

## 복숭아순나방 성페로몬 미끼 평가 및 수원지역에서 주요 발생시기 예찰

김동순\* · 부경생<sup>1</sup> · 전흥용<sup>2</sup>제주대학교, <sup>1</sup>서울대학교, <sup>2</sup>원예연구소 원예환경과Evaluation of Pheromone Lure of *Grapholita molesta* (Lpidoptera: Tortricidae) and Forecasting Its Phenological Events in SuwonDong Soon Kim\*, Kyung Saeng Boo<sup>1</sup> and Heung Yong Jeon<sup>2</sup>

Faculty of Bioscience and Industry, College of Applied Life Science, Cheju Natl. Univ., Cheju 690-756, Republic of Korea

<sup>1</sup>School of Agricultural Biotechnology, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul Natl. Univ., Seoul, Republic of Korea<sup>2</sup>Horticultural Environment Division, National Horticultural Research Institute, RDA, Suwon 441-440, Republic of Korea

**ABSTRACT :** The sex pheromone blend (Z8-12AC : E8-12AC : Z8-12OH = 95 : 5 : 1) of oriental fruit moth, *Grapholita molesta* (Busck), was evaluated with reference to its male attractivity at different dosage and lure longevity of 1.0 mg in a field condition. Also, degree-days (DD) were calculated up to major phenological events of *G. molesta* using seasonal adult flights monitored by pheromone traps and egg population densities in early season in Suwon peach orchards. In the range of 0.1-4.0 mg dosage examined, *G. molesta* males caught in pheromone trap decreased with increasing total pheromone doses. The highest number of *G. molesta* males were attracted in traps baited with 0.1 mg-lure, and there were no significantly differences among 0.5 to 4.0 mg-lure. In longevity test with a 1.0 mg-lure, there was no difference in mean numbers of *G. molesta* males caught between traps with fresh-baited lures every 20d and field-lasting lures up to ~50d after trap installation, but thereafter more *G. molesta* males were attracted in the field-lasting lures than in the fresh-baited lures. Accumulated degree-days (DD) from January 1 to the first adult emergence (biofix) were 39DD at a lower threshold temperature 8.1°C. Degree-days from the biofix up to the 1st adult peak through 4th peak were 98DD, 620DD, 1233DD, and 1916DD, respectively. Required degree-days from the 1st adult peak to the 1st egg peak were 130DD, while the 2nd egg peak timing was simultaneous with the 2nd adult peak. Further, management strategies of *G. molesta* were discussed in peach orchards.

**KEY WORDS :** *Grapholita molesta*, Pheromone traps, Degree-days, Phenology Forecasting, Peach

**초 록 :** 복숭아순나방 성페로몬(Z8-12AC : E8-12AC : Z8-12OH = 95 : 5 : 1) 처리량에 따른 수컷 성충 유인수 및 페로몬 총량 1.0 mg-미끼의 유인력 지속시간을 포장조건에서 평가하였다. 또한 수원지역 복숭아과원에서 연간 복숭아순나방 페로몬 유살량 및 계절초기 알 발생밀도 등 기초 생태자료를 이용하여 주요 발생시기별 적산온도를 산출하였다. 복숭아순나방은 실험을 실시한 페로몬 처리량 0.1-4.0 mg 범위에서 처리량이 증가할수록 유인수가 감소하였다. 0.1 mg-미끼에 가장 많은 수컷성충이 유인되었고, 0.5-4.0 mg 범위에서는 통계적으로 유인수의 차이가 없었다. 1.0 mg-미끼를 이용하여 20일 간격으로 미끼를 교체한 트랩과 교체하지 않은 트랩 간 수컷 유인수를 조사한 결과 약 50일까지 서로 차이가 없었으나, 그 후에는 미끼를 교체하지 않은 트랩에 더 많은 수컷 성충이 유인되는 경향을 보였다. 복숭아순나방 초발생일까지 적산온도는 1월 1일부터 8.1°C 이상 평균 대기온도를 누적했을 때 약 39DD 이었다. 또한 초발일 기준 각 발생최성기까지 누적된 적산온도는 1세대 98DD, 2세대 620DD, 3세대 1233DD, 4세대 1916DD 이었다. 1세대 성충 발생최성기에서 알 밀도

\*Corresponding author. E-mail: dongsoonkim@cheju.ac.kr

최성기까지는 약 130DD 차이가 있었고, 2세대 성충 발생최성기와 알 발생최성기는 비슷한 시기에 나타났다. 기타 복숭아과원에서 복숭아순나방 방제 전략에 대하여 고찰하였다.

**검색어** : 복숭아순나방, 페로몬 트랩, 적산온도, 발생예찰, 복숭아

복숭아순나방(*Grapholita molesta* (Busck))은 아시아 원산으로 현재는 북미, 남미, 유럽 및 호주 등 전 세계에 분포하고 있는 과수의 주요 해충이다(Yokoyama and Miller, 1988). 이 해충은 노숙 유충상태로 나무 거친껍질 틈 등에서 월동하고, 유충이 복숭아나무, 사과나무, 배나무, 매실나무, 모과나무, 뽕나무, 앵두나무, 살구나무 등 신초나 과실을 가해한다. 우리나라에는 오래 전부터 과수의 주요한 해충으로 기록되어 있으나(Machida and Aoyama, 1931), 최근 얼마 전까지만 해도 그 피해의 심각성이 부각되지 않았었다. 즉 90년 초중반 우리나라 중부지역 사과류 및 핵과류 재배지역에서 조사된 복숭아순나방 피해는 신초의 경우 다소 높은 상태이나, 경제적으로 중요한 과실피해 측면에서는 피해과율 < 0.2%로 높지 않았다(Jeon *et al.*, 2000). 또한 잎말이나방류나 심식충류 방제약제로 동시방제가 가능한 측면은 있으나, 직접 복숭아순나방 방제목적으로 최근 복숭아에서 2품목 약제가 등록된 것 외에는 없다는 것도 실제 재배현장에서 방제 요구도가 높지는 않았다는 것을 드러내는 것이라 생각된다(KCPA, 2003). 하지만 최근 나주에서 배의 중요한 해충으로 인식되고 있으며 방제가 소홀한 경우 심각한 피해를 야기 시키는 것으로 보고하고 있다(Yang *et al.*, 2001). 뿐만 아니라 대구 사과 및 이천 복숭아 재배지역에서 농가나 해에 따라 차이는 있으나 약제살포 횟수를 절감하거나 적기방제에 실패하는 농가의 경우 높은 과실피해가 관측된다(1997-2002, Personal observation).

