

사과 주산지 사과원에서 2종 심식나방류의 발생동향

최경희* · 이순원 · 이동혁 · 김동아 · 김순경

농촌진흥청 원예연구소 사과시험장

Recent Occurrence Status of Two Major Fruit Moths, Oriental Fruit Moth and Peach Fruit Moth in Apple Orchards

Kyung-Hee Choi*, Soon-Won Lee, Dong-Hyuk Lee, Dong-A Kim and Soon-Kyung Kim

Apple Experiment Station, NHRI, RDA, Gunwi 716-812, Korea

ABSTRACT : This survey was conducted from 1992 to 2005 in the major apple producing districts in southern part of South Korea including 4~8 cities, to know the occurrence and damage level of two major pests, *Carposina sasakii* and *Grapholita molesta* that attack apple fruit. The fruit damage by *G. molesta* during the harvest period ranged from 0.02 to 1.64%. A tendency of higher damage of *G. molesta* was observed after 1997 compared with the previous years. The other hand, the fruit damage by *C. sasakii* was 0.02 to 1.30%, and the damage level was very low with fruit damage of < 0.3% except 1998. The orchard infested with *G. molesta* was 13 to 71%, while 12 to 57% with *C. sasakii*. The rates of orchards where fruit damage by *G. molesta* was found were higher than those by *C. sasakii* after 1997. The tendency of fruit damage rates in the orchard where the most fruit damage was found was same with the trend of orchard rates infested with the pests. The maximum damage rate by *G. molesta* was 20.0% in 2005, while 4.5% by *C. sasakii* in 1998. The damaged shoot rates by the first generation *G. molesta* was 0.1~8.1%, and it had a positive correlation with the rates of fruit damage during the harvest period. Consequently, it is concluded that *G. molesta* is dominant species compared with *C. sasakii* in commercial apple orchards recently.

KEY WORDS : Apple, *Grapholita molesta*, *Carposina sasakii*, Occurrence status

초 록 : 본 조사는 1992년부터 2005년까지 14년간 경남북 및 전북의 4~8개 시군의 사과주산지에서 16~30개 사과원을 대상으로 실시되었으며, 과실을 직접 가해하는 2종 해충인 복숭아심식나방(*Carposina sasakii*)과 복숭아순나방(*Grapholita molesta*)의 발생 및 피해정도를 비교, 분석하였다. 수확기 복숭아순나방에 의한 평균 피해과율은 0.02~1.64%였으며, 1997년을 기점으로 그 이전 연도보다 그 후 연도의 피해가 많은 경향이였다. 반면 복숭아심식나방의 평균 피해과율은 0.02~1.30%였으며, 1998년을 제외하고 피해과율이 0.3% 이하로 극히 낮았다. 복숭아순나방과 복숭아심식나방의 발생과원율은 각각 13~71%, 12~57%였으며, 1997년 이후로 복숭아순나방의 발생과원율이 복숭아심식나방 발생과원율에 비하여 지속적으로 높게 나타났다. 각 연도별로 최대 피해를 받은 사과원의 피해과율을 비교해 본 결과 역시 발생과원율의 발생경향과 동일하였으며, 최고 피해 사과원의 복숭아순나방 피해과율은 2005년 20%로 조사연도 중에서 가장 높았다. 복숭아순나방 1세대에 의한 사과나무 신초의 피해율은 0.1~8.1%였으며, 수확기 피해과율 간에는 정의 상관관계를 보였다. 이상의 결과를 종합해 볼 때 최근 관행적으로 관리가 이루어지는 사과원에서 복숭아순나방이 복숭아심식나방에 비하여 우점하는 것으로 판단된다.

검색어 : 사과, 복숭아순나방, 복숭아심식나방, 발생동향

* Corresponding Author. E-mal: choikh@rda.go.kr

사과원 해충의 발생변천은 농약사용 뿐 아니라 재배되는 품종, 대목, 재식거리와 전정 등 재배양식의 변화 및 지면 잡초관리나 사과원 주변 기주식물 등의 변화에 의해서 크게 영향을 받는다. 과수류 중에서 특히 사과는 지난 10여년 동안 재배면적과 재배양식 및 농약사용회수 등에서 많은 변화가 있어왔다. 사과 재배면적은 1995년 50,100 ha에서 2005년 26,100 ha로 약 48%가 감소하였으며, 1990년대 후반부터 왜성대목인 M9대목을 이용한 밀식재배가 급속히 확산되었다(KREI, 2006). 또한, 지난 10여년 동안 농약 살포횟수에도 큰 변화가 있어왔다. 그 예로 1990년 초반 농가의 평균 살충제 살포횟수는 약 15~16회였으나(Lee *et al.*, 1996), 2000년 초중반에는 10.5회 정도로 5~6회 살포횟수가 줄어들었다(Lee *et al.*, 2007).

