대단히 중요하다고 할 수 있다. 또한 성충의 유살수와 유살시기가 년차와 지역에 따라 상당히 다를 뿐만 아니라(Fujiie, 1985) 과원 주변의 기주식물이 다를 경우 발생시기가 다르게 나타난다 (Kawada and Kitamura, 1983). 뿐만 아니라 갈색날개노린재의 경우처럼 조사방법(유아등조사와 집합페로몬 조사)에 따라 발생시기 조사결과가 다르게 나타날 수가 있기 때문에 (Anonymous, 2001), 여러 지역에서 조사방법을 달리하여 노린재류의 발생시기를 조사할 필요가 있을 것이다. 따라서 본 연구에서는 단감 주산단지인 경남의 진주, 사천, 김해와 산청의 단감원에서 수은 유아등으로 2년간, 썩덩나무노린재에 대해서도 유인효과가 있는

갈색날개노린재의 집합페로몬트랩으로써 1년간 노린재류의 발생소장을 조사하였다.

나. 재료 및 방법

수은유아등과 갈색날개노린재 집합페로몬 트랩을 이용하여 우리나라의 단감 주산단지인 김해, 진주, 사천과 산청의 단감원에서 노린재류의 종류와 발생양상을 조사하였다. 수은유아등(200W, Hanyoung Electronics Co. Seoul, Korea)은 4곳의 단감 과수원에 1개씩 설치하여 2000년과 2001년의 2년 동안 조사하였다. 수은등에 의한 유살소장은 2000년은 4월 28일부터 10월 26일까지, 2001년은 5월 26일부터 10월 3일까지 조사하였다. 채집은 주 1회 하루씩으로 하였다. 매주 일정한 요일에 해지기 전에 과수원에 가서 수은등을 점등하고 이튿날 아침 유살된 노린재류를 수거하여 실험실에서 종류별로 분류하였다.

갈색날개노린재의 집합페로몬에는 썩덩나무노린재도 유인되기 때문에 (Anonymous, 2001), 2001년에는 유아등에 유살되는 노린재와 집합페로몬에 유인되는 노린재의 유살소장을 비교하기 위하여 산청과 김해에서 각각 1곳의 단감 과수원에 유아등과 집합페로몬 트랩을 설치하였다. 유아등과 집합페로몬 트랩의 거리는 30m이상이었다. 또한 단감원 이외의 장소에서 이들 노린재가 발생하는 시기를 알아보기 위하여 경상대학교 구내의 뽕나무와 아까시나무에 갈색날개노린재의 집합페로몬트랩을 1개씩 설치하여 이들 두 노린재의 발생소장을 조사하였다. 뽕나무는 트랩을 설치한 주변에 5그루가 있었고 아까시나무는 약 300m' 정도 군락을 형성하고 있었다. 트랩은 딱정벌레용 "Catch Can" trap (Trece Co. USA)을 사용하였다. 갈색날개노린재의 집합페로몬 성분은 methyl (*E,E,Z*)-2,4,6-decatrienoate로서 (Adachi, 1998; Sugie *et al.*, 1996) 미끼(lure)는 일본(Shin-Etsu Chem. Co., Ltd.)에서 제조한 것을 사용하였다. 조사시기는 4월 27일부터 8월 24일까지이었으며, 월 1회 미끼를 교체해주었다.

다. 결 과

(1) 갈색날개노린재의 발생소장

수은유아등에는 2000년에는 7월 중순부터 9월 중순까지, 2001년에는 6월 상순부터 10월 상순까지 채집되었다 (Fig. 2-4-1 A, B). 많이 유인되는 시기는 2개년 모두 7월 중순~8월 하순이었으며, 6월상순 이전과 9월 상순 이후에는 거의 유인되지 않았다. 갈색날개노린재의 집합페로몬 트랩에는 5월 중순부터 8월 하순까지 꾸준히 유인되었고(Fig. 2-4-1C), 유인최성기는 김해에서는 6월 하순, 산청에서는 8월 하순으로 지역에 따라 다르게 나타났다. 한편 경상대학교 구내의 벚나무에 설치한 집합페로몬 트랩에는 7월 중순까지, 아카시나무에 설치한 트랩에는 6월 중순까지 채집되어 기주식물에 따라 발생시기가 달랐다(Fig. 2-4-3)

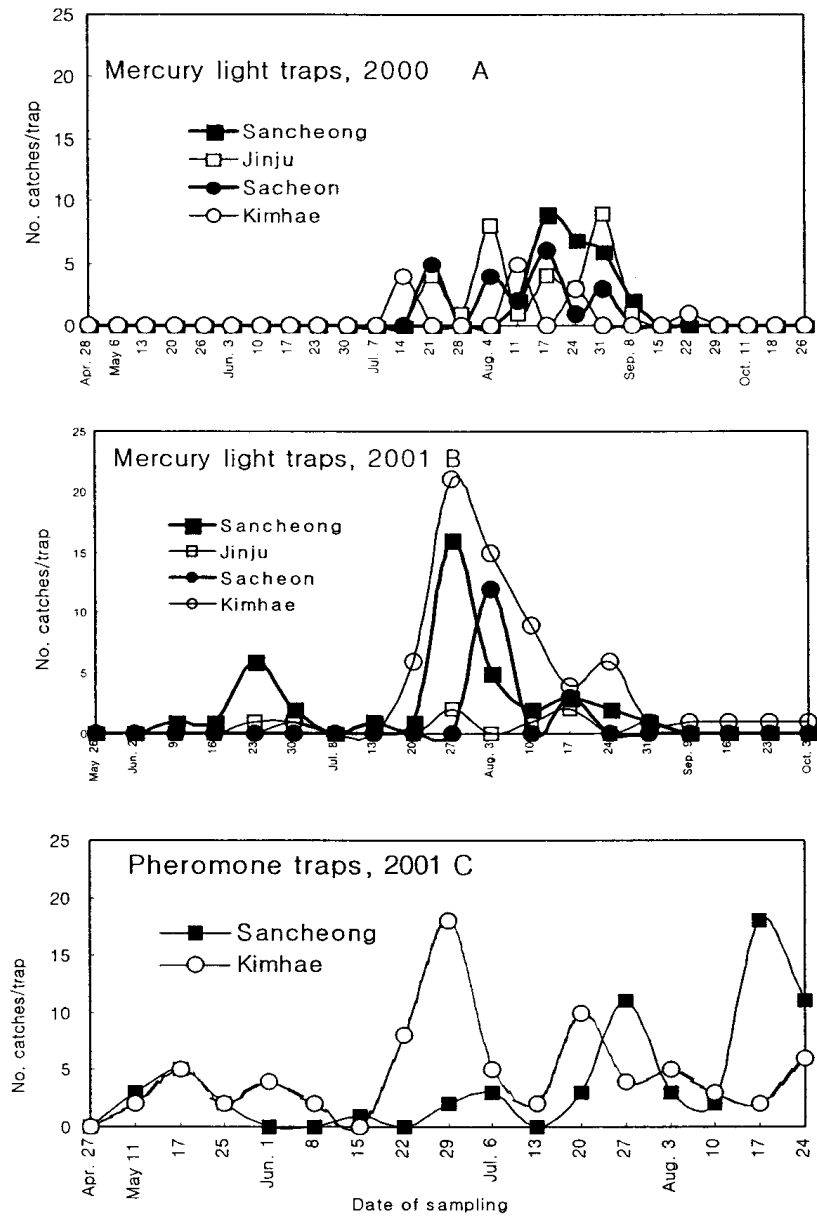


Fig. 2-4-1. Seasonal occurrence trends of *Plautia stali* adults monitored by light traps and aggregation pheromone traps in sweet persimmon orchards.

(2) 썩덩나무노린재의 발생소장

수은유아등에는 2000년에는 7월 중순부터 9월 하순까지 유살되었고, 2001년에는 6월 하순부터 9월 하순까지 유인되었다 (Fig. 2-4-2). 지역간에 유인시기의 차이는 크지 않았으며, 유인최성기는 2000년과 2001년에 각각 8월 중순과 8월 상순이었다. 2개년 동안의 결과를 종합하면 단감원에서 썩덩나무노린재는 8월 상·중순이 발생최성기이며 7월 상순 이전과 9월 상순 이후에는 거의 유인되지 않았다.

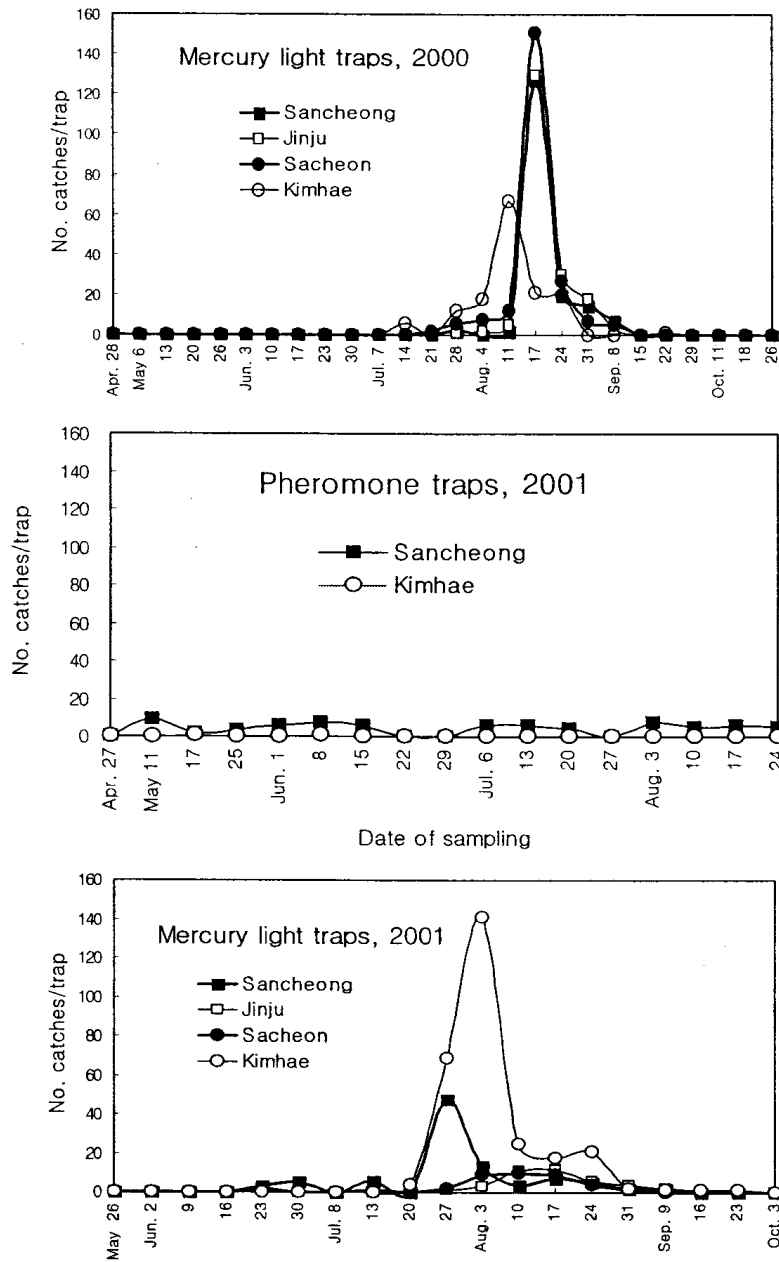


Fig. 2-4-2. Seasonal occurrence trends *Halyomorpha halys* adults monitored by light traps and aggregation pheromone traps of *P. stali* in sweet persimmon orchards.

산청의 단감원에 설치한 갈색날개노린재의 집합페로몬 트랩에는 5월 중순부터 8월 하순까지 꾸준히 유인되었으나 김해의 단감원에 설치한 페로몬트랩에는 거의 유인되지 않았다. 경상대학교 구내의 뽕나무와 아카시나무에 설치한 갈색날개노린재 집합페로몬 트랩에는 거의 유인되지 않았다(Fig. 2-4-3).

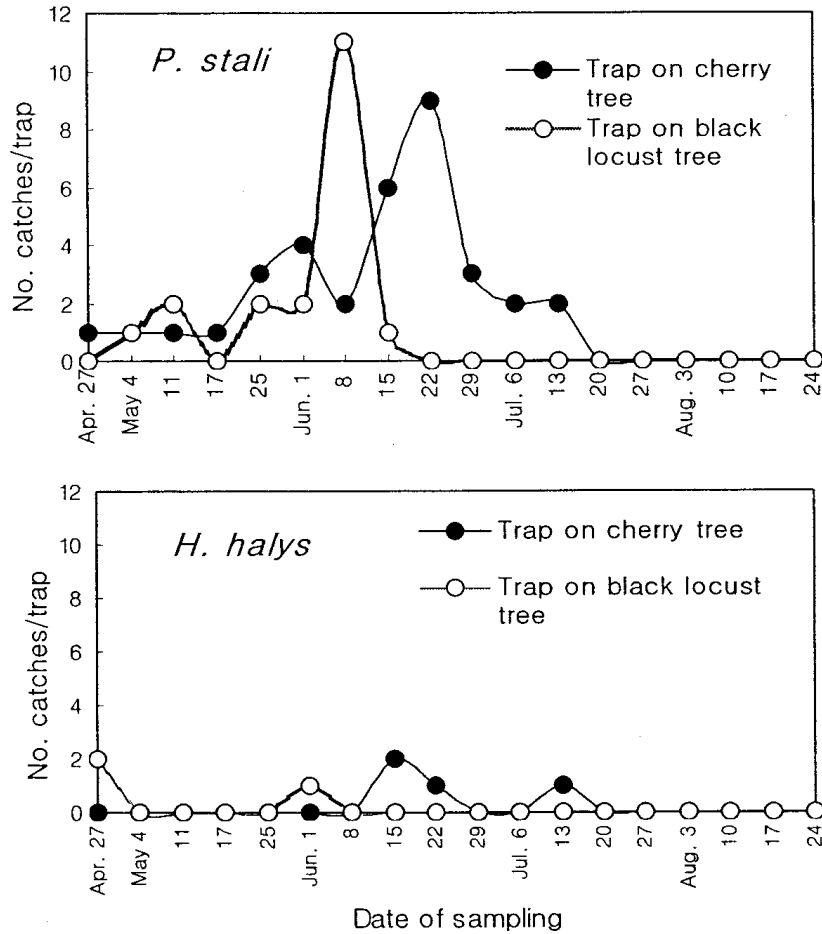


Fig. 2-4-3. Seasonal occurrence trends of *Plautia stali* and *Halyomorpha halys* adults monitored by aggregation pheromone traps of *P. stali* at Gyeongsang National University campus.

(3) 트랩에 유인된 노린재의 량과 성비

4개 지역에서 2개년간 유아등에 유살된 노린재의 수를 보면, 수은 유아등에는 조사지역이나 년도에 관계없이 썩덩나무노린재가 많이 유살되었다 (Table 2-4-1). 한편 갈색날개노린재의 집합페로몬에는 산청에서는 두 종이 비슷한 숫자로 유살되었으나 김해와 진주(경상대학교 구내)에서는 갈색날개노린재가 월등히 많이 유살되었다. 집합페로몬트랩에 유살된 노린재의 성비를 보면 두 종 모두 암컷이 수컷보다 더 많이 유인되었다 (Table 2-4-2).

Table 2-4-1. Total number of *Plautia stali* and *Halyomorpha halys* adults attracted to the mercury light traps and aggregation pheromone traps from April 27 to August 24 in southern regions of Korea.

Locations	Bug species	Mercury light trap		Pheromone trap
		2000	2001	2001
Sancheong	<i>P. stali</i>	18	40	64
	<i>H. halys</i>	151	92	72
Kimhae	<i>P. stali</i>	12	61	78
	<i>H. halys</i>	144	278	2
Sacheon	<i>P. stali</i>	18	15	- [‡]
	<i>H. halys</i>	206	36	-
Jinju	<i>P. stali</i>	21	8	54 [§]
	<i>H. halys</i>	169	35	7

‡ No aggregation pheromone trap was set up in Sacheon.

§ The traps were placed on a cherry and black locust tree at Gyeongsang National University campus.

Table 2-4-2. Sex ratio of *Halyomorpha halys* and *Plautia stali* attracted to the aggregation pheromone traps of *P. stali* from April 27 to August 24, 2001.

Species	Locations, Host trees	Female	Male	Total	♀:♂
<i>P. stali</i>	Sancheong, Persimmon	44	20	64	2.2:1
	Jinju, Acacia	16	3	19	5.3:1
	Jinju, Cherry	23	12	35	1.9:1
<i>H. halys</i>	Sancheong, Persimmon	48	24	72	2.0:1
	Jinju, Acacia	1	2	3	- ^p
	Jinju, Cherry	2	2	4	-

▷ Sex ratio was not computed due to low number of catches.

라. 고 찰

유아등으로 갈색날개노린재의 발생소장을 조사한 결과, 썩덩나무노린재와는 달리 유살수가 적어 발생피크가 뚜렷하지 않았으나, 단감원에서의 주 발생시기는 2개년 모두 7월 중순~8월 하순이었다. 이러한 결과는 Chung *et al.*(1995)이 경남 진주지역의 단감원에서 20W black light (BL) trap으로 조사한 결과와 일치한다. 어떤 곤충의 발생시기는 조사지역에 따라 차이가 나는 것은 당연하겠지만 일본의 福岡縣에서는 8월 3반순부터 급격히 증가해서 9월 6반순에 최성기를 나타낸다고 하였고(Yosinari, 1991), 長野에서는 6~7월에 첫 피크가 나타나고 9~10월에 두 번째 피크가 나타난다고 하였으며, 岐阜縣에서는 편백나무 숲과 단감원에서 7월이 발생盛期라고 하였다(Anonymous, 2001). 한편 집합페로몬으로 조사하였을 경우 단감원에서는 5월11일부터 8월 24일까지 발생하였고(실제로 24일 이후에도 조사를 계속했다라면 더 늦게까지 유살되었을 가능성도 있다고 생각된다), 벚나무에서는 4월 하순~7월 중순까지, 아카시나무에서는 5월 상순에서 6월 중순까지 유살됨으로써 기주식물에 따라서 발생시기가 다르게 나타남을 알 수 있었다. 이러한 원인은 갈색날개노린재 성충의 기주식물이 46

과 112종에 달하고 (Yamada, 1979), 썩덩나무노린재처럼 (Kawada and Kitamura, 1983) 계절에 따라 적절한 먹이를 찾아 이동하기 때문에 기주식물에 따라 발생시기가 다르게 나타나고 있는 것으로 생각된다. 한편 2001년에 조사한 결과를 보면 유인최성기가 수은유아등과 집합페로몬 트랩 간에 다르게 나타나고 있다. 즉 유살최성기가 수은 유아등으로는 지역에 관계없이 7월 하순~8월 상순이었으나 집합페로몬으로는 김해에서는 6월 하순, 산청에서는 8월 중순으로 나타나 지역에 따라 다르게 나타났다. 이와 같이 조사방법 간에 유살시기가 다르게 나타나는 경우가 있는데, 일본의 和歌山縣에서 20W BL trap에 의한 최초유살일이 페로몬트랩에 의한 것보다 1개월 정도 늦다고 하였다 (Anonymous, 2001). 그러나 본 실험에서는 필자 등이 알고 있는 한 아직까지 이러한 차이의 원인에 대해서는 알려진 바가 없다.

썩덩나무노린재는 수은 유아등으로 조사한 경우에는 유살된 개체가 많아 발생 피크가 8월 상·중순으로 뚜렷하게 나타났다. 그러나 같은 해에 같은 단감원(산청)에서 집합페로몬트랩으로 조사한 경우에는 유살수가 적어 발생 피크가 뚜렷하지 않았다. Chung *et al.*(1995)은 경남 진주지역의 단감원에서 BL trap으로 조사한 썩덩나무노린재의 유살시기는 7월 초순~9월 초순으로서 발생최성기는 8월10일 전후라고 하여, 본 조사 결과와 일치하였다. Fujiie(1985)는 일본의 千葉縣에서 썩덩나무노린재가 연간 1세대 또는 2세대 발생하는데, 오동나무園에서는 5~7월과 8~10월이 발생피크라고 하였는데, 단감원에서 조사한 본 연구의 결과에서는 2개의 피크를 볼 수 없었다. 특이한 사항은 갈색날개노린재의 경우와 마찬가지로 수은유아등으로 조사하였을 때의 최초 유살일이 4개지역 2년 통틀어 6월 23일이었는데, 2001년에 산청에서 집합페로몬으로 조사한 경우에는 최초 유살일이 5월 11일로서, 유아등조사에서 페로몬 트랩보다 1개월 이상 늦게 나타났다.

본 조사에서 특이한 사항은 두 노린재 모두 페로몬 트랩으로 조사했을 경우보다 유아등으로 조사하였을 경우에 유살시기가 늦게 나타난다는 사실이다. 2001년의 경우 페로몬 트랩에 의한 조사 결과 과수원 주변에 두 종의 노린재가 5월 중순부터 발생하고 있음에도 불구하고, 유아등 조사에서는 갈색날개노린재는 6월 상순부터, 썩덩나무노린재는 6월 하순부터 유살되기 시작하였다. 이러한 현상은 이들 노린재가 빛과 페로몬에 반응하는 이유가 다르기 때문으로 생각된다. 갈색날개노린재의 성숙한 수컷은 굶주린 암컷성충을 유인하는데 (Sugie *et*

al., 1996), 이것은 먹이를 발견한 수컷 성충이 영양을 축적해서 집합페로몬을 분비하면 영양상태가 나쁜 미숙한 성충이 반응하는 것으로 해석되고 있다 (Adachi, 1998). 또한 톱다리개미허리노린재도 먹이가 있을 경우에만 집합페로몬을 분비하며 (Leal *et al.*, 1995), 단일조건에서 사육하여 생식휴면에 들어갈 수컷성충도 집합페로몬을 분비한다는 사실로써 이 곤충에 있어서 집합페로몬 분비의 기능은 교미행동과는 직접적인 관계가 없다고 하였다 (Wada *et al.*, 1997). 따라서 가설적이기는 하지만, 본 조사의 결과 집합페로몬 트랩에는 적당한 먹이가 있는 것으로 판단해서 노린재가 유인되는 것으로 이해되며, 6~7월에는 과실이 먹이로서 적절하지 못하기 때문에 유아등에 늦게 유인되는 것으로 생각된다. 단감 과실은 성숙함에 따라 수용성 탄닌(soluble tannin)의 함량이 점차 낮아지고 당도가 높아지는데, 과실이 어린 6~7월에는 수용성 탄닌의 함량이 1.5~3% 정도로 높기 때문에 (Park *et al.*, unpublished data) 먹이로서 부적절할 것으로 판단된다. 이러한 가정은 단감에서 노린재의 피해는 7월 하순경부터 나타난다는 사실로써 (Chung *et al.*, 1995) 뒷받침 될 수 있을 것으로 판단된다. 따라서 앞으로 감의 탄닌이 노린재의 발육에 미치는 영향이라든가 수용성 탄닌의 함량 변화에 따른 노린재의 가해행동에 대한 연구가 있어야 할 것으로 생각된다.

수은유아등과 갈색날개노린재 집합페로몬트랩에 유살된 두 종 노린재의 수를 비교해보면, 갈색날개노린재는 유아등보다는 페로몬 트랩에 더 많이 유인되었고, 썩덩나무노린재는 유아등에 더 많이 유인되었음을 알 수 있다. 썩덩나무노린재가 갈색날개노린재의 집합페로몬에 유인된다는 사실은 이미 알려져 있으나 (Adachi, 1998; Anonymous, 2001) 자신의 페로몬 성분이 아니므로 유인효과가 떨어지는 것으로 생각되며, 썩덩나무노린재에는 집합페로몬이 없는 것으로 알려져 있으므로(Adachi, 1998) 보다 효과적인 유인물질의 개발이 요구된다고 할 수 있다.

갈색날개노린재의 집합페로몬트랩에는 갈색날개노린재와 썩덩나무노린재의 암수가 동시에 유인되었으며 성비는 암컷의 비율이 뚜렷이 높았는데, 이러한 결과는 Anonymous(2001)의 결과와 동일하며, Leal *et al.* (1995)도 톱다리개미허리노린재의 집합페로몬에 동종의 암컷이 수컷보다 더 많이 유인된다고 하였다. 최근 들어 노린재류의 집합페로몬에 대한 연구가 많이 이루어지고 있는데 (Miklas *et al.*, 2000; McBrien *et al.*, 2001; Ho and Millar, 2001), 톱다리개미

허리노린재의 수컷이 분비하는 집합페로몬에도 암수가 동시에 유인되며 (Numata *et al.*, 1990; Leal *et al.*, 1995; Mizutani *et al.*, 1997), 갈색날개노린재의 수컷에도 동종의 암수가 유인되는데 (Moriya and Shiga, 1984), 그 수컷의 분비물이 methyl (*E,E,Z*)-2,4,6-decatrienoate로 밝혀졌으며, 합성된 이 물질이 동종의 암수에 대해 유인효과가 있다고 하였다 (Sugie *et al.*, 1996).

앞으로 본 조사결과 나타난 발생시기를 토대로 해서 적절한 노린재 피해 방제 계획을 세울 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 조사 방법 간에 두 노린재 종의 유살량과 유살경향이 다르게 나타나고 있으므로 노린재의 종류에 따라 유살 방법을 달리해야 할 것으로 생각된다. 그러나 예찰등은 설치비용과 전원 확보 등의 제한 조건이 있는 반면에 집합페로몬 트랩은 각 종에 대해 특이적으로 유인성이 높고 취급이 간편한 장점이 있으므로 앞으로 썩덩나무노린재에 대한 효과적인 유인물질의 개발에 많은 연구가 있어야 할 것으로 생각된다.

5. 풍뎅이류의 발생소장과 피해

가. 서 론

단감은 년 평균기온이 13.5℃ 이상인 지역에서만 재배가 가능한 과수이며 (Kim *et al.*, 1988) 경남의 김해, 진주, 사천, 창녕 등이 주요 생산단지이다 (Lee *et al.*, 2001b). 1980년대 후반부터 고소득 작물로 인식되면서 재배면적이 급격히 증가하였지만 1990년대 중반 이후에는 오히려 공급량의 초과로 가격이 매년 감소하고 있다 (Anonymous, 2001b). 따라서 단감 가격의 안정을 위하여 수출을 적극적으로 추진하고 있으나 수출국이 동남아시아의 일부국가에만 편중되어 있으며, 미국과 같이 소비량을 확대시킬 수 있는 수출 가능국의 경우는 검역상의 문제로 통관이 불허되고 있는 실정이다 (Lee *et al.*, 2001b).

풍뎅이는 많은 종류가 농림해충이다. 예를 들면 주둥무늬차색풍뎅이 (*Adoretus tenuimaculatus*)나 주황긴다리풍뎅이 (*Ectinohoplia rufipes*)는 식물의 잎을 가해하며 (Lee *et al.*, 1997; Choi *et al.*, 2001), 등얼룩풍뎅이 (*Exomala orientalis*)나 검정풍뎅이 종류는 유충이 뿌리를 가해하여 식물체의 생육저하나 고사를 유발하고 있다 (Kobayashi and Taketani, 1994; Lee *et al.*, 2001a; Choo *et al.*, 2002). 특히 성목은 풍뎅이의 식해로 인하여 때때로 큰 피

해를 받는데 피해를 주는 풍뎅이류는 기주식물에 따라 차이가 있다 (Lee *et al.*, 1997; Choi *et al.*, 2001, Lee *et al.*, 2002).

우리나라에서 감나무를 가해하는 해충으로는 8목 53과 181종이 기록되어 있는데, 이들 중 풍뎅이도 2과 17종이나 된다 (Forestry Research Institute, 1995). 그러나 이들 기록된 모든 풍뎅이가 감나무나 과일에 실제로 경제적인 피해를 주는 것이 아니고, 피해를 주는 종이라 하더라도 그 가해 정도에 대해서는 정보가 없는 실정이다. Jeong (1995)은 진주지역 단감원에서 유아등 조사를 통하여 채집된 큰금줄풍뎅이 (*Mimela costata*)와 주둥무늬차색풍뎅이를 해충으로 취급하고 있지만 유아등에 유인된 종들이 실제 피해를 주는 종과는 차이가 있을 수 있다. 특히 이와 같은 간접적인 조사나 거의 무시해도 좋을 정도의 섭식 현상만으로써 그 곤충을 대상 작물의 해충으로 간주하는 것은 불필요한 방제를 유도하며 국제간의 농산물 교역에서 검역문제를 야기 할 수도 있다. 따라서 본 연구는 첫째로 단감원에 설치한 수은등에 유인되는 풍뎅이류의 종류를 파악하고, 둘째로 실제 단감원에 피해를 주는 풍뎅이류와 그들의 피해 정도를 조사하여 감나무 해충으로서의 풍뎅이류의 위치를 파악하고자 경남지역의 단감원에서 조사를 수행하였다.

나. 재료 및 방법

(1) 조사 과수원과 유아등

경남 진주시 문산읍과 사천시 사천읍, 김해시 진영읍, 산청군 신안면의 4개 단감 과수원에 각 1개의 수은 유아등을 설치하였다. 수은등은 200W (Hanyoung Electronics Co. Korea) 투명 전구를 사용하였다. 조사기간은 2000년에는 4월 하순부터, 2001년에는 5월 하순부터 9월 하순까지였다. 조사는 특정 요일을 정하여 매주 1회씩 일몰 전인 오후 7시경에 점등하고, 다음 날 아침 7시경에 소등하였다. 유아등에 유인된 풍뎅이는 다른 곤충들과 함께 독병에 넣어 실험실로 가져와 건조표본으로 제작한 다음 분류·동정하였다. 강우 시에는 비가 그친 다음날 조사하였다. 진주시 문산읍 과수원은 주변에 단감 과수원과 밤나무 (*Castanea crenata*)림이 있었고, 주변 산지에는 소나무 (*Pinus densiflora*)가 우점종이었다. 사천시 사천읍 과수원은 농경지에 인접한 과수원으

로 주변에는 단감 과수원과 밤나무림이 있었고, 능선부분에는 소나무가 우점하고 있었다. 김해시 진영읍의 과수원은 아래쪽으로 공장지대와 접해 있었고, 주변에는 단감 과수원과 약 7:3 비율의 소나무와 낙엽활엽수 혼효림이 있었다. 산청군 신안면의 과수원은 밤나무림에 둘러 싸여 있었으며, 능선 부분은 소나무가 대부분이었다. 그리고 주변에는 다른 단감 과수원이 없어서 독립적으로 단감원이 조성되어 있는 곳이었다. 조사 과수원들 중 김해의 진영 과수원은 관리를 집중적으로 하는 곳이었고, 진주의 문산 과수원은 방치하는 곳이었으며, 사천과 산청의 과수원은 관리 정도가 낮은 곳이었다. 각 과수원의 살충제 처리 유무는 진주시 문산읍 과수원은 2000년과 2001년 모두 살충제를 전혀 처리하지 않았고, 사천의 과수원은 2000년에는 2회 2001년에는 3회 처리하였으며, 김해의 과수원은 각각 8회와 7회, 산청의 과수원에서는 3회와 2회 처리하였다.

(2) 풍뎅이에 의한 단감 피해 조사

단감원에 설치한 유아등에 유인된 풍뎅이 중 실제로 피해를 주는 풍뎅이를 알아보기 위하여 유아등 조사를 수행하였던 김해시 진영읍에 있는 과수원과 진주시 미천면, 정촌면, 금산면의 단감원에서 2001년 5월 하순부터 10월 상순까지 10일 간격으로 조사하였다. 유아등 조사를 하였던 진주시 문산면의 과수원과 산청군 신안면 단감원은 둥근무늬낙엽병으로 인한 조기 낙엽현상이 심하여 8월 하순부터는 잎에 대한 피해 조사가 어려웠기 때문에 주변 식생이나 입지 조건이 유사한 금산면과 미천면 과수원으로 대체하여 조사하였다. 또 다른 유아등 조사지인 금산의 과수원은 축사가 있어 파리 등의 위생해충 방제를 위하여 연무기를 이용한 살충제 살포가 빈번하여 축사 주변 단감에 영향을 미칠 우려가 있어 인근 정촌면의 과수원으로 대체하였다. 잎의 피해는 각 조사 과원에서 매 회 30주의 감나무를 임의로 선정하 후 주당 10개의 신초를 임의로 선정하여 총엽수에 대한 풍뎅이에 의한 피해엽수로 결정하였다. 과실이나 꽃받침 부분의 피해는 매 회 조사 때마다 임의로 선정된 30주의 감나무에서 각 주 당 15개의 과실을 임의로 취하여 조사하였다. 정촌면에 있던 과수원은 도로변과 인접해 있었고, 주변에는 관리가 부실한 단감 과수원이 있었다. 미천면의 과수원은 밤나무림과 소나무림으로 주변이 둘러 싸여 있었으며 단감 과수원만 있었다. 금산면의 과수원은 주변에 단감 과수원이 인접해 있었고, 산정부분에 소나무가

일부 분포하는 입지 조건을 가지고 있었으며, 진영읍의 과수원은 유아등 조사 과수원과 동일한 과수원에서 조사를 수행하였다. 정촌면의 과수원은 2년간 방치한 과수원이었지만 조사 기간 중에 살충제를 5회 살포하였고, 미천면의 과수원도 관리의 정도가 낮은 과수원이었으나 조사기간 중에 살충제를 5회 살포하였다. 금산면의 과수원은 집중적인 관리를 하는 과수원으로 조사 기간 중 6회의 살충제를 살포하였다.

(3) 통계분석

단감원의 유아등에 유인된 풍뎅이의 종 수는 2000년과 2001년 자료를 취합하여 종별 구성비로 나타내었으며, 풍뎅이에 의한 단감 피해는 Tukey test로 분산분석 하였으나 (Cho, 1996) 피해의 정도가 낮아 최대 피해엽수나 과실수만으로 표시하였다.

나. 결 과

(1) 유아등에 유인된 풍뎅이의 종류와 소장

2000년과 2001년 경남의 4개 지역 단감 과수원의 유아등에 유인된 풍뎅이의 종 수는 12속 16종이었다 (Table 2-5-1). 이들 중 우리나라에서 감에 피해를 주는 해충으로 알려진 종 (Forestry Research Institute, 1995)은 청동풍뎅이 (*Anomala albopilosa*), 오리나무풍뎅이 (*Anomala rufocuprea*), 주둥무늬차색풍뎅이, 밤색우단풍뎅이 (*Maladera castanea*), 애우단풍뎅이 (*Maladera orientalis*), 풍뎅이 (*Mimela testaceipes*) 등 6종이었다. 2000년에는 산청의 과수원에 설치된 유아등에 가장 많은 개체가 유인되었고 (8종 109개체), 진영읍의 과수원에서는 가장 적은 수가 채집되었다 (4종 15개체). 2000년에 진영읍에 있는 조사 과수원에서 유인수가 가장 적었기 때문에 2001년에는 이를 제외한 3곳의 과수원에서 조사하였는데, 산청의 과수원에서 15종 366개체가 채집되어 가장 많은 풍뎅이가 기록되었고, 진주시 문산읍의 과수원에서는 11종 95개체가 채집되어 가장 적은 수가 기록되었다 (Table 2-5-1).

Table 2-5-1. Scarab species with total individuals attracted to mercury light traps in sweet persimmon orchards*

Species	Sweet persimmon orchards in									
	Gimhae	Jinju			Sacheon			Sancheong		
	2000	2000	2001	%**	2000	2001	%	2000	2001	%
<i>Adoretus tenuimaculatus</i>		2	4	4.1	14	16	20.6	6	29	7.4
<i>Anomala albopilosa</i>		4	5	6.2	15	6	13.5	6	39	9.5
<i>A. rufocuprea</i>	2	6	12	12.4	4	9	8.4	25	80	22.2
<i>Apogonia cupreoviridis</i>								40	8.5	
<i>Balboerosoma zonatum</i>		1		0.7						
<i>Gastroserica herzi</i>								7	1.5	
<i>Holotrichia diomphalia</i>		2	1	2.1		10	6.5	1	17	3.8
<i>H. morosa</i>	1	8	47	37.9	7	50	36.8	46	104	25.8
<i>Maladera castana</i>	2		1	0.7	2	2	2.6		5	1.1
<i>M. orientalis</i>		1	2	2.1	1	3	2.6		10	2.1
<i>Melolontha inara</i>		1		0.7	1		0.6	4	7	2.3
<i>Metalobus impressifrons</i>		7	8	10.3		2	1.3		6	1.3
<i>Mimela splendens</i>		1	2	2.1		3	1.9		4	0.8
<i>M. testaceipes</i>	10	2		1.4				3	9	2.5
<i>Saphrops heydeni</i>		20	6	17.9	2	4	3.9	9	21	6.3
<i>Spilota plagiollis</i>			1	0.7					1	0.2
Total (16 species)	15	75	95		48	109		109	366	

*Observations were made in the southern part of Korea from April to October in 2000 and 2001.

**Ratio of each scarab species to total individuals collected.

유인 개체수가 가장 많았던 종은 큰검정풍뎅이 (*Holotrichia diomphalia*)였지만, 2000년 7월 상순 산청 지역 과수원에서의 채집수 35마리를 제외하면 전 조사 과수원에서 6월 하순부터 8월 하순까지 5마리 미만만 유인되었다 (Fig. 2-5-1A). 2001년에는 6월 상순부터 8월 중순까지 채집이 되었는데, 전년에 비하여 많은 수가 전 과수원에서 유인되었다 (Fig. 2-5-1B).