외국의 경우 복숭아순나방은 많은 과수재배 지역에서 관건해충(key pest)으로 취급되고 있으며(Rothschild and Vickers, 1991), 그 동안 효과적인 약제방제 체계 및 페로몬 트랩을 이용한 예찰방제 등이 폭넓게 연구되었고(Phillips, 1973; Menzies *et al.*, 1979; Rice *et al.*, 1984) 최근에는 성페로몬을 이용한 다양한 교미교란 방제법이 접목 실행되고 있다(Rice and Kirsch, 1990; Pree *et al.*, 1994; Evenden and McLaughlin, 2004). 우리나라에서는 그 동안 복숭아순나방의 효과적인 예찰방법이 없었던 관계로 경험적인 예찰과 방제에 의존하였으나 최근 국내의 복숭아순나방에 적합

한 성페로몬 성분이 밝혀지면서 발생 예찰용 페로몬 트랩이 보급되고 있으며(Boo *et al.*, 1995; Boo, 1998) 또한 부분적으로 교미교란 방제법이 개발되고 있다(Yang *et al.*, 2003). 현재 복숭아순나방 페로몬 트랩이 전국 과수재배지역에 많이 보급되어 있으나 아직까지 페로몬 예찰 및 방제에 대한 구체적 방안이 제시되지 않고 있는 실정이다. 특히 복숭아 과원에서는 7월부터 과실이 수확되므로 복숭아순나방 1-2세대 발생기 예찰을 통한 적기방제가 필요하다.

페로몬 트랩을 이용하여 해충 개체군을 예찰하는데 있어서 그 해충의 정확한 페로몬 성분의 동정뿐만 아니라 페로몬 처리량, 지속적 방출량과 관련된 페로몬 미끼의 유인력 지속기간, 기타 트랩의 형태 및 밀도 등이 중요한 요소로 알려져 있다(Anshelevich *et al.*, 1993; Evenden *et al.*, 1995). 따라서 본 연구에서는 복숭아순나방 페로몬 처리량(약량)에 따른 수컷 성충 유인수 및 현재 보급하고 있는 1.0 mg-페로몬 미끼의 유인력 지속기간을 평가하고자 실시하였으며, 1.0 mg-미끼 페로몬 트랩을 이용한 연간 발생소장자료, 계절 초기 알 밀도 자료 등을 이용하여 복숭아순나방 주요 발생시기까지 필요한 적산온도 정보를 얻고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 페로몬 처리량 및 지속기간 평가

페로몬 처리량에 따른 수컷성충 유인량 : 페로몬 처리량에 따른 복숭아순나방 유인정도를 파악하기 위하여 페로몬 총량 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 mg을 처리하여 유인량을 조사하였다. 복숭아순나방 페로몬 성분으로 알려진 Z8-12AC, E8-12AC, Z8-12:OH 등 각 페로몬 성분을 헥산에 녹여서 95:5:1 비율로 혼합한 다음 각 총량에 해당하는 양을 직경 5 mm 고무격막에 침적시켰다. 준비된 페로몬 미끼는 날개형 트랩(pherocon 1C; Trece, Salinas, CA, U.S.A.)을 이용하여 1997년 6월 23일 수원시 장안구 이목동 원예연구소 복숭아 과수원에 총 6반복으로 설치하였다. 트랩 설치시

트랩간의 거리는 30 m 이상 이격시켰으며 나무 높이 약 150 cm에 설치하였다. 유인수는 트랩설치 후 6월 /28일, 7/7, 7/18, 7/29, 8/8, 8/20, 9/1, 9/12 등 8회 조사하였다.

페로몬 미끼의 유인력 지속기간 : 위와 동일한 방법으로 제작한 페로몬 총량 1.0 mg-미끼를 이용하여 복숭아순나방 페로몬 미끼의 유인력 지속기간을 조사하였다. 준비된 페로몬 미끼는 날개형 트랩을 이용하여 1997년 4월 30일 사과원/복숭아 혼합과원(수원시 서둔동 여기산 과원)과 복숭아과원(수원시 이목동 원예연구소)에 각각 6개씩 설치하고 5-8일 간격으로 7월 10일까지 조사하였다. 이들 중 각 3개 트랩에 대해서는 페로몬 미끼를 20일 간격으로 새로운 것으로 교환하여, 처음 설치 후 교환하지 않은 트랩의 유인수와 비교하였다. 모든 트랩은 30 m 이상 이격시켜 나무 높이 약 150 cm에 설치하였으며, 매 조사시기 마다 트랩 위치를 시계방향으로 이동시켰다.

자료분석 : 페로몬 처리량에 따른 수컷성충 유인량 실험에서 트랩 설치 후 처음 5일간 유인된 수컷 성충수를 이용하여 페로몬 처리량에 따른 유인수 차이를 SAS PROC ANOVA로 분석하였으며, 평균간 비교는 Tukey 검정을 이용하였다(SAS Institute, 1999). 또한 각 조사일에 유살된 총 성충수에 대한 각 처리의 유인수 비율을 계산하여 조사기간 동안 각 처리량별 상대적 유인수 변화 경향을 비교하였다. 또한 페로몬 미끼 지속기간 실험에서 두 트랩 간 수컷 유인수는 t-검정을 이용하여 비교하였다.

