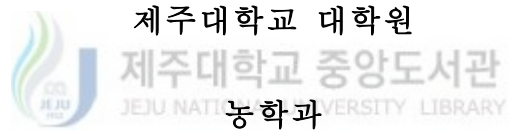


석사학위논문

제주지역에서 아메리카잎굴파리의
발생특성 연구



이 미 경

1999년 6월

제주지역에서 아메리카잎굴파리의 발생특성연구

지도교수 권 오 균

이 미 경

이 논문을 농학석사학위 논문으로 제출함



이미경의 농학석사학위 논문을 인준함

심사위원장	_____	①
위 원	_____	①
위 원	_____	①

제주대학교 대학원

1999년 6월

Studies on Occurrence Characteristics of
Liriomyza trifolii(Diptera:Agromyzidae) in Cheju

Mi-Kyoung Lee
(Supervised by Professor O-Kyun Kown)

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF AGRICULTURE

DEPARTMENT OF AGRICULTURE
GRADUATE SCHOOL
CHEJU NATIONAL UNIVERSITY

1999. 6.

목 차

Summary	1
I. 서 언	2
II. 연 구 사	4
III. 재 료 및 방 법	7
IV. 결 과 및 고 찰	9
1. 감자, 당근, 거베라에서의 발생소장	9
2. 황색점착트랩의 설치 높이에 따른 아메리카잎굴파리의 유인 효율성	20
3. 계절별 시간별 아메리카잎굴파리의 부착수	23
V. 적 요	26
VI. 참 고 문 헌	27

Summary

This studies were carried out to determine seasonal fluctuation of a leafminer, *Liriomyza trifolii* (Burgess) and the optimal height of sticky trap in potato and carrot fields and plastic houses in which gerbera was grown and daily activities of the leafminer in 1997 to 1998.

The results are as follows;

1. The leafminer slightly occurred in potato fields in spring, and damaged potatoes very slightly. The density of the leafminer in potato fields was highest in early October. The seasonal fluctuation of leafminer in soybean fields in autumn was similar in potato fields.

2. The occurrence of leafminer in carrot fields was initiated in late August, and it's peak period of occurrence was in the middle of November.

3. The leafminer repeatedly occurred in the plastic houses during the surveyed periods. The population was very high in September to November in 1997, and June to July in 1998.

4. The nearer trap was plant height, the more leafminer was caught on yellow sticky trap, and the greater male to female ratio was.

5. The flight activities of leafminer was greatest between hours of 14 and 16 hours. There were two peak activity periods in May, but one in July and October. The flight activity varied with season, but was not significantly correlated with temperature.

I. 서 언

국제간 농산물의 교역량이 증가하면서 새로운 해충의 유입이 점차 증가하고 있어서, 이에 대한 대책마련이 시급한 실정이다. 근래에 유입된 대표적인 해충으로는 꽃노랑총채벌레, 오이총채벌레, 아메리카잎굴파리, 벼물바구미 등을 들 수 있다.

그 중 파리목(Diptera), 굴파리과(Agromyzidae)에 속하는 아메리카잎굴파리는 1970년대 중반 이후 절화류의 국제간 교역에 따라 세계각지로 급격히 확산되어 미국, 캐나다, 중남미, 아프리카, 유럽, 일본, 대만, 필리핀 등에 널리 분포하고 있다(西東, 1992).

특히, 이웃나라 일본에서도 1990년 6월경부터 시즈오카현의 서부지역을 중심으로 국화, 거베라, 토마토, 셀러리 등에 심각한 피해를 주고 있으며 점차 그 피해 면적이 늘고 있는 추세이다(西東 等, 1996).

국내에서는 1994년 1월 전남 광주의 거베라 하우스에서 최초로 확인되었으며 제주도에서는 1995년 5월 서귀포시 월평동 거베라 하우스에서 아메리카잎굴파리의 피해가 처음 발견되었다.

이 해충의 국내유입경로는 정확히 알 수 없으나 외국에서 수입된 화훼류의 묘종에 묻어 들어온 것으로 추정하고 있으며 불과 몇 년 사이에 그 분포가 전국적으로 확산되고 있어 방제대책이 시급한 실정이다. 아메리카잎굴파리가 분포하고 있는 지역에서는 토마토, 국화, 셀러리, 고추, 수박 등에도 가해하고 있어서 최근 중요한 해충으로 인식되고 있다.

이 해충의 기주 범위는 매우 넓어 외국에서는 총 21과 120여종의 식물을 가해하는 것으로 보고되어 있으며, 일본에서는 11과 40여종 이상의 식물을 가해하며 국내에서는 총 7과 22종의 식물을 가해하는 것으로 조사되었다(박, 1996).

아메리카잎굴파리에 의한 피해는 유충이 엽육을 식해하면서 생기는 갱도로 인하여 잎을 상품으로 하는 작물은 상품성을 떨어뜨리고, 열매를 수확하

는 작물은 수량이 저하되는 결과를 가져온다.

아열대성 기후인 제주도는 육지부의 다른 지방보다 따뜻하여 하우스 작물은 물론 노지 작물인 감자, 당근 등에도 발생하여 피해를 주고 있다. 그러나, 아메리카잎굴파리에 대한 연구는 국내에서 미미한 실정이며, 제주지역의 아메리카잎굴파리 발생특성 및 방제에 대한 연구가 이루어진 바 없다.

따라서 본 연구는 황색점착트랩을 이용하여 높이별, 계절별, 시간별로 아메리카잎굴파리의 부착수를 조사하였으며, 작물에 따른 발생소장과 발생밀도를 조사하여 본 해충의 합리적인 예방과 방제의 기초자료를 얻고자 수행하였다.



II. 연구사

아메리카잎굴파리(*Liriomyza trifolii* (Burgess))는 여러 가지 채소 및 화훼류의 잎을 가해하는 해충으로서 세계적으로 문제가 되고 있고 또한, 약제에 대한 저항성이 매우 빠른 것으로 알려져 있다(林, 1993). 미국과 일본 그리고 대만 등에서도 살충제에 대한 저항성이 문제되고 있다(西東, 1992).

미국의 캘리포니아주에는 1970년대 중 후반에 유입되어(Zehnder, 1984) 셀러리, 국화 등에 큰 피해를 주었으며, 아메리카잎굴파리에 의한 피해손실액이 1984년 한 해 동안 셀러리에서만 약 2,000만\$로 추산하였고 하와이에서도 여러 작물에 피해를 주었으며 피해액만도 1,170만\$에 달하였다고 Sanderson 등(1989)은 보고하였다.

일본에서도 1990년 6월경부터 시즈오카현의 서부지역을 중심으로 하우스 작물에 심각한 피해를 주면서 확산하였는데 주로 유럽에서 수입한 거베라 묘를 중심으로 발생하였고, 아메리카잎굴파리에 의해서 피해가 특히 큰 작물은 국화, 거베라, 토마토, 청경채 등 하우스 작물과 그 외 채소에서는 가지, 감자, 당근, 콩 등이라고 하였으며 1994년 말까지는 30개 지역에서 발생이 확인되었다(西東 等, 1996).

국내에서도 전남지역과 경남 진주시 및 제주도 전역 등 13개 시 군에서 국화, 거베라 등 화훼류를 비롯하여 셀러리, 방울토마토, 대목용 호박과 수박 잎에서도 발생이 확인되었다(홍 등, 1996).