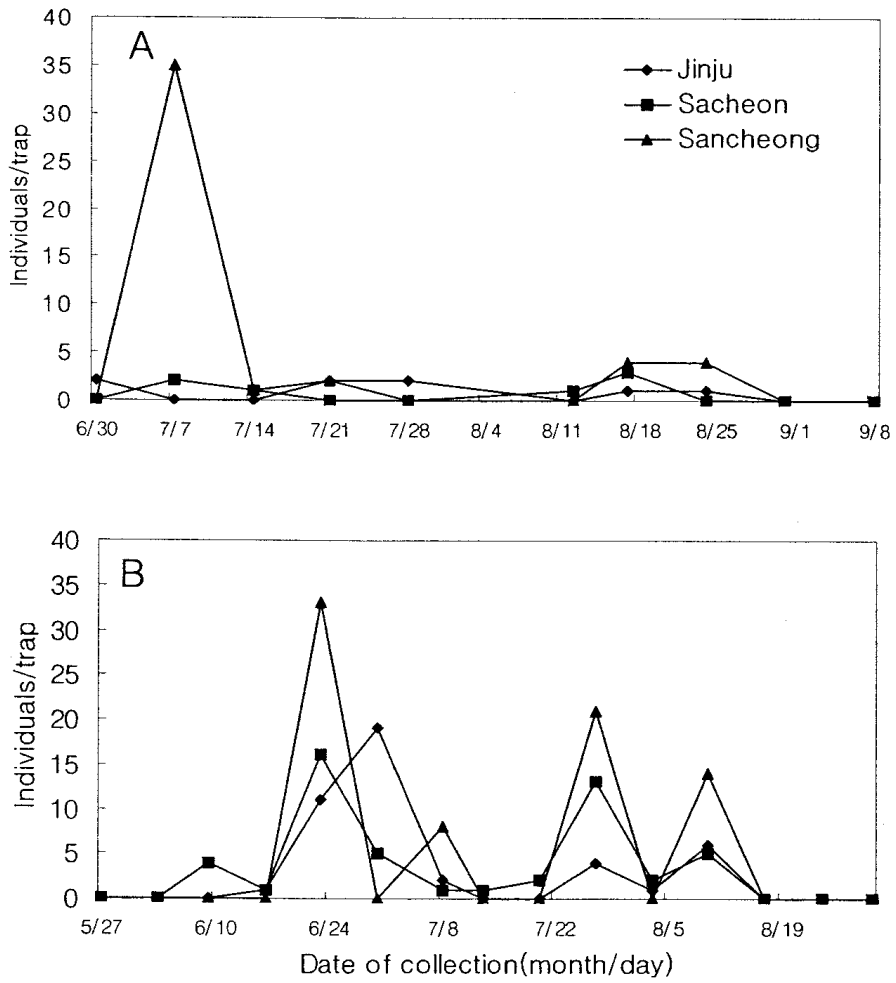


Fig. 2-5-1. Seasonal fluctuations of *Holotrichia morosa* adults monitored by mercury light traps at sweet persimmon orchards in Gyeongnam province. A: 2000; B: 2001.

큰검정풍뎅이 다음으로 많이 유인된 풍뎅이는 진주 지역에서는 5월 하순에서 8월 하순까지 5마리 이하가 채집된 하이덴풍뎅이 (*Sophrops heydeni*)였고 (Fig. 2-5-2), 사천 지역에서는 주둥무늬차색풍뎅이가 두 번째로 많이 채집이 되었었는데 5월 하순과 7월의 두 시기에 채집이 되었다 (Fig. 2-5-3).

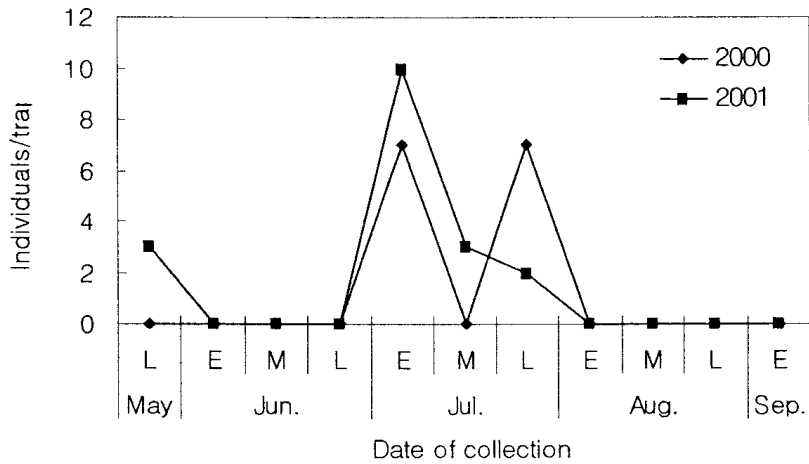


Fig. 2-5-2. Seasonal fluctuations of *Adoretus tenuimaculatus* adults monitored by mercury light traps at sweet persimmon orchards in Sacheon, Gyeongnam province in 2000 and 2001. E; early, M; mid, and L; late.

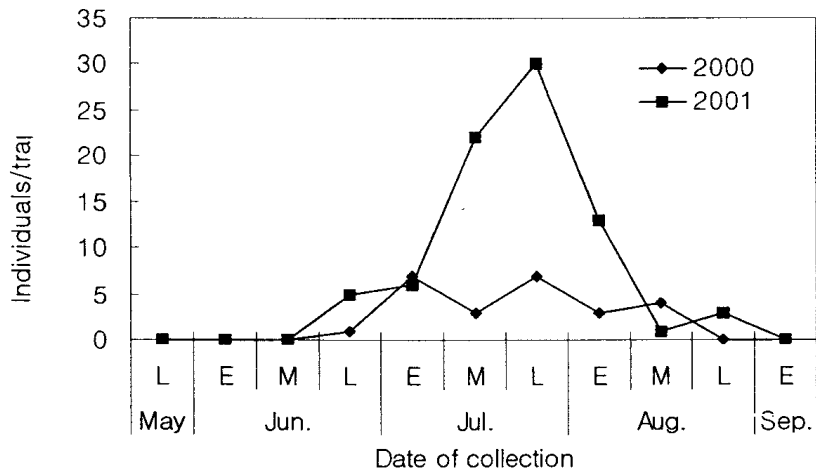


Fig. 2-5-3. Seasonal fluctuations individuals of *Anomala rufocuprea* adults monitored by mercury light traps at sweet persimmon orchards in Sancheong, Gyeongnam province in 2000 and 2001. E; early, M; mid, and L; late.

산청 지역에서는 오리나무풍뎅이가 두 번째로 많이 채집되었는데 2000년에는 뚜렷한 피크 없이 6월 하순에서 8월 중순까지 채집되었으나 2001년에는 6월 하순에서 8월 하순까지 채집되어 활동기간이 다소 길었다 (Fig. 2-5-4).

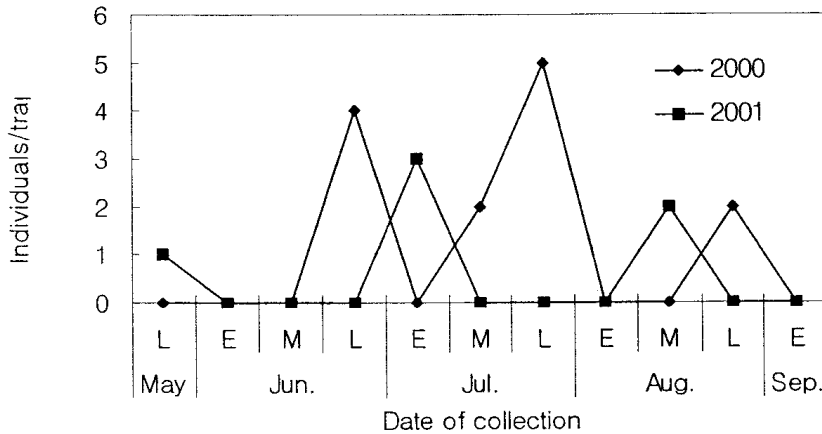


Fig. 2-5-4. Seasonal fluctuations of *Sophrops heydeny* adults monitored by mercury light traps at sweet persimmon orchards in Jinju, Gyeongnam province in 2000 and 2001. E; early, M; mid, and L; late

2) 풍뎅이류에 의한 피해

단감을 가해하는 풍뎅이를 조사한 결과 잎을 가해하는 종은 주둥무늬차색풍뎅이 한 종으로서 년 중 최대 피해엽수가 신초 10개당 0.33엽 이하로 농업과학기술원의 작물해충 피해등급의 1등급에 해당하는 (Rural Development Administration, 1995) 매우 경미한 피해를 주고 있었다 (진주시 미천면)(Table 2-5-2). 단감 과실 자체에 대한 풍뎅이의 피해는 관찰되지 않았으며 주둥무늬차색풍뎅이가 꽃받침 (calyx)을 부분적으로 가해하는 것이 금산과 미천에서 확인되었는데, 피해 받은 꽃받침수는 과일 15개당 0.07개 이하로 매우 적었다. 애초록꽃무지 (*Gametis jucunda*)는 정촌에서 5월 하순에 꽃을 일부 갉아먹고 있었고, 콩풍뎅이(*Popillia mutans*)가 금산과 미천에서 열매의 받침 부분을 갉아먹는 것이 확인되었는데, 피해정도는 꽃 또는 과일 15개당 0.03개 이하로 극히 낮았다 (Table 2-5-2).

Table 2-5-2. Maximum average numbers of damaged leaves and calyxes of sweet persimmon by scarabs

Locality	Damaged leaves per 10 shoots by <i>Adoretus</i> <i>tenuimaculatus</i> *	Damaged calyxes per 15 fruits by**		
		<i>Adoretus</i> <i>tenuimaculatus</i>	<i>Gametis</i> <i>jucunda</i>	<i>Popillia mutans</i>
Geumsan, Jinju	0.23(Early Jun.)***	0.07(Late Aug.)	0	0.03(Middle Jun.)
Jungchon, Jinju	0.17(Middle Jun.)	0	0.03(Late May)	0
Micheon, Jinju	0.33(Late Jun.)	0.06(Late Jul.)	0	0.03(Early Aug.)
Jinyeong, Gimhae	0.23(Middle Jun.)	0	0	0

Observations were made throughout a year.

*Three hundred shoots from randomly selected 30 trees per orchard were observed from May to October, 2001 at 10 days interval.

**Three hundred and fifty flowers or fruits from randomly selected 30 trees per orchard were observed from May to October, 2001 at 10 days intervals.

***The time when damaged was firstly observed

다. 고 찰

단감원 유아등에 유인된 풍뎅이의 종류는 16종이었지만, 감과 관련이 있는 종류는 6종이었다 (Forestry Research Institute, 1995). 그 중 오리나무풍뎅이와 밤색우단풍뎅이는 조사한 모든 단감원에서 채집되었으나 청동풍뎅이와 오리나무풍뎅이, 애우단풍뎅이 그리고 풍뎅이는 진주와 사천, 산청의 과수원에서만 채집되었다. 유인된 풍뎅이의 종류와 개체수는 집중적으로 관리하는 과수원 (김해)에 비하여 관리가 부실한 과수원 (진주, 사천, 산청)에서 더 다양한 종과 많은 수가 채집되는 경향이였다. 그러나 살충제를 사용하지 않았던 진주에서의

년도별 유살수나 살충제를 2회에서 3회로 늘렸던 사천에서의 년도별 유살수는 일정한 경향이 없었다. 따라서 풍뎅이의 발생은 살충제의 처리 회수보다는 과수원 주변의 식생이 더 큰 영향을 미치는 것으로 생각된다. 즉, 사천과 산청 지역은 살충제의 살포 횟수가 비슷하였음에도 불구하고 유아등에 유인된 풍뎅이의 수는 산청 지역이 매년 두 배 이상 많았는데, 산청지역 과수원이 다른 지역과는 달리 단감원 주위에 밤나무림이 조성되어 있어서 밤나무림으로부터 유입된 풍뎅이가 많았기 때문으로 생각된다. 실제 본 조사의 유아등에 유살된 16종의 풍뎅이 중 6종만이 감나무의 해충으로 기록되어 있고, 나머지 종은 밤나무나 다른 식물의 해충이었다 (Forestry Research Institute, 1995). 또한 주둥무늬차색풍뎅이와 같이 기주범위가 넓은 풍뎅이는 밤나무와 감나무를 다 같이 가해하는 해충이라 하더라도 감나무에 비하여 밤나무에 대한 선호성이 더 높기 때문에 (Lee *et al.*, 1997), 단감원 주변의 밤나무림에 의한 발생이 더 높았을 것이다. 풍뎅이의 감나무와 밤나무의 선호성에 대한 정보는 많지 않다. 사천 지역에서 큰검정풍뎅이 다음으로 개체수가 많았던 주둥무늬차색풍뎅이의 경우 감나무 잎의 피해를 25% 이하에 비하여 밤나무 잎의 피해는 51~75%로서 밤나무에 강한 선호성을 나타내며 (Lee *et al.*, 1997), 주황긴다리풍뎅이도 유사한 경향을 보인다 (Choi *et al.*, 2001). 그리고 비록 조사 과수원은 다르지만 유아등에 유살된 풍뎅이의 종수가 16종이었던데 비하여 실제로 단감에 피해를 주는 것으로 확인된 풍뎅이는 3종에 지나지 않아 밤나무 등과 같이 풍뎅이가 선호하는 기주들이 단감원 주위에 많으면 단감원만의 단순 과수원에 비하여 종과 개체수가 많았을 것으로 생각된다.

유인된 풍뎅이 중 김해지역을 제외하고는 세 지역 모두 큰검정풍뎅이의 개체수가 가장 많았는데, 큰검정풍뎅이는 밤나무나 감나무의 해충은 아니고 (Forestry Research Institute, 1995), 뱃나무류 (*Prunus* spp.)나 배나무 (*Pyrus serotina*), 능금 (*Malus pumila*), 물푸레나무 (*Fraxinus rhynchophyllus*) 및 목초를 가해하는 해충이다 (Ko, 1969). 따라서 이 종의 유살수가 많았던 것은 주변 산림이나 단감이 아닌 사과나 배나무 과수원에서 유입되었기 때문으로 보인다. Kim *et al.* (1990)은 1984년부터 1985년까지 수원지방의 목초지에서 유아등을 이용하여 풍뎅이를 조사한 적이 있다. 그 결과 큰검정풍뎅이가 36.0%의 점유율을 보여 우점종이라고 하였다. 그러나 Jeong (1995)이 1993년 경남 진주 문산지역의 단감 과수원에서 유아등으로 채집한 조사에서는 14종의 풍뎅이 중

9번째의 채집수를 보여 상대적으로 낮은 유인수를 보여 조사지역별로 발생량에서 차이가 있는 것으로 나타났다.

유아등으로 조사한 큰검정풍뎅이의 발생은 2000년에는 6월 하순에서 8월 중순까지였고, 2001년에는 6월 상순에서 8월 중순까지였다. Kim *et al.* (1990)은 수원지방에서 큰검정풍뎅이가 6월 중순에서 8월 하순까지 유아등에 유인되며 유인최성기가 7월 중순이라고 하여 발생기간은 비슷하였으나 발생 최성기는 7월 상순경으로 빨랐다. 이것은 본 조사 지역이 남부지방으로 평균기온이 수원지역보다 높기 때문으로 생각된다. 산청 지역을 제외하고는 2000년에 비하여 2001년의 유인 개체수가 많았는데 이것은 큰검정풍뎅이가 2년 1세대로 발생하기 때문에 (Kim and Hyun, 1988) 차이가 있었던 것으로 보인다.

감나무의 해충으로 기록된 오리나무풍뎅이 (Ko, 1969)는 산청지역에서 큰검정풍뎅이 다음으로 많이 유인되었고 진주와 사천지역에서도 비교적 유살수가 많았다. 성충은 활엽수를 비롯하여 과수나 농작물 및 잡초 등을 섭식하고 유충은 묘목이나 근채류를 가해하여 피해를 주고 있는 해충이다 (Kobayashi and Taketani, 1994). 그러나 진주 지역 3개 단감 과수원과 김해에서 조사한 바로는 이들에 의한 단감 잎의 피해는 관찰되지 않았다. 김해 지역의 경우 비록 유아등에 유인된 개체수가 적기도 하였지만 실제 피해는 발생하지 않았다. 이것은 단감보다는 밤나무나 참나무와 같은 식물을 선호하기 때문으로 생각된다.

사천지역에서는 큰검정풍뎅이 다음으로 단감 해충으로 기록되어 있는 주둥무늬차색풍뎅이 (Ko, 1969; Lee *et al.*, 1997)의 개체수가 많았다. 주둥무늬차색풍뎅이는 48과 193종의 식물 잎을 가해하는 다식성으로 (Choo *et al.*, 1999) 밤나무와 야까시나무에 대한 선호성은 높지만 감나무는 선호성이 낮은 기주식물이다 (Lee *et al.*, 1997). 그리고 참나무나 밤나무가 있는 지역에서는 흔히 볼 수 있는 종인데 본 조사에서도 조사지 주변의 식생에서 차이를 보였던 김해 지역을 제외하고는 모든 조사지의 유아등에서 채집되었다. 특히 밤나무에 대한 선호성이 높아 밤나무림 주변에서 발생이 심한 편이다 (Lee *et al.*, 1997). 따라서 사천이나 산청 지역에서 유인된 개체수가 많았던 것은 조사 과수원 주변에 밤나무림이 있었기 때문으로 생각된다. 한편 주둥무늬차색풍뎅이는 단감의 잎뿐만 아니라 꽃받침에도 피해를 주고 있었다. 잎의 피해는 김해 지역을 비롯한 전 과수원에서 확인되었다. 그러나 그 피해는 최고 신초 10개당 0.33엽으로서 경제적으로 피해를 줄 정도는 아니었으며 열매 받침의 경우도 같은 경향이었

다. 그리고 과실 자체에는 피해를 전혀 주지 않았기 때문에 방제가 필요한 해충은 아니었다. 흥미로운 것은 살충제를 처리하지 않은 과수원이나 살충제를 주기적으로 처리한 과수원이나 주둥무늬차색풍뎅이에 의한 피해는 유사한 경향이였다. 한편 주둥무늬차색풍뎅이가 유아등에 유인되었던 시기는 5월 하순과 7월 한 달 동안이었다. 이 종은 4월 하순이나 5월 초순에 월동한 성충이 활동을 시작하며 (Choo *et al.*, 1999) 생존 기간은 먹이조건에 따라 10일에서 60일 내외이다 (Lee, 2000). 6월은 주둥무늬차색풍뎅이가 야외에서 활동하는 시기임에도 불구하고 (Lee *et al.*, 1999) 유아등에 채집되지 않았던 것은 강우나 약한 추광성 때문으로 생각되지만 이에 대해서는 좀 더 연구가 있어야겠다. 단감을 가해하는 풍뎅이는 주둥무늬차색풍뎅이 이외에 애초록꽃무지와 콩풍뎅이가 있었다. 애초록꽃무지는 단감 해충으로 기록되어 있지는 않지만 본 조사 결과 진주시 정촌면에 있는 단감 과수원에서 단감의 꽃을 먹는 것이 관찰되었다. 그러나 피해꽃수는 꽃 15개당 0.03개로 매우 적었다. 한편 콩풍뎅이도 열매의 받침 부분을 먹었는데 금산면과 미천면 지역의 단감 과수원에서 관찰되었다. 콩풍뎅이는 장미를 가해하는 해충으로 기록되어 있는데 (Forestry Research Institute, 1995) 본 조사에서 처음으로 단감을 가해한다는 사실이 확인되었으나 그 피해 정도는 과실 15개당 0.03개로 매우 낮아 방제 대상이 되는 문제해충은 아니었다. 콩풍뎅이도 밤나무림에서 밤꽃을 가해하는 것이 미천의 단감원 주변에서 관찰이 되었다. 따라서 이종도 밤나무림이나 주변 식생이 주 발생처로 생각된다.

본 조사의 결과로 미루어 볼 때 단감의 잎이나 꽃을 기주로하는 풍뎅이류는 있으나 단감 과수원에서 단감의 수량이나 생육에 영향을 끼칠 수 있는 풍뎅이는 없었다. 따라서 비록 17종의 풍뎅이가 감의 해충으로 기록은 되어 있지만 (Forestry Research Institute, 1995) 실제로 방제를 해야할 풍뎅이는 없는 것으로 생각된다.

제 3 절 수확 후 단감에 잔존하는 해충의 종류와 제거기술 연구

가. 서언

우리나라 감의 재배 면적은 2000년 현재 31,193 ha로서 과수 중에서 재배면적이 가장 넓으며 생산량은 287천톤에 이르고 있다. 그 중에서 단감의 재배면적은 전체 감 재배면적의 76.4 %를 차지하고 있으며, 생산량은 227천톤이다. 경남과 전남의 단감 재배면적이 전국의 79.7 %에 이르고 있다 (농림부, 2001). 그러나 단감수요가 증가하던 1990년 초반까지는 공급량이 급속히 증가함에도 불구하고 가격이 비슷한 수준으로 유지되었으나 1990년대 중반 이후에 가격이 매년 큰 폭으로 감소하고 있으며(한국농촌경제연구원, 2002), 그에 따라 소득율도 '91-'93년의 76.1%에서 '98-'00년의 62.6%로 하락하였다 (대구사과연구소, 2001). 정부와 농민단체에서는 이러한 가격 하락문제를 해결하기 위하여 間伐과 수출에 힘을 기울이고 있지만, 수출문제는 결코 단순하지가 않다. 단감의 수출은 98년부터 급증하기 시작하여 2000년 현재 3,060M/T가 수출되었고, 2001년에는 4,500M/T가 될 것으로 추정하고 있다 (관세청, 2001). 그러나 이 정도의 수출량은 전체 생산량의 1.3%에 불과하고 국내 내수용 단감의 가격안정에 기여하지 못하고 있으며, 수출지역도 괌, 싱가포르, 일본 등 일부지역에 국한되어 있는 실정이다.

이러한 이유로 우리나라 단감의 북미(미국 등) 수출문제를 매년 한·미 식물검역회의에서 의제로 다루고 있지만 수확과에 잔존하는 것으로 추정되는 해충문제로 아직까지 북미지역에 우리의 단감이 수출되지 않고 있는 실정이다.

미국측에서 우리나라 단감에 잔존하고 있다고 우려하는 해충은 감꼭지나방 (*Stathmopoda masinissa*), 복숭아명나방 (*Conogethes punctiferalis*), 온실가루깍지벌레 (*Planococcus kraunhiae*), 감나무주름응애 (*Tenuipalpus zhizhilashiriliae*)의 4종으로서 (Stewart, 1997), 우리 단감의 수확물(과일)에 이들 해충이 부착할 가능성이 있다고 하여 수입을 거부하고 있는 실정이다. 미국측이 우리 단감에 감꼭지나방과 복숭아명나방이 부착할 가능성이 있다고 주장하는 것은 국내의 여러 문헌에서 우리 단감에 이들 해충이 발생한다고 기록되어 있기 때문이며(윤, 1979; 구와 최, 1971~1973; 농업기술연구소, 1988; 배 등,

1991; 정, 1995; 정 등, 1996; 권 등, 1997; 김 등, 1997; 박 등, 1997; 윤과 이, 1997), 국내 문헌에 나와 있는 단감의 주요 해충은 감꼭지나방, 각지벌레류(뽕나무각지벌레, 주머니각지벌레 등), 노린재류, 복숭아명나방(일부발생이 되고 있다고 함) 등 수십종에 이르고 있다. 그러나 이와 같은 문헌들은 단감 해충의 종류나 발생시기에 관한 연구들로서, 이들 해충의 수확물에의 존재여부에 대한 학술적 연구 결과가 언급이 없기 때문에 단감 수출에 장애가 되고있는 실정이다.

우리 실험실에서는 이러한 개념을 가지고 단감 재배농가에서의 선과와 수출 직전 단감조합에서의 선과 단계에서 잔존 곤충이 어느 정도 제거되는지를 조사하였는데, 노린재류나 복숭아명나방 피해과는 선과 과정(농가 자체 선과 및 수출 전 단감조합의 선과)에서 100% 제거 될 수 있었으나 꼭지아랫부분에 잔존하는 응애류, 각지벌레 등은 미소곤충들이므로 전혀 제거되지 않았다(박정규, 2001). 따라서 우리나라의 단감을 미국에 수출하기 위해서는 다음 요건을 조속히 갖추어야 한다.

① 단감원에 발생하고 있는 병해충의 종류를 시기적으로 정량적으로 파악해야 하며 ② 감꼭지나방과 복숭아명나방 및 기타 병해충이 수확물에 존재하지 않는다는 것을 과학적으로 증명해야 하며, ③ 만약, 이들 해충이 수확물에 존재한다면 단감 재배기간 중에 발생하지 않도록 방제체계를 수립하여 이에 따라 단감원을 적절히 관리해야 할 뿐만 아니라, ④ 수확물에 존재하는 병해충을 완전히 제거할 수 있는 기술을 시급히 개발하여야 하고 ⑤ 아울러 농약잔류에 대한 조사를 하여 농약이 수확물에 허용기준 이하로 존재한다는 것을 입증하여야 한다. 즉, 단감의 재배에서부터 포장, 수출이 완료되는 시점까지 전 과정 동안에 나타나는 병해충의 특징을 조사하고 이에 적합한 방제법을 적시에 활용하여야 하며, 수확과에 잔존하는 해충을 제거할 수 있는 기술을 개발하여야 우리나라의 단감을 미국에 수출할 수 있다.

1. 수확과에 잔존하는 해충의 종류와 잔존정도

가. 1999년 조사결과

단감을 수확한 후의 과실에 어떤 해충이 어느 정도 존재하는지를 알아보기 위하여 1999년 10.25일부터 11.5일까지 수확과에 대한 정밀 조사를 실시하였다 (Table 3-1). 경남에서는 창원, 진주, 김해, 사천의 4지역에서 각 2 농가씩 총 8개 농가를 선정하였는데, 사천의 1개 농장을 제외하고는 모든 농가가 단감을 수출한 경험이 있거나 수출하고자 노력하고 있는 농가이었다. 순천의 농가는 비교적 관리기술이 부족한 탓인지 수세나 착과상태가 좋지 않았다. 각 과수원 별로 수확 후 농가에서 1차 선과하여 상자에 포장해 놓은 단감을 60~80개 구입 후 실험실로 운반하여 현미경 하에서 정밀조사하였다. 사천의 B 과수원에서는 樹上果에 대해서도 육안조사하였다.

Table 3-1. 1999년 단감 수확과를 조사한 농장의 현황

지역	과원	주 소	과원현황		
			면적(ha)	주수	수령(년)
창원	A	경남 창원시 동읍 달천리 601	1.7	550	18-20
	B	경남 창원시 북면 상천리 소라 정원농장	4.0	1,600	7-11
진주	A	경남 진주시 대곡면 와룡리	5.0	1,400	12-25
	B	경남 진주시 이반성면 평촌리 지화 904-3	1.7	500	11
김해	A	경남 김해시 진영읍 우동리 482	3.0	800	20-25
	B	경남 김해시 진영읍 진영리 250	2.7	800	20-30
사천	A	경남 사천시 사남면 도동마을	0.1	200	15-20
	B	경남 사천시 축동면 배춘리 808-2	3.0	800	15-20
순천	A	전남 송주군 송주읍 구강리 895-12	2.0	-	10-20

Table 3-2. 노린재 및 각지벌레에 의한 피해과율(1999)

과 원*	조사 시기	조사 과일수	탄저병 과율(%)	노린재 피해과율(%)	각지벌레 존재과율(%)**	감꼭지나방 피해과율(%)	복숭아명나방 피해과율(%)
사천 A (樹上果)	10. 30	60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
사천A	10. 30	80	0.0	16.3	0.0	0.0	0.0
사천B (樹上果)	10. 25	60	6.7	3.3	1.7	0.0	0.0
사천B	10. 25	80	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0
김해A	11. 13	80	0.0	11.25	0.0	0.0	0.0
김해B	11. 13	80	3.8	5.00	0.0	0.0	0.0
창원A	11. 13	80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
창원B	11. 13	80	0.0	5.00	0.0	0.0	0.0
진주A	11. 5	80	0.0	0.11	0.0	0.0	0.0
진주B	11. 5	80	1.3	23.75	0.0	0.0	0.0
순천A	11. 5	60	6.7	56.67	0.0	0.0	0.0
평 균	-	2,580	1.7	11.0	0.6	0.0	0.0

* 과원 칸에 별도의 언급이 없는 것은 수확 후 상자에 담아놓은 과일을 조사한 것임

** 종 분류를 아직 하지 못하였음

Table 3-2에서 보는 바와 같이 탄저병에 걸린 과율은 0-6.7 % 로서 과원에 따라 상당한 차이가 있었고 평균 1.7 % 이었다. 단감에서 가장 중요한 해충인 노린재의 피해율은 극심하여 56.7%에 이르는 농가도 있었다. 순천A 과수원은 산비탈을 깎아 조성한 과원으로서 주변에 삼림이 우거져 있었는데, 이러한 삼림속의 초목에서 노린재가 증식하여 단감원으로 비래한 것으로 추정된다. 한편 진주A와 사천A, 김해B 과수원도 산지에 조성된 과수원이었다. 수확과에 각지

벌레가 존재하는 과일의 비율은 1개 과원을 제외하고는 모두 '0'이었다. 한편 미국측의 검역해충인 복숭아명나방과 감꼭지나방에 의한 피해과는 조사대상 저너채 과원에서 단 1개도 찾을 수 없었다. 이러한 결과는 이들 두 나방류가 현재의 방제체계로써 잘 방제될 수 있다는 것을 시사한다고 할 수 있다.

Table 3-3. 수확 단감에 존재하는 응애류의 종류와 응애 존재과실의 비율

과 원*	미소응애 존재과율 (%마리/과일)***	균식성응애* 존재과율 (% 마리/과일)**	마름응애 존재과율 (%마리/과일)**	점박이응애존 재과율 (%마리/과일)
사천A (樹上果)	1.7 (0.02)	1.7 (0.02)	0.0	38.3 (11.1)
사천A	0.0	0.0	0.0	0.18 (5.50)
사천B (樹上果)	66.7 (4.7)	63.3 (2.6)	10 (0.7)	0.0
사천B	30.0 (0.8)	33.8 (1.0)	6.3 (0.1)	0.0
김해A	0.0	0.0	10.0 (0.15)	0.0
김해B	0.0	0.0	0.0	2.50 (0.03)
창원A	0.0	0.0	0.0	0.0
창원B	0.0	0.0	0.0	0.0
진주B	0.0	0.0	3.75 (0.05)	13.75(0.76)
진주A	0.0	3.75 (0.06)	0.0	0.0
순천A	35.0 (0.6)	8.33 (0.13)	0.0	3.33 (0.03)
평 균	12.1(0.56)	10.1(0.35)	2.73(0.1)	5.28(1.58)

* 성명 칸에 별도의 언급이 없는 것은 수확 후 상자에 담아놓은 과일을 조사한 것임

** 긴털이리응애와 마름응애는 식식성이 아닌 천적응애임

*** 미소응애는 아직 분류하지 못하였으며, 검역해충인 감나무주름응애는 아니었음

수확 단감에 존재하는 응애의 종류는 해충인 점박이응애와 천적인 마름응애 및 종명을 알 수 없는 미소응애와 균식성응애(fungus-feeding mite)의 4종류이었다(Table 3-3). 응애가 존재하는 과율은 농가에 따라 큰 차이가 있었다. 예를 들면 창원의 두 과원에서 생산된 단감에서는 어떤 응애도 발견되지 않았으나, 사천B 과원에서는 미소응애 또는 균식성응애의 존재과율이 66~63%에 이르고

있다. 이러한 결과로 볼 때 과수원 관리 방식에 따라 응애 존재과율은 충분히 감소시킬 수 있다고 생각된다.

나. 2002년 조사결과

단감을 수출할 때에는 단감나무나 잎에 가해하는 해충은 문제가 되지 않는다. 수출을 하는 과일에 잔존하고 있는 해충의 종류와 발생량이 문제가 되는 것이다. 2000년에 진영의 2농가, 창원 1농가, 진주 3농가에서 수확기에 나무 위에 달려있는 과실과 농가에서 1차 선과하여 조합으로 보내는 과실 및 조합에서 수출용으로 선과가 끝난 과실의 3단계로 구분하여 해충의 잔존여부를 조사하였다. 각 농가별 및 선과 단계별 조사시기와 조사과실수는 Table 3-4와 같다.

Table 3-4. 수출농가별, 선과 단계별 조사 과실수

농가별	수상과		1차선과 후		2차선과 후	
	조사과실수	조사시기	조사과실수	조사시기	조사과실수	조사시기
진영A	100	10. 31	95	11. 3	90	11. 12
진영B	100	10. 31	96	10. 31	93	11. 3
창원	100	10. 31	97	10. 31	100	11. 9
진주,반성A	100	11. 3	95	11. 3	94	11. 3
진주B	100	11. 3	100	11. 3	99	11. 3
진주,문산C	100	11. 3	100	11. 3	100	11. 4
진주D	30	10. 31	-	-	-	-
순천A	32	10. 31	-	-	-	-
순천B	40	10. 31	-	-	-	-
김해A	40	11. 1	-	-	-	-
사천A	30	11. 15	-	-	-	-
사천B	30	11. 15	-	-	-	-
합 계	802	-	583	-	576	-

Table 3-5에 나타난 대로 2002년에는 농가마다 꼭지들림 피해과의 비율이 대단히 높았다. 꼭지들림 현상은 기상 조건에 의해서 나타나는 생리적인 현상

으로 알려져 있으나 정확한 원인은 아직 알려져 있지 않다. 감의 품종에 따라 피해 정도가 다른데, 특히 부유 품종에서 많이 발생하고 있다. 꼭지가 들리면 그 과실은 빨리 홍시가 되고 저장성이 현저히 떨어지게 된다. 따라서 상품가치가 없으며 수출은 더욱 불가능하다.

표에서 보는 대로 꼭지들림 과실은 선과과정에서 50%정도 제거될 수 있는데, 2차 선과 후에도 남아있는 약 5%의 꼭지들림과는 그 정도가 매우 경미한 것들로서 판매나 수출에는 큰 지장이 없을 것으로 생각된다.

Table 3-5. 각 농가별 꼭지들림 피해과와 선과단계에서 제거되는 과의 비율(%)

농가별	수상과	1차선과 후	2차선과 후
진영A	11	18.9	1.1
창원	10	1.0	6.0
진영B	17	12.5	4.3
진주,반성A	9	1.1	2.1
진주B	22	13	1
진주,문산C	5	3	18
진주D	3.3	-	-
순천A	0	-	-
순천B	0	-	-
김해A	2.5	-	-
사천A	3.3	-	-
사천B	10	-	-
평 균	11.6	8.2	5.4

단감의 최대 해충인 노린재에 의한 피해정도는 Table 3-6과 같다. 농가에 따라 차이는 있으나 노린재에 의한 피해율이 9-39%에 이르고 있다. 이는 단감에서는 노린재가 최대의 해충이라는 것을 나타내는 것으로서 앞으로 많은 연구가 있어야 할 것으로 생각된다. 노린재에 의한 피해는 외관상으로 검푸른 반점이 나타나기 때문에 상품의 질을 현저히 떨어뜨린다. 이러한 피해도 선과과정에서 1/6정도로 줄일 수 있으며 남아있는 약 5%의 노린재 피해과는 경미하여 상품화에는 별 문제가 없을 것으로 생각된다. 더욱이 노린재는 수확과에 남아있는 해충이 아니므로 과실의 수출에는 전혀 문제가 되지 않는다.

Table 3-6. 노린재 흡즙에 의한 피해 과실율(%)과 선과단계에서 제거되는 비율(%)

농가별	수상과	1차선과 후	2차선과 후
진영A	17	21	5.6
창원	39	26.8	1.0
진영B	24	21.8	8.6
진주,반성A	13	4.2	0
진주B	9	15	11.1
진주,문산C	17	3	3
순천A	18.8	-	-
순천B	36.7	-	-
진주D	16.7	-	-
김해A	15.0	-	-
사천A	16.7	-	-
사천B	40	-	-
평균	32.8	15.4	4.9

Table 3-7. 수출농가별 꼭지 부분(위+아래)에 곤충이 존재하는 과일의 비율 (%)

농가별	수상과		1차선과 후		2차선과 후	
	꼭지위	꼭지아래	꼭지위	꼭지아래	꼭지위	꼭지아래
진영A	2	4	0	23.2	0	16.7
창원	5	2	0	5.2	0	16.0
진영B	0	3	0	3.1	0	26.9
진주,반성A	6	30	2.1	50.5	0	10.6
진주B	3	23	0	8	0	18.2
진주,문산C	0	6	0	11	1	26
진주D	0	13.3	-	-	-	-
순천A	0	0	-	-	-	-
순천B	0	0	-	-	-	-
김해A	0	5.0	-	-	-	-
사천A	0	30.0	-	-	-	-
사천B	0	26.7	-	-	-	-
평균	2.0	17.8	0.3	16.6	0.3	19.1

* 전체 조사과 중 복숭아명나방 1마리 발견 (0.064% ; 안의근씨 농장 1차선과 후).

* 감꼭지나방 미발견.

Table 3-7은 수상과와 1차선과 후 및 2차선과 후의 꼭지 윗부분과 아랫부분에 곤충이 존재하는 과일의 비율을 나타낸 것이다. 전체적으로 볼 때 꼭지의 윗부분보다는 아랫부분에 곤충이 많이 존재함을 알 수 있다. 그러나 선과 단계가 지남에 따라서도 곤충이 존재하는 과실의 비율은 전혀 줄어들지 않고 있는데, 이러한 원인은 선과과정이 곤충의 존재여부 또는 존재하는 곤충을 제거하는 과정이 아니라, 앞에서 본 바와 같이 꼭지들림과일이나 노린재에 의한 피해과를 제거하는 즉, 외관상으로 보아 깨끗한 과일을 고르는 과정이기 때문인 것으로 생각된다.

Table 3-8은 꼭지의 윗면에 곤충이 존재하는 과실의 비율을 나타낸 것이다. 톡토기류는 해충이 아니기 때문에 검역상 문제가 안될 수도 있으나 각지벌레류와 응애류(특히 간자와응애)는 문제가 된다.

Table 3-8. 수출 농가별 꼭지 윗면에 곤충이 존재하는 과실의 비율(%)

농가별	수상과			1차선과 후			2차선과 후		
	각지 벌레류	톡토기 류	응애류	각지 벌레류	톡토기 류	응애류	각지 벌레류	톡토기 류	응애류
진영A	0	0	2	0	0	0	0	12	4
창원	0	0	5	0	0	0	0	11	4
진영B	0	0	0	0	0	0	0	0	0
진주,반성A	4	2	1	0	0	2	0	0	0
진주B	0	3	0	0	0	0	0	0	0
진주,문산C	0	0	0	0	0	0	1	0	0
진주D	0	0	0	-	-	-	-	-	-
순천A	0	0	0	-	-	-	-	-	-
순천B	0	0	0	-	-	-	-	-	-
김해A	0	0	0	-	-	-	-	-	-
사천A	0	0	0	-	-	-	-	-	-
사천B	0	0	0	-	-	-	-	-	-
평균	0.5	0.6	1.0	0	0	0.3	0.2	4	1.4

Table 3-9는 위 표의 내용을 좀 더 자세히 나타낸 것으로서 응애의 종류별 존재과일의 비율을 나타낸 것이다. 여기서 간자와응애는 미국과 캐나다에서 우리 나라의 사과와 배를 수입할 때 검역해충이기 때문에 문제가 될 수 있으나 포식성응애와 균식성응애는 해충이 아니므로 문제가 되지 않을 수도 있다. 간자와응애는 꼭지 윗면에는 0-0.4% 존재하는 것으로 나타났는데 검역상 문제가 될 수도 있다.