### 성충 발생소장 및 계절초기 기초 발생생태 조사

복숭아순나방 연간 발생소장을 1 mg-미끼(Z8-12AC : E8-12AC : Z8-12 : OH = 95 : 5 : 1)를 이용하여 조사하였다. 1997년부터 1999년까지는 날개형 트랩을 사용하였고 2000-2002년은 한국포장디자인센터(대구)에서 구입한 델타형(Model A 2000, 밀판크기 135 × 185 mm)을 사용하였다. 페로몬 미끼는 약 30-40일 간격으로 교환하였고 끈적이 판은 트랩 당 40마리 이상이 유살된 경우에 새것으로 바꾸었다. 각 년도 모두 수원시 서둔동(여기산 과원)과 수원시 이목동(원예연구소) 복숭아 과원에 각 1개 트랩을 4월 상순경 나무 높이 약 150 cm에 설치하였다. 유살수 조사는 복숭아순나방 수컷 초발일이 확인될 때까지는 매일 실시하였으며 그 후에는 반순별(5-6일 간격)로 조사하였다.

또한 이목동 복숭아과원에서 복숭아순나방 피해신초수를 성충 초발일부터 시작하여 2000년과 2001년 5-10일 간격으로 조사하였다. 시기별로 임의로 5-10주를 선택하고 주 당 20 신초(직립성 도장지)에서 피해신초수를 기록하였다. 또한 성충 1세대 및 2세대 발생기 시기별 알 밀도와 알 부화율을 조사하였다. 매 조사 시기 마다(5-10일 간격) 총 5주에서 주당 5개 신초를 채취하여 해부현미경(10-20X)을 이용 알 수 및 부화된 알 수를 조사하였다.

### 적산온도와 주요 발생시기와 관계

적산온도 계산시 우리나라에서 복숭아순나방 월동 유충 발육영점온도로 알려진 8.1°C를 적용하였다(Yang et al., 1997). 성충 초발일까지는 1월 1일부터 적산온도를 계산하였으며, 성충 각 세대 발생최성기, 그리고 1세대 및 2세대 알 발생최성기까지는 성충발생 초발일(biofix)을 기준점으로 적산온도를 계산하였다. 초기 1-2마리 유살 후 몇 일 동안 지속적으로 성충 유살수가 없는 경우가 나타났으며(종종 10일 이상) 이런 경우는 생태적으로 의미가 없는 것으로 간주하였고, 3일 이상 연속적으로 성충이 유살되는 첫째 날을 초발일로 간주하였다. 또한 발생소장 자료의 각 발생최성기 정점을 명확히 하기 위하여 8-15% 범위에서 FFT (fast Fourier transform) 필터링을 통하여(Jandel Scientific, 1996) 자료를 변환시켰고, 그 다음 정점을 결정하였다(Fig. 4).

적산온도는 발생소장 조사를 실시한 과수원에서 약 1-5 km 떨어진 수원기상대 일별 평균온도 자료를 이용하여 구하였으며, 발육상한온도는 무시하였다. 즉 일 평균온도에서 발육영점온도를 빼어 일유효온도를 구하고 이를 매일 누적하여 계산하였다. 2002년 조사된 발생소장 자료는 1997-2001년까지 자료에서 얻은 주요 발생시기까지 적산온도를 검정하는 데 이용하였다.

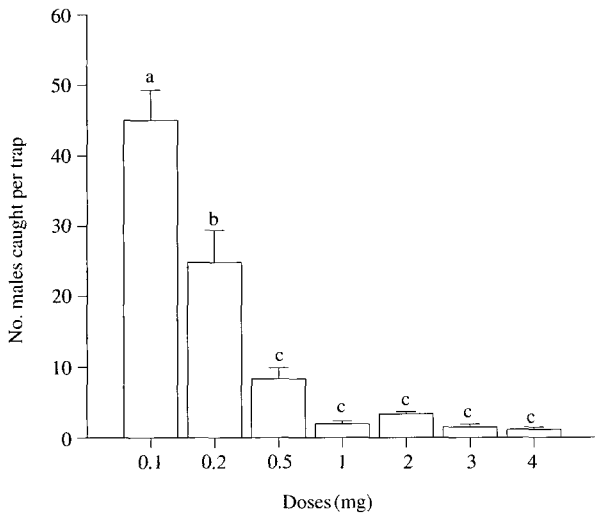
## 결 과

### 페로몬 처리량에 따른 유인력

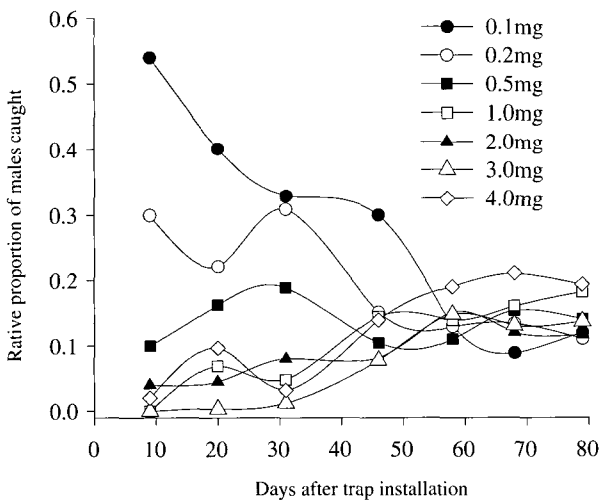
트랩 설치 후 처음 5일간 유인된 복숭아순나방 수컷 수는 페로몬 처리량에 따라 큰 차이를 보였다(Fig. 1,  $F = 46.45$ ;  $df = 6, 35$ ;  $p < 0.001$ ). 페로몬 양을 가장 적게 처리한 0.1 mg-미끼에서 유인수는 가장 많은 양

을 처리한 4.0 mg 보다 약 26배 많았으며, 실험을 실시한 처리량 범위 중에서 0.5-4.0 mg-미끼들 간 유인수에는 통계적 차이가 없었다. 페로몬 처리량에 따른 상대적 유인 비율은 처리량이 증가할수록 지수함수적으로 감소하는 경향을 보였다.