古木(1992)는 일본에서 아메리카잎굴파리의 발생원인을 식물 묘의 유통과정에서 유입된 것으로 보고 있는데, 이는 이 해충의 발생지역이 점차 확대되면서 지리적으로 멀리 떨어진 곳까지 발생하고 있으며 초기의 발생작물이 거베라, 국화, 토마토 등 특정한 식물에 치우쳐 있기 때문이라고 하였다. 국내에서도 박(1996)이 거베라, 국화, 토마토가 최초발생 작물이며 참외, 오이, 멜론, 수박 등은 비닐하우스에서 살충제를 중단하는 시기인 수확말기부터 발생량과 피해가 급격히 증가하였다고 보고하였다.

아메리카잎굴파리는 체장 2mm 전후의 작은 파리이며 잎 속에서 부화한 유

충은 엽육을 먹으며 체장 3mm 정도로 성장한 후 잎으로부터 탈출하여 지상으로 낙하한 후 지표에서 번데기가 된다(大石, 1992).

아메리카잎굴파리의 피해는 주로 유충에 의한 것으로 잎 조직 속에 산란한 알이 부화하여 잎 속을 파먹고 들어가 피해 부위에 흰색의 구불구불한 갱도가 생기고 피해가 진전되며 피해부위가 갈색으로 변색되어 심하면 잎 전체가 시들어 말라죽게 된다. 성충에 의한 섭식흔과 산란흔은 중 상위엽에 많이 있으며 유충에 의한 피해갱도는 중 하위엽에서 주로 발견되고 중위엽에는 갱도수가 적고 길이도 짧지만 하위엽에서는 갱도수가 많고 길이도 길다고 하였다(한 등, 1996). 유충의 피해흔적이나 성충의 섭식, 산란흔적이 농작물의 외관을 훼손시키고, 상품가치를 저하시키며 발생량이 많을 경우 수량 감소나 수확기 지연의 원인이 되고 묘를 고사시킬 정도로 심한 피해를 준다. 그리고 성충의 섭식, 산란의 흔적이 국화의 반점세균병(*Pseudomonas cichorii*)을 매개한다고 알려져 있지만(Matteon and Brodbent, 1988 ; 西東, 1992) 아직 우리나라는 물론 일본에서도 이 균에 의한 피해는 보고된 바 없다(한 등, 1996).

Chandler와 Gilstrap(1987)은 유충의 밀도 증가는 작물의 영양생장기에 가장 높고 떡잎일 때 피해를 입으면 식물은 죽거나 발육이 저해된다고 하였다.

古木(1992)은 철저하게 방제가 이루어진 셀러리 육묘 하우스에서 피해주가 적음에도 불구하고 트랩에 의한 포획수가 많았다고 하였는데 이것은 아메리카잎굴파리가 하우스 밖에서 침입하고 있음을 나타낸 것이라고 하였다.

하우스 밖에서 아메리카잎굴파리의 발생상황은 7월 하순부터 8월 상순에 정점이 보이고 겨울철에는 발생이 거의 보이지 않게 된다고 하였으며 월동태는 주로 번데기라고 생각되지만 휴면은 인정되지 않았다. 시설 내에서 겨울철에는 발생량이 적었지만 휴면하지 않고 일년 내내 발생을 반복하며 발생세대수는 연간 15회 이상 된다고 추정하였다(西東, 1993).

Chandler(1985)는 아메리카잎굴파리의 성충은 주광성(走光性)이 강하기 때문에 남쪽으로 접한 곳이나 통로 쪽에 기생이 많아지고, 야간에는 거의

활동하지 않으며 성충이 가장 잘 포획되는 높이는 지상으로부터 30cm 부근 이내이고 작물이 자라더라도 이 높이가 가장 포획율이 좋으며, 황색에 강하게 유인된다고 하였다.

Yathom 등(1988)은 거베라에서도 작물의 상단부 또는 30cm 높이의 점착 트랩에서 포획량이 많았다고 하였다. 多多良와 古木(1993)은 아메리카잎굴 파리가 용화할 때 지면으로 낙하하여 우화하는 습성 때문에 낮은 트랩에서 포획율이 많다고 하였다. 황색점착트랩에 포획되는 암, 수의 차이를 보면 수컷이 훨씬 많았다. 황색점착트랩의 밀도가 적을 때는 수컷의 비율이 조금 내려가는 경향을 보였으나, 밀도에는 크게 좌우되지 않고 최저라도 수컷은 암컷의 5배, 많을 때는 50배 이상 유인된다고 하였다. Weintraub와 Horowitz(1996)가 감자에서 *L. huidobrensis* (Blanchard)를 조사한 보고에 의하면 해가 뜬 직후에 비상이 가장 많았으며 활동적이었다고 하였다.



Ⅲ. 재료 및 방법

시험 1. 감자, 당근, 거베라에서의 발생소장

거베라는 제주시와 북제주군 각 2포장, 감자는 남제주군 2포장, 북제주군 1포장, 콩은 남제주군과 북제주군 각 1포장, 당근은 북제주군 3포장에서 조사하였다. 거베라와 당근은 2년간 연중 조사를 하였고, 감자는 봄감자의 재배시기인 3월부터 6월까지, 가을감자의 재배시기인 8월부터 12월까지 2년간 (1997~1998) 조사하였으며, 콩은 1998년 6월 하순부터 10월 하순까지 조사하였다. 또한, 거베라 조사포장 중 제주시와 북제주군 1개 포장의 하우스 측면 환기부에서 60cm 떨어진 지점에 황색점착트랩을 설치하여 하우스 외부에서의 밀도변동도 함께 조사하였다. 포장당 원통형 황색점착트랩(10x15cm)에 투명점착제(金龍®, (株)マルゼン化工, 일본)를 뿌려 임의의 3지점에 50cm 높이로 설치하였고, 10일 간격으로 황색점착트랩을 랩 필름으로 씌워 수거하여 실체현미경 하에서 아메리카잎굴파리의 암수를 구분하여 계수 하였다.

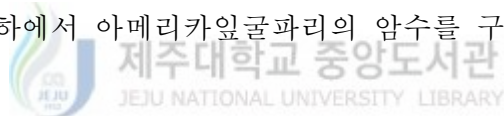


Table 1. Number of plastic houses or fields surveyed for seasonal fluctuation of adult *L. trifolii*

Crop	Surveyed area	No. surveyed field
Potato	Pukcheju Kosan, Namcheju Dejung	3
Carrot	Pukcheju Guzwa	3
Gerbera	Cheju Dodu, Pukcheju Hallim	4

시험 2. 황색점착트랩의 설치 높이에 따른 아메리카잎굴파리의 유인 효율성

황색점착트랩의 설치높이는 작물높이와 그 위 30, 60cm 3단계로 하여 트랩을 임의의 5지점에 설치한 다음 7일 후 랩 필름을 씌워 회수하였다. 황색점착트랩에 부착된 성충은 실체현미경 하에서 암수로 구분 조사하였다.

조사포장은 감자는 남제주군 1포장, 당근은 북제주군 1포장, 거베라는 북제주군 한림읍 소재 1포장에서 실시하였으며, 조사시기는 감자와 당근은 1998년 9월 17일, 10월 8일, 10월 15일 3회, 거베라는 1997년 12월 27일과 1998년 4월 27일, 6월 25일, 9월 2일 4회에 걸쳐 실시하였다.

시험 3. 계절별, 시간별 아메리카잎굴파리의 부착수

발생소장을 조사한 북제주군 한림읍 거베라 하우스에서 지상 50cm 높이로 임의의 5지점에 황색점착트랩을 조사 전날 해가 진 후 설치하였다. 조사는 조사당일 오전 8시부터 1시간 간격으로 하우스 내 온도와 황색점착트랩에 부착된 아메리카잎굴파리의 성충수를 육안으로 조사하였고, 2시간 간격으로 해질 때까지 랩 필름으로 황색점착트랩을 씌워 수거 후 황색점착트랩에 부착된 성충의 암수를 실체현미경 하에서 구분 조사하였다. 조사시기는 1998년 봄(5월 20일), 여름(7월 7일), 가을(10월 29일) 3회에 걸쳐 실시하였다.