사과의 이러한 재배양식 및 농약사용 횟수 등의 큰 변화와 함께 일부 주요 해충의 우점종에도 다소 변화가 이루어졌다. 그 예로 1980년대 사과원 우점 잎말이나방류는 사과무늬잎말이나방(*Choristoneura longicellana*)과 매실애기잎말이나방(*Rhopobota unipunctana*)이었으나(Ahn *et al.*, 1989), 1990년대 후반에는 애모무늬잎말이나방(*Adoxophyes orana*)으로 바뀌었으며(Choi *et al.*, 2004a), 은무늬굴나방은 1990년까지 사과원에서 거의 문제되지 않았으나 1994년부터 발생이 급증하여 현재 사과굴나방과 함께 사과원의 주요 굴나방으로 자리매김 하였다(Choi *et al.*, 2004b).

사과재배농가에서 잎말이나방류와 굴나방류에 우선하여 약제방제시 가장 우선적으로 고려하는 주요 해충으로 과실을 직접 가해하여 주요 해충으로 취급되는 복숭아심식나방(*Carphosina sasakii* Walsingham)과 복숭아순나방(*Grapholita molesta* (Busck)) 2종이다. 이 중에 복숭아심식나방은 한국, 일본, 중국 등지에 분포하며, 사과와 배, 복숭아, 살구, 대추 등의 과실을 가해하여 수량감소에 직접 영향을 주는 주요해충으로 널리 알려져 있으며(Lee

et al., 1984), 국내에서는 Lee(1984)와 Kim(1994) 등에 의해 많은 연구가 이루어졌다. 복숭아순나방은 아시아 원산이나 현재는 북미, 남미, 유럽 및 호주 등 전 세계에 분포하고 있는 과수의 주요 해충으로 알려져 있으나(Kim *et al.*, 2004; Yokoyama and Miller, 1988), 사과원에서는 복숭아순나방에 대한 깊이 있는 연구가 거의 이루어지지 않았으며, 2007년에 사과에 2품목 약제가 처음으로 등록되어서 복숭아심식나방에 비하여 상대적으로 방제 요구도가 떨어지는 것으로 간주되어 왔다. 그러나 최근 사과주산지의 일부 지역 또는 농가에서 복숭아순나방에 의한 피해를 호소하고 있으며, 일부 사과원은 심각한 과실 피해를 보였다(Choi K.H., Unpublished Observation). 따라서 1992년부터 2005년까지 14년간 사과주산지 사과원에서 과실을 직접 가해하는 복숭아심식나방과 복숭아순나방의 연도별 발생과 피해정도를 비교, 분석하여, 사과재배농가에서 약제방제시 가장 우선적으로 고려하는 두 종 심식나방류의 우점종 변화에 따른 사과원 해충의 약제 살포시기와 살포횟수 등 향후 사과원 병해충종합관리 방제체계를 수립하는데 기초자료로 이용하고자 한다.

재료 및 방법

사과원 2종 심식나방류의 발생 및 피해정도 조사

1992년부터 2005년까지 5월하순과, 10월하순에 경북 지역 사과주산지인 군위, 안동, 영주, 영천, 의성, 청송, 문경, 예천 및 경남의 거창과 전남 장수 지역 등 4~10개 시군을 대상으로 시군당 1~5개 사과원씩 총 16~30개 사과에서 복숭아심식나방과 복숭아순나방의 발생과 피해정도를 조사하였다(Table 1). 14년간의 조사기간 동안 연도별로 조사대상 농가가 일부 변경되기도 하였으며, 조사지