각 페로몬 처리량별 상대적 유인비율 크기는 시간이 경과할수록 변화하였다(Fig. 2). 즉 처리량이 적은 경우는 처음 상대적 유인비율이 높은 상태에서 서서히 그 비율이 감소하였고, 처리량이 많은 경우는 그



**Fig. 1.** Number of *G. molesta* males caught in pheromone traps baited with a 95 : 5 : 1 mixture of Z8-12 : AC, E8-12 : AC, and Z8-12 : OH according to dosage for the first 5d after trap installation. Mean  $\pm$  SE of males caught; the same letters on figure are not significantly different ( $P > 0.05$ , Tukey test).



**Fig. 2.** Changes of relative proportion of *G. molesta* males caught in each dose through days after trap installation.

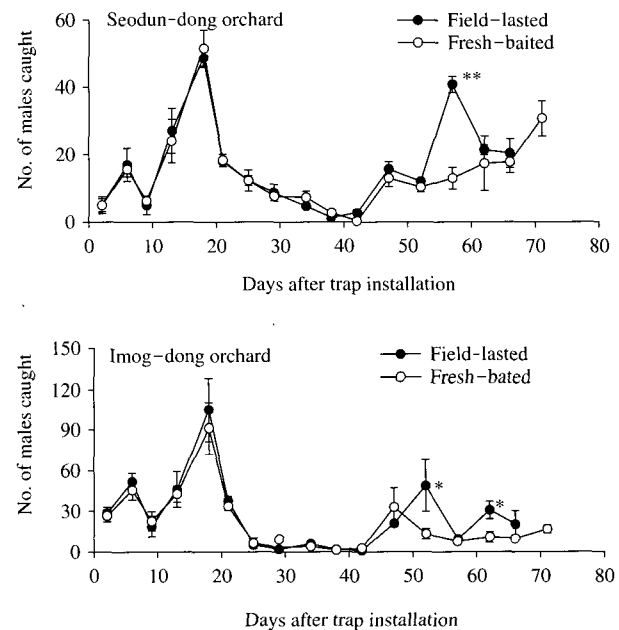
반대의 경향을 보였다. 트랩 설치 후 40일에서 50일경 사이에 각 처리량의 상대적 유인비율이 부분적으로 서로 교차되었으며, 50일 이후에는 처음 유인비율이 가장 적었던 4.0 mg-미끼의 유인비율이 가장 높아졌으며 반대로 0.1 mg-미끼의 유인비율은 낮아지는 경향을 보였다. 결국은 조사기간 끝부분에서 모든 처리량의 유인비율이 10-20% 범위로 수렴하는 경향을 보였다.

**페로몬 미끼 지속기간**

복숭아순나방 페로몬 미끼를 20일 간격으로 교환한 트랩과 교환하지 않은 트랩의 성충 유인수를 비교한 결과 Fig. 3과 같았다. 트랩 최초 설치 후 약 50일까지는 두 종류의 트랩간 차이가 없었으나 그 이후에는 20일 간격으로 미끼를 교환한 트랩에 오히려 적은 수의 성충이 유인되는 경향을 보였다. 서둔동 과원에서는 트랩 설치후 58일, 이목동 과원에서는 52일 및 62일에 오래된 트랩에서 더 많은 성충이 유인되었다.

**성충 발생소장 및 계절초기 기초 발생생태**

페로몬 트랩에 유인된 복숭아순나방 수컷 성충의



**Fig. 3.** Population trends of *G. molesta* males caught in pheromone traps baited with different lure longevities. Field-lasted means that lures were not replaced after its first installation, while fresh-baited indicates that lures were replaced with fresh lures every 20 days during the experiment: \*significantly different at 5%, \*\*significantly different at 1% between two traps at each date.

발생소장은 년도(1997-2001년)에 따라 약간의 차이는 있었으나 1세대 성충(월동세대) 4월 하순에서 5월 상순, 2세대 성충 6월 상중순, 3세대 성충 7월 중하순, 4세대 성충 8월 하순에서 9월 상순경에 발생최성기를 보였다. 발생소장 자료의 각 발생최성기 정점을 명확히 하기 위하여 FFT (fast Fourier transform) 필터링을 통하여 변환시킨 자료를 Fig. 4 (2001년 자료; 15% 필터링)에 예로 제시하였다.

복숭아순나방 수컷 성충 페로몬 트랩 유인수와 관련지어 계절초기 알 밀도 및 피해 신초 수의 변화는 Fig. 5와 같았다. 성충 초발생일부터 알 밀도 최성기일까지 일수는 2000년 34일, 2001년 27일 정도 되었다. 월동세대(1세대 성충)의 경우 성충 최성기부터 알 밀도 최성기까지는 10-15일 정도 차이가 있었으나, 2세대 성충 최성기와 알 밀도 최성기와는 큰 차이가 없었다. 월동세대가 낳은 알의 처음 부화시기는 2000

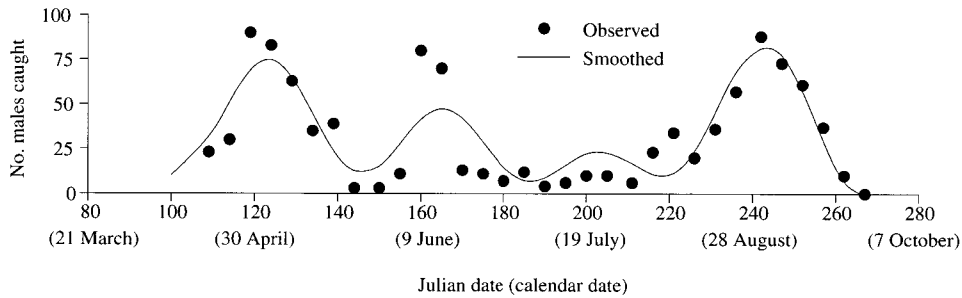


Fig. 4. Typical seasonal flight pattern of *G. molesta* males caught in pheromone trap with 1.0 mg-lure in a peach orchard, Suwon, 2001. Thick line indicates smoothed sequence via fast Fourier transform filtering at 15%.