IV. 결과 및 고찰

1. 감자, 당근, 거베라에서의 발생소장

그림 1은 시험기간 동안 제주시 지역 기상을 나타낸 것으로 1998년의 겨울철('97. 12월~'98. 2월)과 봄철(3월~5월)의 기온이 1997년보다 평균온도가 각각 1.7, 0.6°C 높아 해충이 발생하기에 좋은 조건이었다.

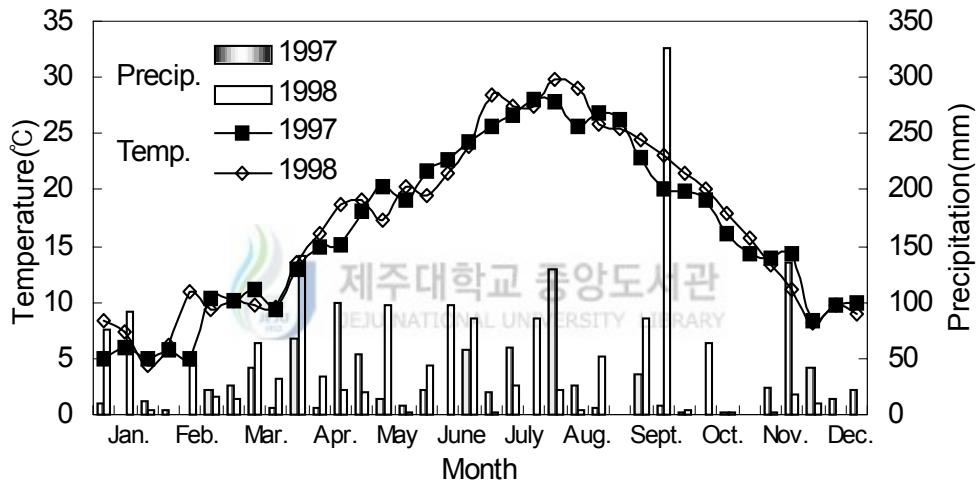


Fig. 1, Seasonal changes of temperature and precipitation in Cheju 1997~1998.

그림 2에서 보는 바와 같이 1997년에는 4월 상순부터 트랩에 잡히기 시작했으나 감자에서의 피해는 나타나지 않았으며, 6월 중순 아메리카잎굴파리의 밀도가 약간 상승하기 시작하였으나 그 밀도는 트랩당 0.5마리 수준으로 매우 낮았다. 그러나 1998년에는 그림 3에서 보는 바와 같이 4월 중순부터 발생이 시작되어 5월 중순에 트랩당 3마리 수준으로 높았으며, 일부 포장에서는 잎에 피해가 나타나기도 하였다. 이는 겨울철과 봄철 온도가 1997년에

비해 높았기 때문이라 생각된다. 이와 같이 봄감자 재배시기에는 아메리카
잎굴파리에 의한 큰 피해는 발생하지 않았다.

가을감자 재배기간에는 생육초기부터 발생하기 시작하였고, 그 피해는 9
월부터 나타나기 시작하였다. 1997년에는 8월 상순부터 중순까지는 그 밀도
가 트랩당 0.1마리 수준으로 낮았고, 하순에 이르러 트랩당 1.2마리로 높아
졌으며 1998년에는 8월 상순에 이미 트랩당 25마리 수준으로 높게 나타났
다. 1997년 가을감자에서의 아메리카잎굴파리 발생은 8월 중순 이후 증가하
였고, 발생 최성기는 10월 상순이었으나 1998년에는 8월 상순에 발생이 많
은 이후 계속 낮은 밀도를 유지하다가 10월 상순부터 발생이 급격히 증가하
여 11월 상순에 발생최성기를 보인 후 낮아지는 발생특성을 나타내었다.
1997년 10월 중하순에 밀도가 낮았던 것은 9월 하순에 비가 8.3mm온 후 가
뭄이 계속되면서 감자에 관수를 했던 것과 오이총채벌레, 감자나방 등 다른
해충의 발생이 심하여 농약을 주기적으로 살포했던 것 등과 관련이 있었던
것으로 생각되었다.



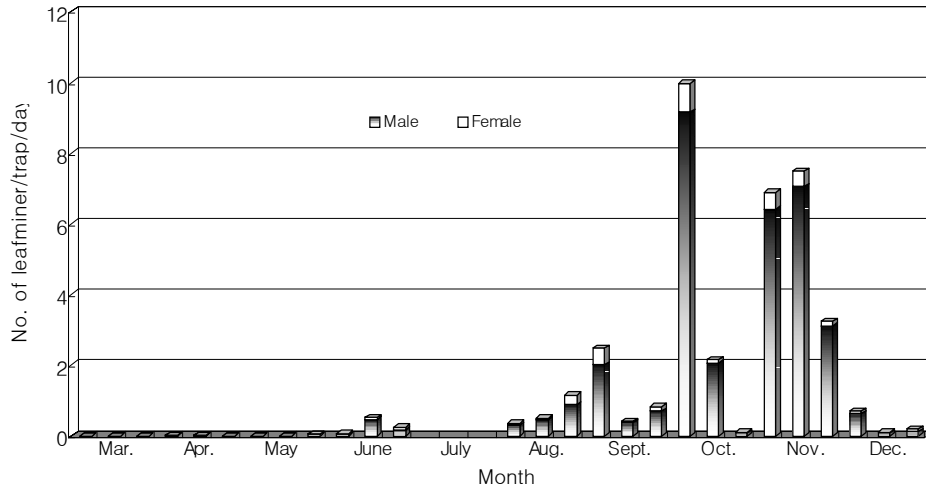


Fig. 2, Seasonal fluctuation of *L. trifolii* caught on yellow sticky trap in potato fields, 1997.

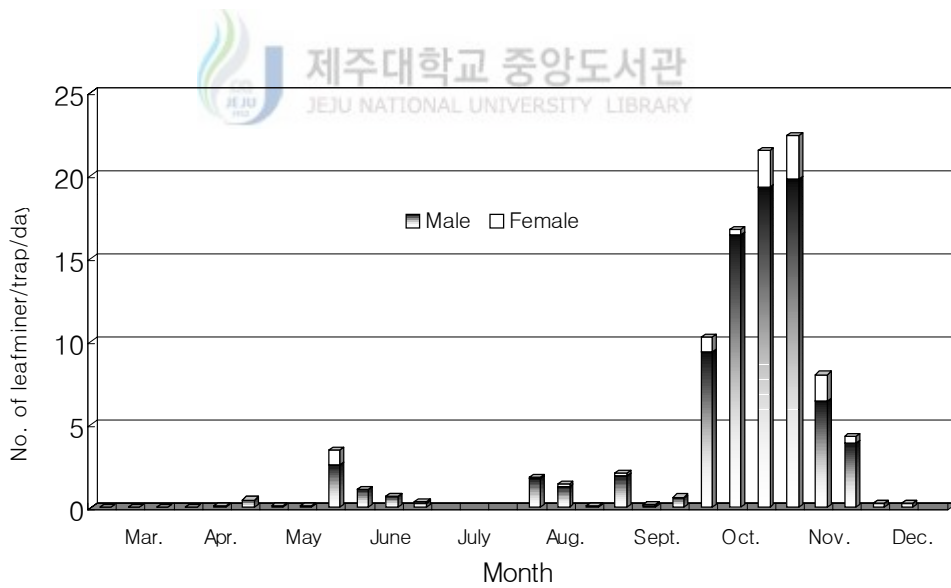


Fig. 3, Seasonal fluctuation of *L. trifolii* caught on yellow sticky trap in potato fields, 1998.