Table 1. Numbers of apple orchards surveyed from 1992~2005

Province	Area	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05
Gyeong Buk	Gunwi	5	5	5	5	5	4	4	4	4	2	3	3	3	2
	Andong	5	5	5	5	5	4	3	3	3	4	4	4	4	3
	Yeongju	5	5	5	5	5	4	3	3	3	1	1	2	3	2
	Yeongcheon	5	5	5	5	5	4	3	3	3	3	3	3	3	3
	Cheongsong			5	5	5	4	3	3	3	3	3	3	3	3
	Uiseong					5	4	3	4	4	3	3	3	3	3
	Mungyoung										1				
Yecheon											1				
Gyeong Nam	Geochang						4	1	3	3		2	2	3	
Juan Nam	Jangsu							2	2	2	1	3	3	4	
Total orchards		20	20	25	25	30	28	24	25	25	17	22	23	26	16

역 및 조사농가수도 다소 변화하였다. 조사 품종은 후지이며, 조사사과원의 대목은 1990년대 전반까지는 대부분이 일반대목이었으며, 1990년대 후반부터 2000년대로 접어들면서 왜성대목이 늘어났다. 복숭아순나방은 피해신초율과 피해과율을 조사하였으며, 복숭아심식나방은 피해과율을 조사하였다. 피해신초율 조사방법은 한 사과원에서 5주를 임의로 선정하고, 한주당 각각 8개 신초씩(4방향 각 2개신초), 총 40개 신초에서 피해신초수를 조사하여 피해신초율로 환산하였다. 피해과율은 수확기에 사과원에서 총 1,000개 과실을 관찰하여 피해여부를 확인한 후 피해과율로 환산하였다.

통계분석

사과원의 연도간 복숭아심식나방과 복숭아순나방의 피해과율 및 복숭아순나방의 신초율의 비교는 ANOVA로 분산분석한 후, Tukey 검정을 실시하여 수행하였다(SAS Institute, 1999).

결 과

1992년부터 2005년까지 14년간 사과주산지의 사과원에서 복숭아심식나방과 복숭아순나방의 피해과율을 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 복숭아순나방에 의한 피해과율은 연도별로 평균 0.02~1.64%로 큰 차이를 보였다($df = 13, 319, F = 2.57, P = 0.0021$). 복숭아순나방에 의한 과실피해가 가장 심했던 해는 1998년으로 평균 피해과율이 1.6%였으며, 그 다음으로 2005년이 1.4%를 나타내었다. 1997년을 기준으로 볼 때, 대체로 그 이전 해보다 그 후 연도가 복숭아순나방의 피해과율이 높은 경향을 나타내었다. 복숭아심식나방에 의한 과실피해 역시 연도에 따라서 평균 0.02~1.30%로 차이를 보였다($df = 13, 319, F = 4.64, P < 0.0001$). 복숭아심식나방에 의한 과실피해가 가장 심했던 해는 복숭아순나방과 마찬가지로 1998년도였으며, 그 외 연도는 0.3% 이하로 통계적 유의성이 인정되지 않았다.