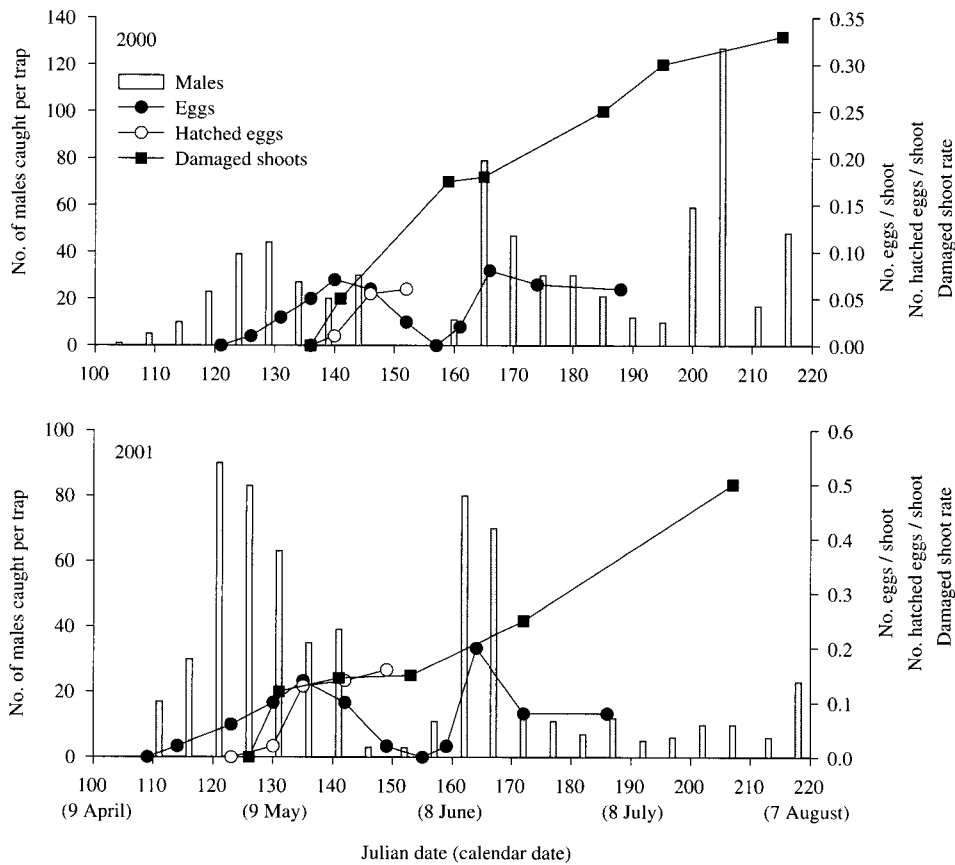


Fig. 5. Trends of *G. molesta* male populations, egg densities, egg hatch rate, and damaged shoot rates in early season in peach orchards, Suwon.

**Table 1.** Accumulated degree-days<sup>1</sup> up to each phenological event of *G. molesta* in peach orchards in Suwon

Year	1st catch (Date, Degree-days)	1st peak		2nd peak		3rd peak	4th peak
		Adults	Eggs	Adults	Eggs		
1997	Apr. 12, (33.9)	91.2 (125.1)	- <sup>2</sup>	594.2 (628.1)	-	1192.0 (1225.9)	1886.2 (1920.1)
1998	Apr. 7, (36.1)	102.6 (126.6)	-	688.6 (724.7)	-	1345.7 (1381.8)	1934.0 (1970.1)
1999	Apr. 15, (40.1)	101.5 (141.6)	-	652.2 (692.3)	-	1269.3 (1309.4)	1929.3 (1969.3)
2000	Apr. 13, (39.5)	92.2 (131.7)	248.3 (287.8)	583.2 (622.7)	598.7 (638.2)	1185.6 (1225.1)	1943.9 (1983.4)
2001	Apr. 10, (44.7)	102.9 (147.6)	210.0 (254.7)	582.3 (627.0)	596.7 (641.0)	1172.3 (1217.0)	1886.5 (1931.2)
Mean ± SE	(38.9 ± 1.85)	98.1 ± 2.62 (134.5 ± 4.36)	229.2 ± 12.11 (271.3 ± 10.47)	620.1 ± 47.92 (659.0 ± 20.88)	597.7 ± 0.63 (639.8 ± 1.01)	1233.0 ± 32.89 (1271.8 ± 32.25)	1916.0 ± 12.32 (1954.8 ± 12.30)

<sup>1</sup>Degree-days were calculated from the 1st catch date (Biofix) with a lower threshold temperature of 8.1°C (Yang *et al.*, 1997), while the values in parentheses are based on January 1 as the starting date. <sup>2</sup>Data are not available.

**Table 2.** Comparison of observed and predicted degree-days<sup>1</sup> up to each timing of *G. molesta* adult flight in 2002

	1st catch	1st peak	2nd peak	3rd peak	4th peak
Predicted	38.9	98.1	620.1	1233.0	1916.0
Observed	30.9	102.3	628.3	1369.9	1876.0
Deviation <sup>2</sup> (in days)	8.0 (1d)	-4.2 (<1d)	-7.6 (7d)	-136.9 (<1d)	-40 (3d)

<sup>1</sup>Degree-days were calculated from the 1st catch date (Biofix) with a lower threshold temperature of 8.1°C (Yang *et al.*, 1997), whereas the degree-days of 1st catch are based on January 1 as the starting date. <sup>2</sup>Deviation in degree-days and days in parentheses (predicted DD minus observed DD).