2년간 조사한 결과 아메리카잎굴파리가 봄 감자에서는 거의 문제가 되지

않을 것으로 판단되었으나, 봄 감자에서 밀도가 높아지면 가을감자 재배시기에 피해가 많을 것으로 생각되어지며, 특히 주발생시기인 10월에 가장 큰 문제가 되고 있었다. 본 조사에 의하면 아메리카잎굴파리의 철저한 방제를 위해서는 다른 기주작물에 기생하던 아메리카잎굴파리가 가을철이 되어 기주작물을 떠나 영양생장기인 감자밭으로 비산하기 시작하는 9월 하순부터 감자밭에서의 아메리카잎굴파리 발생밀도의 예찰이 매우 중요하다고 판단되었다.

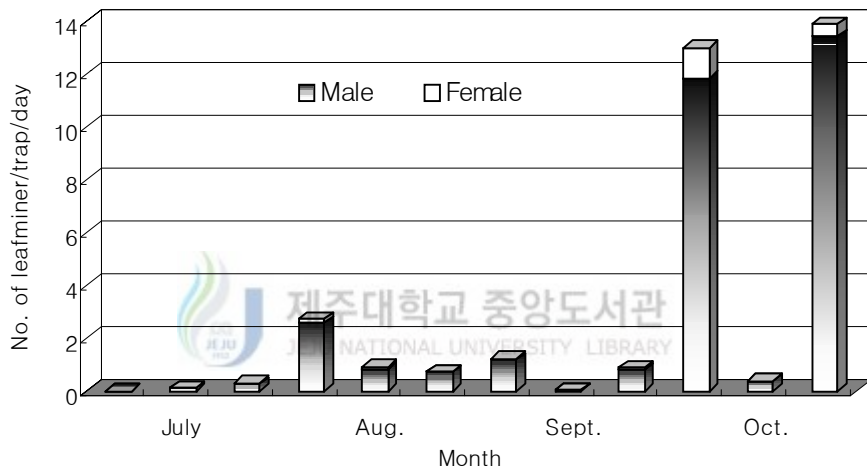


Fig. 4, Seasonal fluctuation of *L. trifolii* caught on yellow sticky trap in soybean field, 1998.

감자밭 주변에서 아메리카잎굴파리의 발생은 그림 4와 같이 콩밭에서도 1998년 감자밭에서와 거의 같은 양상을 보여주고 있었다. 그러나 10월 중순에 콩밭에서 밀도가 급격히 떨어진 것은 이 시기에 콩잎이 낙엽이 지기 때문에 일시적으로 밀도가 낮아진 것이며 감자밭에 밀도가 높아지면서 아메리카잎굴파리가 콩밭으로 분산되는 과정에서 트랩에 잡힌 결과로 보여진다. 이는 감자의 생육초기에 감자밭 주변의 아메리카잎굴파리의 밀도가 그 이후

감자에서의 아메리카잎굴파리 발생에 어떤 영향을 주고 있는지는 앞으로 계속 연구를 해야할 것으로 생각되었다

당근에서는 그림 5와 같이 1997년 6월 하순부터 아메리카잎굴파리 성충이 트랩에 잡혔으나, 1998년에는 그림 6과 같이 5월 상순부터 트랩에 잡히기 시작하였다. 발생동향은 1997년에는 9월 하순에 밀도가 약간 상승하였다가 낮아졌는데, 이는 9월 상 중순에 조풍피해가 발생하여 당근이 고사하였기 때문이며 발생최성기는 11월 중순이었다. 1998년에는 9월 하순부터 발생이 증가하기 시작하여 10월 중순에 급격히 밀도가 상승한 이후 11월 상순까지 밀도가 다시 낮아졌고 11월 중순에 발생최성기를 나타낸 후 밀도가 낮아졌다. 즉, 당근에서는 과중이후 9월 하순부터 발생되기 시작하여 11월 중순에 밀도가 가장 높은 경향을 나타내었다.



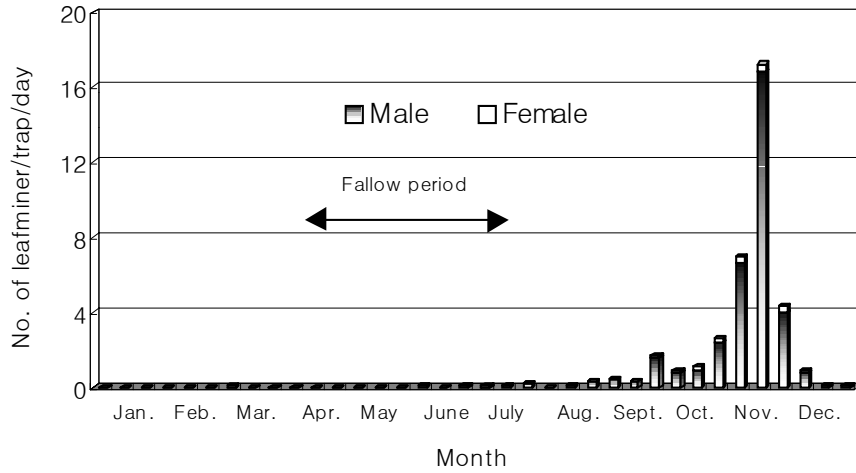


Fig. 5, Seasonal fluctuation of *L. trifolii* caught on yellow sticky trap in carrot fields, 1997.

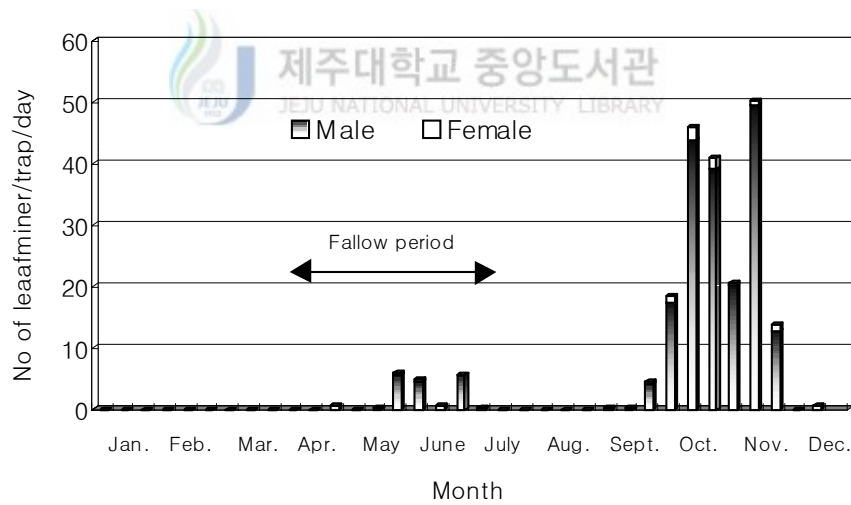


Fig. 6, Seasonal fluctuation of *L. trifolii* caught on yellow sticky trap in carrot fields, 1998.

이와 같이 노지에서 아메리카잎굴파리의 발생은 5월 하순부터 발생을 시작하여 가을철(9월)에 접어들면서 밀도가 급격히 증가하기 시작하고 있었으

며 10월과 11월에 주로 피해가 많았다.

그림 7과 같이 하우스 내 거베라 작물에서는 연중 발생이 반복되는 것으로 조사되었으며 6월 중순부터 발생이 증가하기 시작하여 9월 중순에 발생이 가장 많았고, 이 후 발생량은 점점 감소하였으나 피해는 9월부터 11월까지 나타났다. 그리고 1월부터 5월까지의 발생이 적어 피해가 크지 않았는데 이것은 이 시기에 거베라 가격이 높아 농가에서 주기적으로 농약을 살포했기 때문으로 생각되었다.