Table 3-9. 꼭지 윗면에 응애가 존재하는 과실의 비율(%)

농가별	수상과			1차선과 후			2차선과 후		
	간자와 응애	포식성 응애	균식성 응애	간자와 응애	포식성 응애	균식성 응애	간자와 응애	포식성 응애	균식성 응애
진영A	2	0	0	0	0	0	0	0	0
창원	0	5	0	0	0	0	0	0	0
진영B	0	0	0	0	0	0	0	0	0
진주,반성A	1	0	0	0	2.1	0	0	0	0
진주B	0	0	0	0	0	0	0	0	0
진주,문산C	0	0	0	0	0	0	0	0	0
순천A	0	0	0	-	-	-	-	-	-
순천B	0	0	0	-	-	-	-	-	-
진주D	0	0	0	-	-	-	-	-	-
김해A	0	0	0	-	-	-	-	-	-
사천A	0	0	0	-	-	-	-	-	-
사천B	0	0	0	-	-	-	-	-	-
평균	0.4	0.6	0	0	0.3	0	0	0	0

꼭지 아랫 부분에 곤충이 존재하는 비율은 대단히 높은데(Table 3-10), 일반적으로 톡토기류와 응애류가 존재하는 과실의 비율이 높다. 또한 선과과정에서도 이들 곤충이 존재하는 과일이 전혀 제거되지 않고 있다. 이러한 원인은 이들 곤충의 크기가 매우 작아 육안으로 쉽게 구분할 수 없고 더욱이 이들이 꼭지의 아랫부분에 대부분 존재하기 때문이다. 따라서 우리의 단감을 미국 등에 수출하고자 할 때에는 수확과에 이들이 존재할 수 없도록 재배기간 중에 방제를 하던지 아니면 수확후에 별도의 선과과정을 거쳐야 할 것으로 생각된다.

Table 3-10. 수출농가별 꼭지 아랫부분에 곤충이 존재하는 과실의 비율(%)

농가별	수상과			1차선과 후			2차선과 후		
	독토기류	응애류	총채벌레류	독토기류	응애류	총채벌레류	독토기류	응애류	총채벌레류
진영A	0	4	0	16.8	3.2	3.2	13.3	4.4	0.0
창원	0	2	0	0	5.2	0	11.0	4.0	1.0
진영B	0	3	0	3.1	0	0	6.5	20.4	0
진주,반성A	16	14	1	35.7	14.5	0	3.2	7.4	0
진주B	5	18	0	8	0	0	15.2	3	0
진주,문산C	0	6	0	6	5	0	0	22	0
진주D	10	3.3	0	-	-	-	-	-	-
순천A	0	0	0	-	-	-	-	-	-
순천B	0	0	0	-	-	-	-	-	-
김해A	5	0	0	-	-	-	-	-	-
사천A	30	0	0	-	-	-	-	-	-
사천B	20	3.3	3.3	-	-	-	-	-	-
평균	10.7	6.7	0.5	11.4	4.6	0.5	8.2	10.2	0.2

더욱이 Table 3-11. 나타난 대로 검역상 문제가 될 수 있는 간자와응애가 존재하는 과실의 비율이 2차선과후에도 1.5나 되기 때문에 검역상 문제점으로 대두될 수도 있다.

Table 3-11. 꼭지 아랫면의 존재하는 응애류의 종류와 존재과율(%)

농가별	수상과			1차선과			2차선과		
	간자와 응애	포식성 응애	균식성 응애	간자와 응애	포식성 응애	균식성 응애	간자와 응애	포식성 응애	균식성 응애
진영A	1	3	0	0	3.2	0	0	4.4	0
창원	1	1	0	1	4.1	0	0	4.0	0
진영B	0	3	0	0	0	0	0	18.3	2.2
진주,반성A	14	0	0	14.7	0	0	7.4	0	0
진주B	1	15	2	0	0	0	0	3	0
진주,문산C	6	0	0	0	3	2	1	5	16
진주D	0	3.3	0	-	-	-	-	-	-
순천A	0	0	0	-	-	-	-	-	-
순천B	0	0	0	-	-	-	-	-	-
김해A	0	0	0	-	-	-	-	-	-
사천A	0	0	0	-	-	-	-	-	-
사천B	3.3	0	0	-	-	-	-	-	-
평균	3.3	3.2	0.2	2.6	1.7	0.3	1.5	6.0	3.2

한편 미국으로부터 검역해충으로 되어 있는 감꼭지나방과 복숭아명나방에 의한 피해과는 단 1개의 과일도 찾을 수 없었다(Table 3-12), 감꼭지 나방에 의해 피해받은 과실은 조기에 낙과 되며, 복숭아명나방에 의한 피해과도 역시 홍시가 되어 낙과한다. 비록 복숭아명나방에 의해 피해를 받았지만 낙과되지 않은 과실이라도 농민이 수확할 때, 수확 후 1차 선과단계 및 단감조합에서 실시하는 2차 선과 단계에서 모두 제거될 수 있을 것이다. 이는 이 해충에 의한 피해를 받은 과실은 꼭지부분에 생기는 피해증상으로 육안에 의해 쉽게 구분될 수 있기 때문이다.

Table 3-12. 수출농가별 감꼭지나방(PFM)과 복숭아명나방(PPM)유충에 의한 피해과율

농가별	수상과		1차선과 후		2차선과 후	
	PFM	PPM	PFM	PPM	PFM	PPM
진영A	0	0	0	0	0	0
창원	0	0	0	0	0	0
진영B	0	0	0	0	0	0
진주,반성A	0	0	0	0	0	0
진주B	0	0	0	0	0	0
진주,문산C	0	0	0	0	0	0
진주D	0	0	0	0	0	0
순천A	0	0	0	0	0	0
순천B	0	0	0	0	0	0
김해A	0	0	0	0	0	0
사천A	0	0	0	0	0	0
사천B	0	0	0	0	0	0
평균	0	0	0	0	0	0

다. 2001년 조사 결과

2001년에는 11.7일부터 11.9일까지 조사하였다. 조사대상과원은 Table 3-13과 같이 진주, 김해, 사천, 창원의 4지역에서 7개 농가 과원을 선정하여 조사하였다. · 조사방법으로는 ① 수상과에 대해서는 과원당 20주의 나무에서 주당 20개의 과실을 임의로 조사 하였고, ② 1차선과 후의 과일에 대해서는 농가에서 단감조합에 출하하기 위해 선과 후 포장해 놓은 과일을 과원당 3박스를 구입하

여 실험실에서 정밀 조사하였다. 2001년에는 나방류에 의한 피해과율만 조사하였으며, 1차 선과후에도 피해과율이 모두 0%로 나타났기 때문에 '2차선과 후 조사'는 하지 않았다.

Table 3-13. 조사 대상 과수원의 개요

지역	과원	주 소	과원현황		
			면적(ha)	주수	수령(년)
진주	A	경남 진주시 대곡면 와룡리	5.0	1,400	12-25
	B	경남 진주시 금곡면	0.1	20	10
	C	경남 진주시 예하리	약 0.3	100	15
김해	A	경남 김해시 진영읍 진영리 250	2.7	800	20-30
사천	A	경남 사천시 사천읍 장전 2동 137-1	1.7	800	20-25
	B	경남 사천시 정동면 예수리 산 49번지	1.7	700	25
창원	A	경남 창원시 동읍 달천리 601	1.7	550	18-20

Table 3-14. 2001년 수확단감에 대한 나방류 해충에 의한 피해과율 조사결과

과원	조사과일수		감꼭지나방 피해과수		복숭아명나방 피해과수	
	수상과	1차선과후	수상과	1차선과후	수상과	1차선과후
진주A	400	165	0	0	0	0
진주B	400	159	0	0	0	0
진주C	400	150	0	0	0	0
김해A	-	189	-	0	-	0
사천A	400	140	0	0	0	0
사천B	400	-	0	-	0	-
창원A	400	-	0	-	0	-
피해과율(%)	24,00	803	0.0	0.0	0.0	0.0

- : 조사하지 않음

Table 3-14에서 보는 바와 같이 감꼭지나방과 복숭아명나방유충에 의한 피해과는 조사대상 모든 과원에서 전혀 나타나지 않았다.

2. 잔존해충의 제거기술 연구

가. 문헌 조사

지금까지 감에 잔존하는 해충을 제거할 목적으로 수행된 방법들은 methyl bromide 훈증처리, 고온처리, CA(controlled atmosphere)처리, 온탕침지 등의 방법이 연구되어 왔고, 사과, 키위 같은 다른 과실에 대해서는 CA+고온처리와 Ethanol침지 같은 방법이 연구되었다.

Whiting 등(1999)은 사과를 가해하는 잎말이나방의 일종인 *Epiphyas postvittana*에게 곤충성장조절물질의 하나인 tebufenozide를 먹이에 함께 넣어 줄 경우, 고온처리(40℃)에 대한 감수성이 증가한다고 하였다. 핵과류의 해충인 복숭아순나방(*Grapholita molesta*)에 대해서도 고온처리를 한 경우가 있는데 Yokoyama와 Miller (1987)는 복숭아순나방을 45℃에 55분간 처리할 경우 알과 모든 단계의 유충을 치사시킬 수 있다고 하였다. 또한 Lay-Yee와 Rose(1994)는 고온처리에 의한 복숭아 품질을 조사하면서 41℃에 24시간 처리한 것은 과실에 피해가 없으나 그 시간 이상 처리하면 화상, 갈변, 부패 등의 피해가 나타난다고 하였다. Dentener 등(1996)은 감을 가해하는 가루깍지벌레의 일종인 *Pseudococcus longispinus*를 44℃에 12.4시간 또는 50℃에서 3.8시간 처리함으로써 99%의 치사효과를 얻을 수 있다고 하였다. 나아가 Dentener 등(1997)은 감의 잎말이나방의 일종(*E. postvittana*)과 가루깍지벌레의 일종인 *P. longispinus*를 44℃와 50℃의 고온에 처리하고, 또한 0℃와 7℃의 저온에 처리하여 내성을 검정하였다. 고온처리에는 *P. longispinus*가 *E. postvittana*보다 더 내성이 강하였으나 저온에 대한 내성은 반대라고 하였다. 또 고온 처리후 저온처리를 함으로써 99%치사율에 도달하는 고온처리시간을 단축시킬 수 있다고 하였다. *E. postvittana*의 경우에는 0℃에 40일간 저장후 44℃에 3.3시간 또는 50℃에 2.6시간 처리함으로써 99%의 치사율을 얻었고, 0℃ 저장후 47℃에 5시간 처리하면 저온장해를 지연시킬 수 있다고 하였다.

CA단독처리나 고온과 CA를 병행하여 해충제거효과를 연구한 결과도 있다.

Mitcham 등(1997)은 부유(Fuyu) 단감에 대한 CA처리가 감 품질에 미치는 영향을 조사하고, 40% CO₂처리는 산소의 농도에 관계없이 외관상의 피해를 입었고, 대기나 0.25% CO₂처리에 비해 연화되었다고 하였으며, Ethanol이나 acetaldehyde가 각각 30%와 20% 감소하였다고 하였으나, 맛에는 변화가 없다고 하면서 CA처리가 해충제거기술로서의 가능성이 있다고 하였다. Lay-Yee와 Whiting(1996)은 키위의 점박이응애 (*Tetranychus urticae*) 제거를 위하여 40℃, 0.4% O₂, 20% CO₂조건에 비휴면태와 휴면태를 각각 처리하였을 때 LT₉₉가 각각 5.4시간과 8.1시간이라고 하였으며, 40℃에 10시간 처리한 후 과실을 조사한 결과 피해가 없었다고 하였다. 그러나 10시간 처리한 후 물로 식힌 과실은 상당한 품질 손상이 있었다고 하였다. 단감은 아니지만 사과를 가해하는 긴숨 각지벌레의 일종인 *Pseudococcus affinis*에 대한 실험에서 Whiting과 Hoy(1997)는 35-45℃의 온도와 0.4-20.9%의 O₂조건 하에서 치사효과를 실험하였는데 35와 40℃에서 (0.4%의 O₂조건) LT₉₉는 각각 12.4-14.8시간과 8.3-9.7시간이라고 하였다.

단감을 온탕에 침지함으로써 해충을 제거하고자 하는 연구도 시도되었는데, Lester 등(1995)은 단감의 *E. postvittana*를 44℃의 물에 32.5분 동안 또는 54℃에 7.4분 동안 침지함으로써 99%의 치사율을 얻을 수 있다고 하였고, *P. longispinus*의 경우 99%의 치사율을 얻기 위해서는 44℃와 54℃에 각각 74.2분과 15.1분 처리해야 한다고 하였다. 한편 Lay-Yee 등(1997)은 온탕침지(47-54℃의 더운 물에 2.5-120분 처리)에 의한 부유의 품질변화를 조사한 결과, 47℃에 90분과 120분 처리, 50℃에 30분과 45분 처리, 52℃에 20분과 30분 처리, 54℃에 20분 처리는 단감의 품질에 영향을 미치지 않아 해충제거 기술로 이용 가능하다고 하였다.

수출용 단감에 대한 해충제거 방법으로는 methyl bromide(MB)훈증법을 가장 먼저 생각할 수 있다. Kawakami 등(1989)은 30g/m³와 40g/m³량의 MB를 15℃에서 2시간 동안 부유에 훈증하였을 때 품질에 변화가 없었고, 과실의 연화가 지연되었다고 하였다. 이들은 연구를 계속하여 (Kawakami 등, 1991) 平核無와 富有를 MB 48g/m³량으로 15℃에서 2시간 처리한 후, gas 흡수제(active carbon)가 있거나 또는 없는 polyethylene bag에 넣어 저장하였는데, 훈증 후 0℃에서 14일간 저장한 후 15℃에서 7일간 저장한 감은 두 품종 모두 아무런 피해가 없었으며, gas흡수제 없는 bag에 포장하여 0℃에 66일간 저장한

감은 과피에 황갈색 탈색증상이 나타났지만, gas흡수제가 있는 bag에 포장한 단감은 피해가 없었다고 하였다. 한편 감의 경도는 증가하였고, 평핵무의 탄닌은 완전히 제거되었다고 하였다. Nakamura 등(1995)도 수출용 감 平核無와 富有에 기생하는 감꼭지나방(*Stathmopoda masinissa*)과 복숭아명나방(*Conogethes punctiferalis*)을 제거할 목적으로 MB를 48g/m³량으로 2시간 처리한 후, 4가지 형태의 film에 포장하여 0℃에 14일 또는 30일간 저장한 후, 15, 20, 25℃에서 5일간 저장하여 감의 품질에 미치는 영향을 조사하였다. 평핵무의 경우에는 0℃에 14일간 저장한 감은 아무 피해가 없었으나 30일간 저장한 감은 광택이 없어지거나 경화된 과피가 발생하였으며, 富有의 경우에는 투과성이 높은 film에 포장하여 0℃에 14일간 저장한 단감은 경미한 피해가 발생하였고, 투과성이 낮은 film에 포장하여 30일간 저장한 단감은 과정부분에 침강반점이 발생하였다고 했다. 또한 평핵무의 경우에는 먼저 15℃에 3일간 저장한 후 0℃에 저장할 경우 감 탄닌이 완전히 제거되었다고 하였다. Tomomatsu 등(1995)은 감꼭지나방과 복숭아명나방에 대한 MB의 훈증효과를 검토하고, 표준방법(48g/m³, 15℃, 2시간)으로 훈증하면 감꼭지나방 성숙유충을 100% 치사시킬 수 있다고 하였다.

우리나라의 식물검역소에서도 富有에 대한 MB처리효과를 검토하고 과피에 흑갈색의 반점이 나타나는 피해가 있으나 필름을 사용할 경우 피해가 경미하다고 하였다. (김 등, 1996; 김 등 1997)

한편 사과, 배, 키위 등의 중요한 해충인 점박이용애에 대해서는 γ -ray와 ethanol침지법이 연구되었다. Lester와 Petry(1995)는 γ -ray를 조사하여 점박이용애의 휴면충과 비휴면충에 대한 치사효과를 검토하였는데, 휴면태의 응애가 비휴면태의 응애보다 γ -ray에 대한 내성이 강하고, 휴면 1-12주 후에 350 gray의 γ -ray를 照射하면 정상적인 알을 생산하지 못한다고 하였다. Dentener 등(1998)은 20, 30, 40, 45℃의 ethanol에 점박이용애를 침지한 결과, 20℃에서 비휴면 응애가 휴면응애보다 더 ethanol에 감수성이며, 침지시간을 10초에서 1,200초로 증가시키면 비휴면응애의 치사율은 증가하지만 휴면응애의 치사율은 증가하지 않는다고 하였다. ethanol의 온도는 치사율에 영향을 주지 않았으며, 휴면응애를 20℃, 70%의 ethanol에 600초 이상 침지하면 99%의 치사효과를 얻었으며 이는 30-45℃에 침지하는 것보다 효과적이라고 하였다.

나. 재료 및 방법

본 연구과제의 목적은 단감의 수확과에 잔존하는 해충을 농약이 아닌 물리적인 방법으로 제거해보고자 고온처리, air shower 처리, 저온저장 등에 의한 해충제거효과를 검토하였으며, 단감에는 적용하기 어렵겠지만 키위 등을 목표로 한 알코올처리 방법도 실험하였다.

(1) 고온처리에 의한 점박이응애(여름형)의 치사효과

가) 실험곤충: 이 실험에 사용된 점박이응애는 살비제에 대한 감수성계통으로서 1986년 이후 농약에 전혀 접촉되지 않았으며, 육묘용 상토 (토실이^R, 신안그로)에서 키운 강낭콩 (*Phaseolus vulgaris* var. *humilis* Alefeld) 모종 (본엽 2매가 완전히 전개되었을 때)을 기주식물로 하여 실험실 내에서 누대 사육하였다.

나) 실험방법: 점박이응애 여름형(약제 감수성 계통)을 대상으로 실험하였다. 수확 후 약 60일 간 저온저장고에 저장중인 단감의 적도부분을 잘라 꼭지쪽의 반쪽은 버리고 꽃받침 부분의 반쪽을 이용하였다. 꽃받침 주위에 점박이응애를 20마리씩 가는 붓으로 접종하고 가장자리에 tanglefoot (富士藥品工業株式會社)을 발라서 접종한 응애가 도망가지 못하도록하였다. 응애를 접종한 과일 반쪽을 직경 9cm의 petri-dish에 얹어놓고 40℃, 45℃, 50℃에 각각 15분, 30분, 1, 2, 3, 4, 6 시간씩 처리하였다 (45℃에서는 5시간까지, 50℃에서는 4시간까지 처리하였음). 각 온도에 처리한 후 25-28℃의 실내조건에 24시간 동안 보관한 후 사충율을 조사하였다. 실험은 3반복으로 실시하였다.

(2) Ethanol처리에 의한 점박이응애의 치사효과

본 실험은 단감과 같이 ethanol처리에 의해서 연화되는 과일에는 사용할 수 없지만 연화되지 않은 다른 과일에는 사용할 수 있을 것으로 생각된다. 점박이응애는 우리나라에서 거의 모든 과수에 중요한 해충이므로 이러한 해충을 수확과로부터 제거하는 기술이 개발된다면 과실 수출에 기여할 수 있을 것으로 생

각된다. Ethanol실험에서는 여름형과 월동형의 2가지의 생리 상태가 다른 점박이응애를 대상으로 하였다. 여름형을 대상으로 한 이유는 여름에 수확하는 과일에 적용할 수 있을 것으로 생각했기 때문이고, 월동형을 실험한 것은 사과, 배, kiwi fruit와 같이 가을에 수확하는 과실의 경우에 수확과의 틈새에 점박이응애가 월동하기 위하여 잠복하기 때문에 이러한 응애를 제거할 목적으로 실험하였다.

가) 여름형 점박이응애

실험실에서 누대사육 해온 점박이응애의 약제 감수성계통을 사용하였다. 건전하고 생리적으로 활발한 응애를 실험에 사용하기 위하여 실험 24시간 전에 사육중인 응애집단에 신선한 강낭콩 모종을 넣어주어 점박이응애가 영양을 충분히 섭취하도록 하였다. 강낭콩 제1분엽을 직경 3cm의 圓形葉片으로 자른 다음 접종한 응애가 도망가지 못하도록 tanglefoot (富士藥品工業株式會社)을 엽편의 가장자리를 따라 둥글게 발라주었다. 강낭콩 엽편을 물에 적신 스폰지 위에 裏面이 위로 오도록 놓고 상기와 같이 영양을 충분히 섭취한 응애를 20마리씩 접종하였다. 순도 99.7% 이상의 ethanol을 농도 20, 30, 40, 50, 60, 70%로 증류수로 희석하여, 점박이응애를 접종한 강낭콩 잎을 5분간 침지한 후 실내에서 음건시켰다. 침지하는 동안에는 ethanol이 들어있는 비이커를 magnetic stirrer 위에 놓고 부드럽게 회전시켜 주었다. 엽편이 건조된 후에 엽편에 있는 점박이응애의 수(공시충수)를 현미경 하에서 재확인하고 25-28℃의 실내조건에 방치한 후 48시간 만에 사충율을 조사하였다.

이상과 같은 예비실험을 거쳐 같은 방법으로 ethanol의 농도만 달리하여 재실험을 실시하였다. 이때의 ethanol의 농도는 50, 60, 70, 80 % 이었고 침지시간을 5, 10, 15분으로 하였다. 기타 실험방법은 모두 위와 같으며, 3반복으로 실시하였다.

나) 월동형 점박이응애

월동형 점박이응애는 야외에서 월동 중인 응애를 채집하여 사용하였다. 2002년 2월 5일 경상남도 함양군 안의면의 사과원에서 월동중인 충을 채집하여 24

시간 동안 실험실 (25-28℃)에 두어 생존여부를 확실히 한 다음 실험에 이용하였다. 에탄올 처리 방법은 위의 여름형과 같으며, Ethanol농도는 60, 70, 80%로 하였고, 처리 시간은 5, 10, 15분으로 하였다. 증류수에 처리한 것과 아무것에도 처리하지 않고 강낭콩 잎에 그대로 접종만 해둔 2가지의 대조구를 두었다. 실험은 3반복으로 실시하였다.

(3) Air shower처리에 의한 수확과 잔존 곤충의 제거 효과

사과나 배를 국외로 수출할 때는 수확과를 air compressor로 압축공기를 불어 잔존 곤충을 제거한 후에 포장하여 수출한다. 그러나 사과나 배는 꽃받침이 없고 단감은 꽃받침이 있어 air shower의 효과가 다를 수밖에 없다. 따라서 compressor에 의한 air shower의 효과를 검토하였다 (Photo 3-1).

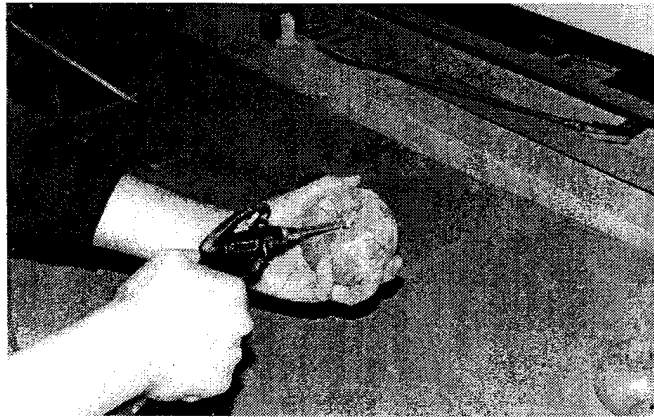


Photo 3-1. A photo showing air shower method to remove arthropods on persimmon fruit.

실험에 사용한 단감은 두 개 과수원에서 수거하였다. 경남 진주시의 방제가 소홀한 과수원에서 수확한 단감과 경남 김해의 방제가 정상적으로 이루어지고 있는 과수원에서 수확한 단감을 사용하였다. 그 이유는 방제 방법에 따라 수확과에 잔존하는 곤충의 종류나 밀도에 차이가 있을 것이고 그에 따라 air shower의 효과에도 차이가 있을 것이기 때문이다. 단감을 수확한 시기는 11월 5일이었고 실험시기는 11월 8일이었다. 실험에 사용한 compressor (Pressed

SHLL JANK Co., USA; Model NAT LBD 340171)의 최고 압력은 200 lbs이었다. 과실 한 개당 shower시킨 시간은 10-14초이었다. Air shower시킨 후 단감을 실험실로 가져와 해부현미경 (20x - 100x) 하에서 꽃받침 위와 아랫부분으로 구분하여 남아있는 곤충 및 응애류의 종류별 마리수를 조사하였다. Air shower의 효과를 검토하기 위하여 shower시키지 않은 단감도 조사하였다. Air shower시킨 단감의 수는 315개이었고, 대조구로서 shower시키지 않은 단감은 313개이었다. 본 실험에서 조사된 곤충 및 응애의 종류는 툭툭이, 균식성응애, 차응애이었다(Photo 3-2).

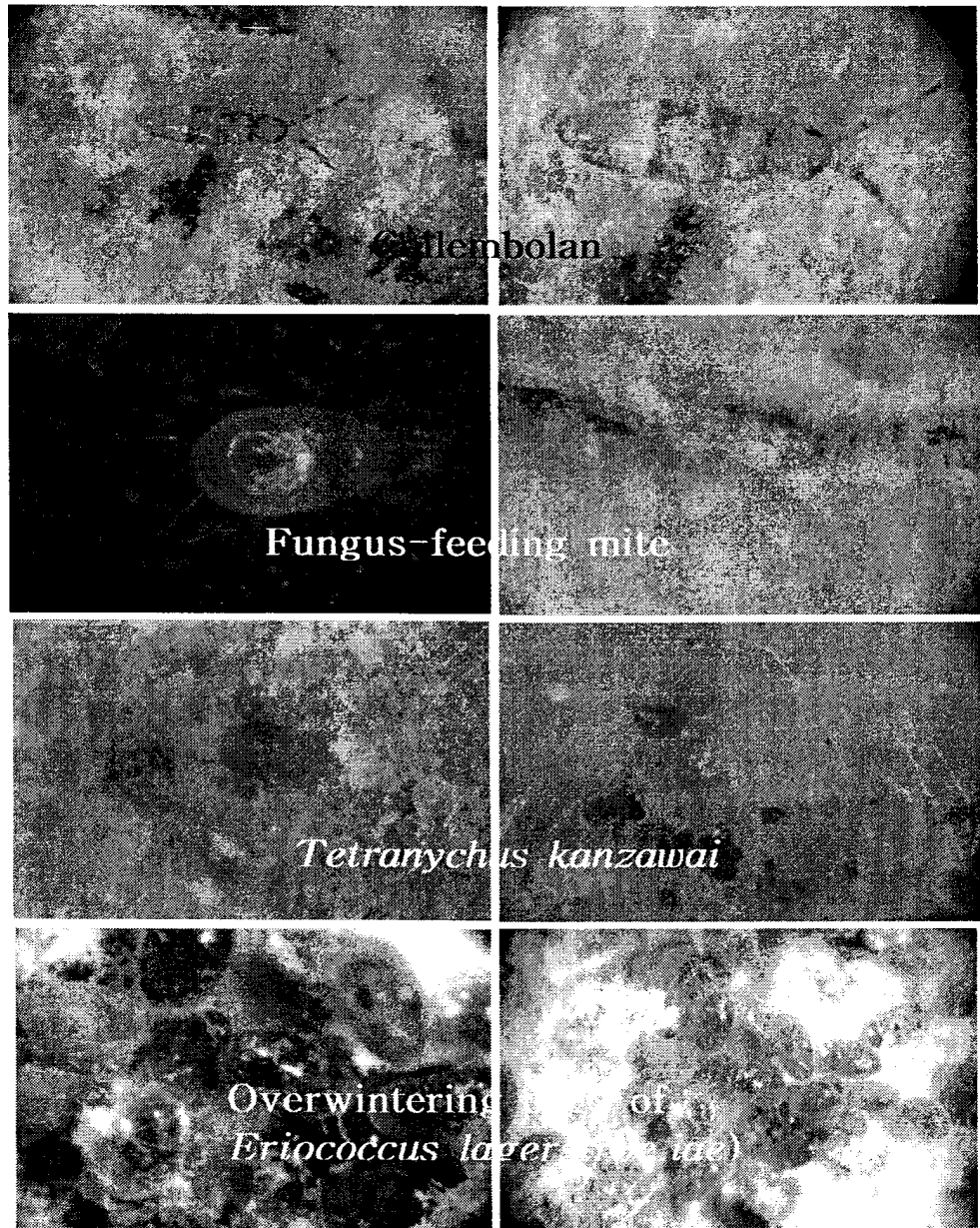


Photo 3-2. Insects and mites under calyx of persimmon fruits after harvest

다. 결과 및 고찰

(1) 고온처리에 의한 점박이응애(여름형)의 치사효과

점박이응애 여름형의 고온에 대한 내성을 검토하였다 (Fig. 3-1).

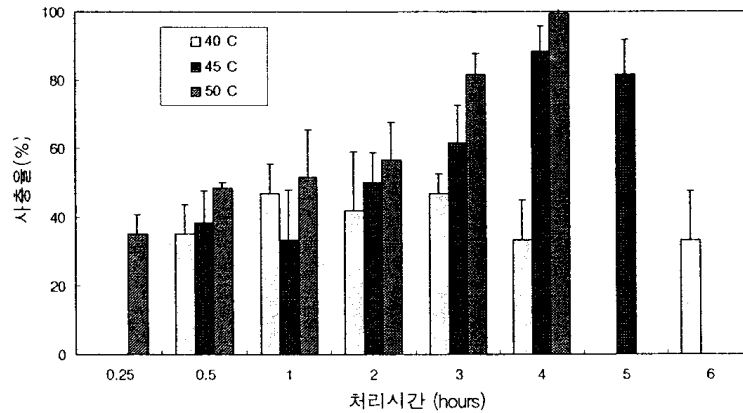


Fig. 3-1. Mortality of two spotted spider mites by hot air treatment.

0°C에서는 처리 시간에 따라 큰 차이없이 사충율이 33-47%이었으며, 45°C와 50°C에서는 처리시간이 길어짐에 따라 사충율이 급격히 증가하여 50°C 4시간 처리에서는 99.4%의 응애가 치사되었다. 45°C에서 3시간, 50°C에서 1시간 이상 처리하였을 때는 감이 물러지는 현상을 볼 수 있었다. 고온에 대한 내성은 당연히 곤충의 종류에 따라 다른데 복숭아순나방은 45°C에 55분간 처리할 경우 알과 모든 단계의 유충이 치사되며(Yokoyama와 Miller, 1987), 감나무의 가루 깍지벌레의 일종인 *Pseudococcus longispinus*의 경우에는 44°C에 12.4시간 또는 50°C에서 3.8시간 처리함으로써 99%의 치사효과를 얻을 수 있다(Dentener 등, 1996). 또 감나무 잎과 과실을 가해하는 잎말이나방의 일종인 *E. postvittana*의 경우에는 0°C에 40일간 저장 후 44°C에 3.3시간 또는 50°C에 2.6시간 처리함으로써 99% 치사시킬 수 있다고 하였는데, 감을 0°C 저장후 47°C에 5시간 처리하면 저온장해를 지연시킬 수 있다고 하였다(Dentener 등, 1997). 그러나 본 실험에서는 45°C와 50°C에서는 감이 물러지는 현상을 관찰하였다.

본 실험에 사용한 감은 과일 하나를 통째로 사용한 것이 아니라 적도부분을 잘라서 꽃받침 쪽의 반을 실험에 사용했으므로 물러지는 정도가 통째로 사용하였을 때와 다를 것으로 생각되며, 또한 약 60일 정도 저온저장 후의 감을 사용했기 때문에 감이 물러지는 정도가 수확직후의 단감을 사용하는 것과 다를 것으로 생각된다. 단감을 수출할 경우에는 수확과에 잔존하는 해충을 제거할 목적으로 이 방법을 사용한다면 수확직후에 처리해야 하므로, 수확 직후의 단감을 사용하여 온도별 처리시간에 따른 연화 정도를 조사해보아야 할 것으로 생각된다.

(2) Ethanol처리에 의한 점박이용애의 처사효과

가) 여름형 점박이용애

Fig. 3-2는 여러 가지 농도의 에탄올에 점박이용애를 5분간 침지한 후 사충율을 조사한 것이다. 점박이용애를 ethanol에 침지할 경우 온도는 영향이 없기 때문에(Dentener 등, 1998) 온도 요인은 삭제하고 실내 조건에서 실험하였다. Ethanol의 농도가 증가함에 따라 사충율이 현저히 증가하였고, 특히 60% 이상의 농도에서 그 증가율이 컸다고 할 수 있다.

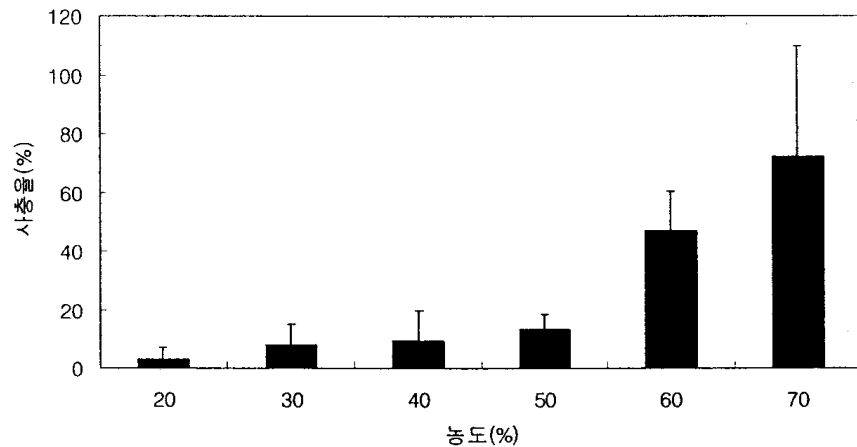


Fig. 3-2. Mortality of two spotted spider mites by dipping in ethanol with different concentrations.

따라서 다음 단계의 실험으로써, ethanol의 농도를 50-80%로 하고 침지시간도 5, 10, 15분으로 간격을 두어 침지한 후 점박이용애의 치사율을 조사한 것이다(Fig. 3-3).

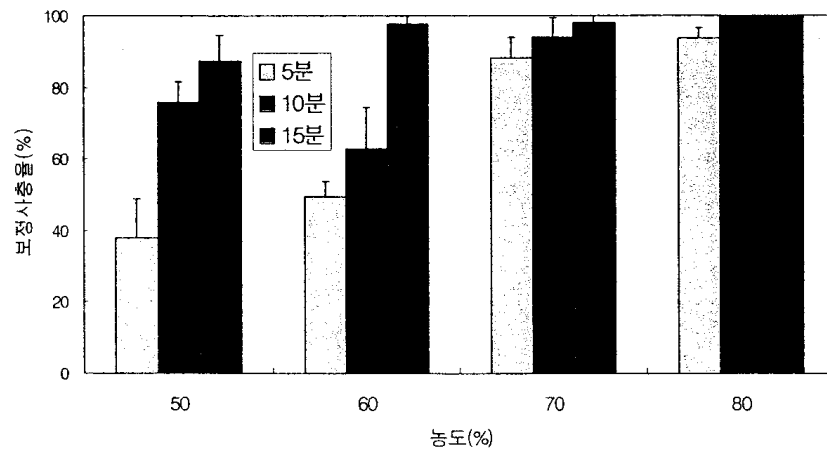


Fig. 3-3. Mortality of autumn type of two spotted spider mites by different concentrations of ethanol and dipping time (min.).

Ethanol 50% 농도에서는 치사율이 87%를 넘지 못하여 큰 효과가 없었고, 60%와 70%의 ethanol 농도에 15분간 침지하였을 경우에 치사율이 98%까지 증가하였다. 그러나 검역에서는 probit 9, 즉 99.9968%의 방제효과를 요구하기 때문에, 60-70% ethanol에 15분간 침지하는 것 만으로는 만족할 만한 방제효과를 기대할 수 없다고 할 수 있다. 그러나 점박이용애를 80%의 ethanol에 10분과 15분 침지하였을 경우에 치사율이 10%에 달하여 검역수준의 충분한 치사효과를 얻을 수 있었다. 따라서 본 기술은 여름에 수확하는 과실에 잔존하는 점박이용애를 제거하고자 할 때 이용할 수 있을 것으로 생각된다. Dentener 등 (1998)은 점박이용애를 에 침지하는 시간이 길수록(비휴면용애의 경우) 치사율이 증가하며, 휴면용애를 20℃, 70%의 ethanol에 600초 이상 침지하면 99%의 치사효과를 얻을 수 있다고 하여 본 실험과 일치하는 경향이였다.

나) 월동형 점박이응애

Fig. 3-4는 월동형 점박이응애를 60-80%의 ethanol에 5, 10, 15분간 침지한 후 사충율을 조사한 것이다.

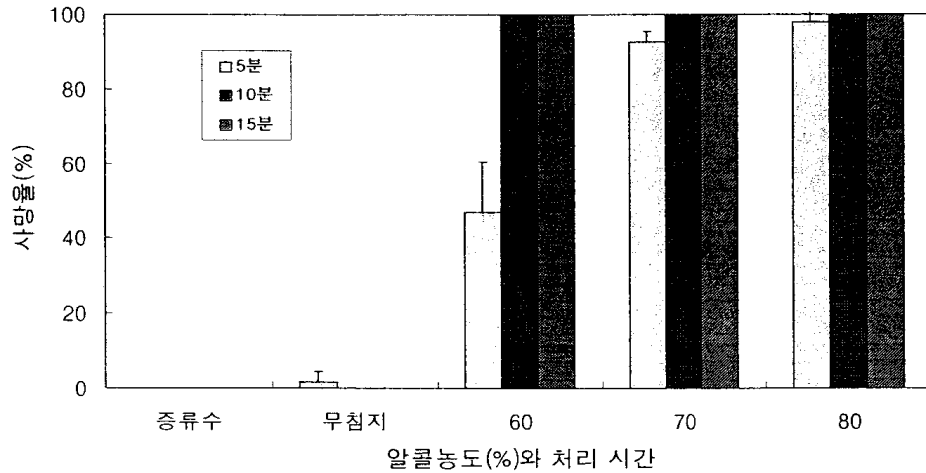


Fig. 3-4. Mortality of winter type of two spotted spider mite by different concentrations of ethanol and dipping time (min.).