년과 2001년 모두 알 밀도 최성기와 일치하는 경향을 보였고, 그 때부터 피해신초가 증가하기 시작하였다.

### 적산온도와 주요 발생시기와 관계

복숭아순나방 주요 발생시기와 적산온도와 관계는 Table 1과 같았다. 복숭아순나방 초발생일까지 적산온도(DD, degree-days)는 1월 1일부터 8.1°C 이상 평균 대기온도를 누적했을 때 약 39DD 이었다. 또한 초발일 기준 각 발생최성기까지 누적된 적산온도는 1세대 98DD, 2세대 620DD, 3세대 1233DD, 4세대 1916DD 이었다. 1세대 성충 발생최성기에서 알 밀도 최성기까지는 약 130DD 차이가 있었다. 그러나 2000과 2001년 자료에서 2세대 성충 발생최성기와 알 밀도 최성기 간에는 큰 차이가 없었다(≈15DD). 1월 1일을 기준으로 한 경우에도 각 발생시기까지 누적된 적산온도는 초발일 기준 적산온도와 비교하여 년도 간 편차가

더 크지는 않았다. 즉 평균 적산온도에서 변이계수는 두 방법 간 서로 큰 차이가 없었다.

Table 2는 1997-2001년 자료를 통하여 얻은 복숭아순나방 주요 발생시기까지 평균 적산온도 정보와 2002년 자료를 비교한 결과이다. 성충 발생 초발일, 1세대 발생최성기 그리고 2세대 발생최성기까지는 예측치와 1일 이내의 편차를 보였으며, 3세대 및 4세대 성충 발생최성기는 3-7일의 편차를 보였다.

## 고 찰

### 페로몬 처리농도(처리량)와 유인력

페로몬을 이용하는 대부분 곤충은 페로몬에 대한 반응시 임계농도를 갖고 있어서 그 임계농도 보다 낮은 경우 반응하지 않거나, 높은 경우는 신경피로 현상으로 유인력이 떨어지는 것으로 알려져 있다(Sanders, 1997). 높은 페로몬 처리량 또는 방출율에서 유인력이 저해되는 경우는 많은 나비목 곤충에서 알려져 있다(Roelofs and Carde, 1974; Wyman, 1979; Knutson *et al.*, 1998). Millar *et al.* (1996)와 Knutson *et al.* (1998)은 *Acrobasis nuxvorella* Neunzig (알락명나방과)의 경우 포장조건에서 페로몬 총량 0.3 mg 이상 처리시 그 이하 처리량에서 보다 훨씬 적은 수의 성충이 유인되었다고 보고하였다. 반면 복숭아심식나방(*Carpocosa sasakii* Matsumura)은 0.1-10.0 mg 처리량 범위에서 10 mg-미끼의 유인 수가 가장 높은 경향을 보였다(Kim

et al., 2003). 복숭아순나방의 경우 GC 분석 및 풍동실험에서 얻은 암컷 1마리가 방출하는 페로몬 양은 0.001-0.01 mg 인 것으로 알려져 있다(Lacey and Sanders, 1992; Sanders and Lucuik, 1996). Sanders and Lucuik (1996)는 풍동내 실험에서 0.1-1.0 mg 처리시 수컷이 활동을 정지하는 habituation 반응을 보였다고 하였다. 하지만 실제 포장 상태에서 수컷 성충은 암컷 성충이 방출하는 페로몬 양의 약 10배 정도 높은 페로몬 미끼(0.01-0.1 mg)에 최적으로 유인된다고 보고하고 있다(Baker et al., 1981). 최근 Evenden and McLaughlin (2004)는 0.008, 0.08 그리고 0.8 mg 등 처리량 포장실험에서 0.8 mg 미끼에서 수컷 성충 유인수는 0.08 mg의 약 5%이었고, 통계적 차이는 없었지만 0.008 mg 보다는 0.08 mg 미끼에 더 많은 성충이 유인된다고 하였다. 본 실험에서 0.1 mg 및 1.0 mg 미끼는 각각 위의 0.08 mg 및 0.8 mg 미끼와 비교할 만하다. 본 실험에서는 0.1 mg-미끼에서 가장 많은 수컷이 유인되었고, 1.0 mg-미끼의 유인수는 0.1 mg-미끼의 약 7% 정도 되었다(Fig. 1). 이와 같은 경향은 Evenden and McLaughlin (2004)의 결과와 대체적으로 일치한다.

### 페로몬 미끼(1.0 mg) 유인력 지속기간

현재 우리나라에서 발생예찰용 복숭아순나방 페로몬은 1.0 mg-미끼가 공급되고 있다(Green Agro Tech, Gyoungbuk). 미국의 경우 0.1 mg-미끼를 사용하고 있는 상태로(IPM Tech, Portland, OR, personal communication) 복숭아순나방이 낮은 페로몬 처리량에 잘 유인되는 것을 반영하고 있는 것으로 보인다. 복숭아순나방 발생 예찰용 미끼의 페로몬 침적량은 유인력이 높다고 좋은 것은 아닐 수 있다. 페로몬 미끼의 높은 유인력이 어떤 곤충의 존재여부를 판단하는데 유용할 수 있지만 제한된 일정 과수원 내에서 방제여부 판단에 관심이 있는 경우는 그렇지 않을 수 있다. 즉 높은 유인력으로 인하여 밖으로부터 유인된 많은 성충수는 대상 과원에서 실제 알 밀도나 피해와 무관할 수 있기 때문이다. 본 실험에서 1.0 mg-미끼는 포장 설치 후 약 50일까지 안정된 유인력을 보였으며, 그 이후에는 유인력이 증가하는 경향이였다(Fig. 3). 이것은 Fig. 2에서 각 처리량별 상대적 유인비율이 50일 전후에서 서로 교차되는 것과 대체로 일치한다. 1.0 mg-미끼는 그 이하 처리량 미끼보다 유인력이 떨어진다고는 할지라도 포장상태에서 연간 발생동태 파악에 유의한