하우스 외부에서의 발생은 4월 하순부터 발생이 시작되어 10월 상순에 발생 최성기를 나타내었다. 이것은 西東(1993)이 하우스 외부에서 7~8월에 발생피크를 보였다는 보고와는 다르게 나타났다. 이는 본 조사시 하우스 외부에 망초와 하늘타리 등의 기주식물이 자생하고 있었고, 특히 8~10월에 거베라 가격의 하락으로 하우스 내 아메리카잎굴파리의 방제를 소홀히 했기 때문이라고 생각되었다.



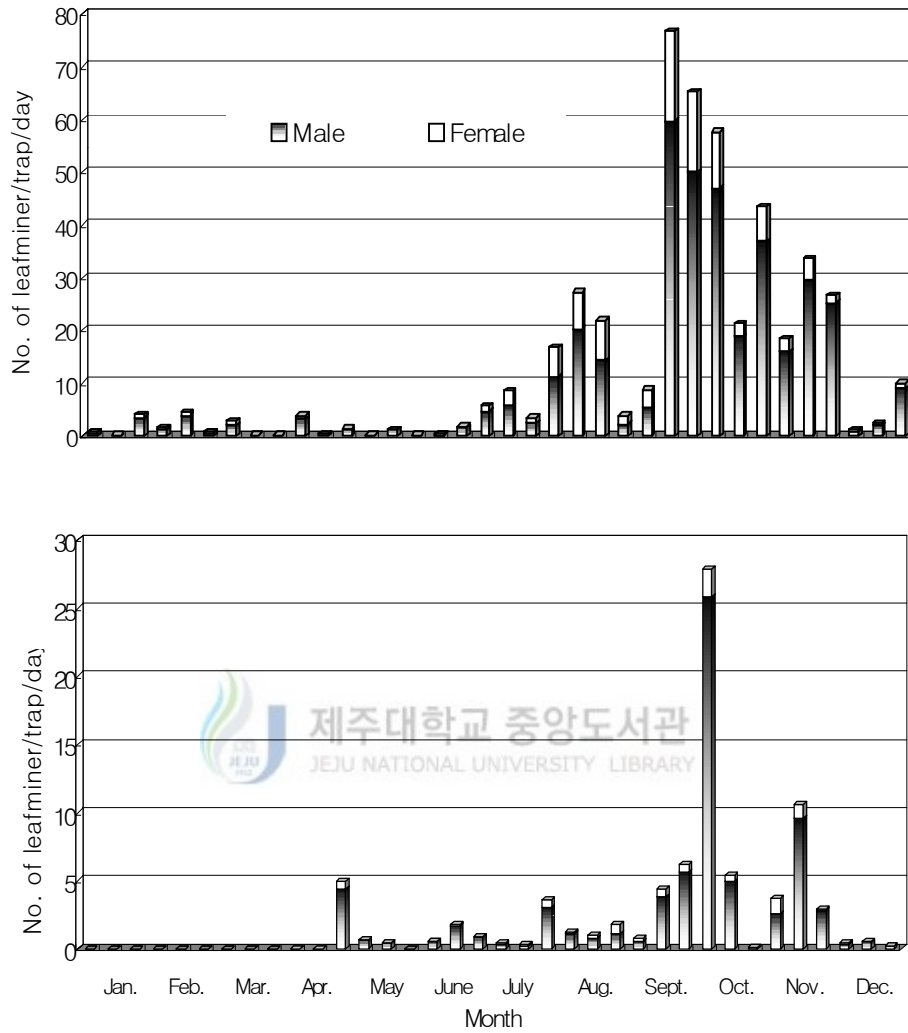


Fig. 7, Seasonal fluctuation of *L. trifolii* caught on yellow sticky trap in gerbera(above) and plastic house outside(below), 1997.

그림 8과 같이 1998년 아메리카잎굴파리의 발생이 1997년에 비해 전체적으로 매우 높은 밀도를 나타내었으며, 특히 6월과 7월 사이에 발생량이 매우 많았다. 최대 발생피크를 보인 시기는 7월 상순이었고 그 이후 10월과 11월에 다시 발생밀도가 높아지는 발생양상을 보였다. 이와 같이 발생밀도가 높았던 것은 거베라 가격이 낮았기 때문에 농가들이 방제를 소홀히 한 영향이라고 생각된다.

하우스 외부에서의 발생은 7월 중순부터 11월 하순까지 1997년에 비해 매우 높은 밀도가 유지되고 있었으며, 발생최성기는 1997년과 같은 10월 상순이었다. 기주식물은 1997년과 같은 망초와 하늘타리가 주를 이루고 있었다.



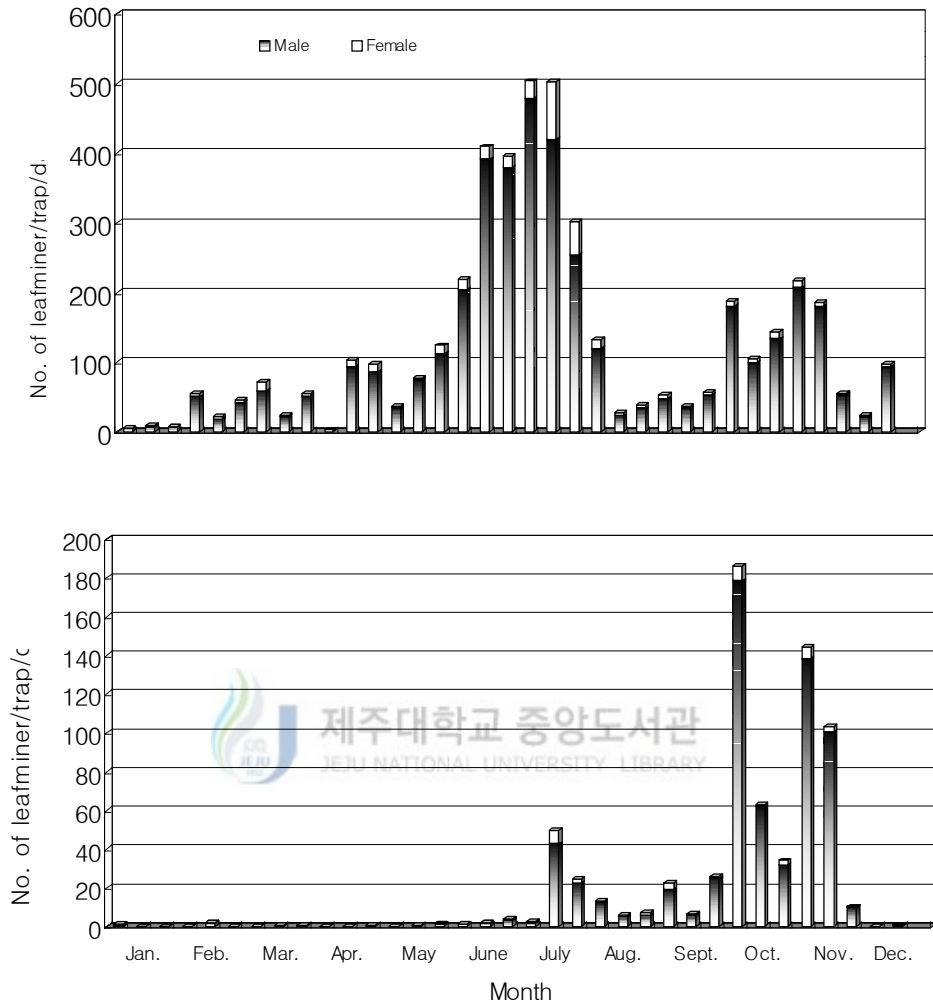


Fig. 8, Seasonal fluctuation of *L. trifolii* caught on yellow sticky trap in gerbera(above) and plastic house outside(below), 1998.