침지 농도에 관계없이 5분 정도의 침지로서는 검역수준의 충분한 치사효과를 얻을 수 없었으나, 10분 이상의 침지에서는 100% 치사됨으로써 Probit 9 이상의 충분한 사충효과를 얻었다. 여름형에 대한 결과와 비교해보면 월동형이 더 감수성인 것으로 나타났는데 이는 여름형이 ethanol에 더 감수성이라고 발표한 Dentener 등(1998)의 결과와 상반된다. 그러나 여름형이나 월동형 모두 80%의 ethanol에 10분 처리함으로써 100%의 치사효과를 얻을 수 있었다. 따라서 감과 같이 ethanol에 처리하였을 때 연화문제가 생기는 과일을 제외하면, 잔존하는 점박이응애를 제거할 목적으로 이 기술을 이용할 수 있을 것으로 생각된다. 그러나 70-80%의 ethanol은 비교적 높은 농도로써 과실을 이러한 농도에 10분 정도 침지할 경우 삼투압 현상에 의해서 과실내의 여러 성분들이 추출되어 나올 수 있을 가능성도 있다. 따라서 이와 같은 ethanol침지 방법을 실제로 과실에 잔존하는 해충 방제용으로 적용하기 위해서는 이 방법이 과실의 품질에 미치는 영향을 반드시 검토하여야 할 것으로 생각된다.

(3) Air shower처리에 의한 수확과 잔존 곤충의 제거 효과

Fig. 3-5는 air compressor로써 압축된 공기를 단감의 꼭지 밑에 10-14초간 불어넣어 그 곳에 잔존하는 곤충의 제거효과를 조사한 것이다. 과수원 병해충 관리가 제대로 이루어지지 않는 진주의 과수원과 정상적으로 관행방제를 하고 있는 김해의 과수원에서 수확한 단감을 대상으로 실험하였다. 곤충의 존재여부와 밀도는 꽃받침 위와 아랫부분으로 구분하여 조사하였는데, 존재여부는 곤충의 종류에 관계없이 단 한 마리의 곤충이나 응애만 있어도 昆蟲存在果로 계산하였고, 밀도는 툭툭이, 균식성응애, 잎응애, 주머니깍지벌레 알로 구분하여 정리하였다.

Air shower하기 전의 꽃받침 위에서의 곤충 존재과율은 진주와 김해에서 각각 0.1%와 0.3%이었는데 shower처리 후에는 곤충이 존재하는 과실을 찾을 수 없었다. 꽃받침 아래에서의 air shower하기 전의 곤충 존재과율은 진주와 김해에서 각각 98%와 50%이었는데 shower처리 후에는 각각 23%와 2%로 감소하였다. 즉 air shower에 의해서 곤충을 상당수준 감소시킬 수 있지만 완벽하게 제거할 수는 없는 것으로 나타났다(Fig. 3-5).

Air shower에 의한 잔존 곤충의 제거 효과

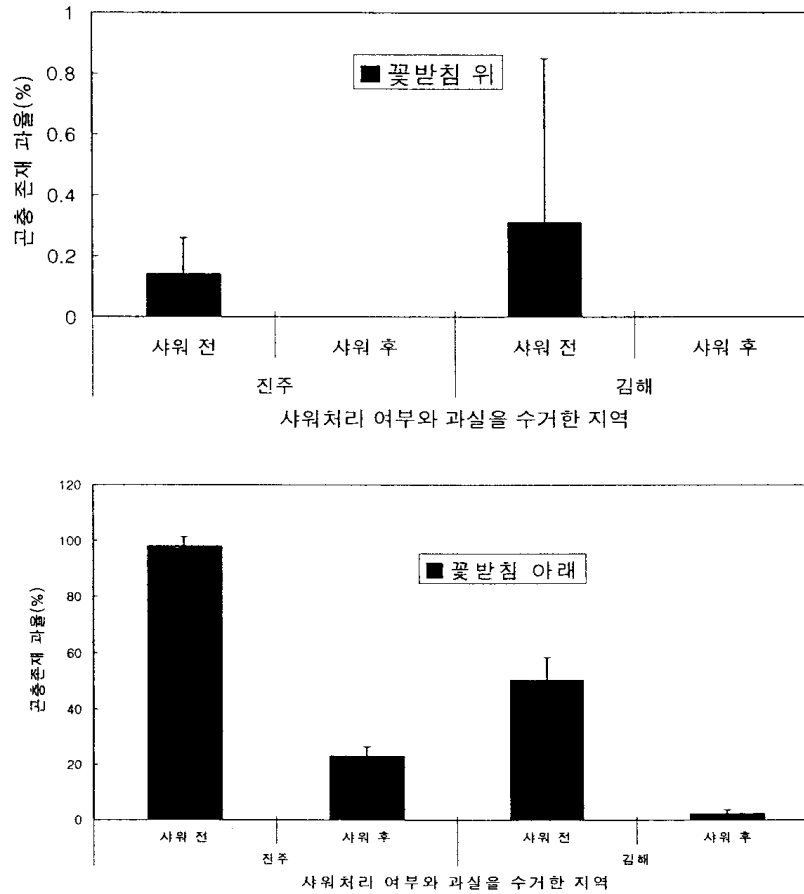


Fig. 3-5. Efficacy of air shower on the elimination of arthropods on (above) and under (below) the calyx of persimmon fruits.

단감에 잔존하는 곤충 및 응애는 특특이, 균식성응애, 잎응애의 3가지이었다 (Photo 3-2). 꽃받침 위와 아래에서 관리가 소홀했던 진주의 과수원에서 수확한 단감에서의 밀도가 관행방제를 하는 김해의 과수원에서 수확한 단감에서의 밀도보다 현저히 높았다. 꽃받침 위에서는 이들 곤충 및 응애가 air shower 이전에 진주의 단감에서 과실당 각각 0.02, 0.7, 0.1 마리가었는데, air shower에 의해 거의 완전히 제거할 수 있었다(Fig. 3-6). 김해에서 수확한 단감에서는 꽃받침 위에서는 곤충이나 응애가 거의 없었다. 진주에서 수확한 단감의 경우, 꽃받침 아래에서의 총의 밀도는 특특이, 균식성응애, 잎응애가 과실당 각각 1,

13.3, 0.9 마리가었는데 air shower 이후에는 각각 0, 0.9, 0.02 마리로 현저히 감소하였다. 김해에서 수확한 단감의 경우에는 air shower 전에는 0.1~1.5 마리가었는데 air shower 이후에는 0~0.04 마리가었다.

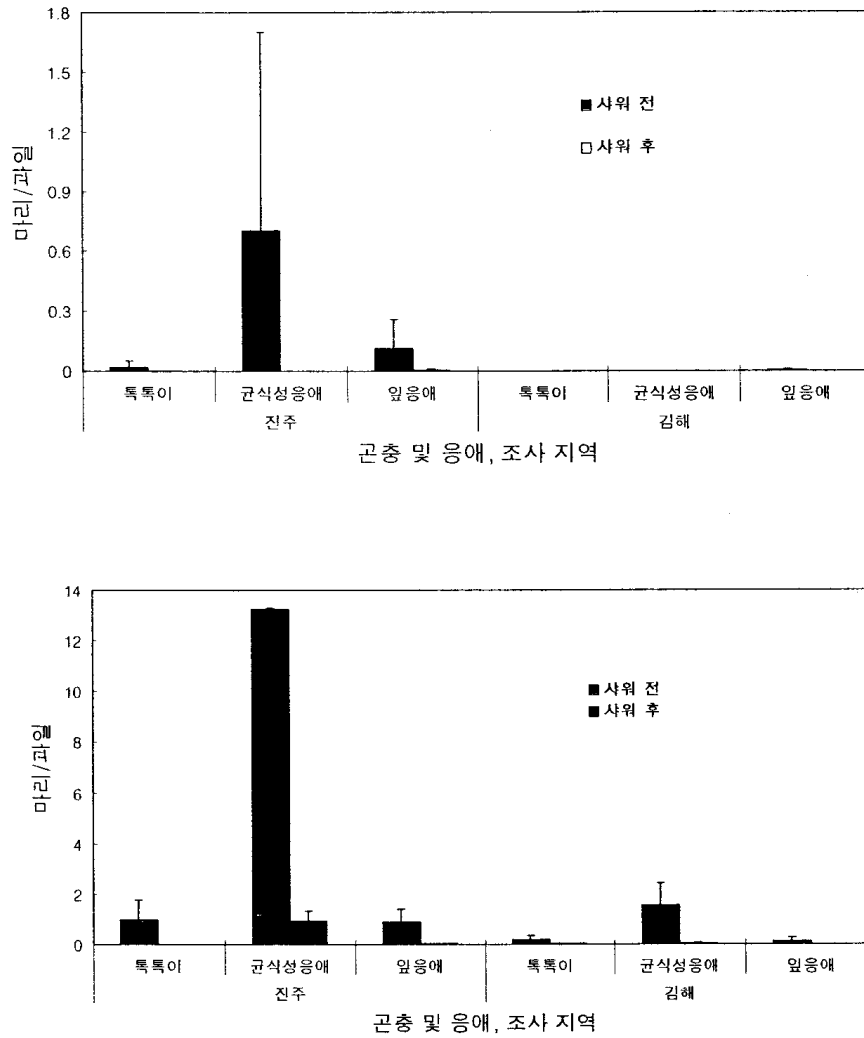


Fig. 3-6. Efficacy of air shower on the elimination of insects and mites on (above) and under (below) the calyx of persimmon fruits.

이상에서 보는 바와 같이 단감의 수확과에 존재하는 충은 위의 3종류이었는데 (다른 실험에서는 주머니각지벌레가 다수 존재하였음), 그 중에서 균식성응

애가 가장 밀도가 높았다. 툭툭이와 잎응애는 air shower에 의해서 98% 제거할 수 있지만 (최고 100과 중에서 2마리 수준까지 감소 가능), 균식성응애는 원래 밀도가 높아서 모두 제거하는 데는 무리가 있었다. 따라서 균식성응애가 검역에 문제가 될 수 있다면 이들은 제거할 수 있는 새로운 방법을 연구해야 할 것이다.

3. 저온저장에 의한 잔존해충의 밀도 감소효과

가. 서언

우리나라에서 감은 재배 면적이 가장 넓은 과수로서 수요량보다 생산량이 많아 매년 가격이 큰 폭으로 감소하고 있으며(Anonymous, 2002), 그에 따라 소득율도 '91-'93년의 76.1%에서 '98-'00년의 62.6%로 하락하였다 (Lee, 2001).

이러한 내수 가격의 하락을 막기 위해서는 생산량 축소와 수출이라는 두 가지의 해결 방안이 있을 수 있다. 생산량 축소는 일부 단감조합에서 間伐을 실시하고 있으며, 정부와 단감조합에서는 수출확대에 힘을 기울이고 있다. 그러나 수출에는 검역문제가 수반되며, 미국측에서는 우리나라 단감에 감꼭지나방 (*Stathmopoda masinissa*), 복숭아명나방 (*Conogethes punctiferalis*), 온실가루각지벌레 (*Planococcus kraunthiae*), 감나무주름응애 (*Tenuipalpus zhizhilashiriliae*)의 4종이 잔존하고 있다고 하여(Stewart, 1997) 우리나라 단감의 수입을 거부하고 있는 실정이다. 따라서 수출선을 다변화하고 물량을 늘리기 위해서는 수확과에 잔존하는 상기와 같은 병해충을 제거해야만 한다.

곤충의 발육은 일정 온도 내에서만 이루어지며, 극한 상황 이상의 온도에서는 발육이 정지되거나 사망하게 된다. 온도에 따른 곤충의 내성한계를 이용하여 검역문제를 해결하기 위하여 수출 농산물을 여러 가지 온도로 처리하여 잔존해충을 제거하고자 하는 연구가 이루어져 왔다. 그 중에서 40~50℃의 고온에 처리하는 방법으로서 핵과류의 해충인 복숭아순나방(*Grapholita molesta*)과 감을 가해하는 가루각지벌레의 일종(*Pseudococcus longispinus*), 사과를 가해하는 잎말이나방의 일종(*Epiphyas postvittana*) 등에 대해서 이루어졌다 (Yokoyama and Miller, 1987; Dentener et al., 1996; Whiting et al., 1999). 또한 고온과 저온을 교호로 처리함으로써 감의 잎말이나방의 일종(*E.*

postvittana)과 가루각지벌레의 일종(*P. longispinus*)을 제거하고자 하는 연구도 이루어졌다 (Dentener et al., 1997). 더 나아가 단감 저장시 공기의 조성을 인위적으로 조정(CA, controlled atmosphere)한 후 고온이나 저온을 처리하기도 하였다. Lay-Yee와 Whiting(1996)은 키위의 점박이용애 (*Tetranychus urticae*)의 휴면태와 비휴면태에 대해서, Whiting과 Hoy(1997)는 긴숨각지벌레의 일종인 *Pseudococcus affinis*에 대해서 CA처리와 고온처리의 동시효과를 검토하였다.

단감은 재배농가에서 수확 후 選果하여 출하하기도 하지만 저온저장고($-1\pm 0.5^{\circ}\text{C}$)에 저장하면서 시장 여건이 좋아질 때 출하하기도 한다. 따라서 본 연구에서는 수출용 단감의 검역문제를 해결하기 위하여 우선적으로 저온저장기간 중에 단감에 잔존하는 해충이 어느 정도 제거될 수 있는지를 조사하였으며, 이러한 결과를 토대로 앞으로 수확후 처리에 대한 연구를 계속하고자 한다.

나. 재료 및 방법

단감은 수확 후 바로 출하되기도 하지만 저온저장고에 저장후 가격 변동에 따라 출하된다. 단감 저장고의 온도는 $-1\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 정도로 거의 일정하게 유지된다. 따라서 곤충의 종류에 따라 차이는 있겠지만 저온 내성이 약한 충의 경우에는 이 저장기간 중에 상당한 정도로 치사될 가능성이 있다. 그러나 이 기간 중의 충의 치사효과에 대한 검토결과가 아직까지 없다. 본 실험에서는 저온저장고가 잘 설치되어 있는 3개의 농가를 대상으로 일정 기간별로 단감을 구입하여 저장중인 단감에 잔존하는 충의 생존율과 충이 존재하는 과일의 비율 및 밀도 변동을 조사하였다. 조사는 경남의 사천 2 농가와 진주의 1개 농가를 대상으로 하였고, 단감을 저장고에 넣은 시기는 11월 5일 이었다. 저온저장에 들어가기 전의 과일, 저장 22일, 38일, 56일, 74일 후의 과일을 구입하여 실험실에서 해부현미경 (20x~100x) 하에서 꽃받침 위와 아랫부분으로 구분하여 남아있는 곤충 및 응애류의 종류별 마리수를 조사하였다. 조사 과일 수는 매회 농가당 3 상자(150~189개)이었다. 조사 후 저장기간에 따른 사충율의 변화, 곤충존재과율의 변화 및 과일당 밀도변화를 산출하였다.

다. 결과 및 고찰

단감의 저온저장고 온도는 $-1\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 정도로 유지되기 때문에 저온 내성이 약한 곤충은 이 기간 중에 치사될 것으로 생각되어 일정한 간격으로 저장된 단감을 수거하여 과일에 남아있는 곤충의 종류와 밀도, 사충율 등을 조사하였다. 저장중인 단감에 존재하는 곤충 및 응애류는 툭툭이류, 균식성응애, 차응애, 가루각지벌레의 4종류 이었다(Photo 3-2).

툭툭이류는 꽃받침 윗면에는 거의 존재하지 않았다(Fig. 3-7). 윗면에 과일당 0.2마리 정도 존재하고 있었지만 약 20일간의 저온저장에 의해서 밀도가 과일당 0.02마리 이하로 감소하였다. 저장 56일 제인 1월 1일 이후에는 과일에 툭툭이를 찾을 수 없었다.

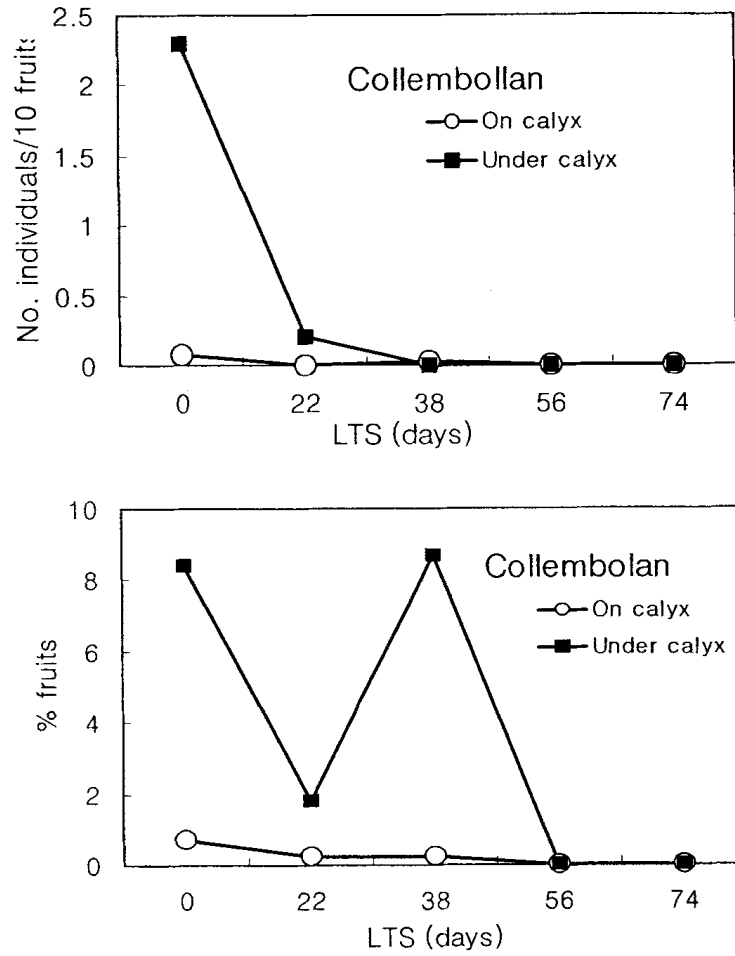


Fig. 3-7. Changes of density (above) and % fruits (below) with collembolan on sweet persimmon by low temperature storage (LTS) duration.

균식성응애도 꽃받침 아랫면에 다수 존재하였으며, 존재밀도는 과일당 0.2마리 이하로 낮았다. 한편 균식성응애 존재과율도 저장기간이 경과함에 따라 점차 감소하여 저장 74일 이후에는 거의 존재하지 않았다(Fig. 3-8).

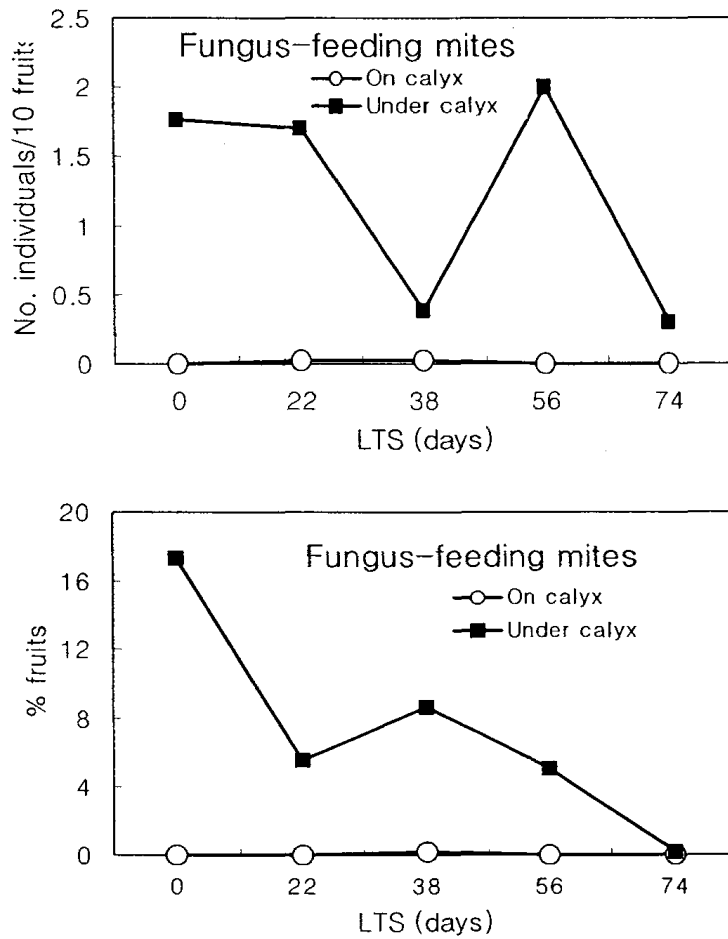


Fig. 3-8. Changes of density (above) and % fruits (below) with fungus-feeding mites on sweet persimmon by low temperature storage (LTS) duration.

차응애(*Tetranychus kanzawai*)의 경우에도 다른 곤충과 마찬가지로 꽃받침 아랫면에 다수 존재하였는데, 저장 전에는 과일 당 0.4마리 정도이었는데 저장 38일 이후부터는 0.1마리 수준으로 감소하였고, 56일 이후에는 전혀 찾아볼 수 없었다. 따라서 차응애의 존재과율도 저장기간이 지남에 따라 점차 감소하는 경향으로서, 저장후 56일 채인 1월 1일 이후에는 차응애를 찾아볼 수 없었다 (Fig. 3-9).

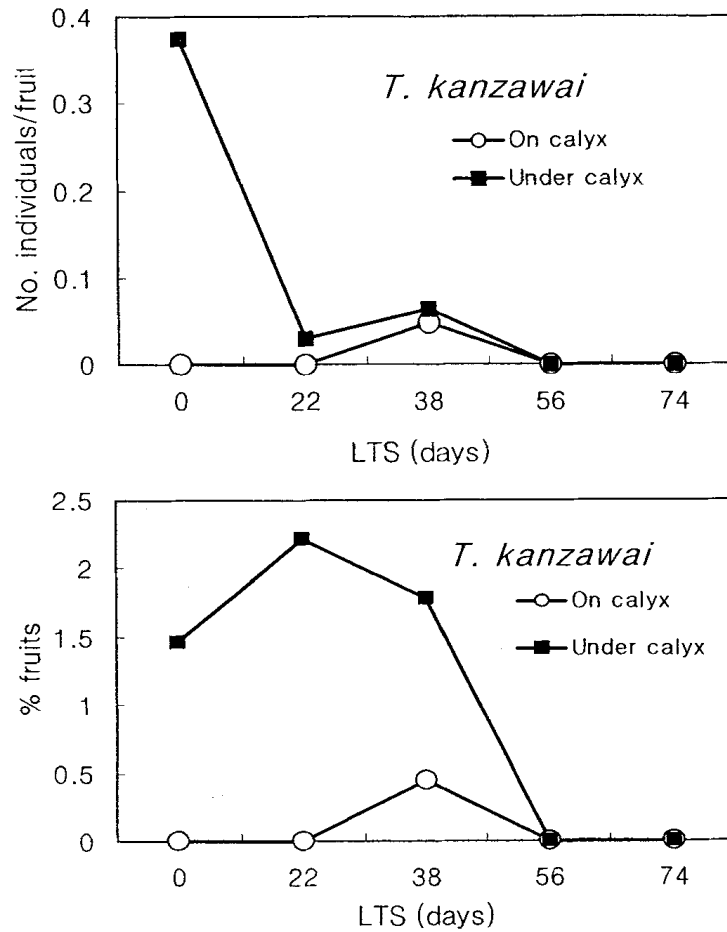


Fig. 3-9. Changes of density (above) and % fruits (below) with *T. kanzawai* on sweet persimmon by low temperature storage (LTS) duration.

주머니깍지벌레(*E. largerstroemiae*)는 다른 곤충과는 달리 오직 꽃받침 아랫면에서만 관찰되었다. 대부분이 월동 난 상태로서 저온에 대한 내성이 강할 것으로 생각된다. 꽃받침 아랫면에서의 주머니깍지벌레의 밀도는 과일당 9마리 이하였으며, 저장 74일 이후에도 5마리 수준으로서 다른 층에 비해서 밀도 감소가 뚜렷하지 않았다 (Fig. 3-10).

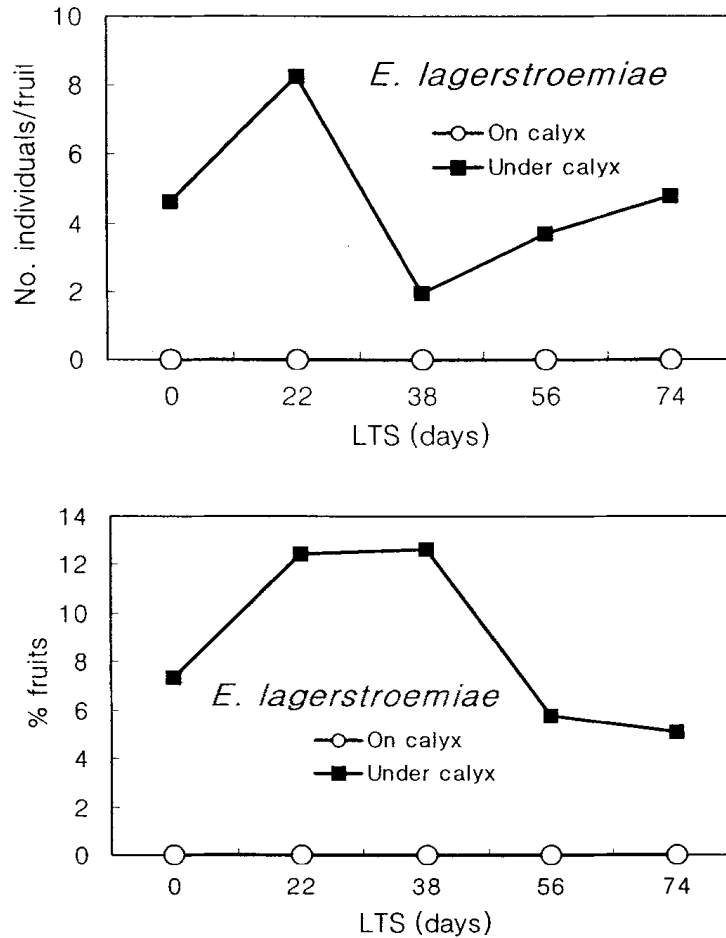


Fig. 3-10. Changes of density (above) and % fruits (below) with *E. lagerstroemiae* on sweet persimmon by low temperature storage (LTS) duration.

따라서 주머니깍지벌레 존재과율도 전 저장기간에 걸쳐 5~13%에 달하고 있다. 이러한 경향은 저온 저장 기간이 지남에 따라 밀도나 존재과율이 현저히 저하하는 다른 곤충과는 상반된 현상이다. 따라서 주머니깍지벌레가 발생하는 포장에서 생산되는 단감의 경우에는 이들을 제거할 수 있는 새로운 기술을 개발해야 할 것이다. Dentener 등(1996)은 감을 가해하는 가루깍지벌레의 일종인 *Pseudococcus longispinus*를 44℃에 12.4시간 또는 50℃에서 3.8시간 처리함으로써 99%의 치사효과를 얻을 수 있다고 하였다. 나아가 Dentener 등(1997)은

감의 잎말이나방의 일종(*E. postvittana*)과 가루깍지벌레의 일종인 *P. longispinus*를 44℃와 50℃의 고온에 처리하고, 또한 0℃와 7℃의 저온에 처리하여 내성을 검정하였다. 고온처리에는 *P. longispinus*가 *E. postvittana*보다 더 내성이 강하였으나 저온에 대한 내성은 반대라고 하였다. 또 고온 처리후 저온처리를 함으로써 99%치사율에 도달하는 고온처리시간을 단축시킬 수 있다고 하였다. *E. postvittana*의 경우에는 0℃에 40일간 저장후 44℃에 3.3시간 또는 50℃에 2.6시간 처리함으로써 99%의 치사율을 얻었고, 0℃ 저장후 47℃에 5시간 처리하면 저온장해를 지연시킬 수 있다고 하였다.

이상에서와 같이 저온저장기간이 지남에 따라 과일당 밀도나 존재과율이 감소하는 현상은 저온에 의한 치사효과 때문인 것으로 생각된다. Fig. 3-11에서 보는 바와 같이 저온저장 38일 이후인 12월 13일의 사충율은 툭툭이와 차응애가 65~70%이고, 균식성응애가 98%이었다. 이후 툭툭이와 차응애는 저온저장에 의해서 모두 치사되었으며, 균식성응애도 치사율이 73% 이상이었다.

이러한 치사효과는 궁극적으로는 과일당 밀도의 감소와 총 존재과율의 감소로 귀결될 것이다.

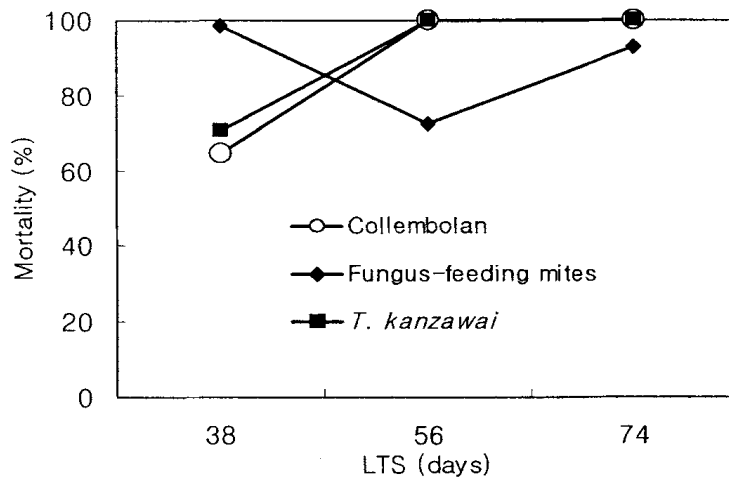


Fig. 3-11. Mortality of collembola and mites on Sweet persimmon during low temperature storage (LTS).

이상에서 본 바와 같이 저온저장 기간 중에 툭툭이류와 균식성응애는 밀도가 상당히 감소될 수 있다. 그러나 이들이 완전히 치사하는데는 56일 또는 74일이 소요되므로 이 기간 이전에 출하할 경우에는 잔존한 곤충이 문제가 될 수 있다. Mitcham 등(1997)은 부유(Fuyu) 단감에 대한 CA처리가 해충제거기술로서의 가능성이 있다고 하였고, Lay-Yee와 Whiting(1996)은 키위에 서식하는 비휴면태와 휴면태 점박이응애 (*Tetranychus urticae*)를 제거를 위하여 40℃, 0.4% O₂, 20% CO₂에 처리한 결과 LT₉₉가 각각 5.4시간과 8.1시간이라고 하였고, 단감은 아니지만 사과를 가해하는 긴숨각지벌레의 일종인 *Pseudococcus affinis*에 대한 실험에서 Whiting과 Hoy(1997)는 35와 40℃에서 (0.4%의 O₂조건) LT₉₉는 각각 12.4-14.8시간과 8.3-9.7시간이라고 하였다. 따라서 우리나라의 단감에 존재하는 툭툭이나 균식성 응애, 잎응애에 대해서도 저온 또는 고온과 CA처리를 병행하는 방법을 더 연구하여야 할 것이다.

제 4 절. 단감 수입가능국의 검역체계에 적합한 방제체계의 연구

1. 단감 수입가능국의 해충종류

가. 서언

단감 수입금지국의 검역병해충 종류, 특히, 해충의 종류 및 사용농약의 종류 조사를 위하여 대표적인 수입금지국인 주 수출 목표국가인 미국의 수목해충과 과수해충, 감 해충의 종류를 인터넷과 문헌, 그리고 현지 출장을 통하여 조사하였다. 그리고 과수 재배를 위하여 사용하는 농약의 종류도 알아보았고, 아울러 수출을 위한 기초 조사로 우리 나라의 주요 단감 해충도 현지 조사와 문헌을 통하여 알아보았다.

감의 원산지는 중국으로서 2000이 넘는 품종이 수세기 동안 재배되어왔다. 그리고 한국과 일본에 도입되어 추가로 품종이 개발되었으며, 미국에는 1800년대에 도입이 되었다. 일반적으로 감은 두 종류로 구분되는데, 짧은감과 단감이 그것이다. 그러나 가해하는 병·해충은 지역에 따라 차이가 있을 뿐, 감의 종류와는 별 차이가 없다. 또한 감에는 여러 병·해충이 기록되어 있지만 수목 병·해충, 특히, 과수의 병·해충과 중복되는 경우가 많다. 따라서 감의 병·해충을 기술하기 전에 수입금지국의 식물 검역과 수목의 해충 및 과수의 해충을 알아볼 필요가 있다. 그 외에도 우리 나라 산 단감 해충도 동시에 알아봄으로써 수출을 위한 기초를 마련하여야 할 것이다. 우리 나라 산 단감의 수입을 금지하고 있는 미국의 경우 우리 나라에서 발생하고 있는 병·해충, 특히, 감꼭지나방(*Stathmopoda masinissa*)과 복숭아명나방 때문에 수입을 금지하고 있어 미국의 식물 검역과 감을 비롯한 수목과 과수해충의 종류와 농약에 관한 정보를 조사, 분석하여 이에 적절히 대처하여야 할 것이다.

나. 미국의 감 재배역사와 병해충 문제

감나무속(*Diospyrosi*) 식물에는 4종의 중요 종이 있다. *D. kaki*, *D. virginiana*, *D. lotus*와 *D. oleifera*가 그것이다. 감은 중국의 중부가 원산지로서

중국에서는 수천년 동안 재배되어 왔고 일본에서는 1300년 전에 재배가 되기 시작하였다. 중요 생산국으로는 한국, 미국, 중국, 일본, 브라질, 이탈리아, 이스라엘, 뉴질랜드, 오스트랄리아, 스페인, 조지아, 이집트, 칠레이다.

캘리포니아에서는 1870년에서 1920년대 일본 품종과 중국 품종이 미농무성에 의하여 도입되었다. 1994년 현재 1610 에이커의 재배면적이 있으며, 재배되는 품종으로는 하치야와 푸유이다. 중요한 병으로는 *Agrobacterium tumefaciens*과 바이러스가 있고, 해충으로는 *Panococcus citri* 각지벌레, *Argyrotaenia citrana* 잎말이나방, *Schizua concinna*와 *Parlatoria oleae* 각지벌레가 있다.

한편, North Carolina에서 재배되는 감의 주요 병은 *A. tumefaciens*, *Asterina aspidii*, *Asterinella mabae*, *Colletotrichum*, *Echidnodella mabae*, *Meliola* sp.가 있고, 해충으로는 *Othreis fullonia*나방, *Ceratitidis capitata* 광대파리, *Bactrocera dorsalis* 광대파리, *Pseuococcus longispinus* 각지벌레, *Hemiberlesia rapax* 각지벌레, *Pinnaspis buxi* 각지벌레, *Heliothrips haemorrhoidalis* 총채벌레, *Aleurocanthus spiniferus* 가루이, *Aleurothrixus floccosus* 가루이가 있다. 미국흰불나방과 샌호제각지벌레도 일반적인 가해 해충이다.

다. 미국의 식물 검역

1912년 8월 20일 제정된 미국의 식물검역법(Plant Quarantine Act)은 5회에 걸쳐 개정되었으며 전문 15조로 구성되어 있다. 그 중 단감은 수입 금지 품목으로 지정되어 있으나 충분한 검토를 통한 수입 가능성을 검토 중에 있다. 그 중요한 이유는 한국산 단감 병·해충의 미국내 유입을 방지하기 위하여서다. 따라서 우선 우리 나라 단감 병·해충의 종류를 알아 볼 필요가 있다. 단감의 주요 병으로는 모무늬낙엽병(*Cercospora kaki*), 탄저병(*Glomerella cingulata*), 잎마름병(*Pestalotia diospyri*), 검은별무늬병(*Fusicladium levieri*)가 있는데, 과실에는 모무늬낙엽병을 제외하고는 모두 피해를 입히고 있다. 그 중 잎마름병은 주로 잎에 발생하지만 가끔 가지나 과실에도 발생하며, 검은별무늬병은 잎, 가지, 과실 등의 어린 부분에 침입하지만 탄저병은 주로 과실과 가지에 발생하면서 때로는 잎에도 발생한다. 그러나 과실의 피해가 크다. 그리고 주요 해충으로는 빨밀각지벌레(*Ceroplastes pseudoceriferus*), 간숨각지벌레(*Phenacoccus*

aceris), 감꼭지나방, 차주머니나방(*Eumeta minuscula*)이 있는데, 과일에 크게 피해를 주는 것은 긴숨꼭지벌레와 감꼭지나방이다.

라. 미국의 과수관련 검역 문제 해충

우리 나라에 분포해 있으면서 과일에 피해를 주는 해충 중 수출하는 과정에서 미국의 검역에서 문제가 되는 해충은 감꼭지나방, 감나무주름응애, 복숭아명나방, 온실가루꼭지벌레 이다. 문헌상으로는 단감나무를 비롯한 감나무에서 기록된 해충은 이 보다 훨씬 많은데 이들이 모두 수확된 단감 과일에 잔존하여 수출상 문제가 되는 것은 아니다. 즉, 대만총채벌레, 썩덩나무노린재, 피테애매미충, 조팝나무진딧물, 무화과꼭지벌레, 샌호제꼭지벌레, 등글점꼭지벌레, 뿔밀꼭지벌레, 철모꼭지벌레, 배나무굴꼭지벌레, 조개꼭지벌레, 루비꼭지벌레, 검은굴꼭지벌레, 이세리아꼭지벌레, 뽕나무꼭지벌레, 온실가루꼭지벌레, 거북밀꼭지벌레, 유리꼭지벌레, 청동풍뎅이, 등얼룩풍뎅이, 큰풍뎅이, 구리풍뎅이, 밤색우단풍뎅이, 부산풍뎅이, 벗나무풍뎅이, 우단풍뎅이, 왜콩풍뎅이, 애벗나무풍뎅이, 주둥무늬차색풍뎅이, 애우단풍뎅이, 빗살방아벌레, 누런방아벌레, 감나무좀, 박쥐나방, 복숭아순나방, 장수썩어나방, 배나무썩어나방, 흰독나방, 매미나방, 배점무늬불나방, 푸른띠밤나방, 굴벌레나방, 흰꼬리잎말이나방, 차잎말이나방, 흑색무늬썩어나방, 통알락명나방, 알락흰가지나방, 독나방, 남방차주머니나방, 점무늬불나방, 나무껍질밤나방, 감나무잎말이나방, 도깨비잎말이나방, 꼬미썩어나방, 담배거세미나방, 큰알락흰가지나방, 차독나방, 미국흰불나방, 배붉은흰불나방, 무궁화밤나방, 검모무늬잎말이나방, 애모무늬잎말이나방, 노랑썩어나방, 몸노랑 들명나방, 어스랭이나방, 콩독나방, 솟검은줄점불나방, 으름밤나방, 흰흑나방, 들신선나비, 섬서구메뚜기, 사과응애, 갈색날개노린재, 유지매미, 일본날개매미충, 복숭아흑진딧물, 암브로시아나무좀, 붉은목나무좀, 반날개나무좀, 감개나무좀, 베짚이붙이, 알락수염노린재, 끝검은말매미충, 선녀벌레, 별호랑하늘소, 장수말벌, 황말벌, 철써기, 풀색노린재, 말매미충, 꿀가시가루이, 비단벌레, 금록색잎벌레가 기록되어 있다. 그러나 뿔밀꼭지벌레, 긴숨꼭지벌레, 감꼭지나방, 차주머니나방을 제외하고는 단감에 문제가 되지 않기 때문에 다시 정확한 정밀조사를 통하여 직접 가해하는 해충만 따로 재정리할 필요가 있다. 특히, 수출을 위하여는 반드시 정성조사와 정량조사가 수반되어야겠다.