수컷 성충을 유인하고(Fig. 3), 장기적으로 변이가 적은 유인력을 보일 수 있으므로 예찰용으로 이용 가능성은 높다고 생각된다. 유인력이 좋은 미끼를 사용하는 경우에는 매 조사시기마다 끈적이 밀판을 교체해야 하는 번거로움도 있을 것이다. 하여튼 앞으로 새로운 처리량의 미끼가 공급될 때까지 1.0 mg-미끼와 관련된 본 결과는 복숭아순나방 페로몬 예찰시 유용한 정보를 제공할 수 있을 것이다. 본 실험에서 유인력 지속기간을 평가하지 않은 0.1-0.5 mg-미끼들이 예찰용으로 더 좋은 결과를 얻을 수 있으므로 앞으로 이에 대한 추가적인 연구가 요구된다.

### 복숭아순나방 주요 발생시기와 적산온도와와의 관계

수원지역 복숭아 과원에서 복숭아순나방 성충 발생은 연 4회 발생최성기를 보였으며 나주지역 배 과수원에서 보고한 것과 일치하였다(Yang et al., 2001; Yang et al., 2002). 또한 홍미롭게도 기온이 수원지역보다 다소 높은 나주지역에서 각 성충 발생최성기(Yang et al., 2001)와 수원지역에서의 발생최성기 시기는 큰 차이를 보이지 않았다. 하지만 Yang et al. (1997)이 나주지역에서 보고한 1세대 성충 발생최성기까지 적산온도는 본 결과에서 경험적으로 얻은 134.5DD(1월 1일 기준; Table 1)와 큰 차이가 있었다. 나주지역에서 복숭아순나방 월동유충의 온도발육에 근거하여 추정된 성충우화까지 필요한 적산온도는 232DD(발육영점온도 8.1°C 적용)이었고, 포장에서 성충 발생최성기(50% 우화기)까지 실측치는 213DD 이었다(Yang et al., 1997). 이와 같은 차이는 지역간 계통의 차이에서 기인할 수도 있다. 한 예로 사과응애 월동알 부화시기 예측시 대구와 수원 지역간 서로 다른 발육영점온도와 적산온도를 적용한 바 있다(Boo et al., 1995). 이러한 차이의 원인을 구명하기 위해서는 보다 많은 연구가 필요하겠지만, 경험적인 적산온도 모형도 실제 현장에서 유용하게 쓰이고 있다(Pruess, 1983).

수원에서 복숭아순나방 초발생일은 1월 1일부터 발육영점온도 8.1°C를 이용하여 39DD 되는 시기였다(Table 1). 따라서 페로몬 트랩을 이용 연간 복숭아순나방 발생 파악에 관심이 있다면 적어도 적산온도가 39DD 되기 전 설치해야 할 것으로 생각된다. 또한 초발일을 결정하기 위해서는 편차(표준편차  $\pm 4.13$ )를

감안하여 적산온도가 30DD 되는 시기에 미리 설치하여 유인 여부를 조사해야 할 것으로 판단된다.

적산온도를 이용한 복숭아순나방 각 발생시기 예측에서 1-2세대의 경우는 실측치와 거의 일치하였으나 3-4세대 예측에서는 다소 차이가 컸다(Table 2). 이것은 계절후기로 갈수록 세대가 중복되고 여름철 고온시기 적산온도를 계산하는데 있어서 오차가 발생됨으로써 나타날 수 있는 것으로 보인다. 하지만 복숭아는 7월에 수확이 시작되고 방제측면에서는 복숭아순나방 1-2세대 발생시기 방제가 중요하기 때문에 본 결과는 유용하게 쓰일 수 있다. 포장조건에서 방제적기는 성충발생최성기 보다는 알 발생최성기에 맞춰지는 것이 일반적이다(Riedl *et al.*, 1976; Rice *et al.*, 1984). 따라서 1세대 대상으로 방제시에는 성충 초발생일로부터 약 130DD 되는 시기가 될 것이다(Table 1). 2세대의 경우는 두 시기가 일치하므로 성충 발생최성기에 방제가 필요할 것이다. 물론 이와 같은 방제 전략이 실제 복숭아 과수원에서 복숭아순나방 방제체계를 개선시킬 수 있을지는 검증이 필요하다. 현 시점에서 보다 더 개선된 방제체계가 제시될 때까지 또는 주기적인 방제체계가 아닌 예찰방제 체계를 마련하는 기초 자료로서 본 결과는 유용하게 이용될 수 있을 것이다.

## 사 사

이 논문은 1997~2001년 농림특정연구과제(MAF-SGRP) 연구비로 수행되었음.