2년간(1997~1998) 조사에서 하우스 내에서는 연중 발생이 반복되는 것으로 조사되었고, 발생밀도의 시기별 변화는 농가들이 농약살포 등 재배방법에 따라 다르게 나타났다. 또한, 하우스 외부에서의 발생은 7월부터 발생이

증가하였으며, 겨울철 발생이 매우 낮았던 것은 西東(1992)이 보고한 것과 일치하였으나, 최대 발생피크를 나타낸 시기는 10월 상순으로 나타났다. 이 시기는 감자와 당근에서 10월부터 조사하였을 때 아메리카잎굴파리의 밀도가 급증했던 것과 일치하는 것으로 노지에서 아메리카잎굴파리의 분산이 가장 활발한 시기로 판단되었다. 또한, 하우스 내의 밀도가 외부의 발생밀도에 영향을 주기는 하였으나, 발생시기는 하우스 내의 발생소장과는 관계가 없었다.



2. 황색점착트랩의 설치 높이에 따른 아메리카잎굴파리의 유인 효율성

표 2에서 보는 바와 같이 아메리카잎굴파리의 밀도가 가장 낮았던 9월 17일의 조사를 제외한 나머지 조사 일에서는 트랩을 작물 높이로 설치한 트랩에 가장 많이 잡히는 것으로 조사되었다. 이는 발생밀도가 높을수록 그 경향은 더 높은 것으로 나타났다. 그러나 암컷의 경우 밀도가 높았던 10월 15일 조사를 제외한 나머지 조사에서는 높이간에 차이가 없었다. 이는 Weintraub와 Horowitz(1996)이 감자에서 *L. huidobrensis* (Blanchard)를 대상으로 트랩을 설치했을 때 작물 높이로 설치한 것이 작물 높이 이하 또는 이상으로 설치한 것보다 가장 많이 잡혔다는 보고와 일치하였다.

Table 2. Mean number of adult *L. trifolii* trapped at selected heights in potato field

Date	Mean number of adult caught/trap±SD at selected trap height(cm) ²⁾			
	Plant height	Above 30	Above 60	
17 Sept.	Male	4.4 ±2.2 ^a	3.8 ±3.6 ^a	0.8 ±0.8 ^a
	Female	0.2 ±0.5 ^a	0.6 ±0.6 ^a	0.4 ±0.6 ^a
	Total	4.6 ±2.5 ^a	4.4 ±3.7 ^a	1.2 ±1.1 ^a
8 Oct.	Male	29.8 ±17.9 ^a	4.5 ±4.7 ^b	2.8 ±2.2 ^b
	Female	2.8 ±1.8 ^a	3.3 ±2.2 ^a	0.2 ±0.5 ^b
	Total	32.6 ±18.9 ^a	7.8 ±2.9 ^b	3.0 ±2.6 ^b
15 Oct.	Male	145.0±40.8 ^a	46.2±12.0 ^b	15.2±7.3 ^b
	Female	9.2 ±3.8 ^a	5.6 ±3.2 ^{ab}	4.2 ±1.6 ^b
	Total	154.2±42.0 ^a	51.8±14.8 ^b	19.4±8.3 ^b

²⁾Means followed by the same letter per row trap date are not significantly different(P=0.05; DMRT)

표 3과 같이 당근에서는 감자와 동일하게 작물 높이로 설치한 트랩에 가장 많은 아메리카잎굴파리가 잡혔으나, 암컷의 포획수는 높이에 따른 차이가 없었다.

Table 3. Mean number of adult *L. trifolii* trapped at selected heights in carrot field

Date	Mean number of adult caught/trap±SD at selected trap height(cm) ²⁾		
	Plant height	Above 30	Above 60
17 Sept. Male	135.0±46.7 ^a	21.6 ±3.5 ^b	7.6 ±2.7 ^b
Female	9.0 ±4.2 ^a	4.4 ±2.3 ^a	4.6 ±2.9 ^a
Total	144.0±50.6 ^a	26.0 ±5.6 ^b	12.2 ±4.2 ^b
8 Oct. Male	159.4±36.7 ^a	65.8 ±9.9 ^b	35.2 ±12.6 ^b
Female	12.4 ±3.3 ^a	22.6 ±10.6 ^a	15.8 ±6.0 ^a
Total	171.8±39.2 ^a	88.4 ±18.7 ^b	51.0 ±14.3 ^b
15 Oct. Male	518.6±129.7 ^a	199.0±21.0 ^b	134.8±18.5 ^b
Female	66.0 ±15.8 ^a	93.6 ±26.1 ^a	89.4 ±19.8 ^a
Total	584.6±133.0 ^a	292.6±43.1 ^b	224.2±36.7 ^b

²⁾Means followed by the same letter per row trap date are not significantly different(P=0.05; DMRT)

표 4에서 보는 바와 같이 하우스 거베라에서 겨울(12월)과 가을(9월)에 조사한 것은 작물 높이로 설치한 트랩에 가장 많이 잡혔고 봄(4월)과 여름(6월) 조사에서도 작물 높이와 그 위 30cm에 설치한 트랩에 많이 잡혔다. 이것은 온도가 높을 경우 아메리카잎굴파리의 활동이 활발하기 때문인 것으로 판단된다. 즉, 온도가 높을수록 아메리카잎굴파리의 비행이 활발해지기 때문에 작물의 높이보다 더 높게 설치된 트랩에 온도가 낮았을 때보다 더 많이

잡힌다고 생각된다. 이것은 多多良과 古木(1993), Yathan 등(1988)이 거베라에서 작물 상단부 또는 그 위 30cm 높이로 트랩을 설치한 것이 가장 효율적이었다는 보고와 일치하였다.

아메리카잎굴파리의 발생 예찰을 위해 이용되고 있는 황색점착트랩의 경우에 키가 작은 작물의 경우에는 작물 높이로 트랩을 설치하는 것이 가장 효율적인 것으로 나타났다. 그러나, 작물의 생육이 빠르게 진전되는 시기에는 황색점착트랩을 작물높이로 설치할 경우 트랩을 회수하는 간격이 길면 작물이 트랩 높이보다 더 자라게 되어 오히려 트랩의 효율이 떨어지는 경우도 있기 때문에 작물 높이보다 10~20cm 정도 위에 설치하는 것이 바람직하다고 생각되었다.



Table 4. Mean number of adult *L. trifolii* trapped at selected heights in gerbera field

Date	Mean number of adult caught/trap±SD at selected trap height(cm) ²⁾			
	Plant height ³⁾	Above 30	Above 60	
27 Dec.	Male	711.6±124.7 ^a	347.8±94.7 ^b	223.6±67.6 ^b
	Female	44.8 ±15.6 ^a	49.8 ±4.6 ^a	55.2 ±12.8 ^a
	Total	786.4±131.6 ^a	457.6±95.3 ^b	368.8±76.4 ^b
27 Apr.	Male	262.0±105.9 ^a	192.6±67.4 ^a	65.0 ±30.4 ^b
	Female	36.4 ±9.5 ^a	32.0 ±24.0 ^a	19.2 ±10.6 ^a
	Total	328.4±106.1 ^a	284.6±87.2 ^{ab}	174.2±39.2 ^b
25 June	Male	459.4±53.0 ^a	511.6±192.6 ^a	188.0±51.7 ^b
	Female	38.0 ±14.5 ^b	59.8 ±20.7 ^a	33.2 ±9.9 ^b
	Total	527.4±61.5 ^a	631.4±204.4 ^a	311.2±57.5 ^b
2 Sept.	Male	473.2±93.6 ^a	258.0±94.6 ^b	112.4±64.6 ^c
	Female	59.0 ±11.4 ^{N.S}	60.6 ±28.4 ^{N.S}	29.4 ±17.0 ^{N.S}
	Total	562.2±90.6 ^a	378.6±109.9 ^b	231.8±81.1 ^c

²⁾Means followed by the same letter per row trap date are not significantly different(P=0.05; DMRT)

³⁾plant height =30cm

3. 계절별, 시간별 아메리카잎굴파리의 부착수

그림 9에서 보는 바와 같이 봄(5월) 조사에서 온도는 18.7~30.3℃의 분포를 나타냈으며, 황색점착트랩에 잡힌 아메리카잎굴파리의 비율은 아침 8시부터 오후 4시에 전체비율의 79.9%를 차지하였고, 특히, 오후 2시부터 4시에 전체의 24.9%로 가장 많이 잡혀 14~16시 사이가 가장 활동적이었다.