마. 미국의 식물 검역상 주의를 요하는 품목과 병해충

미국은 세계 여러 나라로부터 병해충의 유입을 막기 위하여 여러 가지 품목을 수입 금지하거나 특별한 처리를 요구하고 있다. 즉, 굼벵이(*Phyllophaga* spp 와 *Adoretus* spp.)와 흰개미 등 몇 가지 종이 관심의 대상이 되고 있다. 신선한 과일 및 채소, 면화 및 면화카바, 사탕수수, 곡물, 절화, 포장재 등이 팜으로부터 미국의 각 주, Puerto Rico 및 Virgin Islands로 이동하는 것도 제한 또는 금지하고 있다. 관심의 대상이 되고있는 해충은 이집트길쭉각지벌레 (*Icerya aegyptiaca*), 굴가시가루이 (*Aleurocanthus spiniferus*), 굴굴나방 (*Phyllocnistis citrella*), 풍뎅이 (*Anomala sulcatula*), 커피푸른각지벌레 (*Coccus viridis*), 붉은코코넛각지벌레 (*Furcaspis oceanica*), 커피두호리벌 (*Stephanoderes scutigera*), 동양과실파리 (*Dacus dorsalis*), 멜론과실파리 (*Dacus curcurbitae*), 콩명나방 (*Maruca testulalis*), 물결부전나비(*Lampides boeticus*), 밀감곰보나방 (*Prays endocarpa*), 아시아거세미나방 (*Prodenia litura*), 고구마바구미 (*Euscepes postfussclatus*), 푸른밤나방 (*Earias fabia*), New Guinea 사탕수수잎말이나방 (*Rhabdoscelus obscurus*), 목초가루이 (*Neomaskellia bergii*), 유럽옥수수명나방 (*Pyrausta nubilalis*), 허리노린재 (*Leptocorisia acuta*), 지나차색풍뎅이, *Holotrichia mindanaona*가 있다.

병에는 citrus canker (*Xanthomonas citri*), sweet potato scab (*Elsinoe batatas*), yam rust (*Uredo dioscospora-alatae*), 고구마 leafspot (*Cercospora batatae*), *Coniothyrium* spp. *Phyllostictina colocasiophila*, 사탕수수 gummosis (*Xanthomonas vasculorum*), 옥수수 brown spot (*Physoderma zae-maydis*)가 있다.

면화에 대해서는 씨앗, 여타 번식 목적으로 사용할 수 있는 식물체의 일부 (seed cotton) 및 신선한 상태의 절단 부분(fresh cut articles of cotton)이 수입되는 것을 전면 금지시키고 있으며 그 밖에 가공되지 아니한 면화(cotton plant)의 모든 부분과 면화(cotton), 곡물(grain), 작물의 종자(field seed), 지하작물(underground crops) 및 고기(meat)등을 담는 데 사용한 적이 있는 삼베(burlap), 포대(covers), 기타 섬유물질(other fabrics)에 대하여도 수입을 제한하고 있다. 주요 관심 대상 병해충으로는 목화다래나방 (*Pectinophora gossypiella*), 감자시스트선충 (*Globodera rostochlensis*) 및 flag smut

(*Urocystis tritici*)등을 들 수 있다.

사탕수수는 모든 나라로부터 수입되는 것을 금지시키고 있으며, 사탕수수로부터 생산된 물품의 수입도 아울러 제한하고 있다. 특히, 감귤류와 이와 유사한 종류의 식물들에 대해서는 과실과 씨앗을 제외한 어느 부분도 수입할 수 없도록 하고 있다. citrus canker (*Xanthomonas citri*)가 관심의 대상이다. 특정 국가들로부터는 옥수수 및 유사한 식물체의 모든 부분(씨앗을 포함)이 수입되는 것을 금지 또는 제한하고 있고, citrus canker 및 sweet orange scab에 감염되어 있는 지역으로부터는 감귤류의 과실이 수입되는 것을 규제하고 있다. citrus canker (*Xanthomonas citri*)와 sweet orange scab (*Elsinoe australis*)이 관심 대상 병이다.

대나무의 모든 부분에 대하여도 수입을 금지시키고 있으나 대나무의 재목(timber), 대나무를 가공하여 만든 제품과 요리 또는 식품화된 대나무 순(shoots)에 대하여는 수입을 허용하고 있다. 관심의 대상이 되고 있는 병은 bamboo smut (*Ustilago shiraiana*)이다.

단감과 관련된 것은 감꼭지나방, 감나무주름응애, 감나무잎말이나방, 특히 감꼭지나방 때문에 수입을 금지하고 있다.

바. 미국의 수입농산물에 대한 병해충 위험도평가의 실시

관련 정보의 수집은 당해 통로의 종류, 원산지, 수출 준비 과정, 수입 물량 및 용도, 수입 후 처리계획(수입 시기, 운송 수단 및 경로, 목적지 등), 당해 상품 및 관련 상품의 수입과 관련하여 축적된 과거의 경험과 위험평가 실시 결과(외국의 사례 포함), 당해 상품의 수입과 관련하여 과거에 적용되었거나 현재 적용하고 있는 제반 규정(외국의 사례 포함)등 필요한 정보를 최대한 수집한다.

관심 대상 병해충의 목록 작성은 당해 상품에 수반되거나 수반될 가능성이 있다고 일반적으로 알려져 있는 병해충과 생산국에서 발견되고 있는 병해충을 모두 조사한다. 이들 병해충의 분류는 Management Practices Team에 자문 등을 거쳐 1a, 1b, 1c 및 2a로 분류된 병해충 중에서 위험평가가 실시되어야 할 병해충을 선별한다. 1a는 외래종(non-indigenous species)으로서 미국 내에 존재하고 있는 병해충을, 1b는 외래종으로서 미국 내에 존재하고 있으며 더욱 확

산될 가능성이 있는 병해충으로, 1c는 외래종으로서 미국 내에 존재하고 있으며 발생정도가 상당한 수준에 이르고 있으나 관심이 필요할 만큼 유전적으로 다르며(거나) 여타 다른 외래 병해충을 매개시킬 수 있는 병해충을, 1d는 외래종으로서 미국 내에 존재하고 있을 뿐 아니라 발생 정도가 상당한 수준에 이르고 있으며 1c에 언급된 기타의 특성을 갖고 있지 않는 병해충을, 2a는 토착종(indigenous species)이거나 관심이 필요할 만큼 유전적으로 다르며(거나) 여타 외래 병해충을 매개시킬 수 있고(거나) 더욱 확산될 가능성이 있는 병해충을, 2b는 토착종이며 2a에 언급된 기타의 특성을 갖고 있지 않는 병해충으로 분류한다.

과일 및 채소의 수입을 위한 허가는 신선하거나 신선한 것을 냉동시킨 과일 및 채소를 수입하고자 할 경우에 신청하며, 병해충의 위험이 완전히 제거되었다고 인정할 수 있을 만큼 처리된 경우에는 허가 없이도 수입이 가능하다. 통관시 소독처리 등 특별한 조건을 충족시켜야 하는 과일 및 채소류를 수입코자 할 경우에는 허가개정이 이루어져야 한다.

사. 수입금지국 미국의 주요 수목해충

단감나무는 과수이기 때문에 수목의 해충이 단감에 발생하는 경우가 있어 미국의 삼림 해충을 조사하여 기술하고자 한다.

(1) 미 서부의 주요 삼림해충

미 서부의 주요 삼림 해충은 나무좀류, 솔잎벌류, 나방류가 주종을 이루고 있다. 특히, 소나무와 침엽수에서 딱정벌레목(Coleoptera)의 *Dendroctonus* 나무좀류와 *Ips* 나무좀류, *Scolytus ventralis* 나무좀, *Pseudohylesinus* 나무좀, *Trypodendron lineatum* 나무좀과 *Pissodes strobi* 바구미, 벌목(Hymenoptera)의 *Neodiprion* 솔잎벌, *Pristiphora erichsonii* 낙엽송잎벌, 나비목(Lepidoptera)에서 *Aceris gloverana*, *Adelges piceae*, *Choristoneura conflicta*, *C. occidentalis*, *Coleophora laricella*, *Coleotechnites* spp. *Coloradia pandora*, *Ectropis crepuscularia*, *Lambdina fiscellaria lugubrosa*, *Malacosoma* spp. *Melanolophia imitana*, *Neophasia menapia*, *Operophtera bruneata*, *Orgyia*

pseudotsugata, *Rheumaptera hastata*, *Rhyacionia* spp.가 주요 해충이었지만 유럽이나 아시아로부터 많은 종류의 해충이 도입되어 주요 해충화되기도 하였다. 대표적인 도입종으로는 딱정벌레목에서 목재품으로부터 *Anobium punctatum* 바구미, *Lyctus brunus* 가루나무좀, *Stegobium paniceum* 개나무좀을 비롯하여 묘목으로부터는 *Otiorhynchus ovatus*, *O. rugosostriatus*, *O. sulcatus* 바구미가, 활엽수와 관상식물로부터는 *Popillia japonica* 왜콩풍뎡이가 미국으로 유입되어 크게 문제가 되고 있다. 그 외에도 많은 종류의 딱정벌레목 해충이 도입되었다. 파리목(Diptera)에서는 침엽수 묘목에서 *Delia platura* 고자리파리가, 매미목(Homoptera)에서는 진딧물과 각지벌레류가 도입되어 중요한 해충이 되었고, 벌목에서도 *Eriocampa ovata* 잎벌과 *Fenusa pusilla* 등이 유입되었으며, 나비목에서 짙시나방, *Caloptilia negundella* 잎말이나방, *Aethes rutilana*, *Archips rosanus* 등 무려 75종이나 된다.

(2) 미 동부의 주요 수목해충

미 동부의 수목해충을 수목 종류별로 구분하여 보면 아카시아에는 *Cryptothelea gloverii*, *Oncideres pustulatus*, *Thysanoes fimbriiconis*가 가죽나무에는 불나방, 아시아정원풍뎡이, *cynthia* 나방이, 오리나무 잎에는 *Acronica distans*, 오리나무벼룩잎벌레, 오리나무혹진딧물, *Arge scapularis*, 자작나무잎벌, *Caloptilia pulchella*, *Chrysomela interrupta*, *Clastoptera obtusa*, *Corythucha pergandei*, 미루나무잎벌레, *Croesus varus*, *Dichelonyx elongata*, 느릅나무잎벌, 오리나무잎말이나방, 유럽바구미, *Evora hemidesma*, *Himatolabus pubescens*, *Iridopsis larvarria*, 사시나무큰잎말이나방, *Nematus eryhrogaster*, 세줄잎말이나방, 텐트나방이, 수피와 재부, 가지에는 오리나무유리나방이, 눈, 어린 가지, 뿌리에는 오리나무유리나방, *Dicerca lurida*, 유럽바구미, 무화과유리나방, *Oberea pallida*, 버드나무유리나방, *Sinodendron rugosum*, *Sthenopsis argenteomaculatus*이, 흡즙성 해충에는 오리나무거품벌레, *Chionaspis lintneri*, *Corythucha pergandei*, *Psylla floccosa*, *Psylla galeaformis*, *Pterocallis alnifoliae*, 오리나무진딧물이 있다. Andromeda에는 단풍나무잎각지벌레가 피해를 준다. Aralia에는 일본두줄띠바구미가, Ardisia는 *Xylosandrus zimmermanni*나무좀이 있으며, 물푸레나무의 잎에는 *Agonopterix*

nigrinotella, *Cecidomyia canadensis*, 투석나방, 과실잎말이나방, 대벌레, 물푸레나방박각시, *Machimia tentoriferella*, *Melanolophia canadaria*, *Olcerlostera angelica*, *Pachybrachis othonus*, *Papaipema furcata*, *Plagodis kuetzingi*, *Tetranychus homorus*가, 수피와 재부, 가지에는 *Chrysobothris sexsignata*, 물푸레나무좀, *Hemicoelus carinatus*, *Hylesinus pruinosus*나무좀, 라일락비단벌레, 개나무좀, *Xyleborus ferrugineus*, *Xylosandrus germanus*, *Xyloterinus politus*가, 꽃, 종자와 열매에 피해를 주는 해충에는 *Eriophyes fraxiniflora*가, 흡즙성 해충에는 버플로매미충, *Chionaspis kosztarabi*, 단풍나무각지벌레, *Dysmicoccus difficilis*, 일본단풍각지벌레, *Melanaspis nigropunctata*, 주머니각지벌레, 17년 매미, *Prociphilus fraxinifolii*, 시카모어노린재, *Tripodostepes amoenus*, 호도나무각지벌레가, Baldcypress의 잎에는 *Anacamptode pergracilis*, 주머니나방, *Coleotechnites apicitripunctella*, *Coleotechnites variella*, *Oiketicus abbotii*, *Oligonychus boudreauxi*, *Platytetranychus thujae*, *Systema marginalis*, 수피와 재부, 가지에는 *Buprestis striata*, *Chrysobothris sexsignata*, *Micracisella opacicollis*, *Oeme rigida rigida*, *Platypus compositus*, *Trachykele lecontei*, *Urocera taxodii*, *Xyleborinus saweseni*, *Xyleborus affinis*, *Xyleborus ferrugineus*가, 꽃과 종자, 열매에는 *Sequoimyia cupressi*가, 흡즙성 해충에는 *Cinara tujafilina*, *Platytetranychus thujae*, *Quadraspidiotus taxodii*가 있다. 대나무에는 *Asterolecanium bambusae*, *Asterolecanium miliaris miliaris*, *Asterolecanium miliaris robustum*, 대나무개나무좀, *Chlorophorus annularis*가, 벵골보리수에는 *Lymire edwardsii*가 피해를 준다. 아메리칸린텐의 잎에는 *Archips purpuranus*, 주머니나방, 참피나무얼룩잎말이나방, 참피나무잎말이나방, *Colephora tillaeoliella*, *Datana drexelii*, 느릅나무잎벌, 네점박이용애, 짚시나방, 대벌레, 햄룩자나방, 히커리투석나방, 왜콩풍뎅이, *Melanolophia canadaria*, *Pandemis lamprosana*, *Phyllophaga crenulata*, *Phyllophaga drakei*, *Phyllophaga implicita*, *Phyllophaga prunina*, *Plagiometriona clavata*, *Sparganothis pettitana*, 세줄잎말이나방이, 수피와 재부 및 줄기에는 자두나무좀, *Chrysobothris azurea*, *Dicerca lurida*, *Hexomyza tiliae*이, *Platypus compositus*, *Pseudothysanoes rigidus*, *Saperda imitans*, *Xiphydria abdominalis*가, 눈, 어린가지, 뿌리에는 뿌리바구미, 왜콩풍뎅이, *Phyllophaga crenulata*, *drakei* 가, 꽃, 종자, 열매에는 왜콩풍뎅이, 흡즙성 해

충, 사과장님노린재, 참피나무진딧물, 참피나무노린재, 단풍나무깍지벌레, 수피
 진딧물, 일본단풍나무진딧물, 단풍나무깍지벌레, 단풍나무노린재, 뽕나무이,
Telamona reclinata, 툴립나무깍지벌레, 호두나무노린재, 호두나무깍지벌레가,
 너도밤나무의 앞에는 *Acleris chalybeana*, 아시아오크나무바구미, *Bucculatrix*
packardella, *Choristoneura fractivittana*, *Coleophora alniella*, *Colocasia*
propinquinelinea, dark tussock moth, *Datana angusi*, 사과나무비단벌레,
Heterocampa biundata, 이오나방, *Lambdina fervidaria athasaria*, 단풍나무불
 나방, *Norape ovina*, *Oligocentria lignicolor*, *Oligonychus bicolor*, *Pandemis*
lamprosana, *Phyllophaga drakei*, *Plagodis serinaria*, *Prolimacodes badia*,
Schizura ipomoeae leptinoides, *Tetralopha asperatella*, 호두나무박각시,
*Xanthonia decemnotata*가, 수피와 재부 및 줄기에는 *Actenodes acornis*, 너도
 밤나무하늘소, 자작나무좀, *Bupresitis rufipes*, *Chrysobothris sexsignata*,
Eucrada humeralis, *Lichenophanes bicornis*, 뉴욕바구미, *Platypus*
compositus, *Pseudopityophthorus pruinosus*, *Scolytus fahi*, *Xiphydria tibialis*,
Xyleborus ferrugineus, *validus*, *Xylosandrus germanus*, *Xyloterinus politus*
 가, 눈, 어린가지, 뿌리에는 아시아오크나무바구미, *Phyllophaga drakei*,
Calaphis betulella, 왕진딧물, 주머니깍지벌레, *Peliococcus serratus*,
*Phyllaphis fagi*가, 너도밤나무에는 너도밤나무깍지벌레, *Hemicoelus*
carinatus, *Psilocorsis cryptolechiella*, *Ptilinus ruficornis*, *Xyleborinus*
*saxesensi*가 기록되어 있다. 자작나무의 앞에는 *Acronicta distans*, 호박무늬자
 작나무잎말이나방, *Ancylis* spp., *Arge abdominalis*, 참피나무잎말이나방, 세크
 로피어나방, *Charadra deridens*, *Colocasia propinquinelinea*, 느릅나무잎벌,
 느릅
 나무박각시, 짚시나방, 유럽바구미, 과실잎말이나방, *Haploa lecontei*, 히커리투
 석나방, 린텐자나방, 아카시나무잎말이나방, *Lomgarapha vestaliata*, 루나나방,
 노나방, *Phyhimia tentoriferella*, *Melanolophia canadaria*, *Polydrusus*
impressifrons, *Pristiphora siskiyouensis*, *Protoboarmia porcelaria indicataria*,
Psilocorsis cryptolechiella, 장미풍뎅이, *Syneta ferruginea*, 긴꼬리제비나비,
Trichiosoma triangulum, 쌍점박각시, 텐트나방이, 수피, 재부, 줄기에는
Actenodes acornis, 자작나무좀, *Brachyleptura vagans*, *Chrysobothris azurea*,
Conotrachelus anaglyptius, *Platypus compositus*, *Pselaphorhynchites*
cyanelus, sapwood timberworm, *Tropideres fasciatus*, *Trypodendron*

betulae, *Xiphydria mellipes*, *Xiphydria tibialis*, *Xyleborinus saxesensi*,
Xyleborus obliquus, *Xyloterinus politus*가, 눈, 어린가지, 뿌리에는 유럽바구
 미, *Phyllophaga crenulata*, *Phyllophaga drakei*, *Phyllophaga forsteri*,
*Phyllophaga luctuosa*가, 꽃, 종자, 열매에는 *Semudobia* spp., 흡즙성 해충에는
 오리나무거품벌레, 자작나무각지벌레. *Calaphis betulella*, *Chionaspis lintneri*,
 자작나무진딧물, *Corythucha pergandei*, 왕진딧물, 굴각지벌레, *Psylla*
*carpinicola*가, 수피와 재부, 어린가지에는 *Pseudopityophthorus asperulus*, 꽃,
 종자 열매에는 흡즙성 해충인 *Euceraphis lineata*, *Kleidocerys resedae*
*geminatus*가 피해를 주고 있다. Birch paper의 앞에는 *Acleris logiana*,
Acleris tripunctana, 호박무늬자작나무잎말이나방, *Archips purpuranus*,
Bibarrambra allenella, 자작나무잎말이잎벌, *Choristoneura fractivittana*,
Epinotia solandriana, 대벌레, 회색잎말이나방, 짙시나방, 험록자나방,
Heterocampa biundata, 이오나방, *Iridopsis larvaria*, 물푸레나무큰잎말이나방,
Lophodonta ferruginea, *Nematus pinguidorsum*, *Nematus viridescens*, *Nites*
betulella, 빗살띠잎말이나방, *Pandemis lamprosana*, *Plagodis serinaria*, 자갈
 색자나방, *Schizura ipomoeae*, *Schizura leptinoides*, *Sparganothis*
diluticostana, *Sparganothis reticulatana*, 대벌레, 버드나무벼룩바구미가, 수피,
 재부, 줄기에는 bronze birch borer, *Hemicoelus carinatus*, *Ptilinus reficornis*,
 싹, 어린가지, 뿌리에는 *Apagodiplosis papyriferae*가, 흡즙성 해충에는 자작나
 무노린재, *Psylla annulata*가, Birch river에는 *Acleris logiana*, *Acrobasis*
betulivorella, *Agrilus betulae*, *Euceraphis mucida*, 느릅나무큰잎벌레,
Phytobia pruinosa, *Xyleborus affinis*가, Birch sweet의 앞에는 *Acleris*
chalybeana, 호박무늬자작나무잎말이나방, *Caloptilia pulchella*, 험록자나방,
Plagodis serinaria, *Sciaphillus asperatus*, whitemarked tussock moth,
 yellownecked caterpillar, 싹, 어린가지, 뿌리에는 *Sciaphilus asperatus*, 수피,
 재부, 줄기에는 bronze birch borer, *Chrysobothris sexsignata*, *Hemicoelus*
carinatus, *Ptilinus ruficornis*가, 흡즙성 해충으로는 자작나무노린재, *Carynota*
stupida, *Elasmuche lateralis*, 유럽자작나무진딧물, *Kleidocerys resedae*
geminatus, Bittersweet에는 euonymus 각지벌레, *Petalium seriatum*가,
 Boxelder의 앞에는, *Archips negundanus*, boxelder 흑파리, boxelder 잎말이나
 방, 편평머리사과나무하늘소, 점무늬터석나방, 세줄잎말이나방이, 수피, 재부, 줄

기에는 boxelder 가지하늘소, 편평머리사과나무하늘소가, 짝, 어린가지, 뿌리에는 *Archodontes melanopus melanopus*가, 흡즙성 해충으로는 boxedler 진딧물, boxedler 노린재가, 회양목의 잎에는 회양목잎말이나방, 흡즙성 해충으로 회양목이, 각지벌레, 굴각지벌레, 줄각지벌레가, 브라질실거리나무는 *Hypothenemus obscurus*가, Buckeye의 잎에는 *Derocrepis aesculi*, *Eotetranychus hicoloriae*, 왜콩풍뎡이, *Phyllophaga crenulata*가, 수피, 재부, 줄기에는 *Petalium bistratum*이, 짝, 어린가지, 뿌리에는 *Proteoteras aesculana*가, 꽃, 종자, 과일에는 왜콩풍뎡이, 흡즙성 해충으로 느릅나무감옷각지벌레, *Corythucha aesculi*, 단풍나무각지벌레가 피해를 주고 있다. 동백나무에는 동백나무각지벌레, 캐포르각지벌레, *Cerococcus kalmiae*, 솜털동백나무각지벌레, 인도엑스각지벌레, 일본엑스각지벌레, 피노이각지벌레, 차각지벌레가, 녹나무에는 캄포르각지벌레가, 카수아리나무에는 *Calstoptera undulata*가, 개오동에서는 카수아리나무박각시, *Contarinia catalpae*, *Trilobomyza pleuralis*가, 흡즙성 해충으로 가시각지벌레, 느릅나무감옷각지벌레가 피해를 주고 있다.

아. 수입금지국 미국의 과수해충

(1) 미 서부의 과수해충

미 서부에서 문제되는 과수해충은 사과나무(*Malus*)와 *Prunus*속 및 블루베리에서 기록되어 있는 해충들이다. 사과나무에서는 잎에서 *Orgyia antiqua* 독나방, *Malacosoma californicum*, *M. disstra* 텐트나방, *Edwardsiana rosae* 매미충, *Alsophila pometaria*, *Operophtera bruceata*, *Paleacrita vernata* 자나방이 피해를 주고 있고, 줄기와 잔가지에서는 *Quadraspidotus perniciosus* 샌호제각지벌레가, 등치와 큰 가지에서는 *Eriosoma lanigerum* 솜벌레, *Q. perniciosus* 각지벌레가, 등치와 큰 가지, 재부에서는 *Villettia decorata* 빗살수염벌레가, 뿌리에는 *E. lanigerum* 솜벌레가 중요한 해충으로 기록되어 있다.

한편, *Prunus* 속 과수의 종자에는 *Melissopus latiferreanus* 애기잎말이나방이, 잎에는 *Corythucha padi* 방패벌레, *Datana ministra*, *Heterocampa manteo*, *Orgyia vetusta gulosa*, *Schizura concinna*, *Xylomyges simplex* 나방류와 *Malacosoma californicum*, *M. disstria*, *M. incurvum* 텐트나방, *Archips*

cerasivoranus 잎말이나방, *Trichiosoma triangulum* 좀벌, *Taenionema pacifica* 강도래, *Hyphantria cunea* 미국흰불나방이, 줄기와 잔가지에서는 산호제각지벌레가, 등치와 큰 가지에서도 산호제각지벌레와 *Chaetophloeus heterodoxus* 나무좀이, 등치와 큰 가지 재부에서는 *Hemicoelus gibbicollis*, *Ptilinus basalis* 빗살수염벌레와 *Dicerca horni* 비단벌레가 피해를 주고 있다. 블루베리 (*Vaccinium*)에서는 잎에서 *Orgyia antiqua* 나방과 *Lambdina fiscellaria lugubrosa* 자나방이 중요 해충으로 기록되어 있다.

(2) 미 동부의 과수해충

미 동부의 과수에 문제가 되는 해충을 계통별로 알아본 바로는 밀각지벌레 (Coccidae)에서 *Ceroplastes cirripediformis*, *Chrysomphalus aonidum*, *Mesolecanium nigrofasciatum*, *C. furfura*, *Lepidosaphes ulmi*, *Quadraspidiotus forbesi*, *Q. perniciosus*, *Q. ostreaeformis*가 있고, 꽃과 종자나 과실에 *Archips argyrospilus* 잎말이나방, *Curculio nenuphar*가 자두, 벚찌, 복숭아, 사과와 기타의 과실에 피해를 주고 있으며, 잎에서는 *Prionoxystus robiniae* 굴벌레나방, *Spilonota ocellana* 잎말이나방, *Papilio cresphontes* 호랑나비, *Malacosma americanum* 텐트나방, *Datana ministra* 재주나방, *Schizura concinna* 재주나방, *Lymantria dispar* 짚시나방이 사과나무를 비롯한 수많은 종류의 과수나무 잎을, *Atta texana* 개미도 잎을, 등치에서는 *Zeuzera pyrina* 굴벌레나방이 사과, 배, 자두의 등치를, *Obera tripunctata* 하늘소, *Oncideres cingulata* 하늘소, *Ithycerus noveboracensis* 바구미, *Scolytus rugulosus* 나무좀, *Xyleborus dispar* 나무좀도 등치나 가지 가해 해충으로 기록되어 있다.

한편, 과수별로는 사과나무의 잎에서 *Acrionicta distans*, *A. interrupta*, 사과나무벼룩바구미, 참피나무잎말이나방, 세크로피어나방, 주름면나방, 텐트나방, 짚시나방, *Haploa clymene*, 이오나방, 린텐자나방, 아카시나무잎말이나방, *Phyllonorycter crataegella*, *Schizura ipomoeae*, *Schizura leptinoides*, *Sparganothis sulfureana*, *Sphinx drupiferarum*이, 수피, 재부 및 줄기에서 자두나방, 사과나무좀, *Lichenophanes bicornis*, *Lymantor decipiens*, *Pseudolucanus capreolus*, *Saperda cretata*가, 싹, 어린가지, 뿌리에는 *Polydrusus impressifrons*가, 꽃, 종자, 열매에서는 사과심식나방, 사과파리, 자

두바구미, 모과바구미가, 흡즙성 해충으로 사과나무가루각지벌레, 단풍나무숨각지벌레, 유럽과실각지벌레, 굴각지벌레, 비듬각지벌레, 줄가루각지벌레, 사과나무진딧물, 블루베리에서는 철쭉수피각지벌레, 대벌레가, 버찌의 잎에는 *Acronicta distans*, *A. interrupta*, *Anacamptis innocuella*, 참피나무잎말이나방, 세크로피아나방, 버찌잎벌레, 텐트나방, 유럽바구미, 대벌레, *Haploa lecontei*, 햄록자나방, 이오나방, 아카시나무잎말이나방, *Lomgarapha vestaliata*, *Phyllonorycter crataegella*, *Sparganothis sulfureana*, *Tetracis cachexiata*, 버드나무벼룩바구미가, 수피, 재부, 줄기에는 *Chrysobothris viridiceps*, *Olethreutes quadrifidum*, 복숭아나무좀, *Phytobia pruinoda*, *Phytobia pruni*, *Pseudolucanus capreolus*, *Saperda lateralis*, *Xylosandrus crassiusculus*가, 싹, 어린 가지, 뿌리에서는 유럽바구미가, 꽃, 종자, 열매에는 사과나방, 버찌과실파리, 자두바구미가, 흡즙성 해충으로 각지벌레가 있다. 밤나무의 잎에서는 *Caliroa* sp., *Croesus castaneae*, *Dyseriocrania auricyanea*이, 수피와 재부 및 줄기는 오리나무좀, *Enaphalodes atomarius*, *Magdalis salicis*, *Platypus compositus*, *Pseudopityophthorus asperius*, *Pseudopityophthorus pubescens*, *Pseudothyssanoes lecontei*, *Scobicia bidentata*, *Xyleborus obliquus*, *Xyleborus xylographus*가, 꽃과 종자 열매에서는 도토리나방, *Curculio* spp., 밤바구미, *Synanthedon castaneae*, *Dryocosmus kuriphilus*가 피해를 준다.

무화과에서는 *Lymire edwardsii*, 텐트나방, 짚시나방, *Papilio cresphontes*, *Xyleborus dispar*, 자두바구미가, 흡즙성 해충으로 굴각지벌레, 샌호제각지벌레, 비듬각지벌레가, 구스베리에서는 철쭉수피각지벌레, 텐트나방이, 복숭아나무에는 버찌잎벌레, 자두바구미, 모과바구미, *Sphinx drupiferarum*가, 흡즙성 해충으로는 단풍숨각지벌레, *Cuerna costalis*, *Graphocephala versuta*, *Homalodisca coagulata*, *Oncometopia orbona*, 말매미, 복숭아흰각지벌레가, 서양배나무의 잎에서는 *Argyrotaenia quadrifasciana*, 배잎벌가, 수피와 재부, 줄기에는 자작나무좀이, 꽃, 종자, 열매에서는 모과바구미가, 흡즙성 해충으로 단풍나무숨각지벌레, 굴각지벌레, 샌호제각지벌레, 사과나무숨진딧물, 서양자두나무에서는 *Arge clavicornis*, *Argyrotaenia quadrifasciana*, 버찌잎벌레, 배잎벌, *Phyllonorycter crataegella*, *Polydrusus impressifrons*, *Sphinx drupiferarum*, *Sterictiphora* spp., 쌍점박각시, 텐트나방, *Polydrusus impressifrons*, *Acalitus phloeococotes*, 자두바구미가 피해를 주고 있다.

(3) 미국의 단감과 과수 및 수목의 공통 해충

일반 과수나 수목 및 단감에는 공통적으로 가해하는 해충이 많은데. 그들은 다음과 같다. 미국 흰불나방은 160여종의 수목을 기주를 갖고 있으면서 단감의 잎을 가해하며, 먹이가 부족하면 초본류도 먹는다. 사과, 버찌, 감나무의 피해는 심한 편이다. 샌호제각지벌레는 감나무뿐만 아니라, 졸참나무, 자작나무 등의 삼림수목과 사과나무, 복숭아나무, 살구나무, 매실나무, 자도나무, 버찌, 배나무, 굴나무, 포도도 가해하는 해충이다. *Pulvinaria acericola* 각지벌레는 단풍나무, 층층나무, 감, 감탕나무, 블랙검, 사사프라스, *Prunus*속 과수를, *Lecanodiaspis prosopidis* 각지벌레는 층층나무, 개오동, 회양목, 화살나무, 월계수, 동백나무, 물푸레나무, 호두, 블루베리, 진달래, 목련, 뽕나무, 칠엽수, 연산홍, 팽나무, 느릅나무를, *Cerococcus parrotti* 각지벌레는 감과 단풍나무, 피칸, 산사나무, 팽나무, 사사프라스, 참피나무, 느릅나무, 칠엽수를, *C. kalmiae* 각지벌레는 월계수, 연산홍, 동백나무, 참피나무, 물푸레나무를, *Pseudaulacaspis prunicola* 복숭아각지벌레는 115속의 식물을 기주로 하고 있으면서 많은 종류의 과수에도 피해를 주고 있는 해충이다. *Thyridopteryx ephemeraeformis* 주머니나방과 *Cryptothelea gloverii* 주머니나방도 기주범위가 넓은 편이며 주로 삼림 수목에 피해를 많이 주고 있지만 감나무를, *Phyllophaga crenulata*, *P. luctuosa*, *P. prunuculina*, *P. tristis* 풍뎡이도 삼림수목에 피해를 주면서 일부 과수를 기주로 갖고 있다. *Seirarctia echo* 나방도 감나무 잎을 비롯한 오크나무 잎을 가해하는 해충이다. 또한 *Actias luna* 산누에나방은 너도밤나무, 자작나무, 호두나무, 오크나무, 히코리, 버터너트를, *Citheronia regalis* 산누에나방과 *Eacles imperiales* 산누에나방은 감나무와 느릅나무, 개잎갈나무를, *Heterocampa manteo* 재주나방은 너도밤나무, 자작나무, 참피나무, 호두나무, 사과나무를, *Schizura concinna* 재주나방은 느릅나무, 사시나무, 히커리, 아카시나무를, *Euzophera semifuneralis* 명나방은 감나무와 자두나무, 버찌, 사과나무를, *Dicerca obscura* 비단벌레는 오크나무와 히커리를, *Neoclytus acuminatus* 하늘소는 오크나무, 히커리, 물푸리나무, 팽나무를, *Oncideres cingulata* 하늘소는 히커리, 오크나무, 피칸, 느릅나무, 팽나무, 포플라, 층층나무, 가시여지를, *Archodontes melanopus melanopus* 하늘소는 오크나무, 시카모어, 버드나무를, *Xyleborus saxesenii* 나무좀은 수많은 종류의 나무를, *Platypus compositus* 긴

나무좀은 히커리, 피칸, 자작나무, 포플라, 밤, 느릅나무, 자작나무, 목련, 밤을 감과 함께 공통 기주로 갖고 있다.

자. 수입금지국 미국의 단감해충

미국에서 감은 콘네티컷에서 플로리다주, 캔사스주에서 많이 재배하고 있다. 따라서 서부보다는 동부에서 많은 종류의 감 해충이 기록되어 있다. 즉, 감나무(*Troza diospyri*)가 플로리다에서 기록되어 있고, 각지벌레인 *Pulvinaria acericola*가 년 1회 발생하면서 감나무를 비롯한 단풍나무, *Prunus*속 과수에 피해를 주고 있다. 조지아주에서는 *Lecanodiaspis prosopidis* 각지벌레, *Cerococcus parrotti* 각지벌레, *C. kalmiae* 각지벌레, *Pseudaulacaspis prunicola* 복숭아각지벌레가 감에서 문제되고 있다. 한편, 감에서는 미 서부보다는 많은 종류의 해충이 기록되어 있는데, 흡즙성 해충으로 감나무(*Troza diospyri*)가 플로리다에서 기록되어 있고 각지벌레인 *Pulvinaria acericola*가 년 1회 발생을 하면서 감나무를 비롯한 단풍나무, *Prunus*속 과수에 피해를 주고 있다. *Lecanodiaspis prosopidis* 각지벌레, *Cerococcus parrotti* 각지벌레, *C. kalmiae* 각지벌레가 조지아주에서 감에서 문제가 되고 있다. *Pseudaulacaspis prunicola* 각지벌레도 감을 비롯한 115속의 식물을 알라바마, 플로리다, 루이지아나, 미시시피주 등에서 피해를 주고 있다. 잎에서는 *Thyridopteryx ephemeraeformis* 주머니나방과 *Cryptothelea gloverii* 주머니나방이 다른 일반 수목과 과수에 피해를 주면서 감나무도 가해하고 있다. 그리고 *Phyllophaga crenulata*, *P. luctuosa*, *P. prunuculina*, *P. tristis* 풍뎅이, *Seirarctia echo* 나방도 잎을 가해하는 해충이다. 또한 *Actias luna* 산누에나방이 플로리다와 텍사스에서 *Citheronia regalis* 산누에나방이 남부 주와 일리노이스주, 매사추세츠주에서, *Eacles imperiales* 산누에나방이 삼림과 감나무, 과수를, *Heterocampa manteo* 재주나방, *Schizura concinna* 재주나방이 피해를 주는 해충이다. 한편, 수피와 재부, 가지를 가해하는 해충은 *Sannina uroceriformis* 유리나방이 메릴랜드주에서 캔사스, 텍사스, 걸프만에 재배하고 있는 감나무의 재부와 원뿌리를 가해하고 있고, *Euzophera semifuneralis* 명나방 유충이 감나무와 자두나무, 버찌, 사과나무의 등지와 가지를 가해하고 있으며 *Dicerca obscura* 비단벌레, *Agilus fuscipennis* 비단벌레, *Neoclytus acuminatus* 하늘소, *Oncideres*

cingulata 하늘소, *Archodontes melanopus melanopus* 하늘소, *Xyleborus saxesenii* 나무좀, *Platypus compositus* 긴나무좀이 재부를 가해하고 있는 해충이다. *Neoclytus acuminatus* 하늘소는 수세가 약하거나 가지가 부러지거나 하면 발생하여 크게 피해를 주기도 한다.