## Literature Cited

- Anshelevich, L., M. Kehat, E. Dunkelblum and S. Greenberg. 1993. Sex pheromone traps for monitoring the honeydew moth, *Cryptoblabes gnidiella*: Effect of pheromone components, pheromone dose, field aging of dispenser, and type of trap on male captures. *Phytoparasitica*. 21: 189-198.
- Baker, T.C., W. Meyer and W.L. Roelofs. 1981. Sex pheromone dosage and blend specificity of response by oriental fruit moth males. *Entomol. Exp. Appl.* 30: 269-279.
- Boo, K.S. 1998. Variation in sex pheromone composition of a few selected lepidopteran species. *J. Asia-Pacific Entomol.* 1: 17-23.
- Boo, K.S., Y.H. Song, J.H. Lee and Y.J. Ahn. 1995. Studies in developing basic techniques for an integrated management program for apple insect pests. pp. 151-152. The final report of special project of RDA.
- Evenden, M.L. and J.B. McLaughlin. 2004. Initial development of an attracticide formulation against the oriental fruit moth, *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae). *Environ. Entomol.* 33: 213-220.
- Evenden, M.L., J.H. Borden, G.A. Van Sickle and G. Gries. 1995. Development of a pheromone-based monitoring system for western hemlock looper (Lepidoptera: Geometridae): Effect of pheromone dose, lure age, and trap type. *Environ. Entomol.* 24: 923-932.
- Jandel Scientific. 1996. TableCurve 2D. Automated curve fitting and equation discovery, version 4.0. Jandel Scientific, San Rafael, CA.
- Jeon, H.Y., D.S. Kim, M.R. Cho, M.S. Yiem and Y.D. Chang. 2000. Recent status of major fruit tree pest occurrences in Korea. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 41: 607-612.
- Kim, D.S., M.S. Yiem, K.S. Boo, M.R. Cho, C.Y. Yang and H.Y. Jeon. 2003. Effects of pheromone dose, lure age and male-released distance on capture of peach fruit moth, *Carposina sasakii* (Lepidoptera: Carposinidae), in pheromone-bated traps. *Kor. J. Intl. Agri.* 15: 119-128.
- KCPA (Korea Crop Protection Association). 2003. Agrochemical use guide book. Samjeung Press, Seoul.
- Knutson, A.E., M.K. Harris and J.G. Millar. 1998. Effects of pheromone dose, lure age, and trap design on capture of male pecan nut casebearer (Lepidoptera: Pyralidae) in pheromone-baited traps. *J. Econ. Entomol.* 91: 715-722.
- Lacey, M.J. and C.J. Sanders. 1992. Chemical composition of sex pheromone of oriental fruit moth and rates of release by individual female moths. *J. Chem. Ecol.* 8: 1421-1435.
- Menzies, D.R., D.J. Pree, R.W. Fisher and D. Chisholm. 1979. Correlation of spray coverage ratings, and phosmet residues with mortality of oriental fruit moth larvae. *J. Econ. Entomol.* 72: 721-724.
- Michida, T. and A. Aoyama. 1931. Pests in Korea; Pests of fruit trees. pp. 53-57. Ext. Lite. Hal. Tokyo.
- Millar, J.G., A.E. Knutson, J.S. McElfresh, R. Gries, G. Gries and J.H. Davis. 1996. Sex attractant pheromone of the pecan nut casebearer (Lepidoptera: Pyralidae) *Bioorg. Med. Chem.* 4: 331-339.
- Phillips, J.H.H. 1973. Monitoring for the oriental fruit moth with synthetic sex pheromone. *Environ. Entomol.* 2: 1039-1042.
- Pree, D.J., R.M. Trimble, K.J. Whitty and P.M. Vickers. 1994. Control of oriental fruit moth by mating disruption using sex pheromone in the Niagara Peninsula, Ontario. *Can. Entomol.* 126: 1287-1299.
- Pruess, K. P. 1983. Day-degree methods for pest management. *Environ. Entomol.* 12: 613-619.
- Rice, R.E., C.V. Weakley and R.A. Jones. 1984. Using degree-days to determine optimum spray timing for the oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae). *J. Econ. Entomol.* 77: 698-700.
- Rice, R.E. and P. Kirsch. 1990. Mating disruption of the oriental fruit moth in the United States. pp. 193-211, *In* Behavior-modifying chemicals for insect management, R.L. Ridgway, R.M. Silverstein and M.N. Insoe (eds.), New York.
- Riedl, H., B.A. Croft and A.J. Howitt. 1976. Forecasting codling moth phenology based on pheromone trap catches and physiological models. *Can. Entomol.* 108: 449-460.
- Roelofs, W.L. and R.T. Carde. 1974. Oriental fruit moth and lesser appleworm attractant mixture redefined. *Environ. Entomol.* 3: 587-888.
- Rothschild, G.H.L. and R.A. Vickers. 1991. Biology, ecology and control of the oriental fruit moth, pp. 380-412. *In* W. Helle, L.P.S. van der Geest and H.H. Evenhuis (eds.), World crop pests. vol. 5. Tortricid pests their biology, natural enemies and control. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- Sanders, C.J. 1997. Mechanism of mating disruption in moths. pp. 333-346. *In* R.T. Carde and A.K. Minks (eds.), Insect pheromone research new directions. 684pp. ITP, New York.
- Sanders, C.J. and G.S. Lucuik. 1996. Disruption of male oriental fruit moth by calling females in a wind tunnel by different concentrations of synthetic pheromone. *J. Chem. Ecol.* 22: 1971-



- 1986.
- SAS Institute. 1999. SAS OnlineDoc, version 8. SAS Institute, Cary, NC.
- Wyman, J.A. 1979. Effect of trap design and sex attractant release on tomato pinworm catches. *J. Econ. Entomol.* 72: 865-868.
- Yang, C.Y., J.K. Jung, K.S. Han, K.S. Boo and M.S. Yiem. 2002. Sex pheromone composition and monitoring of the oriental fruit moth, *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) in Naju pear orchards. *J. Asia-Pacific Entomol.* 5: 201-207.
- Yang, C.Y., K.S. Han and K.S. Boo. 2001. Occurrence of and damage by the oriental fruit moth, *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) in pear orchards. *Korean J. Appl. Entomol.* 40: 117-123.
- Yang, C.Y., K.S. Han, J.K. Jung, K.S. Boo and M.S. Yiem. 2003. Control of the oriental fruit moth, *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) by mating disruption with sex pheromone in pear orchards. *J. Asia-Pacific Entomol.* 6: 97-104.
- Yang, C.Y., K.Y. Kim and K.S. Boo. 1997. Studies on the ecology and control of oriental fruit moth, *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae). Annual Research Report for 1997, National Horticultural Research Institute, RDA., Suwon, Korea.
- Yokoyama, V.T. and G.T. Miller. 1988. Laboratory evaluations of oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae) oviposition and larval survival on five species of stone fruits. *J. Econ. Entomol.* 81: 867-872.

(Received for publication 17 August 2004;  
accepted 24 November 2004)