Fig. 2는 각 연도별로 2종 심식충류의 발생과원율을 비교한 결과이다. 복숭아순나방의 발생과원율은 연도에 따

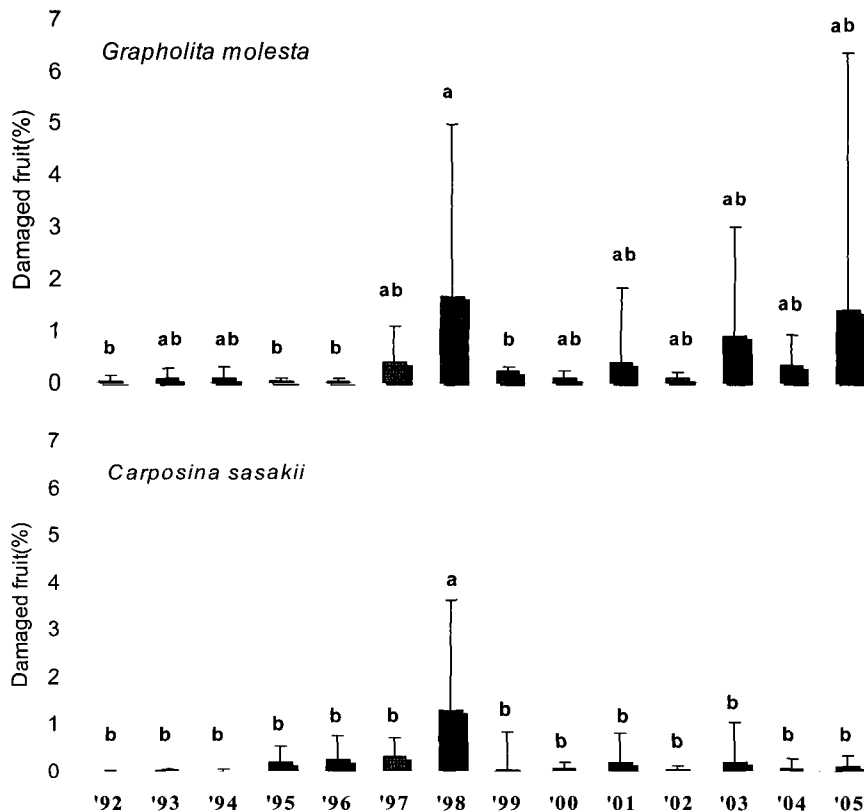


Fig. 1. Fruit damage rates caused by *G. molesta* and *C. sasakii* in apple orchards during 1992-2005. The vertical bars on figure indicate standard deviation.

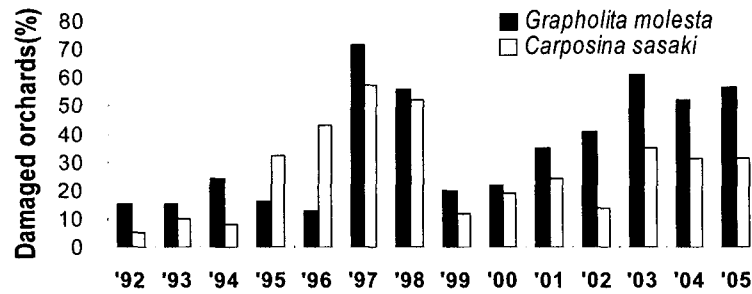


Fig. 2. The rates of orchards infested with *G. molesta* and *C. sasakii* among investigated apple orchards during 1992-2005.

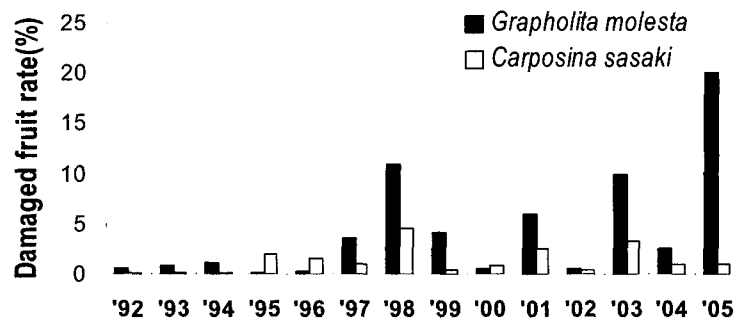


Fig. 3. Fruit damage rates caused by *G. molesta* and *C. sasakii* in the orchard where the most fruit damage was observed among investigated apple orchards during 1992-2005.

라서 13.0~71.4%를 나타내었으며 복숭아심식나방의 발생과원율은 8~57.1%이었다. 발생과원율이 가장 높았던 해는 2종 모두 1997년이었으며, 1997년 이후로는 복숭아순나방의 발생과원율이 복숭아심식나방 발생과원율에 비하여 지속적으로 높게 유지됨을 알 수 있다.

연도별로 2종 해충의 피해가 가장 심했던 사과원의 피해과율을 비교해 본 결과(Fig. 3)는 발생과원율의 경향과 동일하였다. 1997년 이후부터 복숭아순나방에 의한 과실 피해가 복숭아심식나방 피해에 비하여 지속적으로 많은

것으로 드러났다. 또한 2005년에 복숭아순나방에 의한 최대피해과율은 20%를 차지하여 상품생산에 큰 영향을 미쳤다. 반면, 복숭아심식나방의 최대 피해과율은 1998년에 4.5%로 복숭아순나방에 비하여 현저히 낮았다.