미국 토종 감(*D. virginiana*)에서는 *Aceria theospyri*응애가 잎에 혹을 형성하고 있다. 또한 감에는 우리 나라에도 분포하고 있는 뽕나무각지벌레(*Pseudaulacaspis pentagona*)가 피해를 주면서 흡즙에 의한 잎의 황변, 조기 낙엽을 일으켜 가지 자람을 방해하기도 한다.

차. 수입금지국 미국의 과수해충 방제의 예

해충의 방제에는 농약사용, 천적이용, 내충성 이용, 생태적 방법, 물리적 방법, 주화성 이용, 호르몬 이용, 페로몬 이용, 곤충생장조절제 이용, 불임법 이용, 유전학 이용, 법적 방제 등이 있으나 미국에서 과수해충 방제를 위하여 주로 이용하는 것은 농약을 이용하는 화학적 방제법과 천적을 이용하는 생물적 방제법, 그리고 페로몬을 많이 이용하고 있다. 즉, 아보카도의 해충방제에는 Bt, carbaryl, lindane, malathion, metaldehyde(명주달팽이, 민달팽이), permethrin, methomyl, pyrethrines+rotenone, 기름(sun spray, volck oil), M-pede, sulfur, diatomaceous+pyrethrin+pbo가 등록되어 사용되고 있다. 자나방과 잎말이나방류에는 pyrethrines+rotenone을 법적으로 허용하고 있고, Bt도 몇몇 나방류에 이용되고 있다. 노린재와 각지벌레에는 말라치온을, 총채벌레, 흰가루이에는 말라치온과 permethrin, pyrethrines+rotenone을 처리하고 있다.

포도 해충에는 유리나방에 로스벤, 좀벌에 malathion, 잎말이나방에 Bt, 필록 세라혹벌레에 endosulfan이 이용되고 있다. 망고 재배지에서는 고각지벌레(*Radionaspis indica*와 *Morganella longispina*)에 스프라사이드와 기름 혼합제를, *Frankliniella bispinosa*와 *F. kellyae*, *Selenothrips rubrocinctus* 총채벌레에 pyrethrines+rotenone를, 복숭아에서는 노린재방제에는 겨울철 잡초제거를 통하여 서식환경을 개변함과 동시에 엠부쉬, imidan, thiodan, carzol을, 각지벌레에는 오일 종류를, 바구미와 유리나방에는 엠부쉬, guthion, methomyl, carzol, penncap, sevin, pounce, asana를 살포하고 있다. 배나무 재배지에서는 나방류에 Bt가 많이 이용되고 있다.

카. 감 해충의 방제

미국의 감 해충은 상기 항목에서 밝혔듯이 깍지벌레, 나무이, 노린재, 천공성 나방류와 딱정벌레류 등의 피해가 심한 편인데, 감 해충방제를 위하여 사용되는 농약은 아래와 같다.

- (1) 개미: Chlorpyrifos, Amdro, Pyrenone
- (2) 진딧물: Pyrellin, Talstar, Safer soap, Dimethoate 4E, Ringer-aphid-mite attacker, Bonide rotenone, Pyrethrin, Pyrenone
- (3) 딱정벌레: Whitmire PT 270 Dursban, Ferti-lome tree borer killer, Pyrenone crop spray
- (4) 나방류: Javelin WG, Dipel 2X, Bounce, Talstar, Ringer-aphid-mite attacker, Biobit, Pyrenone crop spray
- (5) 응애: Pyrellin, Dimethoate 4E, Malathion, Dicofol 4EC, Bonideroteneone /Pyrethrin, Black leaf dormant spray, High yield dormant spray, Acme lime-sulfur spray, Ringer-aphid-mite attacker
- (6) 깍지벌레: Safer soap, Ringer soap, Scalecide, Black leaf dormant spray, High yield dormant spray, Orthorix
- (7) 총채벌레: Pyrellin, Bonide rotenone/Pyrethrin, Pyrenone crop spray
- (8) 가루이: Pyrellin, Bounce, Black leaf dormant spray, High yield dormant spray, Ringer-aphid-mite attacker, Pyrenone crop spray

그 외에는 일반적인 농림작물 해충의 방제를 위하여 사용하는 농약을 사용하고 있다.

타. 수입금지국 미국의 기타 과수해충 방제를 위해 사용되는 농약

기타의 과수해충의 방제를 위하여 미국에서 사용되는 농약은 다음과 같다.

- (1) Atemoya: 말라치온, Pyrethrins+rotenone
- (2) 바나나: Bt, Diatect premix(diatomaceous earth+Pyrethrin+piperonyl butoxide), ethoprop, pyrethrin+rotenone, Saf-T-Side

- (3) Carambola: Bt, methidathion, pyrethrin+rotenone
- (4) 무화과: Bt, chlorpyrifos, Diatect, diazinon, Volck, Sun spray, propagite
- (5) 구즈베리: Bt, malathion
- (6) Guava: Bt, pyrethrin+rotenone
- (7) Kumquat: Bt, carbaryl, diazinon, dicofol, metaldehyde, methidathion, pyrethrin+rotenone, M-pede, Sun spray
- (8) 레몬: aldicarb, azinphosmethyl, Bt, carbaryl, chlorpyrifos, cryolite, diazinon, dicofol, dimethoate, endosulfan, fenbutatin-oxide, formetanate hydrochloride, metaldehyde, methidathion, methomyl, mevinphos, naled, oxamyl, propagite, pyrethrin+rotenone, Sun spray, oxydematon methyl, M-pede, sulfur
- (9) 라임: aldicarb, azinphosmethyl, Bt, carbaryl, chlorpyrifos, diazinon, dicofol, endosulfan, fenbutatin-oxide, methidathion, metaldehyde, methomyl, Sun spray, oxamyl, pyrethrin+rotenone, M-pede, sulfur
- (10) 용안: Bt, methidathion, pyrethrin+rotenone
- (11) Lychee: pyrethrins + rotenone(Pyrellin)
- (12) Mamey sapote: Bt, pyrethrins + rotenone (Pyrellin)
- (13) 벵타린: azinphosmethyl, Bt, carbaryl, chlorpyrifos, Diazinon, endosulfan, esfenvalerate, fenbutatin-oxide, formatanate hydrochloride, malathion, methidathion, methomyl, methyl parathion, Sun spray, Volck oil, phosmet, propargite, M-pede, sulfur
- (14) 시계꽃과일: Bt, pyrethrins+rotenone
- (15) 파인애플: Bt, Diatect, diazinon, Pyrellin, endosulfan, ethoprop, fenamiphos malathion, oxamyl
- (16) 석류나무: Bt, Diatect, methomyl, pyrethrins+rotenone
- (17) 사포딜라: Bt, pyrethrins+rotenone, malathion
- (18) 사탕사과: methidathion, pyrethrins+rotenone

2. 국내 감 등록 농약에 대한 일본, 미국의 잔류허용기준

성분명	일반명	종류	잔류허용기준(ppm)		
			한국	일본	미국
Alpha-Cypermethrin	알파스린	살충			
Alpha-Cypermethrin+Chlorpyrifos	알파스린,그로포	살충			
Acephate	아시트	살충	2	2	
Acrinathrin	아크리나스린	살충		1	
Amitrole		제초		N.D.	
Aldrin	알드린	살충	0.01	N.D.	
Azoxystrobin	아зок시스트로빈	살균	0.5	1	2
Bacillus thuringiensis var. kurstaki	비티	살충			
Benomyl	베노밀	살균	2		
BHC(Total)/HCH		살충	0.2	0.2	
Bifenthrin	비펜스린	살충		0.5	
Bioresmethrin		살충		0.1	
Bitertanol	비타놀	살균	0.3		
Bromideion				20	
Buprofezin	노고단	살충	0.5		
Buprofezin+Amitraz	부프로페진,아미트라즈	살충			
Captafol		살균		N.D.	
Carbaryl	나크	살충		1	
Carbendazim	가벤다	살균	2		
Carbendazim+Nuarimol	가벤다,누아리몰	살균			
Cartap	갈탑	살충	1		
Cartap hydrochloride	갈탑	살충			
Chinomethionat		살균	0.05	0.05	
Clofentezine	클로펜텐진,지노멘	살충	1		
Chlorfenvinphos		살충	0.2	0.2	

* 한국 : 2001. 11월 현재

일본 : 2001. 10. 1 현재(www.ffcr.or.jp)

미국 : 2002. 8. 12 현재

성분명	일반명	종류	잔류허용기준(ppm)		
			한국	일본	미국
Chlorfluazuron	크로르푸루아주론	살충	0.5	2	
Chlorothalonil	타로닐	살균	1	1	
Chlorfenapyr	클로르헨나피르	살충		1	
Chlorpropham	크로르프로팜	생장조절제	0.05		
Chlorpyrifos	클로르피리포스	살충	0.5	0.5	
Chlorpyrifos+Diflubenzuron	그로포.주론	살충			
Clothianidin	클로치아니딘	살충			
Cutelephthalate				5	
Cyfluthrin(total)	싸이스린	살충	1	1	
Cyhalothrin	싸이할로스린	살충	0.5	0.5	
Cyhexatin	싸이린	살충		N.D.	
Cypermethrin(total)		살충	2	2	
Daminozide		생장조절제		N.D.	
DCIP		살선충		0.2	
DDT(total)		살충	0.2	0.2	
Deltamethrin	델타린	살충	0.1		
Diazinon	다이아지논	살충	0.1	0.1	
Dichlor fluanid		살균	15	15	
Dichlorvos	디디브이피	살충		0.1	
Difenoconazole	디페노코나졸	살균	0.5		
Diflubenzuron	주론	살충	1	1	
Dieldrin(INC.Aldrin)		살충	0.01	N.D.	
Diethofencarb		살균		5	
Dimethoate	디메토	살충		1	

성분명	일반명	종류	잔류허용기준(ppm)		
			한국	일본	미국
Dithianon	디치	살균			
Endrin		살충	0.01	N.D.	
EPN		살충	0.1	0.1	
Ethiofencarb		살충	5		
Ethofenprox	에토펜프록스	살충	1	2	
Ethofenprox+Pyridaphenthion	에토펜프록스 피리다	살충			
Ethofenprox+diazinon	에토펜프록스, 다수진	살충			
Etrimfos		살충	0.2	0.2	
Fenarimol	훼나리	살균	0.3	1	
Fenbuconazole		살충	0.3		
Fenbutatin Oxide	펜부탄	살충	2	2	
Fenitrothion	메프	살충	0.2	0.2	
Fenitrothion+Fenvalerate	베스트	살충			
Fenobucarb		살충		0.3	
Fenoxycarb	훼녹시카브	살충	0.5		
Fenpropathrin	펜프론	살충		2	
Fenpyroximate	펜피록시메이트	살충		0.5	
Fenvalerate	프로싱	살충	1	1	
Flucythrinate		살충	2	1	
Flufenoxuron	플루페녹수론	살충	0.5		
Fluoroimide		살균	0.5	5	
Fluvalinate		살충	1	1	
Folpet	홀펫	살균			
Furathiocarb	푸라치오카브	살충			
Furathiocarb+Diflubenzuron	푸라치오카브+주론	살충			
Glufosinate		제초		0.3	
Glufosinate/Ammonium	글루포시네이트암 모늄	제초	0.3		
Glyphosate	글라신	제초	0.2	0.2	0.2

성분명	일반명	종류	잔류허용기준(ppm)		
			한국	일본	미국
Hexaconazole	헥사코나졸	살균	0.2	0.5	
Haxgthiazox	헥시치아족스	살충		1	
Imazalil		살균	2	2	
Iminoctadine		살충		0.3	
Iminoctadine-Triacetate		살균	0.3		
Iminoctadine tris	이미녹타틴트리스알베실레이트,치람	살균			
Iprodione		살균		10	
Kresoxim-Methyl		살균		5	
Lambda Cyhalothrin	할로스린	살충			
Lenacil		제초		0.3	
Lmazalil		-	2		
Lufenuron	루페누론	살충		1	
Malathion		살충	0.5	0.5	
Maleic Hydrazide		생장조절제	40	40	
Mancozeb	만코지	살균			
Methiocarb	메치오카브	살충		0.05	
Myclobutanil	부탄엠	살균	0.5	1	
Napropamide		제초	0.1		
N,N-Diethyl-2-(1-napthalenyloxy)propionamide		-		0.1	
Oxamyl		살충	0.5		
Oxyfluorfen	옥시펜	제초	0.05		0.05
paraquat dichloride	파라코	제초			0.05
Parathion	파라치온	살충	0.3	0.3	
Parathion-Methyl		살충	0.2	0.2	
Phenthoate/PAP		살충	0.2		
Phosphine		살충			0.01
Penconazole	펜코나졸	살균			

성분명	일반명	종류	잔류허용기준(ppm)		
			한국	일본	미국
Pendimethalin		제초		0.05	
Permethrin		살충	5	5	
Phenthoate(PAP)		살충	0.2		
Primicarb	피리모	살충	1		
Primifos-Methyl	피리모	살충		1	
Polyoxin D zinc salt	포리옥신디	살균			
Propineb	프로피	살균			
Prothiofos	프로치오포스	살충	0.2	0.2	
Pyraflufen Ethyl		제초		0.1	
Pyrethrins		살충	1	1	
Pyridaben		살충		2	
Pyridaphenthion	피리다	살충	0.2		
Pyrifenox		살균		2	
Quinalphos	에카룩스	살충		0.02	
Sethoxydim		제초	1	1	
Silafluofen		살충	1	2	
Sulfosate	설포세이트	제초			
Tebuconazole	테부코나졸, 토랄후루아니드	살균	0.1		
Tebufenozide	테부페노자이드	살충	0.5		
Tebufenozide+Buprofezin	테부페노자이드, 부프로페진	살충			
Tebufenpyrad	테부펜피라드	살충		0.5	
Teflubenzuron	테프루벤주론	살충	0.2	0.5	
Thiamethoxam	치아메톡삼	살충			
Thiocyclam hydrogenoxalate	지오신	살충			
Thiometon		살충		0.05	
Tnflumizole	리프졸	살균			
Tolclophos-Methyl		살균		0.1	
Tralomethrin		살충	0.5	0.5	
Trichlorfon	디프	살충		0.5	
Trichlorfon/DEP		살충	0.5		

성분명	일반명	종류	잔류허용기준(ppm)		
			한국	일본	미국
Triflumizole		살균	2	2	
Trifluralin		제초		0.05	
Triophanate-methyl	지오판	살균			
2,4,5-T		제초		N.D.	
미생산품목	펜부코나졸	살균			
미설정품목	실라프루오펜	살충			

3. 수입국의 검역체계에 대응한 새로운 방제체계의 적용

가. 서 론

단감은 년 평균기온이 13.5℃ 이상인 지역에서만 재배가 가능한 과수로서 (Kim *et al.*, 1988) 경남의 김해, 진주, 사천, 창녕 등이 주요 생산단지이다 (Lee *et al.*, 2001). 우리나라에서 단감 재배의 근원은 정확히 기록되어 있지 않으나 1900년도 초 경남과 전남의 기후가 따뜻한 지역에서부터 재배가 시작되어 (Cho and Cho, 1962), 1970년대부터 새로운 소득 과수로서 재배면적이 꾸준히 확대되고 있다 (Kim *et al.*, 1988). 2000년 현재 재배면적은 전국적으로 23,831 ha에 달하며 뚝갈을 포함한 재배면적은 31,193 ha로 재배면적 1위의 과수이며 생산량은 287천 톤이나 된다 (Anonymous, 2001a). 특히 1980년대 후반부터는 고소득 작물로 인식되면서 재배면적이 급격히 증가하였지만 1990년대 중반 이후에는 오히려 공급량의 초과로 가격이 매년 감소하고 있다 (Anonymous, 2001b). 따라서 단감 가격의 안정을 위하여 수출을 적극적으로 추진하고 있으나 수출국이 동남아시아의 일부국가에만 편중되어 있으며, 미국과 같이 소비량을 확대시킬 수 있는 수출 가능국의 경우는 감꼭지나방 (*Stathmopoda masinisa*)과 복숭아명나방 (*Conogethes punctiferalis*), 은실가루각지벌레 (*Planococcus kraunhiae*), 감나무주름응애 (*Tenuipalpus zhizhilashiriliae*) 등 미국측이 검역상 규제하는 해충 발생의 우려로 통관이 불허되고 있다 (Stewart, 1997) 2003년부터 부분적으로 수입이 허용될 전망이다 (National

Plant Quarantine Service, 2002).

우리나라에서 감나무를 가해하는 해충으로는 8목 53과 181종이 기록되어 있는데 (Forestry Research Institute, 1995), 이것은 감나무의 잎이나 가지 등을 기주로 활용할 수 있는 곤충들의 리스트라고 할 수 있다. 그러나 해충의 종류나 해충으로서의 중요도는 주변 생태 환경이나 농장 관리 상태에 따라 달라지는 것이므로 단감원과 같이 집약적인 관리를 하는 조건에서는 리스트화 된 해충들이 모두 경제적인 피해를 주는 것은 아니다. Kim *et al.*(1997)이 남부지역 단감 주산지에서 생육기와 수확기에 발생 해충을 조사한 자료에 의하면 총 3목 15과 24종이 단감 해충으로 확인되었고, 이들 중 잎을 가해하는 해충이 2목 8과 13종, 열매를 가해하는 해충이 3목 10과 12종이라고 하여 리스트화 된 기존의 자료와는 많은 차이가 있었다. 그리고, 발생하는 해충들도 풍뎡이류와 같이 실제 단감원에 피해가 미미한 해충들이 (Lee *et al.*, 2002) 포함되어 있으므로, 어떤 해충을 방제대상 해충으로 결정하기 전에 세밀한 관찰이 요구된다. 특히 수출용 단감을 재배하기 위해서는 상대국에서 허용하는 농약이나 농약 잔류 허용 기준 등을 고려하여 관리 하여야 하는데, 기존의 연구들은 일반 단감 재배 농가의 관행 방제구에서 발생하는 단감의 해충만을 조사한 것으로 검역 문제에서 중요하게 대두되고 있는 상대국이 허용하고 있는 농약의 사용에 의한 해충 발생의 조사는 이루어지지 못하였다. 미국에서 감에 최대잔류허용량(MRL)이 설정된 농약은 2002년 8월 현재 6종에 불과하여(www.epa.gov) 우리나라의 65종(www.naqs.go.kr), 일본의 80종(www.ffcr.or.jp)과는 큰 차이가 있다.

따라서 본 연구는 우리나라에서 단감이나 감에 고시되어 있는 약제 중심의 방제력과 농가 관행 방제력 및 미국에서 梨果類 과실에 잔류허용농도가 설정되어 있는 농약 중심의 방제력을 실제 포장에 적용하여 단감 생육기와 수확기에 발생하는 검역대상 해충의 발생 상황을 조사하였다.

나. 재료 및 방법

(1) 조사 과수원

조사는 2년에 걸쳐 수행하였는데 2001년에는 경남 진주시 금산면과 정촌면, 미천면, 김해시 진영읍의 4개 단감 과수원에서 조사하였으며 2002년에는 경남 진주시 금산면의 2개 과원과 미천면의 2개 과원 및 김해시 진영읍의 과원에서 조사를 하였다. 2001년 조사 과원 들 중 정촌면에 있던 과수원은 도로변과 인접해 있었고, 주변에는 관리가 부실한 단감 과수원이 있었다. 수령은 15년 내외로 관리정도는 매우 낮아 2년 간 방치한 과원이었다. 미천면의 과수원은 밤나무림과 소나무림으로 주변이 둘러 싸여 있었으며 독립된 단감 과수원이 있었다. 수령은 8년이었으며 단감이 주 소득이 아닌 농가에서 관리를 하여 관리정도는 높지 않은 과원이었다. 금산면의 과수원은 주변에 단감 과수원이 인접해 있었고, 산정부분에 소나무가 일부 분포하는 입지 조건을 가지고 있었으며, 수령은 20년 정도로 단감만을 전문으로 경작하는 관리정도가 높은 과원이었다. 진영읍의 과수원은 아래쪽으로 공장지대와 접해 있었고, 주변에는 단감 과수원과 약 7:3 비율의 소나무와 낙엽활엽수 혼효림이 있었다. 30년에서 50년 수령의 고령목들로 구성된 과원으로 단감만을 전문으로 경작하는 관리정도가 높은 과원이었다. 2002년에는 2001년 조사지 중 관리정도가 낮아 병해충의 발생이 심한 진주시 정촌면의 과수원을 배제하고, 진주시 미천면과 금산면의 1개 과원씩을 추가로 선정하여 조사하였다. 신규로 추가한 미천면의 과수원은 산지의 중턱에 남향으로 위치한 과원으로 8년생 단감이 식재되어 있는 곳으로 2001년 조사지의 관리자와 동일한 농민이 경작하는 과원이었으며 진주시 금산면의 추가 과원도 전년도 조사지 관리자와 동일한 농민의 과원으로 논과 인접한 낮은 야산에 위치한 과원으로 산에는 해송이 우점하였다.

(2) 농약 살포 시기 및 종류

2001년 : 2001년도에는 MRL형 방제력과 내수용, 및 농가관행 방제력을 이용하여 실험을 수행하였는데 MRL형 방제력은 미국측에서 梨果類에 MRL이 설정되어 있는 농약위주의 방제력을 작성하여 이용하였고, 내수용은 우리나라

에서 단감(감)에 고시되어 있는 농약위주의 방제력 및 농가 관행 방제력은 일반 농가에서 관행적으로 수행하고 있는 방제 방법에 따른 방제력을 이용하였다. MRL형 방제력은 진주시 정촌면 과원을 대상으로 적용하였는데 방제 횟수는 3월 28일의 석회유황합제 사용을 포함하여 7회였다. 농약의 살포시기와 사용농약은 6월 2일에 fluazinam WP와 fenarimol WP, 6월 11일에는 azoxystrobin SC와 chlorpyrifos WG, 6월 25일에는 tebufenozide WP와 bitertanol WP, 7월 15일에는 mancozeb WP와 *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* (serotype IIIa, IIIb) WP, 8월 8일에는 fenbuconazole WP와 cyfluthrin WP, 8월 29일에는 fenbuconazole WP와 fenarimol WP를 매회 1400 ℓ 물량으로 살포하였다. 내수용 방제력은 진주시 미천면의 과원에 적용하였는데 4월 10일 석회유황합제 사용을 포함하여 6회 방제하였다. 6월 3일 thiophanate-methyl WP과 fenitrothion WP, 6월 17일에는 carbendazim+nuarimol SC와 cartap hydrochloride+buprofezin WP, 7월 8일에는 imibenconazole WP와 chlorfluazuron EC, 8월 4일에는 etofenprox WP와 bitertanol WP, 9월 4일에는 deltamethrin EC와 trifloxystrobin WG를 매회 1200 ℓ 씩 살포하였다. 진영의 농가관행 방제구는 4월 4일에 석회유황합제 사용을 포함하여 9회 방제를 실시하였다. 5월 21일에 imibenconazole WP, 6월 8일에 fluoromide WP와 lambda cyhalothrin WP, 6월 21일에 difenoconazole WP과 pyridaphenthion WP, 7월 7일에 mancozeb WP와 pyridaphenthion WP, 7월 22일에 propinab WP과 bifenthrin WP, 8월 5일에 thiophanate-methyl WP과 fenitrothion+fenvalerate WP, 8월 26일에 propineb WP과 bifenthrin WP, 9월 11일에 benomyl WP과 imidacloprid WP을 살포하였다. 진주시 금산면의 농가 관행 방제구는 석회유황합제 사용 포함 6회 방제를 하였는데 5월 20일에 thiophanate-methyl WP와 myclobutanil WP, 6월 10일에 terbufenozide WP, 7월 10일에 methram WG, 8월 10일에 cyfluthrin WP, 9월 10일에 alpha-cypermethrin WG, tebufenozide WP, streptomycin+copper hydroxide WP를 매회 3000 ℓ 물량으로 처리하였다.

2002년 : 2002년도에는 전년도 조사에서 관리정도가 낮아 병해충의 발생이 심한 진주시 정촌면의 과수원을 제외하고 진주시 미천면의 두 곳과 금산면의 두 곳, 김해시 진영읍 과원에서 연구를 수행하였다. 김해시 진영읍의 과원은 농

가 관행방제구로 설정하였다. 진주시 미천면과 금산면에서 각각 2곳씩 4곳의 과원을 선정하여, MRL형 방제력을 내수형 방제력을 각각 2개의 과원에 적용하였다. 금산의 MRL형 과원에서는 석회유황합제 사용을 포함하여 8회 방제를 수행하였으며 미천의 MRL형 과원에서는 석회유황합제를 사용하지 않고 7회 방제를 실시하였다. 내수형 적용 과원에서도 동일한 횟수로 처리하였다. 금산의 MRL형 과원에는 5월 20일에 mancozeb WP와 methoxyfenozide SC를 살포하였고, 6월 4일에는 trifloxystrobin WG와 spinosad WG, 6월 19일에는 fenarimol WP와 carbaryl WP, 7월 18일에는 azoxystrobin SC와 methoxyfenozide SC, 7월 31일에는 trifloxystrobin WG와 carbaryl WP, 8월 23일에는 fenarimol WP, 9월 25일에는 azoxystrobin SC를 매회 1000 ℓ 물량으로 처리하였다. 미천의 MRL형 과원에는 5월 11일에 azoxystrobin SC와 methoxyfenozide SC를 살포하였고, 6월 2일에는 trifloxystrobin WG와 spinosad WG, 6월 18일에는 fenarimol WP와 carbaryl WP, 7월 9일에는 trifloxystrobin WG와 methoxyfenozide SC, 7월 29일에는 fenarimol WP와 carbaryl WP, 8월 17일에는 mancozeb WP와 methoxyfenozide SC, 9월 26일에는 fenarimol WP와 cyhexatin WP, carbaryl WP를 매회 1000 ℓ 물량으로 처리하였다. 금산의 내수형 과원에서는 5월 19일에 azoxystrobin SC와 methoxyfenozide SC를 살포하였고, 6월 4일에는 myclobutanil+mancozeb WP와 clothianidin SC, 6월 20일에는 difenoconazole WP와 tebufenozide+buprofezin WP, 7월 9일에는 fluazinam WP와 thiamethoxam WG, 8월 2일에는 tebuconazole WP와 cyfluthrin WP, 8월 23일에는 trifloxystrobin WG와 etofenprox WP, 9월 24일에는 difenoconazole WP를 매회 3000 ℓ 물량으로 처리하였다. 미천의 내수형 과원에는 5월 11일에 azoxystrobin SC와 cyfluthrin WP를 살포하였고, 6월 2일에는 fluazinam WP와 buprofezin+amitraz EC, 6월 18일에는 carbendazim+nuarimol SC와 clothianidin SC, 7월 9일에는 trifloxystrobin WG와 thiamethoxam WG, 7월 29일에는 tebuconazole WP와 etofenprox WP, 8월 17일에는 iminoctadine tris(albesilate) WP와 thiamethoxam WG, 9월 26일에는 fenbuconazole WP와 etofenprox WP를 매회 1000 ℓ 물량으로 처리하였다. 김해시 진영읍의 과원에서는 4월 5일 석회유황합제를 살포하였으며 5월 2일 mancozeb WP를 살포하였고, 5월 16일 iminoctadine tris WP를 500 ℓ 물량으로 기계식 분무기로 살포하였다. 6월 2일

에는 fluquinconazole SC와 pyridaphenthion WP를 살포하였고, 6월 17일에는 thiophanate methyl WP와 fenitrothion WP를 살포하였고, 7월 6일에는 dithianon WG와 deltamethrin EC를 살포하였고, 7월 30일에는 fenitrothion+fenvalerate WP와 thiophanate methyl WP를 살포하였으며 8월 18일에는 propineb WP와 bifenthrin WP를 살포하였으며 9월 14일에는 benomyl WP와 bifenthrin WP를 살포하였다.

(3) 농약 살포 단감원에서 병해충 조사

2001년 조사 : 각 조사 과원에서 매회 30주의 단감나무를 임의로 선정한 후 주당 10개의 신초를 임의로 선정하여 병, 해충의 피해 유무를 조사하였다. 과실이나 꽃받침 부분의 피해는 매회 조사 때마다 임의로 선정된 30주의 감나무에서 각 주 당 15개의 과실을 임의로 취하여 조사하였다. 총채벌레나 응애류와 같이 미소한 개체들은 개별적으로 채집하여 실험실의 해부현미경하에서 분류, 동정하였으며 가해의 주체가 불분명한 식엽성 해충에 의한 엽 피해는 식엽성 해충 피해로 판정하였다. 그리고, 단감에 피해를 주지 않고, 머물러만 있는 곤충들은 해충군에서 제외하였다.

2002년 조사 : 2002년 조사에서는 매회 30주의 단감나무를 임의로 선정한 후 신초 4가지(가지 당 15엽) 잎을 임의로 선정하여 각종 병해충에 의한 피해엽수를 조사하였고, 과실은 주당 45개의 열매를 조사하였다.

(4) 농약 살포 단감원 수확과에서 병해충 조사

2001년 조사 : 수확기에 단감에 부착되어 있는 병해충을 알아보기 위하여 진주시 정촌면과 미천면, 김해시 진영읍의 단감원에서는 무작위로 선정한 15주의 나무에서 10개씩의 단감을 따서 실험실로 가져와 수상과의 병해충 존재유무를 조사하였으며 수확한 단감을 내수 판매용으로 1차 선과하여 무작위로 150개를 선정하여 병해충 조사유무를 조사하였으며 내수 판매용으로 선과된 과실들 중 다시 수출용 과실을 선과하여 무작위로 150개를 선정 병해충 유무를 조사하였다. 진주시 금산면의 과원에서는 농가에서 내수 판매용으로 선과하여 포장한 단감 150개와 수출용으로 포장해 놓은 150개를 대상으로 병해충 조사를 수행하

였다. 병해충의 조사는 1차 적으로 단감 표면과 꼭지 외부에 있는 병해충의 유무를 육안 조사하였으며 이후 꼭지를 칼로 도려내고 꼭지의 안쪽에 서식하는 병해충의 유무를 해부 현미경에서 조사하였다.

2002년 조사 : 2002년 조사는 2001년과 동일하게 조사하였으나 단감의 표본추출 방법을 달리 하였다. 즉 무작위로 선정된 30주의 나무에서 10개씩의 단감을 따서 실험실로 가져와 이들을 1차로 선과 한 후 다시 이들을 2차로 선과 하여 각 선과 단계별 단감의 수를 조사하였으며 이들에 대한 병해충 조사는 수상과와 1차 선과과의 경우 단감 표면과 꼭지 부위에 있는 병해충의 유무를 육안 조사하였으며 2차 선과과의 경우 단감 표면과 꼭지 부위에 있는 병해충의 유무를 육안 조사 이후 꼭지를 칼로 도려내고 꼭지의 안쪽에 서식하는 병해충의 유무를 해부 현미경에서 조사하였다.

(5) 수확한 단감의 농약 잔류량 분석

단감원 살포 농약들의 잔류성 분석을 위하여 10월 15일 각 방제구 적용 과원들 중에서 MRL형 과원의 단감을 분석하기 위하여 살포된 농약 종류별로 과실을 2kg씩 채취하여 잔류 농약 분석을 의뢰하였다. Azoxystrobin SC의 경우 신젠타코리아(주) 농약 분석실에 의뢰하였으며 mancozeb WP, methoxyfenozide SC, trifloxystrobin WG, spinosad WG, fenarimol WP, carbaryl WP, fenarimol WP, cyhexatin WP는 동부한농(주) 농약 분석실에 의뢰하였다. 각 농약의 분석법은 다음과 같다.

Azoxystrobin SC : 단감 시료 25g을 acetone:methanol(1:1, v/v)으로 진탕 추출 후 흡입 여과하여 일정량으로 맞추었다. 이 중 일부를 취하여 hexane 층을 버리고, 다시 methylene chloride로 분배, 감압 농축하여 florisil sep pak cartridge로 정제한 다음 methanol로 정용하고 HPLC로 분석하였다.

다이센엠 45 (Mancozeb) : 분해 flask에 세질시료 60g과 $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 4g, 3N-HCl 200ml를 넣고, 제 1흡수관에 6.5% NaOH 용액 15ml와 포화 KMnO_4 용액 5ml, 제 2흡수관에 발색시약 【0.5% $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2/\text{ethanol}$ 0.1ml와 diethanol amine 10g을 ethanol 100ml에 용해하여 조제】 3ml와 ethanol 2ml를 넣고 천천히 흡입하면서 45분간 계속 끓였다. 제 2흡수관의 발색시약을 UV/Vis spectrophotometer로 파장 600-300nm의 흡수 spectrum을 측정, 파장

400nm와 490nm를 연결시켜 base line을 긋고, 435nm에서 peak 높이를 측정하고 표준검량선에 의해 CS₂의 함유농도를 산출하여 Mancozeb의 함유농도로 환산하였다.

에이플 (Trifloxystrobin) : 세질 시료 50g에 acetonitrile 100ml로 마쇄추출하여 감압여과하고 용매를 감압유거하여 15ml로 하고 이를 EXTrelut NT 10g에 loading하였다. 한시간 후 dichloromethane 200ml로 용출시킨 후 이 용출액을 감압농축하여 n-hexane : ethyl acetate (90:10, v/v) 10ml에 용해하였다. 이를 c.c(silica gel 5g)를 이용, n-hexane : ethyl acetate (90:10, v/v) 80ml로 세정하여 버리고, n-hexane : ethyl acetate (80:20, v/v) 100ml로 용출시킨 후 감압농축하고 건고물을 acetonitrile 3ml에 용해하여 HPLC/UV (245nm)로 분석하였다.

훼나리 (Fenarimol) : 세질시료 50g에 acetone 100ml로 마쇄추출하여 감압여과하고 용매를 감압유거하여 30ml로 하고 이중 15ml를 EXTrelut NT 10g에 loading하였다. 한시간 후 n-hexane 200ml로 용출시킨 후 이 용출액을 감압농축하고, 건고물을 n-hexane 10ml에 용해하여 c.c(florisil, 10g)를 이용, n-hexane : ethyl acetate (85 : 15, v/v) 100ml로 세정하여 버리고 n-hexane : ethyl acetate (80 : 20, v/v) 100ml로 용출한 뒤, 이 용출액을 감압농축하고, 건고물을 acetone 2ml에 용해하여 GLC/NPD로 분석하였다.

런 너 (Methoxyfenozide) : 세질시료 50g을 acetone 100ml로 마쇄추출하고 감압여과한 후 용매를 감압유거하여 15ml로 하고 이를 EXTrelut NT 10g에 loading하였다. 한시간 후 dichloromethane 200ml로 용출시킨 후 이 용출액을 감압농축하고, 건고물을 n-hexane : ethyl acetate (90 : 10, v/v) 10ml에 용해하여 c.c(florisil 5g)를 이용, n-hexane : ethyl acetate (90 : 10, v/v) 70ml로 세정하여 버리고, n-hexane : ethyl acetate (70 : 30, v/v) 100ml로 용출한 뒤, 이 용출액을 감압농축하고, 건고물을 acetonitrile 5ml에 용해하여 HPLC/UV(220nm)로 분석하였다.

스피노사드 (Spinosad) : 세질시료 80g을 1N NaOH 10ml와 acetone 100ml로 마쇄추출하고 감압여과한 후 용매를 감압유거하여 30ml로 하고, 이중 15ml를 EXTrelut NT 10g에 loading하였다. 한시간 후 dichloromethane 200ml로 용출시킨 후 이 용출액을 감압농축하고, 건고물을 n-hexane : dichloromethane (50 : 50, v/v) 10ml에 용해하여 c.c(silica gel 5g)를 이용, n-hexane :

dichloromethane (50 : 50, v/v) 50ml로 세정하여 버리고, dichloromethane : acetonitrile (75 : 25, v/v) 100ml로 용출한 뒤, 이 용출액을 감압 농축하고, 건조물을 acetonitrile 2ml에 용해하여 HPLC/UV(245nm)로 분석하였다.

나 크 (Carbaryl) : 세정시료 40g을 acetone 100ml로 마쇄추출하고 감압여과한 후 용매를 감압유거하여 30ml로 하고 이중 15ml를 EXtrelut NT 10g에 loading하였다. 한시간 후 dichloromethane 200ml로 용출시킨 후 이 용출액을 감압농축하고, 건조물을 n-hexane : acetone (95 : 5, v/v) 10ml에 용해하여 c.c(florisil 10g)를 이용, n-hexane : acetone (95 : 5, v/v) 90ml로 세정하여 버리고, n-hexane : acetone (90 : 10, v/v) 100ml로 용출한 뒤, 이 용출액을 감압농축하고, 건조물을 acetonitrile 5ml에 용해하여 HPLC/Fluorescence(Ex : 290nm, Em : 330nm)로 분석하였다.

프릭트란 (Cyhexatin) : 세정시료 50g에 진한 HBr 5ml와 acetone 100ml로 마쇄추출하여 감압여과하고 용매를 감압유거하여 30ml로 하고 이중 15ml를 EXtrelut NT 10g에 loading하였다. 한시간 후 n-hexane 200ml로 용출시켜 분배한 후 감압농축하고 acetonitrile 10ml에 용해하였다. 이를 c.c(silica gel 5g)를 이용, acetonitrile 20ml로 세정하여 버리고, acetonitrile : acetic acid (100 : 0.2, v/v) 30ml로 용출시킨 후 감압농축하고 건조물을 acetonitrile : 0.001M HCl containing 0.005M NaCl (93 : 7, v/v) 4ml에 용해하여 HPLC/UV(214nm)로 분석하였다.

(6) 통계분석

단감원에 발생하는 각종 병해충의 발생 양상은 주당 피해엽수나 피해과수로 정리하여 2001년에는 각 조사 과원별에 따라 조사시기별 병해충 발생 경과를, 2002년에는 중요 병해충별로 각 조사지와 조사시기에 따른 피해량을 각각 Student-Newman-Keul test로 처리 평균간 차이를 분석하였는데(Cho, 1996) 피해엽수나 피해과수가 적은 병해충은 최대 피해 엽수나 과수만 표기하였다. 모든 자료는 평균±표준편차(SD)로 표기하였다.