여름(7월) 조사에서는 온도가 30.3~41.3℃의 매우 높은 온도 분포를 나타내었는데, 트랩에 잡힌 아메리카잎굴파리는 해가 뜬 후부터 오후 4시 사이 트랩에 잡힌 비율은 전체의 86%를 차지했으며 특히, 해 뜬 후부터 8시까지, 오전 10시부터 오후 4시 시간대에 각각 전체의 20.8, 75.7%로 가장 많이 잡혔는데, 이 시간동안에 잡힌 비율은 77.5%를 차지하였다. 이는 봄(5월)과 가을(10월)조사에서 오전 8시부터 10시 사이에 포획량이 많았던 것과는 차이를 보였다.

가을(10월) 조사에서 온도분포는 13.5~34.5℃ 였으며, 최고·최저온도의 편차가 심했다. 오전 8시부터 오후 4시 사이에 전체 잡힌 아메리카잎굴파리 비율의 96.1%가 잡혔으며 12~14시에 27.4%가 잡혀 가장 높은 비율을 차지하였고 14~16시, 08~10시에 각각 25.4, 24.2%로 많이 잡혀 전체 비율의 77.0%를 차지하였다. 봄과 여름조사와 달리 20~08시에 아메리카잎굴파리가 거의 잡히지 않았던 것은 일출 시간이 늦기 때문인 것으로 보여진다.

황색점착트랩에 잡힌 아메리카잎굴파리는 수컷이 매우 많았으며, 밀도가 매우 낮았을 때에는 거의 수컷만 잡히는 경향이였다. 이는 多多良와 古木(1993)이 보고한 것과 유사하였으나, 트랩에 잡힌 수가 적으면 수컷의 비율이 약간 떨어지는 것으로 보고하였는데, 본 조사에서는 밀도와 관계없이 수컷의 비율이 매우 높게 나타났다. 이는 Chandler(1985)가 피망에서 조사한 결과와 일치하였다.

일일 시간대별로 트랩에 잡힌 아메리카잎굴파리의 부착수에 대하여 Mann-Whitney의 U검정을 실시한 결과 계절간에는 차이가 있었지만(봄과 여름: $U=25.0$, $U(0.05)=12$, 봄과 가을, 여름과 가을: $U=26.0$, $U(0.05)=9$, 시간별 성비가 계절간에는 유의성이 없었다. 같은 날 일일 시간별 성비의 차이가 여름철에는 없었으나, 봄철에는 08~10시에 성비가 0.91로 가장 높았으며, 가을철은 12~14시에 0.54로 가장 높았다. 온도와 오전 시간대의 부착율 간에는 $r=-0.49$ 로 역상관을 나타내었으며, 유의수준은 67%로 낮았다. 이는 아메리카잎굴파리의 비행 활동 양상에 대해 온도 단독으로 영향을 주지 않는다는 보고(Smith and Prokopy, 1981; Zehnder and Trumble, 1984)와 일치하였다.

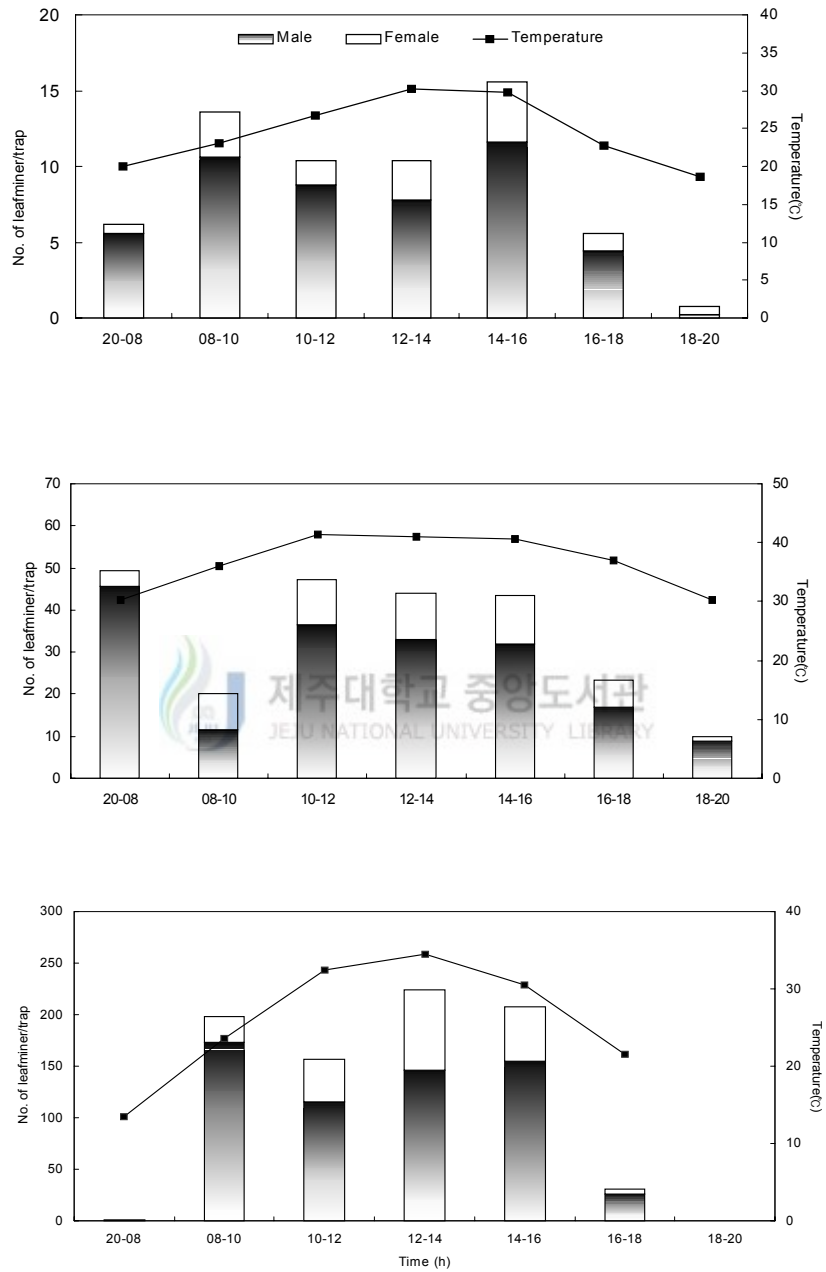


Fig. 9, Dial activity of *L. trifolii* as measured by 2-h interval sticky trap collections in gerbera field (Upper: 20 May, Middle: 7 July, Lower: 29 Oct)