5월하순 복숭아순나방 1세대 유충에 의한 사과나무 신초의 피해율을 조사한 결과(Table 2), 0.1~8.1%로 연도에 따라서 큰 차이를 보였으며($df=9, 220, F=5.37, P<0.0001$), 2005년이 8.1%로 가장 높았고, 그 다음으로 '98년이 4.1%이었다. 그 외는 연도간에 차이가 없었다. 사과

Table 2. Shoot damage rate by 1st generation of *Grapholita molesta* in apple orchards during 1995-2005

Year	No. of investigated	Shoot damage rate (%)		Infested orchards rate (%)
		Average	Maximum	
'95	25	0.1±0.50 b	2.5	40.0
'96	30	0.8±1.34 b	2.5	26.7
'97	28	1.4±2.09 b	7.5	39.3
'98	25	4.1±5.99 ab	12.5	48.0
'99	25	1.5±2.28 b	7.5	36.0
'00	32	0.4±3.05 b	15.0	16.0
'01	17	1.4±1.97 b	5.0	43.0
'03	23	2.5±4.13 b	12.5	34.8
'04	25	1.7±4.51 b	22.5	29.6
'05	16	8.1±11.53 a	37.5	62.5

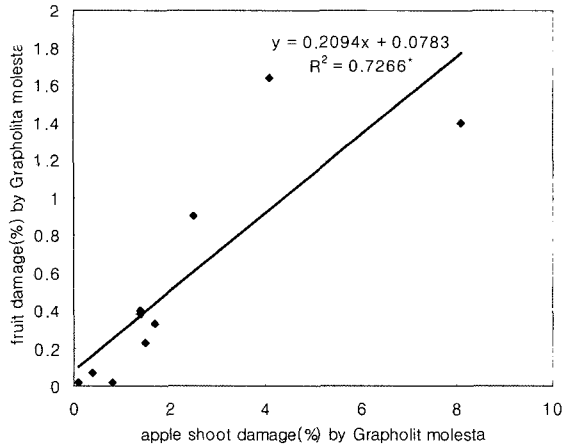


Fig. 4. Correlation between the rate of damaged shoot during the 1st generation and the rate of damaged fruits during the harvest period.

나무 신초의 발생과원을 역시 16.0~62.5%로 큰 차이를 보였으나 연도에 따른 뚜렷한 경향을 보이지는 않았다. 반면 그 해의 최대 피해신초율은 증가하는 경향을 보였다. 복숭아순나방 1세대 유충에 의한 사과나무 신초의 피해를 과 수확기 피해과율과의 상관관계를 분석한 결과는 Fig. 4와 같다. 상관계수 $R^2 = 0.7266^*$ 으로 제 1세대 피해신초율과 수확기 과실편해와는 정의 상관관계를 보였다.

고 찰

1992년부터 2005년까지 14년간 사과주산지의 사과원에서 복숭아심식나방과 복숭아순나방의 발생동향을 조사한 결과, 1990년 중후반을 기점으로 복숭아심식나방에 비하여 복숭아순나방이 관행사과원에서 우점하는 것으로 확인되었다. 이런 변화에 대하여 몇 가지 측면에서 그 가능성을 검토해보면 다음과 같다. 첫째, 살충제 살포횟수의 감소와 함께 병해 우선의 방제로 해충의 방제적기를 고려하지 않은 관리가 복숭아순나방 발생밀도의 증가를 가져온 주요한 요인으로 판단되어진다. 1994년 관행사과재배농민의 연간 살충제 살포횟수는 살충제 9~12회, 응애 약 4~5회로 연간 총 15~16회의 살충제를 사용하였으나 (Lee *et al.*, 1996), 2004년 사과재배농민의 설문조사 결과를 보면 살충제 7.6회, 응애약 2.8회로 연간 총 10.5회의 살충제를 살포하여(Lee *et al.*, 2007), 10여년 사이에 살충제 살포횟수가 약 5~6회 감소하였다. 그러나, 일선의 사과재배농가들은 해충보다 병해의 피해를 더 크게 우려하며,