다. 결 과

(1) 재배기간 중에 발생하는 해충의 종류와 발생 정도

미국측 검역 대상 해충의 발생 : 미국측의 검역 대상 해충들 중 단감원에서 피해가 확인된 해충은 복숭아명나방 (*Dichocrocis puntiferalis*) 유충뿐이었다. 2001년 조사에서는 시험 과원 모두에서 복숭아명나방에 의한 피해과가 발생하였다. 피해과율은 과원에 따라 0.03%~0.7% 정도이었는데, 관리 정도가 높은 금산과 진영의 과원에서는 피해과수가 적었고, 관리 정도가 가장 낮은 정촌과 미천의 과원에서는 발생 빈도와 피해과수가 많았다(Table 4-1).

Table 4-1. Mean number of sweet persimmon fruits damaged by *Dichocrocis puntiferalis* in 2001

Date	Mean number \pm SD			
	Gumsan	Jinyeoung	Jungcheon	Micheon
Late May	0a*	0a	0.03 \pm 0.18d	0a
Early June	0a	0a	0d	0a
Mid June	0a	0a	0d	0.03 \pm 0.18a
Late June	0.03 \pm 0.18a	0.03 \pm 0.18a	0.67 \pm 1.1abc	0.13 \pm 0.35a
Early July	0a	0a	0.4 \pm 0.72bcd	0.17 \pm 0.38a
Mid July	0a	0.13 \pm 0.57a	0.03 \pm 0.18d	0a
Late July	0a	0.07 \pm 0.25a	0.57 \pm 0.94bc	0a
Early August	0a	0a	0.03 \pm 0.18d	0a
Mid August	0a	0a	0.87 \pm 1.0ab	0a
Late August	0.07 \pm 0.18a	0a	1.1 \pm 1a	0.17 \pm 0.46a
Early September	0a	0a	0.5 \pm 0.73bcd	0.07 \pm 0.46a
Mid September	0a	0a	0.7 \pm 0.86ab	0.03 \pm 0.18a
Late September	0a	0a	0d	0a
Early October	0a	0a	0.23 \pm 0.43cd	0a
Mid October	0a	0a	0d	0a

*Means in a column followed by a different letter are significantly different ($P < 0.05$).

그러나 2002년 조사에서는 5개의 조사 과원들 중 진주시 미천면의 MRL 적용 과원에서만 1350개의 조사과 중 1개의 피해과가 6월 16일 확인되었을 뿐이다.

일반 해충의 발생 : 미국측의 검역 우려 대상이 아닌 일반 해충들 중 2001년 조사 단감원에서 확인된 해충은 앞에서는 주머니깍지벌레(*Eriococcus lagerstroemiae*)와 주둥무늬차색풍뎅이(*Adoretus tenuimaculatus*), 담배거세미나방(*Spodoptera litura*), 노랑썩기나방(*Monema flavescens*), 자나방(Geometridae), 불나방(*Spilosoma* sp.), 흰독나방(*Euproctis similis*), 줄베짱이(*Ducetia japonica*), 총채벌레, 차응애(*Tetranychus kanzawai*) 등이었으며 열매에서는 주머니깍지벌레, 애초록꽃무지(*Gametis jucunda*), 콩풍뎅이(*Popillia mutans*), 주둥무늬차색풍뎅이, 시골가시허리노린재(*Cletus punctiger*), 툽다리개미허리노린재(*Riptortus clavatus*), 썩덩나무노린재(*Halyomorpha halys*) 등이었다. 2002년 조사 단감원에서 확인된 해충은 앞에서는 주머니깍지벌레와 주둥무늬차색풍뎅이, 썩기나방, 자나방, 감관총채벌레, 대만총채벌레, 미동정잎벌레 등이었으며 열매에서는 주머니깍지벌레, 애초록꽃무지, 복숭아명나방, 노린재류 등이었다. 이들 중 단감의 수량에 영향을 줄 만한 수준의 해충 발생은 없었으며 주로 부분적으로 극소수의 잎이나 과실에 발생하거나 피해를 주고 있었다.

앞에서 주머니깍지벌레의 발생은 2001년에는 미천 지역에서 5월 하순부터 발생이 확인되었는데 진영 지역에서 단감의 전 생육기 동안 전혀 발견이 되지 않았고, 관리정도가 낮은 미천과 정촌의 과원에서만 발생 엽이 빈번히 발견되었다 (Table 4-2).

Table 4-2. Mean number of sweet persimmon leaves with *Eriococcus lagerstroemiae* in 2001

Date	Mean number of <i>Eriococcus lagerstroemiae</i> ± SD			
	Gumsan	Jinyoung	Jungcheon	Micheon
Late May	0b*	0	0b	0.53 ± 0.97b
Early June	0b	0	0.03 ± 0.18b	3.3 ± 6.3a
Mid June	0b	0	0.23 ± 0.94ab	0.13 ± 0.35b
Late June	0.03 ± 0.18b	0	0b	0.16 ± 0.46b
Early July	0.17 ± 0.59a	0	0.3 ± 0.84ab	0.03 ± 0.18b
Mid July	0b	0	0b	0b
Late July	0b	0	0b	0.16 ± 0.59b
Early August	0b	0	0.03 ± 0.18b	0b
Mid August	0b	0	0b	0.27 ± 1.5b
Late August	0b	0	0.43 ± 1.17a	0.13 ± 0.43b
Early September	0.03 ± 0.18b	0	0.06 ± 0.25b	0b
Mid September	0b	0	0b	0b
Late September	0b	0	0b	0b
Early October	0b	0	0b	0.03 ± 0.18b
Mid October	0b	0	0b	0b

*Means in a column followed by a different letter are significantly different ($P < 0.05$).

그러나 발생엽수는 6월 초순 미천의 주당 3.3엽을 제외하고는 모두 1엽 미만으로 피해의 정도는 낮았다. 2002년 주머니각지벌레의 발생은 금산 MRL 포장에서 6월 29일 1엽에서 발생이 확인되었으며, 미천 MRL 포장에서는 5월 30일 8엽에서 확인되었고, 진영의 농가 관행 포장에서는 6월 28일 3엽에서 발생이 확인되었으며, 금산의 내수형 포장에서는 5월 4일 1엽, 8월 17일 1엽에서 발생이 확인되었고, 미천 내수 포장에서는 5월 30일과 6월 16일에 각각 1엽에서 발생이 확인되었다. 총채벌레는 잎에서만 피해를 주고 있었는데 2001년 조사에서는 진영과 정촌, 미천에서 5월 하순에 확인이 되었으며 금산에서는 6월 초순에 확인이 되었다.

진영의 과원에서는 감관총채벌레 (*Ponticulothrips diospyrosi*)가 발생하고 있었고, 나머지 과원에서는 대만총채벌레 (*Frankliniella intonsa*)가 발생하고 있었으나 피해엽수는 미천 지역에서 5월 하순에 주당 1.7엽으로 가장 높았으며 나머지 기간에는 1엽 미만의 발생 엽수를 보였다 (Table 4-3).

Table 4-3. Maximum average number of sweet persimmon leaves damaged by thrips

Locality	Damaged leaves per 10 shoots by*	
	<i>Frankliniella intonsa</i>	<i>Ponticulothrips diospyrosi</i>
Gumsan, Jinju	0.67(Early June)**	0
Jungchon, Jinju	0.03(Late May)	0
Micheon, Jinju	1.7(Late May)	0
Jinyeong, Gimhae	0	0.23 (Late May)

Observation were made throughout the year.

*Three hundred shoots from randomly selected 30 trees per orchard were observed from May to October, 2001 at 10 days interval.

**The time when damaged was firstly observed.

앞에 피해를 주는 나방류 유충으로서 피해가 확인된 것은 2001년 조사 시 흰독나방과 노랑췌기나방, 자나방, 불나방, 담배거세미나방 유충이었다. 그러나 이들 나방류 유충에 의한 단감 잎의 피해가 확인된 것은 주당 0.5엽 미만으로 매우 경미하였다. 담배거세미나방 유충은 진영과 미천 지역에서 9월 초순에 발생하였는데 피해엽수는 주당 각각 0.4엽과 0.03엽이었으며 흰독나방은 정촌 지역을 제외하고 6월 초순 무렵에 발생하였으나 최대 피해 엽수는 0.14엽/주 이었다 (Table 4-4).

Table 4-4. Maximum average number sweet persimmon leaves damaged by lepidopteran larvae

Locality	Damaged leaves per 10 shoots by*				
	<i>Euproctis similis</i>	Geometridae	<i>Monema flavescens</i>	<i>Spilosoma</i> sp.	<i>Spodoptera litura</i>
Gumsan,	0.03			0.03	
Jinju	(Early June)**	0	0	(Early July)	0
Jungchon,	0.13	0.03	0.03	0.1	
Jinju	(Late May)	(Late May)	(Late May)	(Early June)	0
Micheon,	0.1	0.03	0.07	0.1	0.4
Jinju	(Early June)	(Mid June)	(Late May)	(Early June)	(Early Sep.)
Jinyeong,	0.1	0.03	0.03	0.2	0.03
Gimhae	(Late Sep.)	(Late May)	(Late May)	(Late July)	(Early Sep.)

Observation were made throughout the year.

* Three hundred shoots from randomly selected 30 trees per orchard were observed from May to October, 2001 at 10 days interval.

** The time when damage was firstly observed.

2002년 조사에서는 썩어나방과 자나방에 의한 피해가 확인되었는데 썩어나방은 5월 4일 미천 내수형 포장에서만 1엽에서 발생하였고, 자나방은 5월 4일 미천 MRL 포장에서만 1엽에서 발생하였다. 잎을 가해하는 딱정벌레류는 2001년 조사에서는 주둥무늬차색풍뎅이와 미동정 잎벌레 유충이 있었으며 과실에서는 애초록꽃무지와 콩풍뎅이, 주둥무늬차색풍뎅이가 피해를 주었다 (Table 4-5).

Table 4-5. Maximum average number of leaves and calyxes of sweet persimmon damaged by coleopteran beetles

Locality	Damaged leaves per 10 shoots by*		Damaged calyxes per 15 fruits by**		
	<i>Adoretus tenuimaculatus</i>	Unidentified leaf beetle	<i>Adoretus tenuimaculatus</i>	<i>Gametis jucunda</i>	<i>Popillia mutans</i>
	Gumsan, Jinju	0.23 (Early June)***	0	0.07 (Late Aug.)	0
Jungchon, Jinju	0.17 (Middle June)	0.27 (Early Sep.)	0	0.03 (Late May)	0
Micheon, Jinju	0.33 (Late June)	0.1 (Mid June)	0.06 (Late July)	0	0.03 (Early Aug.)
Jinyeong, Gimhae	0.23 (Middle June)	0.1 (Early Aug.)	0	0	0

Observation were madethroughout the year.

* Three hundred shoots from randomly selected 30 trees per orchard were observed from May to October, 2001 at 10 days interval.

** Three hundred and a fifty flowers or fruits from randomly selected 30 trees perorchard were observed from May to October, 2001 at 10 days interval.

*** The time when damage was firstly observed.

주둥무늬차색풍뎡이는 금산 지역에서 6월 초순과 하순에 잎에 피해를 주는 것이 확인되었으며 정춘과 진영에서는 두 번의 시기에 피해가 확인되었다. 미동정 잎벌레 유충에 의한 잎의 피해는 진영과 정춘, 미천에서 확인이 되었는데 이들은 주로 신초부분의 경화되기 전의 어린잎에만 피해를 주고 있었다. 과실 부위에서 피해를 주는 해충들 중 애초록꽃무지는 정춘의 과원에서만 5월과 7월 하순, 7월 중순에 피해를 주고 있었는데 피해과수는 주당 0.03개로 매우 적었다. 콩풍뎡이도 열매에 피해를 주는 해충의 하나였는데 금산과원에서 6월 하순, 미천 과원에서 8월 상순과 하순에 피해가 확인되었으나 피해과수는 주당 0.03개였다. 주둥무늬차색풍뎡이는 받침부분만을 가해하였는데 금산에서는 8월 하

순에 확인이 되었고, 미천에서는 7월 하순과 8월 상순에 각각 주당 0.07개와 0.03개, 0.06개의 과실을 가해하였다. 2002년 조사에서 딱정벌레류에 의한 피해는 주둥무늬차색풍뎡이와 풀색꽃무지에 의한 피해가 앞에서 확인이 되었는데 주금산 MRL 포장에서 6월 29일 1엽, 주둥무늬차색풍뎡이는 미천 MRL 포장에서 5월 4일, 7월 21일 각 1엽, 금산 내수형 포장에서 6월 11일 1엽, 7월 16일 3엽, 8월 1일 1엽, 8월 17일 2엽이 피해를 받고 있었다. 풀색꽃무지는 5월 29일 금산 내수형 포장 1엽에서 확인되었다. 줄베짱이 (*Ducetia japonica*)도 금산의 과원에서 6월과 7월 중순, 미천의 과원에서 7월 하순에 피해가 확인이 되었는데 피해엽수는 주당 0.03엽으로 매우 경미하였다.

단감 앞에서 나방류나 딱정벌레류 등 피해의 주체가 확인된 것을 제외한 가해주체가 불확실한 식엽성 해충들에 의한 피해엽수는 2001년에는 Table 4-6과 같았으며 2002년에는 Fig. 4-1과 같았다.

Table 4-6. Mean number of sweet persimmon leaves damaged by phytophagous insects

Date	Mean number of leaves (\pm SD)			
	Gumsan	Jinyeoung	Jungcheon	Micheon
Late May	6.2 \pm 7.1g*	24.7 \pm 10.5e	9.6 \pm 4.4fg	5.3 \pm 3.4b
Early June	10.9 \pm 9.5fg	32.7 \pm 11.0e	7.3 \pm 5.2g	2 \pm 2.1b
Mid June	14.3 \pm 14.9ef	24.8 \pm 10.8e	23.1 \pm 6.2bcd	1.4 \pm 1.8b
Late June	27.2 \pm 7.5bc	29 \pm 9.9cde	12.2 \pm 9.5efg	15.8 \pm 11.7a
Early July	19 \pm 19.0cdef	35.4 \pm 10.4bc	17.1 \pm 12.4de	12.3 \pm 10.6a
Mid July	27.7 \pm 6.8bc	35.7 \pm 11.1bc	23.1 \pm 7.1bcd	12.6 \pm 14.0a
Late July	24.8 \pm 6.0bcd	40.1 \pm 10.5b	27.1 \pm 9.5b	17.6 \pm 10.4a
Early August	15.4 \pm 15.8ef	31.9 \pm 16.8bcde	19.1 \pm 19.3cde	17.8 \pm 17.4a
Mid August	25.2 \pm 12.9bcd	28.3 \pm 12.4cde	32.6 \pm 9.5a	4.8 \pm 4.1b
Late August	21.8 \pm 14.5bcde	27.3 \pm 15.7cde	10.1 \pm 5.3fg	18.43 \pm 12.1a
Early September	20.8 \pm 13.4bcde	36.2 \pm 15.7bc	25.8 \pm 18.1bc	17.3 \pm 14.2a
Mid September	29.6 \pm 8.6b	49.4 \pm 12.8a	17.6 \pm 6.9de	16.6 \pm 15.8a
Late September	38.0 \pm 6.2a	48.8 \pm 7.8a	33.6 \pm 8.6a	20.5 \pm 12.9a
Early October	17.3 \pm 15.7def	34.6 \pm 7.4bcd	15.2 \pm 14def	15.6 \pm 12.8a
Mid October	21.2 \pm 4.8bcde	26.2 \pm 10.7de	20.0 \pm 6.6bcd	18.7 \pm 13.8a

*Means in a column followed by a different letter are significantly different ($P<0.05$).

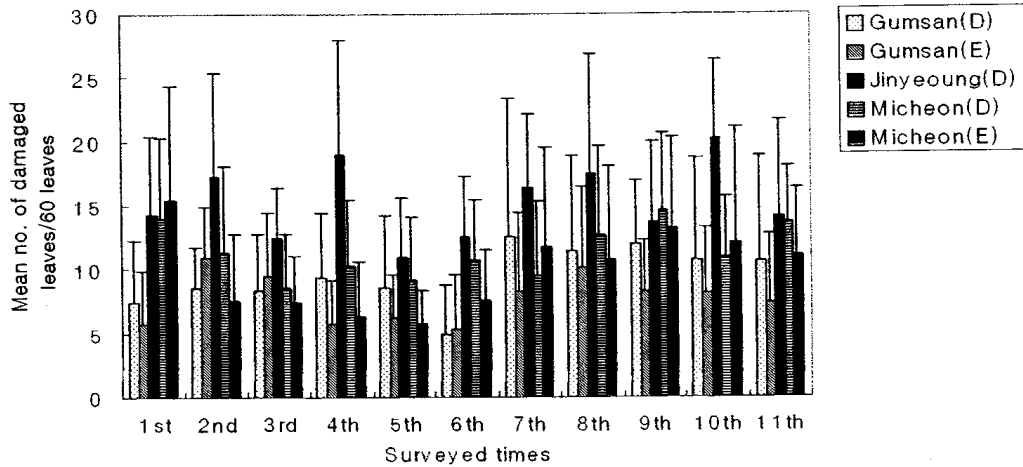


Fig. 4-1. Mean number of sweet persimmon leaves damaged by phytophagous insects. D, sweet persimmon orchard for domestic consumption; E, sweet persimmon orchard for export. Bars represent the mean and standard deviation.

식엽성 해충에 의한 잎의 피해는 지역이나 관리 정도와 관계없이 조사 초기 부터 후기까지 비슷한 양상을 보였다. 그리고 2001년 조사 시 정촌 단감원에서는 6월 중순에 차응애 (*Tetranychus kanzawai*)가 확인되었으나 피해엽수는 주 당 0.17엽으로 경미하였다.

노린재류는 단감 과실에 피해를 심하게 주는 대표적인 해충인데 흡즙 후 피해 흔이 나타나기 때문에 발생 초기에는 실제 흡즙 여부를 판별하기가 힘들어 2001년에는 단감에 부착해 있는 각 노린재류의 수를 조사하였는데 그 결과 시 골가시허리노린재 (*Cletus punctiger*)와 톱다리개미허리노린재 (*Riptortus clavatus*), 썩덩나무노린재 (*Halyomorpha halys*)가 확인되었다. 이들 중 썩덩나 무노린재는 정촌의 과원에서만 단감에 앉아 있는 것이 확인되었는데 5월 하순 과 8월 하순에 주당 0.03개의 과일에서 발견되었다. 시골가시허리노린재는 진영 과 정촌, 미천 과원에서 목격되었는데 그 수는 주당 최대 0.13개로 적었다 (Table 4-7).

Table 4-7. Maximum average number of sweet persimmon leaves damaged by *Cletus punctiger*

Locality	Mean number of fruits with <i>Cletus punctiger</i>
Gumsan, Jinju	0
Jungchon, Jinju	0.07 (Late May)**
Micheon, Jinju	0.13 (Late May)
Jinyeong, Gimhae	0.13 (Late May)

Observation were made throughout the year.

* Three hundred and fifty fruits from randomly selected 30 trees per orchard were observed from May to October, 2001 at 10 days interval.

** The time when damage was firstly observed.

반면, 톱다리개미허리노린재는 조사 전 과원에서 발생이 확인되었는데 7월 하순 이후부터 출현이 빈번하였다. 미천 과수원에서 9월 초순에 주당 4.9마리의 노린재가 단감에 있는 것이 확인되어 전 조사기간과 지역을 통틀어 가장 많았다 (Table 4-8).

Table 4-8. Mean number of fruits damaged by feeding of *Riptortus clavatus* in sweet persimmon

Date	Mean number of fruits \pm SD			
	Gumsan	Jinyeong	Jungcheon	Micheon
Late May	0b*	0c	0b	0b
Early June	0b	0c	0b	0b
Mid June	0b	0c	0b	0b
Late June	0.03 \pm 0.18b	0c	0b	0b
Early July	0b	0c	0b	0b
Mid July	0b	0c	0b	0b
Late July	0b	0c	0.03 \pm 0.18b	0.73 \pm 1.2b
Early August	0.03 \pm 0.19b	0c	0b	0b
Mid August	0b	0c	0.13 \pm 0.35ab	0.3 \pm 0.79b
Late August	0.03 \pm 0.18b	0.2 \pm 0.58b	0.23 \pm 0.57a	0.27 \pm 0.52b
Early September	0b	0.17 \pm 0.38bc	0.2 \pm 0.48ab	4.9 \pm 6.6a
Mid September	0b	0.1 \pm 0.4bc	0b	0.93 \pm 1.1b
Late September	0b	0c	0b	0b
Early October	0.77 \pm 0.94a	0c	0.1 \pm 0.4ab	0.27 \pm 0.78b
Mid October	0.17 \pm 0.46b	0.5 \pm 0.63a	0.03 \pm 0.18b	0.57 \pm 0.68b

*Means in a column followed by a different letter are significantly different ($P < 0.05$).

2002년 조사에서는 열매의 노린재류에 의한 피해과가 다른 해충들에 의한 피해보다는 많았다 (Fig. 4-2).

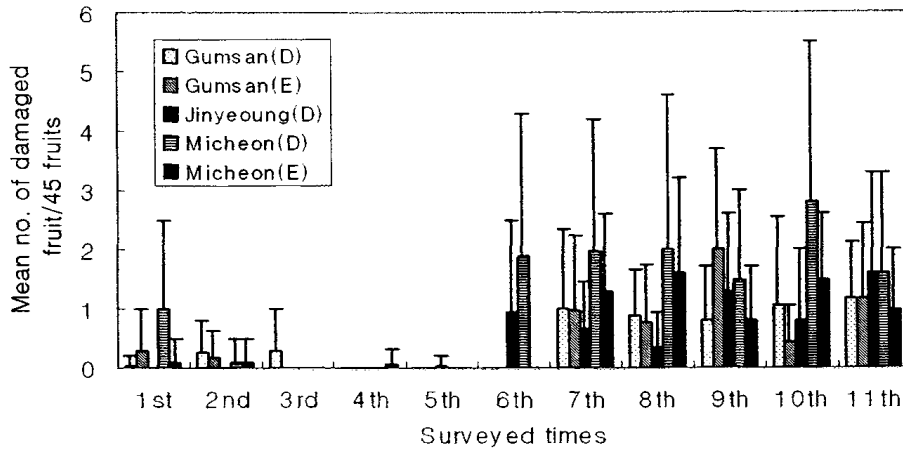


Fig. 4-2. Mean number of fruits damaged hemipteran bugs.

D, sweet persimmon orchard for domestic consumption; E, sweet persimmon orchard for export. Bars represent the mean and standard deviation.

5월과 7월 이후에 노린재류에 의한 피해과가 확인되었는데 5월의 피해과는 피해가 경미하여 흠집흔이 까만 점으로 작게 나타나지만 7월 이후의 피해과는 피해부 주변이 넓게 확대되는 형태였다. 미천 지역이 다른 지역에 비하여 비교적 피해과가 많았으나 MRL 포장과 내수형 포장간 피해의 차이는 없었다.

(2) 수확과에서의 해충에 의한 피해와 殘存하는 해충의 종류

수확기에 수상과와 수상과를 1차 선과한 과실 및 수출용으로 다시 재 선과한 과실의 병해충 발생을 알아보기 위하여 각 방제지 과수원에서 2001년과 2002년 조사한 결과 미국에서 우려하는 검역 대상 병해충은 전혀 잔존하지 않았다 (Table 4-9, Table 4-10).

Table 4-9. Number of fruits with mites and insects depending on selection process of harvested sweet persimmon in 2001

Orchards in	No. of quarantine insect pests ¹	Number of mites ² in			Number of Colombora ⁶ in		
		Tree ³	1st select ⁴	2nd select ⁵	Tree	1st select	2nd select
Gumsan (habitual)	0	-	15	2	-	2	6
Jungcheon (MRL)	0	136	72	63	2	5	1
Micheon (domestic)	0	9	19	8	4	2	4

¹Quarantine insect pests includes *Stathmopoda masinisa*, *Conogethes punctiferalis*, *Planococcus kraunhiae*, and *Tenuipalpus zhizhilashiriliae*.

²Fungivorous mite.

³One hundred and fifty fruits from randomly selected 30 trees per orchard were observed October, 2001.

⁴Firstly selected sweet persimmon for domestic market.

⁵Secondly selected sweet persimmon for export.

⁶Fungiborous Colembora.

Table 4-10. Number of fruits with mites and insects in the second selected sweet persimmon in 2002

Orchards in	Division ¹	Total no. of surveyed fruits ²	No. of quarantine insect pests ³	No. of mites ⁴	No. of Coccinelidae ⁵	No. of Colompora ⁶
Gumsan	Domestic	90	0	5	1	0
	MRL	85	0	3	1	0
Jinyeong	Conventional	139	0	13	0	29
Micheon	Domestic	96	0	28	0	0
	MRL	44	0	5	0	0

¹Only the registered pesticides for persimmon in Korea were applied at domestic orchard. MRL orchards was applied only with the pesticides to which maximum residue level have been set up in pome fruits in USA. Conventional orchard was applied with pesticides that were selected by oneself or another sources of information.

²Three hundred fruits from randomly selected 30 trees per orchard were harvested.

³Quarantine insect pests includes *Stathmopoda masinisa*, *Conogethes punctiferalis*, *Planococcus kraunhiae*, and *Tenuipalpus zhizhilashiriliae*.

⁴Fungivorous mite.

⁵*Eriococcus largerstroemiae*.

⁶Fungivorous Colembora.

2001년 조사지 과원의 단감에서는 응애와 툭토기가 감꼭지 아래 부분에서 발견되었는데 응애류가 더 많이 잔존하였다(Table 4-9). MRL 처리구인 정촌의 과원에서 300개의 단감중에 수상과에서는 136개, 1차 선과과(내수용)에서는 72개, 2차 선과과 (수출용)에서는 63개가 응애류가 잔존하였으며, 내수형 방제력 적용지인 미천이나 관행 방제를 하고 있는 금산 과원에서는 2차 선과과에서 각각 8개와 2개과에서 응애류가 잔존하였다.

2002년도에는 MRL형 적용 과원에는 최종 약제 살포기에 살비제를 처리하였는데 미천의 경우 내수형 적용 과원의 응애 존재과가 28개인데 비하여 MRL형 적용 과원에서는 5개과에서만 응애가 잔존하였다 (Table 4-10).

검역상 문제시되는 해충은 아니지만 단감 과원에서 상품성에 가장 피해를 많이 주고 있는 해충인 노린재 피해과의 발생수는 과원에 따라 많은 차이를 보였다(Table 4-11).

Table 4-11. Damage of sweet persimmon fruits by hemipteran bugs at harvesting time for 2 years

Orchards in	Division ¹	Number of damaged fruits					
		2001			2002 ^b		
		Tree ²	1st select ³	2nd select ⁴	Tree	1st select	2nd select
	Domestic	- ^o	-	-	1	1	0
Gumsan	Conventional	-	0	4	-	-	-
	MRL	-	-	-	34	20	0
Jinyeong	Conventional	-	-	-	7	1	16
Jungcheon	MRL	31	7	39	-	-	-
Micheon	Domestic	57	7	25	1	13	-
	MRL	-	-	-	27	20	11

¹Only the registered pesticides for persimmon in Korea were applied at domestic orchard. MRL orchards was applied only with the pesticides to which maximum residue level have been decided in pome fruits in USA. Conventional orchard was applied with pesticides that were selected by oneself or another sources of information.

²One hundred and fifty fruits from randomly selected 30 trees per orchard were observed.

³Firstly selected sweet persimmon for domestic market.

⁴Secondly selected sweet persimmon for export.

⁵Three hundred fruits from randomly selected 30 trees per orchard were harvested(tree) then selected for domestic market (1st select) and export (2nd select).

⁶Not observed.

2001년 조사에서는 금산의 관행 방제구에서 300개 단감들 중 4개과에서만 피해가 발생한 반면 정촌의 MRL형 적용 과원이나 미천의 내수형 적용 과원에서는 각각 77개와 89개의 피해과가 발생하였다. 2002년 조사에서는 MRL형 적용 과원이 내수형 방제력 적용과원에 비하여 노린재 피해과가 많이 발생하였다.

(3) 수확한 단감의 농약 잔류량 분석

미천과 금산의 MRL과원에서 수확한 단감에 대해 농약 잔류량을 분석한 결과는 표 4-12 및 4-13과 같다. Mancozeb등 7개의 농약에 대한 검출한계는 최소 82.5%이었고, 검출한계는 최대 0.02 ppm으로서 미국, 한국, 일본 등에서 설정된 잔류허용기준보다 낮은 수준이었다. Azoxystrobin의 회수율은 평균 82.0 ppm이며 분석법의 검출한계는 0.04ppm이었다. 단감 중 azoxystrobin의 총 잔류량은 미천 시료의 경우(수확 162일전 살포)모두 검출 한계 이하(<0.04 ppm) 이었고, 금산 시료의 경우(수확 85일전+수확 15일전) 평균 0.04 ppm의 잔류량이 검출 되었다. Mancozeb, Trifloxystrobin, Spinosad, Carbaryl 및 Cyhexatin의 잔류량은 금산과 미천 시료 모두 검출한계 미만이었고, Fenarimol의 잔류량은 금산시료에서 0.016 ppm, 미천시료에서 0.020 ppm 이었으나 미국의 사과, 배에 대한 잔류허용기준(0.1 ppm)보다는 훨씬 적은 양이 검출되었으며, 미국의 잔류허용기준이 설정되어 있지 않은 Methoxyfenozide의 잔류량은 금산시료에서 0.022 ppm, 미천시료에서 0.029 ppm 검출되었다. 따라서 수출용 단감의 방제 체계 개발을 위한 단감중 다이센엠45, 에이플, 웨나리, 런너, 스피노사드, 나크, 프릭트란의 잔류량은 상대국 검역기준에 적합한 수준이라 판단된다.

Table 4-12. Recovery ratio and detection limit of each chemical

Chemicals	Recovery (%)				Detection limit (ppm)
	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Average	
Azoxystrobin	79.0	84.8	82.2	82.0	0.04
Mancozeb	82.4	85.1	87.8	85.1	0.02
Trifloxystrobin	91.5	93.2	89.6	91.4	0.006
Fenarimol	88.7	96.4	92.8	92.6	0.008
Methoxyfenozide	81.9	82.4	83.3	82.5	0.008
Spinosad	108.7	105.4	106.7	106.9	0.005
Carbaryl	98.7	98.2	98.6	98.5	0.005
Cyhexatin	85.7	88.6	86.9	87.0	0.008

Table 4-13. Residue in the fruits harvested from the experimental orchards

Chemical	Residue (mg/kg) in the fruits harvested from								MRL (mg/kg) in USA, Korea, and Japan
	Gumsan MRL orchard				Micheon MRL orchard				
	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Mean	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	Mean	
Azoxystrobin	0.04	0.05	0.04	0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	2.0(USA)
Mancozeb	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	7.0 (USA, apple)
Trifloxystrobin	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	<0.006	-
Fenarimol	0.011	0.020	0.017	0.016	0.016	0.020	0.023	0.020	1.0(Japan)
Methoxyfenozide	0.022	0.021	0.022	0.022	0.033	0.028	0.025	0.029	-
Spinosad	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.2(USA, apple)
Carbaryl	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	1.0(Japan)
Cyhexatin	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	2.0 (USA, apple, pear)

라. 고 찰

몇 가지 방제 체계에 따른 단감원에서 해충 발생을 2년 간 조사한 결과 미국 측의 우려 해충인 감꼭지나방과 온실가루각지벌레, 감나무주름응애는 재배기간 중과 수확과에서 모두 발생하지 않았으며, 복숭아명나방은 재배기간 중에만 발생하였다. 그러나 복숭아명나방 피해과는 모두 수확기 이전에 방제가 되거나 낙과되어 실제 수확과에서는 복숭아명나방이 존재하는 것은 없었다. 2001년 조사에서는 관행 방제를 한 금산과 진영의 과원에서는 복숭아명나방의 발생과 피해수가 MRL형 적용과원 (정촌)이나 내수형 적용 과원 (미천)에 비하여 현저히 적었는데 이는 과원 주변 환경이나 관리 정도의 차이 등에 의한 것으로 생각된다. 즉 금산 관행 방제 적용과원에서 2001년 살충제 적용 횟수는 5월과 6월, 8월, 9월의 4회였으나 미천과 정촌의 MRL형 과원에서는 5회의 살충제 사용으로 살포 횟수가 많았음에도 불구하고 피해가 많았는데 이는 정촌 과원의 경우 2년 간 방치한 과원으로 전년도 발생량이 많았기 때문으로 생각되며 실험과원 인접 과원을 폐원으로 방치해 두었기 때문에 이들로부터 유출입이 이루어졌기 때문으로 생각된다. 미천 과원은 관리 농가가 단감을 전업으로 하지 않아 관리의 정도가 진영이나 금산에 비하여 현저히 낮고, 인근에 있는 밤나무림으로부터 복숭아명나방의 유입이 많았기 때문으로 생각된다. Kang *et al* (2002)이 경남 지역 단감원 유아등에서 복숭아명나방 발생 소장을 조사한 결과에서도 집중 방제 과원에서는 복숭아명나방이 전혀 유인되지 않았던 반면 방제 소홀과원에서는 20마리에서 157마리가 유인되었다고 하여 관리의 정도가 복숭아명나방 발생에 많은 영향을 미친다고 하였다. 또한 복숭아명나방은 밤나무도 기주식물로 이용하기 때문에 방제 소홀 과원 중에서도 밤나무림이 인근에 있는 과원에서 발생량이 7배 이상 높다고 하였는데 본 조사의 결과도 이러한 요인에 의한 것으로 생각된다.

2002년 조사에서는 금산과 미천 지역 과원을 각각 내수형 방제 적용지와 MRL형 방제 적용지로 구분하여 조사하였는데 금산 지역에서는 두 적용지 모두 복숭아명나방이 발생하지 않았으나, 미천의 MRL형 과원에서 재배기간 중 0.07%의 피해과가 발생하였다. 이는 방제 약제나 시기의 부적절성보다 앞서 언급한 과원 주변의 밤나무의 영향으로 생각되는데 MRL형 적용 과원이 밤나무림과 인접해 있었다. 한편 Kang *et al* (2002)에 의하면 비록 재배기간 중 복숭

아명나방이 발생한 과원이라 할지라도 수확과에서는 피해과가 발생하지 않았다고 하였는데 본 조사 결과도 수상과와 1차 선과과 및 2차 선과과 모두에서 복숭아명나방 존재과는 없었다. 더욱이 복숭아명나방에 의한 피해과는 꼭지주변에 똥이 배출되어 있어서 쉽게 관찰되기 때문에 수확 중이나 선과과정에서 모두 제거될 수 있다. 따라서 본 실험에 활용한 방제 체계만으로도 복숭아명나방의 방제에는 문제가 없을 것으로 보이며 단감 수출 단지의 지정을 위한 단감원은 지속적으로 집중 방제를 해온 관리 정도가 높은 과원을 중심으로 설정을 해야 할 것으로 생각된다. 아울러 밤나무와 같이 복숭아명나방의 기주식물이 될 수 있는 수종들을 단감원 인근에서 배제시켜야 할 것으로 생각된다.

미국측의 검역 대상 우려 해충이 아닌 일반 해충들은 주머니깍지벌레나 총채벌레, 노린재류와 같이 과실 자체에 피해를 주는 해충류와, 나방류 유충이나 딱정벌레류와 같은 식엽성 해충들로 대별할 수 있었는데 대부분의 식엽성 해충들은 발생 정도가 미미하였다.

단감에 발생하는 깍지벌레는 뿔밑깍지벌레 (*Cerostegia pseudoceriferus*) (Park *et al.*, 1990; Choo *et al.*, 1991)와 거북밑깍지벌레 (*Cerostegia japonicus*) (Park *et al.*, 1992), 주머니깍지벌레 (*Eriococcus largerstoemiae*) (Kwon *et al.*, 1995; Kim *et al.*, 1997), 긴숨깍지벌레 (*Phenacoccus aceris*) (Choo *et al.*, 1991; Kim *et al.*, 1997), 귤가루깍지벌레 (*Planococcus citri*) (Kim *et al.*, 1997)등이 알려져 있는데 본 조사에서는 주머니깍지벌레만 발생하였다. Bae *et al.*(1991, unpublished data)이 경남 지역 4개시군의 34개 단감 과원에서 깍지벌레류 발생 조사에서 주머니깍지벌레 발생 포장이 7개 포장으로 가장 많았다. 주머니깍지벌레도 복숭아명나방과 마찬가지로 관리 정도가 낮았던 과원에서 주로 발생이 많았으며 2001년도 진영의 농가 관행 방제 과원에서는 전혀 발생이 되지 않았다. Kwon *et al.* (1995)은 석회유황합제 처리 후 6월과 8월에 1회씩의 약제 살포만으로도 주머니깍지벌레를 97.8% 방제 할 수 있다고 하였는데 본 연구의 결과에서도 발생염율이 3.3% 미만으로 경미하였다. 그러나 깍지벌레류는 단감 경작자들이 가장 문제시하는 해충의 하나로 인식하고 있는 것처럼 (Lee *et al.*, 2001) 방치 할 경우 잎이나 가지의 고사는 물론 수량감소와 상품과율 저하 및 그을음병 등을 유발 (Han and Lee, 1964; Park *et al.*, 1990; Kwon *et al.*, 1995)시키는 피해를 주기 때문에 예찰 활동을 통한 적절한 방제가 수반되어야 할 것으로 생각된다. 그리고, 금산의 MRL적용 과원과

내수형 적용 과원 모두 2차 선과과에서 주머니깍지벌레 부착과가 발견되었는데 비록 미국측의 우려 해충은 아니지만 선과 과정에 더욱 세심한 선발이 요구된다.

나방류 유충은 담배거세미나방, 노랑썩기나방, 자나방류, 불나방류, 흰독나방 등이 조사 과원에서 확인되었으나 이들도 앞서만 피해가 확인되었고, 그 피해정도도 경미하였다. 나방류 이외에 미동정잎벌레나 주둥무늬차색풍뎅이와 같은 딱정벌레류 및 실베짱이 등도 잎을 가해하는 것이 목격되었으나 이들의 피해도 경미하였다. Lee *et al* (2002)은 단감원에 발생하는 풍뎅이들은 비록 과원에 유살되는 수와 종류는 다양하지만 실제 피해는 경미하였다고 하였는데 본 조사에서 확인된 나방류나 베짱이의 경우도 피해가 미미하여 실제 방제를 요하는 수준은 아니었다.