V. 적 요

본 연구는 제주지역에서 아메리카잎굴파리에 대한 시기별 발생정도와 황색점착트랩의 최적 설치 높이 및 일일활동을 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 아메리카잎굴파리는 봄감자 재배시기에는 수확직전에 일부 발생이 있었으나 그 피해는 경미하였으며, 주 피해시기는 가을감자 재배시기였다. 밀도가 가장 높게 형성되었던 시기는 10월 상순이었으며, 콩 밭에서의 발생양상은 감자와 비슷하였다.
2. 당근에서는 8월 하순부터 발생이 시작되었으며, 발생최성기는 11월 중순이었다.
3. 거베라에서는 연중 발생되었으며, 1997년에는 9~11월, 1998년에는 6~7월에 발생이 많았다.
4. 점착트랩의 설치는 작물 상부에 가까울수록 많이 잡혔으며, 암컷에 대한 수컷의 비율도 같은 경향이었다.
5. 아메리카잎굴파리의 비행활동은 14~16시에 가장 활발하였으며 5월 조사에서는 2회 피크가 있었으나 7월과 10월 조사에서는 1회 피크가 있었다. 또한, 일주활동 양상은 계절간에 차이가 있었으며, 온도와는 상관은 없었다.

VI. 인용문헌

- Affeldt, H. A., R. W. Thimijan, F. F. Smith and R. E. Webb. 1983. Response of the greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) and the vegetable leafminer (Diptera: Agromyzidae) to photospectra. J. Econ. Entomol. 76: 1405-1409.
- Chandler, L. D. and F. E. Gilstrap. 1986. Seasonal dispersion pattern of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) infesting bell pepper. Environ. Entomol. 15: 383-387.
- Chandler, L. D. and F. E. Gilstrap. 1986. Seasonal fluctuations and age structure of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) larval populations on bell peppers. J. Econ. Entomol. 80: 102-106.
- Chandler, L. D. 1985. Flight activity of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in relationship to placement of yellow traps in bell pepper. J. Econ. Entomol. 78: 825-828.
- Foster, R. E. and C. A. Sanchez. 1988. Effect of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) larval damage on growth, yield, and cosmetic quality of celery in Florida. J. Econ. Entomol. 81(6): 1721-1725.
- 한만중, 이승환, 최준열, 안성복, 이문홍. 1996. 침입해충 아메리카잎굴파리 (*Liriomyza trifolii* (Burgess))의 발생보고. 한응곤지 35(4): 309-314.
- Heinz, K. M., M. P. Parrella and J. P. Newman. 1992. Time-efficient use of yellow sticky traps in monitoring insect populations. J. Econ. Entomol. 85(6): 2263-2269.
- 홍기정, 한만중, 김인수, 안성복, 이문홍. 1996. 아메리카잎굴파리의 피해정도 및 기주식물. 농업논문집 38(1): 539-544.
- 古木孝典. 1992. 静岡県におけるマメハモグリバエの発生實態. 今月の農業 36(10): 16-19.
- Johnson, M. W., E. R. Oatman, J. A. Wyman and R. A. van Steenwyk. 1980. A technique for monitoring *Liriomyza sativae* in fresh market tomatoes.

- J. Econ. Entomol. 73: 552-555.
- 林 恵子, 大野 和朗, 林 浩二. 1993. ガーベラ圃場でのマメハモグリバエに対する殺虫剤の効果. 九病虫研會報 39: 134-136
- 大石綱裕. 1992. ガーベラ. 토마토. 셀러리에におけるマメハモグリバエの藥劑防除試驗. 今月の農業 36(10): 21-24
- Palumbo, J. C., C. H. Mullis, Jr, and F. J. Reyes. 1994. Composition, seasonal abundance, and parasitism of *Liriomyza* (Diptera: Agromyzidae) species on lettuce in Arizona. J. Econ. Entomol. 87(4): 1070-1077.
- 박중대. 1996. 아메리카잎굴파리의 기주범위 및 각 충태별 발육에 미치는 영향. 한응곤지 35(4): 302-308.
- Robin, M. R. and W. C. Mitchell. 1991. Sticky trap for monitoring leafminers *Liriomyza sativae* and *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) and their associated hymenopterous parasites in watermelon. J. Econ. Entomol. 80(6): 1345-1347.
- 西東 力. 1989. 멜론을加害するナスハモグリバエの發生生態と防除. 植物防疫 43(2): 73-76.
- 西東 力. 1992. 마메하모グリバエ의わか國における發生と防除. 植物防疫 46(3): 103-106.
- 西東 力. 1993. 마메하모グリバエ의最近における發生と防除. 植物防疫 47(3): 23-24.
- 西東 力, 池田二三高, 小澤朗人. 1996. 靜岡縣におけるマメハモグリバエ의寄生者相と殺蟲劑の影響. 日本応動昆 40(2): 127-133.
- Sanderson, J. P., M. P. Parrella and J. T. Trumble. 1989. Monitoring insecticide resistance in *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) with yellow sticky cards. J. Econ. Entomol. 82(4): 1011-1018.
- 多多良明夫, 古木孝典. 1993. 마메하모グリバエ에對するトラップ의效率的使用法とミニトマト. 셀러리에의施設栽培における의發生と被害. 今月の農業 37(10): 73-77.
- Trumble, J. T. and H. Nakakihara. 1983. Occurrence, parasitization, and sampling of *Liriomyza* species (Diptera: Agromyzidae) infesting celery

- in California. Environ. Entomol. 12(3): 810-814.
- Trumble, J. T.. 1990. Vegetable insect control with minimal use of insecticides. HortScience 25(2): 159-164.
- Wolfenbarger, D. A. and D. O. Wolfenbarger. 1966. Tomato yields and leafminer infestations and a sequential sampling plan for determining need for control treatments. J. Econ. Entomol. 59: 279-283.
- Yathom, S., R. Marcus, M. Chen and S. Tal. 1988. Comparison of different positions and heights of yellow sticky traps for sampling populations of the leafminer *Liriomyza trifolii*. Phytoparasitica 16(2): 217-224.
- Yudin, L. S., W. C. Mitchell and J. J. Cho. 1987. Color preference of thrips (Thysanoptera: Thripidae) with reference to aphids (Homoptera: Aphididae) and leafminers in Hawaiian lettuce farms. J. Econ. Entomol. 80: 51-55.
- Zehnder, G. W. and J. T. Trumble. 1984. Spatial and diel activity of *Liriomyza* species (Diptera: Agromyzidae) in fresh market tomatoes. Environ. Entomol. 13: 1411-1416.
- Zoebisch, T. G., J. L. Stimac and D. J. Schuster. 1993. Methods for estimating adult densities of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) in staked tomato fields. J. Econ. Entomol. 86(2): 523-528.

감사의 글

본 논문이 완성되기까지 지도편달을 아끼지 않으신 권 오균 지도교수님과 바쁘신 가운데에도 세심하게 논문심사를 하여주신 고 영우 교수님과 강 영길 교수님께 진심으로 감사드리며 평소 애정과 관심으로 학업을 이끌어 주신 박 양문 교수님, 오현도 교수님, 조 남기 교수님, 김 한림 교수님, 송 창길 교수님께도 감사드립니다. 그리고 논문을 쓸수 있도록 애써 주신 송 정흡 연구사님, 홍 순영 연구사님, 강 상훈 연구사님 진 석천 연구사님께 감사드리며 항상 옆에서 힘이 되어준 미라, 은경, 희영, 정란에게도 고마움을 전하며 주위에서 많은 도움을 주신 모든 분들께도 감사의 마음을 전합니다.

마지막으로 이 조그마한 결실의 기쁨을 아버지, 어머니, 동생 상현, 상진이와 함께 하고자 합니다.