노린재류는 단감 경작자들이 가장 문제시되는 해충으로 인식하고 있는 해충 (Lee *et al.*, 2001)으로 Chung *et al* (1995)에 의하면 방제를 철저히 하는 과원에서도 수확기에 11% 정도의 피해과가 발생한다고 하였으며 방제를 소홀히 하는 과원에서는 피해과율이 34%나 된다고 하였다. 본 조사에서 확인된 노린재류는 시골가시허리노린재와 톱다리개미허리노린재, 썩덩나무노린재였는데 이들 중 톱다리개미허리노린재가 우점종이었다. Chung *et al* (1995)은 단감원의 유아등에 유살된 노린재류를 조사하여 썩덩나무노린재의 유살수가 가장 많고, 톱다리개미허리노린재와 갈색날개노린재 순으로 유살수가 많다고 하여 본 조사와는 차이가 있었는데 조사 지역의 차이에 의한 것인지 노린재의 주광성 또는 활동 시간의 차이에 의한 것인지에 대해서는 추후 검토가 있어야 할 것으로 생각된다. 재배기간 중의 노린재류에 의한 단감의 피해과수는 7월부터 나타나기 시작하여 조사 과원에 관계없이 일정한 피해율을 보였다. 그러나 수확과의 피해율은 상대적으로 높게 나타났는데 이는 노린재류의 섭식과 이로 인한 피해흔이 나타나기까지는 시간적인 차이가 있기 때문으로 생각된다. Chung *et al* (1995)도 유아등에 유살된 노린재의 수와 피해과율이 불일치하는 이유로서 섭식에 의한 피해를 육안으로 식별하기까지는 시간적 차이가 있을 것으로 추정하였다. 수확과의 노린재 피해과율은 2001년 조사에서는 관행방제구에서 150과 중 4개에 불과한데 비하여 MRL적용과원이나 내수형 적용 과원에서는 77개와 89개의 피해과가 발생하여 큰 차이를 보였다. 이는 MRL형에 적용한 약제들 중 노린재류를 방제할 수 있는 약제가 사용되지 못하였기 때문으로 생각되며 내수형 적

용 과원은 노린재류의 발생이 많아지는 7월과 8월에 방제제가 살포되지 못하고 9월에만 살포되어 노린재 피해과수가 증가된 것으로 판단된다. 또한 2002년 조사에서는 미천과 금산 모두 MRL형 적용 과원이 내수형 적용 과원에 비하여 노린재 피해과가 많았는데 이는 MRL형의 경우 노린재류에 적용할 수 있는 약제가 없어 나방류 대상 살충제만을 제한적으로 이용하였기 때문에 피해과수가 증가한 것으로 생각된다. 그리고 노린재 피해 자체가 검역상 문제가 되는 것은 아니지만 저장 중에 무름과 부패를 조기에 유발시키는 원인이 되고, 상품성을 크게 저하시키기 때문에 수출용 단감 생산지에 적용할 수 있는 노린재 대상 약제의 선발이 현실적으로 가장 필요한 연구로 생각된다. 현재 2002년 방제지 적용 단감에서 잔류 농약 조사가 진행되고 있는데 이러한 결과들과 현재까지의 조사 결과들은 종합하여 수출용 단감원 관리 체계 방안에 대한 종합적 검토가 이루어 질 수 있을 것으로 보인다.

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

1. 연도별 연구개발목표의 달성도

본 시험 연구과제의 실적을 한마디로 요약하면 현재 우리나라 단감 재배농가의 실태와 병해충 방제를 위한 방제체계를 면밀히 조사하여 기초자료를 확보하였고, 검역해충으로서 중요한 복숭아명나방의 발생소장을 2년에 걸쳐 구명하였으며, 기타 단감의 가장 중요한 해충인 노린재류의 종류와 발생소장을 2년 동안 조사하여 앞으로의 연구의 기초를 튼튼히 하였다. 그 외에도 신 해충으로서 감관총채벌레를 새로이 발견 동정하여 학회에 보고하였고, 애기유리나방의 발생소장을 3년 동안 조사하여 구명하였다. 더욱이 우리 단감을 수출할 경우 재배기간 중에 발생하는 해충보다는 수확 후에 과실에 잔존하는 해충의 종류와 잔존 정도가 검역에 가장 중요하기 때문에, 3년에 걸쳐 미국측의 검역해충인 복숭아명나방과 감꼭지나방에 의한 수확과에서의 피해율을 조사하여 식물검역소에 보고함으로써 한·미 식물검역자료로 활용할 수 있게 하여 2003년부터 우리 단감의 대미 수출길 확보의 틀을 마련하였다. 이들 해충 외에도 톱톡이류, 응애류, 깍지벌레 월동알 등이 수확과에 존재하는 정도를 밝히고 가능한 여러 가지 방법을 동원하여 이들을 제거하기 위한 기초실험을 수행하였다. 또한 우리나라와 미국에 등록되어있는 농약을 중심으로 수출용 단감에 적용할 수 있는 새로운 방제체계를 만들어 2년에 걸쳐 실제 포장에서 실험을 수행하여 이 방면에서 앞으로의 연구개발의 기초를 마련하였다.

이러한 내용을 연도별 평가의 착안점에 따라 달성도를 보면 아래 표와 같다.

구 분	평가의 착안점, 척도 및 달성도		
	착 안 사 항	척도 (점수)	달성도 (%)
1차년도 (2000)	○ 단감의 잎, 과실, 가지에 발생하는 병해충의 종류조사 여부	70	100
	○ 단감 수입금지국의 병해충 종류, 사용농약 조사 여부	20	100
	○ 단감 주요 재배단지의 농약사용현황 조사여부	10	100
2차년도 (2001)	○ 단감의 잎, 과실, 가지에 발생하는 병해충의 종류 조사 여부 - 방제체계를 적용할 경우 동 과수원에서 조사 - 그렇지 않을 경우 주요 재배단지에서 조사	40	100
	○ 단감 수입금지국의 경계 병해충에 대응한 방제체계 model의 확립 및 적용 여부 - 수확물에 검역병해충이 존재할 경우에 한함	40	100
	○ 단감 주요 재배단지의 농약 사용현황 조사여부	15	100
	○ Model적용 과수원에서의 잔류농약의 검사	5	100
3차년도 (2002)	○ 단감 수입금지국의 경계 병해충에 대응한 방제체계 model의 적용과 적용 과수원에서의 병해충 발생현황	60	100
	○ Model적용 과수원에서의 잔류농약의 검사	30	100
	○ 외국의 잔류 허용 기준 조사	10	100
최종 평가	○ 주요 단감 재배단지에 발생하는 병해충의 종류 파악	30	100
	○ 수확물에 검역경계 병해충의 존재 여부	20	100
	○ 단감 수입금지국의 경계 병해충에 대응한 방제체계 model의 확립 및 적용 여부 - 수확물에 검역병해충이 존재할 경우에 한함	30	100
	○ Model을 적용한 과수원에서의 병해충 발생 상황	10	100
	○ Model을 적용 과수원에서의 잔류농약의 검사	10	100

2. 관련분야의 기술발전예의 기여도

가. 기술적 측면

- (1) 우리나라 단감 재배농가의 현황과 병해충 방제 실태를 파악함으로써 앞으로의 연구의 기초 및 방제체계 개선에 필요한 기초 자료 제공
 - 단감원의 병해충 관리 실태와 소득증대 방안에 대한 농가 의식조사 완료
 - 단감원의 농약사용 실태 조사 완료
- (2) 주요 해충의 발생소장과 피해 구명함으로써 이 분야 연구의 기초를 확립하였고 정확한 생태 구명과 정확한 예찰을 통한 방제효율의 극대화 및 방제비용의 절감이 가능해졌음
 - 신 해충 감관총채벌레의 발견과 동정 및 기초 생태 조사 완료
 - 애기유리나방, 복숭아명나방, 노린재류, 풍뎅이류의 발생소장을 명확히 구명하였음
- (3) 수확후 단감 잔존 해충의 종류와 제거 기술 개발을 위한 기초 연구를 실시함으로써 우리나라 단감이 미국으로 수출될 수 있는 틀을 마련하였음. (2003년도부터 미국 수출 가능함)
 - 수확과에 존재하는 해충의 종류 구명완료
 - 저온저장, air shower, 고온처리 등 잔존해충을 제거할 수 있는 기초 기술의 연구 수행
 - 저온저장에 의한 잔존해충의 밀도 감소효과 조사 완료
- (4) 단감 수입금지국의 검역병해충 종류, 농약잔류 기준을 조사함으로써 앞으로 상대국과 수출입을 위한 검역협의를 시 적극적으로 대처할 수 있음
- (5) 단감 수입국에 적합한 방제체계의 개발에 관한 기초 실험을 수행함으로써 새로운 방제체계 개발의 가능성을 열었음
 - 새로운 적절한 방제체계 적용시 병해충 발생 정도와 농약잔류량 조사

나. 경제 산업적 측면

- (1) 단감 해충의 생태 구명으로 적절한 해충 방제가 가능해졌으며 따라서 고품질 단감의 생산이 가능
- (2) 단감 병해충 방제 비용의 감소와 고품질 단감 생산에 의한 농가 소득의 증대가 가능하고 수출경쟁력 개선 가능
- (3) 따라서 농가의 소득이 보전되고 단감 산업이 안정화 될 수 있음
- (4) 기타 다른 과수의 수출 확대에도 기여할 수 있음

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

1. 연구 결과의 활용 계획

가. 농업기술 센터의 기술지도 자료 또는 농가 교육 자료로 활용 가능한 내용

- 우리나라 단감 재배농가의 현황과 병해충 방제 실태
- 신 해충 감관총채벌레의 발생과 피해
- 애기유리나방, 복숭아명나방, 노린재류, 풍뎅이류의 발생소장

나. 타 연구에 응용 할 수 있는 기초 연구내용

- 애기유리나방, 복숭아명나방, 노린재류, 풍뎅이류의 발생소장
- 신 해충 감관총채벌레의 발생과 피해
- 수확후 단감 잔존 해충의 종류와 제거기술

다. 한·미 식물검역회의 자료로 활용가능한 내용

- 수확후 단감 잔존 해충의 종류와 제거기술
- 수출용 수확과에 대한 검역해충의 발생 정도
- 단감 수입금지국의 검역병해충 종류, 농약잔류 기준

* 추가연구의 필요성, 타연구에의 응용, 기업화 추진방안을 기술

* 연구기획사업 등 사업별 특성에 따라 목차는 변경 가능함

2. 활용 분야

본 시험 연구 과제의 연구내용은 국립식물검역소의 검역 대응자료로 활용하거나 단감 수출농가에 병해충 방제기술 제공하거나 재배농민과의 접촉을 통하여 단감 수출시 병해충의 중요성을 인식시킴으로써 우리나라의 단감 수출등대에 기여할 수 있다. 또한 농촌진흥청의 농업기술원 또는 각 시군 농업기술센터를 통하여 조사 연구된 정보를 농가에 보급할 수 있을 것이다.

3. 추가 연구의 필요성

우리나라의 단감 농가에서 고품질의 과실을 생산하여 선진 외국에 수출하기 위해서는 아직도 많은 연구를 통하여 “병해충 Free” 단감의 생산을 뒷받침 할 수 있어야 한다. 그 중에서 본 연구과제를 통하여 도출된 가장 시급한 연구방향은 다음과 같다.

가. 수출용 단감 수확과에 잔존하는 해충의 제거 기술의 개발

본 연구 과제를 통하여 수확한 단감에 어떤 해충이 어느 부위에 어느 정도 잔존하는지는 명확하게 되었다. 또한 이들을 제거하기 위한 air shower 방법, 저온조장방법, 고온처리법 등에 대한 기초연구를 수행하였다. 그러나 이러한 방법들도 검역에서 요구하는 수준 즉, 99.9968%의 해충-Free 과실을 만드는 데는 부족하였다. 따라서 선진외국에서 연구하고 있는 methyl bromide나 그 대체물질을 이용한 제거기술, 저온저장 중 대기 조성 조절에 의한 제거기술 등 새로운 첨단 기술을 통하여 수출용 단감에 잔존하는 해충을 제거하는 기술을 시급히 개발해야 할 것이다.

나. 단감에 가장 큰 피해를 주는 노린재의 생태와 방제기술의 연구

본 시험연구의 결과 단감에 가장 피해를 많이 주는 썩덩나무노린재와 갈색날개노린재의 발생소장이 명확해졌다. 그러나 이러한 발생소장을 근거로 방제체계를 개발하기 위해서는 더 많은 추가 연구가 이루어져야 한다. 실제로 단감 농가에 따라 노린재의 피해율이 20-40%에 달하고 있기 때문에 이들 노린재를 적절히 방제하지 않고서는 고품질의 단감을 생산할 수가 없다.

다. 농약에 안전한 단감의 생산을 위한 방제체계의 연구

본 시험 연구에서 밝혀졌듯이 단감원에서는 연간 평균 8회 정도 농약을 살포하며, 대부분의 농가에서 9월 중순에는 거의 약제 살포를 마치기 때문에 수확기인 11월 상순에는 거의 농약이 잔류되지 않는다고 추정할 수 있다. 또한 본

과제의 결과 도출된 수종의 해충의 생태를 근거로 정확한 예찰에 의한 방제를 한다면 농약 살포횟수를 더욱 줄일 수 있을 것으로 생각된다. 아울러 본 과제에서 실시한 방제체계의 실험결과에서 보듯이 일부 해충에 대한 피해를 막을 수만 있다면 미국과 같은 나라에서 등록되어 있는 농약만으로도 단감의 해충을 방제할 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 미국에서는 자국에 등록되어 있지 않은 농약에 대해서는 “0 level”의 잔류허용을 고수하고 있다. 따라서 이러한 가혹한 MRL허용 기준을 통과할 수 있는 새로운 방제체계를 개발해야 할 것이다.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

전 세계적으로 단감을 가장 많이 생산하고 있는 나라는 중국이고 그 다음이 한국, 일본 순이다. 즉 단감 생산에 있어서는 우리나라가 세계를 앞서 간다고 할 수 있다. 자연히 단감의 병해충에 대한 연구도 다른 나라로부터 크게 얻을 정보가 없다. 실제 문헌 조사를 통해 보아도 외국에서 얻을 수 있는 정보는 극히 제한 적이었다. 다만 일본에서는 단감의 주요해충인 노린재류의 방제에 대해 페로몬 연구, 생태연구 등이 일부 이루어지고 있으며 뉴질랜드에서는 수확과에 잔존하는 해충을 제거하기 위해서 열탕, 고온처리나 알코올 처리 같은 방법에 대한 연구가 일부 이루어지고 있는 실정이다. 따라서 단감의 병해충에 대한 기술은 우리 스스로 개발하고 발전시켜 나가야 할 분야이다. 단지 본 시험 연구에서는 일본과 미국에서 감에 등록되어 있는 농약과 이들 농약에 적용하는 잔류허용기준(MRL)에 대한 정보를 입수하여 기재하였다. 기타 정보나 기술은 참고문헌을 참고하면 될 것으로 생각된다.

참고문헌

- 강수웅, 박정규 (1985). 단감 주요병 발생상황조사. 경남농진보. 491-493
- 관세청. 2001. 무역통계연보.
- 권태영, 박소득, 박선도, 최부술, 권용정. 1997. 감나무의 주머니각지벌레에 대한 발생생태 및 화학적 방제효과. 한응곤지 34(4): 295-299.
- 경상남도농업기술원 (2000). 2000 원예·특용작물 종합평가 자료.
- 구강희, 최희석. 1971-1973. 감꼭지벌레 방제 및 성충 유살에 관한 시험. 과수 병해충 방제 보고서: 615-621.
- 김범술, 김영일, 임재명. 1997. 단감(부유)에 대한 훈증약제의 약해시험. 국립식물검역소. 39-62.
- 김영일, 이성호, 김범술, 임재명. 1996. 단감(부유)에 대한 MB 훈증제의 약해시험. 국립식물검역소. 29-50
- 김인수, 홍기정, 한만중, 이문홍. 1997. 단감 주 생산지에서의 수출 검역해충 발생조사. 작물보호논문집 39(2): 67-71.
- 농림부, 농어촌진흥공사 (1995). 농업기반조성사업통계연보. pp.684-685
- 농림부 (1999). 농림통계연보. pp.88-89
- 농림부 (2000). 2000년도 농림업 주요통계. pp.1-481

- 농수산물유통공사 (1999). 주요농산물 유통실태. pp.548-561
- 농업기술연구소. 1988. 원색도감 과수해충 생태와 방제. 220 pp.
- 농업협동조합중앙회 (2000). 농협연감. pp.270-271
- 대구사과연구소. 2001. 사과소비확대와 경쟁력 제고방안. 대구사과연구소개소 10주년 기념 심포지엄. 89 pp.
- 박정규. 2000. 단감수출촉진을 위한 병해충조사와 수입국의 검역기준에 적합한 방제체계의 개발. 농림기술특정연구과제 연차실적·계획서. 56 pp.
- 박정규. 2001. 단감수출촉진을 위한 병해충조사와 수입국의 검역기준에 적합한 방제체계의 개발. 농림기술특정연구과제 연차실적·계획서. 64 pp.
- 박종대, 차광홍, 이용환, 고숙주, 박인진, 한만중. 1997. 전남지역 주요 재배작물의 해충 종류 조사. 농작물병해충조사사업보고서(전남도원) 498-508.
- 배순도, 박은호, 김동길. 1991. 단감 해충의 생태 및 방제 연구. 수출성장 작물 병해충 발생생태 및 방제연구 보고서: 747-753.
- 안성복 (1993). 국내 농산물 수출의 문제되는 해충과 그 대책. 농약정보 6: 34-39
- 원예연구소. 2000. 주요 수출 농산물의 농약 안전 사용 기준 설정. 2000년 대형 공동연구 연구결과 종합 요약서. 33pp.
- 윤종철, 이승환. 1997. 과수해충 종류 및 분포 조사. 농작물병해충조사사업보고서(농과원 곤충과) 278-291.
- 윤주경. 1979. 복숭아명나방의 생태조사. 복숭아명나방에 관한 연구보고서. 602-605.

임명순, 윤명주, 김용석 (1988). 단감나무의 병해충 발생과 주요 병해방제에 관한 연구. 농사시험연구논문집(월예편) 30(2): 64-70

정대열. 1995. 진주, 진양지역 단감원의 곤충상, 발생소장 및 그 피해에 관한 연구. 경상대학교 석사논문. 54 pp.

정부근, 강수용, 권진혁 (1995). 단감원에서 노린재류 피해와 발생소장 및 방제에 관한 연구. 농업논문집 37(2): 376-382

정부근, 강수용, 조동진, 정대열, 김형환, 송유한, 추호렬. 1996. 경남지역 주요 재배작물의 해충종류 조사. 농작물병해충조사사업보고서(경남도원) 546-562.

조인호 (1996). SAS연습과 활용. 665pp. 성안당. 서울

하호성, 박창석, 강성모, 추호렬, 최홍림 (1991). 단감 과원의 재배환경과 과수영양생리에 관한 연구. 경상대학농업자원연구년보 52(2): 149-213

한국감연구회 (2001). 감 재배력 및 방제약제. 한국감연구 4(1): 105-109

한국농촌경제연구원. 농업전망 2002: 442-448.

Adachi I. 1998. Utilization of an aggregation pheromone for forecasting population trends of the stink bugs injuring tree fruits. Pl. Prot. 52: 515~518. (in Japanese).

Anonymous. 1986. List of plant diseases, insect pests, and weeds in Korea. The Korean Society of Plant Protection, Suwon, Korea. 615 pp.

Anonymous. 2000. Manual of pesticide registered in Korea. 823 pp. Korean Agricultural Chemicals Industrial Association.

Anonymous. 2001a. Statistics on agriculture and forestry of Korea. Ministry of Agriculture and Forestry, Seoul, Korea.

Anonymous. 2001b. Research outlines on deciduous fruit trees in 2000. pp. 124~161. Fruit Tree Research Institute, Agricultural Technology Research Organization, Japan. (in Japanese).

Anonymous. 2002a. Agriculture outlook 2002. pp. 442-448. Korea Rural Economic Institute.

Anonymous. 2002b. Statistics on agriculture and forestry of Korea. Ministry of Agriculture and Forestry, Seoul, Korea.

Cho, I.H. 1996. Practice and application of SAS. 665 pp. Sungandang Pub. Co. Seoul.

Cho, S.K., and D.W. Cho. 1962. Research of local species of persimmon. Report Rept. RDA. 8: 147-190.

Choo, H.Y., C.S. Park, H.S. Ha, and J.B. Kim. 1991. Occurrence of insect pests and plant-parasitic nematodes in the major persimmon orchards. J. Inst. Agr. Res. Util. Gyeongsang Nat'l. Univ. 25: 73-86.

Choo, H.Y., D.W. Lee, J.W. Park, H.K. Kaya, D.R. Smitley, S.M. Lee and Y.M. Choo. 2002. Life history and spatial distribution of oriental beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) in golf courses in Korea. J. Econ. Entomol. 95(1): 72-80.

Choo, H.Y., D.W. Lee, J.W. Park and J.W. Lee. 1999. Comparison of four major scarab beetles, *Ectinohoplia rufipes*, *Adoretus tenuimaculatus*, *Exorhala orientalis* and *Popillia quadriguttata* in golf courses. Kor. Turfgrass Sci. 13(2): 101-112.

Choi, K.S. 1998. The peach pyralid moth, *Dichocrocis punctiferalis* Guenee (Lepidoptera:Pyralidae), adults: Circadian rhythms in activity and seasonal occurrence at chestnut orchards. Requirement for Ph. D. Seoul National University, Korea. 102 pp.

Choi, W.G., D.W. Lee, H.Y. Choo, J.M. Chung, S.M. Lee and C.G. Park. 2001. Host plants of *Ectinohoplia rufipes* (Coleoptera: Scarabaeidae) in golf courses and effect of damaged leaves on the attraction of adult. Korean J. Appl. Entomol. 40(1): 31-40.

Dentener P. R., S. M. Alexander, P. J. Lester, R. J. Petry, J. H. Maindonald and R. M. McDonald. 1996. Hot air treatment for disinfestation of lightbrown apple moth and longtailed mealy bug on persimmons. Postharvest Biology and Technology. 8: 143-152.

Dentener P. R., K. V. Bennett, L. E. Hoy, S. E. Lewthwaite, P. J. Lester, J. H. Maindonald, and P. G. Connolly. 1997. Postharvest disinfestation of lightbrown apple moth and longtailed mealybug on persimmons using heat and cold. Postharvest Biology and Technology. 12: 255-264.

Dentener, P. R., S. E. Lewthwaite, J. H. Maindonald and P. G. Connolly. 1998. Mortality of twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) after exposure to ethanol at elevated temperatures. J. Econ. Entomol. 91(3): 767-772.

Forestry Research Institute. 1995. A list of insect pests of trees and shrubs in Korea. 360 pp. Forestry Research Institute. Seoul.

Fujiie, A. 1985. Seasonal life cycle of *Halyomorpha mista*. Bull. Chiba Agric. Exp. Stn. 26: 87-93. (in Japanese).

Haga, K. and S. Okajima. 1983. A new genus and species of Phlaeothripidae (Thysanoptera) harmful to persimmon from Japan. Annot. zool. Japon. 56: 241-245.

Han, K.P., and E.S. Lee. 1964. The studies on the bionomics of the florida wax scale, *Ceroplastes floridensis* Comstock(Coccidae) on persimmon tree. Journal of Plan Protection of Korea 3: 31-38.

Ho, H.Y. and J.G. Millar. 2001. Identification and synthesis of male-produced sex pheromone components of the stink bugs *Chlorochroa ligata* and *Chlorochroa uhleri*. Journal of Chemical Ecology. 27: 2067~2095.

Honda H. and W. Mitsuhashi. 1989. Morphological and Pinaceae-Feeding type of yellow peach moth, *Conogethes punctiferalis* (Guenee) (Lepidoptera: Pyralidae). Appl. Ent. Zool. 24: 1-10

Jeon, H.R., Y.B. Lim and G.B. Um. 2000. Study on guideline determination for a safe use of pesticides on the important exporting agricultural products. Research report of pilot project, National Horticultural Research Institute, Rural Development Administration, Korea. 33 pp.

Jung, Y.T., E.S. Yun, J.K. Kim, I.S. Son, J.D. So and Y.K. Jo. 1993. Establishment of soil suitability classification system for sweet persimmon in Yeongnam area. RDA. J. Agri. Sci. 35: 245-251.

Kang, C.H., K.C. Lee, C.G. Park and D.W. Lee. 2002. Seasonal occurrence pattern of peach pyralid moth, *Dichocrosis punctiferalis*, in Fuyu persimmon orchards and fruit damage at harvesting time. Korean J. Appl. Entomol. 41: 107-112.

Kawakami F., S. Nishigawa and M. Moku. 1989. The tolerance of Japanese persimmon (KAKI) to fumigation with methyl bromide. Res. Bull. Pl. Prot. Japan 25: 79-85.

Kawakami F., Y. Soma, K. Kurokawa, K. Sunagawa, M. Nakamura, and T. Misumi. 1991. Quality of persimmon fruit fumigated with methyl bromide and packed in polyethylene bag or film. Res. Bull. Pl. Prot. Japan 27: 61-67.

Kim, K.W. and J.S. Hyun. 1988. Bionomics of larger black chafer (*Holotrichia morosa* Waterhouse) and Korean black chafer (*H. diomphalia* Bates) with special reference to their morphological characteristics and life histories. Korean J. Appl. Entomol. 27(1): 21-27.

Kim, S.H., M.H. Lee, J.H. Kim and M.S. Kim. 1990. Species and seasonal fluctuation of chafers in pasture. Res. Rept. RDA. 32(1): 64-69.

Kim, I.S., K.J. Hong, M.J. Han and M.H. Lee. 1997. Survey on the occurrence of quarantine pests for export in major non-astringent persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) production areas in Korea. RDA J. Crop Protec. 39: 67-71.

Kimura T. and H. Honda. 1999. Identification and possible functions of hairpencil scent of the Yellow Peach Moth, *Conogethes punctiferalis* (Guenee) (Lepidoptera: Pyralidae). Appl. Entomol. Zool. 34: 147-153.

Kim, Y.S., S.B. Jung, D.S. Son, K.K. Lee, J.S. Park and U.J. Kim. 1988. Studies on the establishment of the safety-cultivating region of non-astringent persimmon. Res. Rept. RDA(H). 30: 56-76.

Ko, J.H. 1969. A list of forest insect pests in Korea. 458 pp. Forest Research Institute. Seoul.

Kobayashi, H. and A. Taketani. 1994. Forest insect pest. 567 pp. Yokendo Ltd. Tokyo.

Konno Y., K. Arai, K. Sekiguchi and Y. Matsumoto. 1982. (E)-10-Hexadecenal, a sex pheromone component of the yellow peach moth, *Dichocrocis punctiferalis* Guenee (Lepidoptera: Pyralidae). Appl. Ent. Zool. 17: 207-217.

Koji T. and S. Ohguchi. 1998. Male mating behavior and female-based sex ratio of the Japanese gall-forming thrips *Ponticulothrips diospyrosi* (Thysanoptera: Phlaeothripidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 91: 27-32.

Kwon, T.S., S.D. Park, B.S. Choi and Y.J. Kwon. 1995a. Seasonal occurrence and chemical control effects of *Eriococcus largerstroemiae* Kuwana on persimmon trees. Korean J. Appl. Entomol. 34: 295-299.

Kwon, T.S., S.D. Park, B.S. Choi and Y.J. Kwon. 1995b. Seasonal occurrence and chemical control effects of *Eriococcus largerstroemiae* Kuwana on persimmon trees. Korean J. Appl. Entomol. 34: 295-299.

Lay-Yee M. and K. J. Rose. 1994. Quality of 'Fantasia' nectarines following forced-air heat treatments for insect disinfestation. Hortscience 29(6): 663-666.

Lay-Yee M. and D. C. Whiting. 1996. Response of 'Hayward' kiwifruit to high-temperature controlled atmosphere treatments for control of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*). Postharvest Biology and Technology. 7: 73-81

Lay-Yee M., S. Ball, Shelley K. Forbes and A. B. Woolf. 1997. Hot-water treatment for insect disinfestation and reduction of chilling injury of 'Fuyu' persimmon. *Postharvest Biology and Technology*. 10: 81-87

Leal, W.S., H. Higuchi, N. Mizutani, H. Nakamori, T. Kadosawa and M. Ono. 1995. Multifunctional communication in *Riptortus clavatus* (Heteroptera: Alydidae): Conspecific nymphs and egg parasitoid *Ooencyrtus nezarae* use the same adult attractant pheromone as chemical cue. *Journal of Chemical Ecology*. 21: 973~985.

Lee, C.K., J.K. Kim, O.R. Kim, G.H. Goo and K.S. Yoon. 1999. Studies on damage of chestnut by *Conogethes punctiferalis* and proper control time by sex pheromone. *J. Inst. Agri. & Fishery Develop. Gyeongsang Nat'l Univ.* 18: 83-89.

Lee, D.W., H.Y. Choo, J.M. Chung, S.M. Lee, T.W. Lee and Y.D. Park. 1997. Host plants and preference of brown chafer, *Adoretus tenuimaculatus* Waterhouse (Coleoptera: Scarabaeidae). *Korean J. Appl. Entomol.* 36(2): 156-165.

Lee, D.W., H.Y. Choo, T.W. Lee, J.W. Park and T.W. Kweon. 1999. Spatial and temporal distribution of chestnut brown chafer, *Adoretus tenuimaculatus* (Coleoptera: Scarabaeidae) in golf courses. *Kor. Turfgrass Sci.* 13(2): 113-124.

Lee, D.W. 2000. Interrelationship between host plants and chestnut brown chafer, *Adoretus tenuimaculatus* (Coleoptera: Scarabaeidae) in golf courses. Ph. D. dissertation. Gyeongsang National University, 113 pp. Korea.

- Lee, D.W., C.H. Shin, H.Y. Choo and S.M. Lee. 2001a. Scarabeids and white grubs from Halla arboretum and nursery in Jeju province. *Korean Journal of Soil Zoology* 6(1-2): 37-44.
- Lee, D.W., G.C. Lee, S.W. Lee, C.G. Park, H.Y. Choo and C.H. Shin. 2001b. Survey on pest management practice and scheme of increasing income in sweet persimmon farms in Korea. *The Korean Journal of Pesticide Science* 5(4): 45-49.
- Lee, D.W., H.Y. Choo, J.M. Chung, S.M. Lee and Y.B. Sagong. 2002. Host plants of *Popillia quadriguttata* (Coleoptera: Scarabaeidae). *Korean J. Appl. Entomol.* 41(1): 15-19.
- Lee, D.W., K.C. Lee, C.G. Park, H.Y. Choo and Y.S. Kim. 2002a. Scarabs (Coleoptera: Scarabaeidae) in sweet persimmon orchard and effect on sweet persimmon. *Korean J. Appl. Entomol.* 41: 183-189.
- Lee, K.C., C.G. Park, H.Y. Choo, D.W. Lee, K.S. Woo and C.H. Kang. 2002b. Occurrence of Japanese gall-forming thrips, *Ponticulothrips diospyrosi* Haga et Okajima (Thysanoptera: Phlaeothripidae) in Korea. *Korean J. Appl. Entomol.* 41: 1-4.
- Lee, K.C., C.H. Kang, D.W. Lee, S.M. Lee, C.G. Park and H.Y. Choo. 2002c. Seasonal occurrence trends of hemipteran bug pests monitored by mercury light and aggregation traps in sweet persimmon orchards. *Korean J. Appl. Entomol.* 41: in print.
- Lester P. J., P. R. Dentener, R. J. Petry and S. M. Alexander. 1995. Hot-water immersion for disinfestation of lightbrown apple moth (*Epiphyas postvittana*) and longtailed mealy bug (*Pseudococcus longispinus*) on persimmons. *Postharvest Biology and Technology* 6: 349-356.

Lester P. J. and R. J. Petry. 1995. Gamma irradiation for after harvest disinfection of diapausing twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae). J. Econ. Entomol. 88(5): 1361-1364.

McBrien, H., J.G. Millar, L. Gottlieb, X. Chen and R.E. Rice. 2001. Male-produced sex attractant pheromone of the green stink bug, *Acrosternum hilare* (Say). Journal of Chemical Ecology. 27: 1821-1839.

Mitcham E. J., M. M. Attia and W. Biasi. 1997. Tolerance of 'Fuyu' persimmons to low oxygen and high carbon dioxide atmospheres for insect disinfection. Postharvest Biology and Technology. 10: 155-160.

Miklas, N., M. Renou, I. Malosse and C. Malosse. 2000. Repeatability of pheromone blend composition in individual males of the southern green stink bug, *Nezara viridula*. Journal of Chemical Ecology. 26: 2473-2485.

Mizutani, N., T. Wada, H. Higuchi, M. Ono and W.S. Leal. 1997. A component of synthetic aggregation pheromone of *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Heteroptera: Alydidae), that attracts an egg parasitoid, *Ooencyrtus nezarae* Ishii (Hymenoptera: Encyrtidae). Appl. Entomol. Zool. 32: 504-507.

Moriya, S. and M. Shiga. 1984. Attraction of the male brown-winged green bug, *Plautia stali* Scott (Heteroptera: Pentatomidae) for males and females of the same species. Appl. Ent. Zool. 19: 317-322.

Nakamura M., Y. Soma, T. Akagawa, I. Matsuoka, K. Sunagawa, T. Kato and F. Kawakami. 1995. Quality of persimmon fruit fumigated with methyl bromide and packed in various types of films. Res. Bull. Pl. Prot. Japan 31: 1-8.

- National Plant Quarantine Service. 2002. Plant Quarantine Information. p.4.
- Numata, H., M. Kon and T. Hidaka. 1990. Male adults attract conspecific adults in the bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Heteroptera: Alydidae). Appl. Ent. Zool. 25: 144~145.
- Park, J.D., I.S. Park and K.J. Kim. 1990. Host range, occurrence and developmental characteristics of *Cerostegia pseudoceriferus* (Homoptera: Coccidae) on persimmon trees. Korean J. Appl. Entomol. 29: 269-276.
- Park, J.D., H.Y. Koo and W.G. Lee. 1992. Seasonal fluctuation of each stage, ovipositing and hatching behavior of *Cerostegia japonicus* Green (Homoptera: Coccidae) on persimmon tree. Res. Rept. RDA(C. P). 34: 48-53.
- Park, J.D. 1993. Major scale insect pests attacking persimmon tree and their ecology. Plant Protection Research 7: 100~108. (in Korean).
- Rural Development Administration. 1995. Standard of survey in agricultural research. Rural Development Administration. Suwon. 603 pp. Korea.
- Stewart R.D. 1997. Importation of fresh persimmon fruit, *Diospyros kaki* from South Korea into the United States: Qualitative, path-way initiated pest risk assessment. APHIS, USDA. 19 pp.
- Sugie H., M. Yoghida, K. Kawasaki, H. Noguchi, S. Moriya, K. Takagi, H. Fukuda, A. Fujiie, M. Yamanaka, Y. Ohira, T. Tsutsumi, K. Tsuda, K. Fukumoto, M. Yamashita and H. Suzuki. 1996. Identification of the aggregation pheromone of the brown-winged green bug, *Plautia stali* Scott (Heteroptera: Pentatomidae). Appl. Entomol. Zool. 31: 427~431.

Takashi, H.M. 1979. A new thrips, *Liothrips* sp. infesting persimmon. Plant Protection 33: 231-235.

Tomokuni, M., T. Yasunaga, M. Takai, I. Yanashita, M. Kawamura and T. Kawasaki. 1993. A field guide to Japanese bugs. 380pp. Zenkoku Noson Kyoiku Kyokai Publishing Co., Ltd. 26-6, Taito 1-Chome, Taito-ku, Tokyo, Japan.

Tomomatsu S., T. Sakaguchi, T. Ogino and T. Hiramatsu. 1995. Methyl bromide fumigation for quarantine control of persimmon fruit moth and yellow peach moth on Japanese persimmon. Res. Bull. Pl. Prot. Japan 31: 67-73.

Uchiyama, K., K. Kawada, H. Tsumuki, and K. Kanehisa. 1996. Oviposition factors of *Ponticulothrips diospyrosi* on persimmon seedling leaves. Bull. Res. Inst. Bioresour. Okayama Univ. 4: 67-71.

Umeya, K., I. Kudo, and M. Miyazaki. 1988. Pest thrips in Japan. Zenkoku Noson Kyoiku Kyokai Publishing Co, Ltd., Tokyo, Japan. 422 pp.

Wada, T., N. Mizutani and H. Higuchi. 1997. Aggregation pheromone of the bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Heteroptera: Coreidae): mating behavior and pheromone release in male adults. Proc. Assoc. Pl. Prot. Kyushu 43: 82-85.

Whiting, D.C. and L. E. Hoy. 1997. High-Temperature controlled atmosphere and air treatments to control obscure mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae) on apples. J. Econ. Entomol. 90(2): 546-550.

Whiting, D. C., L. E., Jamiesan and P. G. Connolly. 1999. Effect of sublethal tebufenozide applications on the mortality responses of *Epiphyas postvittana* (Lepidoptera: Tortricidae) larvae exposed to a high-temperature controlled atmosphere. *Stored product and Quarantine Entomology* 92(2): 445-452.

Yamada, K. 1979. Ecology and control of hemipteran bugs attacking tree fruits. *Agriculture and Horticulture* 54: 1488~1492. (in Japanese).

Yamada, K. 1987. On the first occurrence and its progress of *Ponticulothrips diospyrosi* Haga et Okajima in Fukuoka prefecture. *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent. B-6*: 39-44.

Yanagi T. and Y. Hagiwara, 1980. Ecology of *Halyomorpha mista*. *Plant Protection* 34: 315~321. (in Japanese).

Yim, M.S., M.J. Yun and Y.S. Kim. 1988. Studies on the control of development of disease-pest and major blight of the non-astringent persimmon orchard. *Res. Rep. RDA (H)*. 30: 64-70.

Yokoyama V. Y. and G. T. Miller. 1987. High temperature for control of oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae) in stone fruits. *J. Econ. Entomol.* 80: 641-645.

Yosinari, T. 1991. Causes of hemipteran bug outbreaks attacking tree fruits in Fukuoka prefecture. *Agriculture This Month*, 1991 (June): 44~49. (in Japanese).