약제살포시 살충제 살포시기보다 살균제 살포시기를 우선적으로 고려하고, 살충제는 살균제 살포시 동시에 혼용하는 것으로 생각하는 경향이다. 이러한 결과로 인해 복숭아심식나방이 6월중하순에 발생하여 연간 1~2회 발생하는 것과는 달리, 복숭아순나방은 4월상중순부터 발생하여 연간 4~5회 발생하므로, 살충제 살포횟수가 줄어들고 방제적기를 맞추지 못할 경우 상대적으로 복숭아순나방의 피해가 증가될 수 있는 여지를 증가시킨 것으로 보여진다. 둘째는 과수류의 재배면적 변화가 복숭아순나방의 발생밀도 증가에 유리하게 작용한 것으로 판단된다. 1995년을 기준으로 사과값이 폭락하면서 사과와 복숭아, 자두의 재배면적에 큰 변화가 있었다. 1995년 사과 재배면적이 50,103 ha였으나, 2005년에는 26,100 ha로 48%로 급격히 감소하였으며, 사과의 대체작물로 자두와 복숭아의 재배면적이 크게 증가하였다. 1995년에 자두 재배면적은 2,693 ha였으나 2005년에 7,800 ha로 289% 증가하였으며, 복숭아 재배면적은 10,241 ha였으나 16,500 ha로 161%가 증가하였다(KREI, 2006). 복숭아순나방은 기주식물이 많을 뿐만 아니라 가해 부위가 다양하며, 일반적으로 같은 지역에 여러 종류의 기주식물이 존재하는 경우 생육 초기 1, 2세대는 주로 복숭아, 매실, 자두 등의 핵과류 신초 및 과실에 피해를 주다가 복숭아, 자두 등의 수확기인 생육 후기에는 3, 4세대 성충이 사과, 배 등의 인과류로 이동하여 과실에 피해를 주는 것으로 알려져 있다(Philips and Proctor, 1970; Makaji, 1987; Yang *et al.*, 2001). 1995년 이후부터 2005년까지 10여년간 핵과류 재배면적의 급격한 증가와 함께 핵과류에서 1~2세대 발생한 높은 밀도의 복숭아순나방이 3~4세대 이후 사과로 이동하여 사과원에 복숭아순나방의 발생밀도 증가를 유도한 것으로 추론해 볼 수도 있다. Myers 등(2006)은 사과원 근처의 복숭아원은 봄철 사과원에서 월동한 복숭아순나방이 복숭아원으로 대량 이동해 오며 또한, 복숭아에 인접한 사과원은 복숭아 수확기인 3~4세대 복숭아순나방이 사과원으로 재이동하여 피해가 크므로, 집중적인 방제관리가 필요하다고 하여 위의 추론을 뒷받침해 준다.

셋째로 복숭아순나방의 우점 기주 변화 또는 이동 등을 추측해 볼 수도 있다. Myers 등(2006)은 미국 동부지역에서 복숭아순나방은 전통적으로 복숭아원의 주요한 해충이었으며 사과원에서는 거의 문제가 되지 않았으나, 1990년 후반부터 관행사과원에서 격발하여 문제가 되고 있다고 하여 우리나라와 비슷한 상황이다. 이 외에도 복숭아순나방의 발생증가 원인으로 다발하는 지역의 공동방제 소홀, 주변의 기주식물 제거의 미흡, 약제선택의 문제 등

여러 원인들이 복합적으로 작용할 수도 있다. 그러나 이러한 원인 구명을 위해서는 생물적, 행동학적, 물리적 변수 등을 고려한 구체적인 추가 연구가 필요하리라 생각되어진다. 그럼에도 사과원에서 두 종 심식나방류의 우점종 변화는 사과원 관리체계에서 매우 중요한 요인으로 작용하리라 생각되며, 앞으로 사과 병해충종합관리 방제 체계 수립시에 이를 고려한 방제체계 관리 프로그램이 이루어져야 할 것으로 생각한다.

Literature Cited

- Ahn, S.B., D.J. Im, I.S. Kim and W.S. Cho. 1989. Foliage-feeding lepidopterous pests on apple trees in Suwon. Res. Rept. RDA (C.P.) 31(3): 27-33.
- Choi, K.H., S.W. Lee, D.H. Lee, D.A. Kim and S.J. Suh. 2004. Recent increase of apple leafminer, *Lyonetia prunifoliella* (Hubner) on apple orchards in Gyeongbuk Province, Korea. J. Appl. Entomol. 43(1): 15-20.
- Choi, K.H., S.W. Lee, D.H. Lee, D.A. Kim, S.J. Suh and Y.J. Kwon. 2004. Recent occurrence status of Tortricidae pests in apple orchards in Gyeongbuk province, Korea. J. Appl. Entomol. 43(3): 189-194.
- Kim, D.S. 1994. Population phenology model of the peach fruit moth, *Carposina sasakii* (Lepidoptera: carposinidae). Ph.D. dissertation, Seoul National University, Suwon, Korea.
- Kim, D.S., K.Y. Boo and H.Y. Jeon. 2004. Evaluation of pheromone lure of *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae) and forecasting its phenological events in Suwon. Korean J. Appl. Entomol. 43: 281-289.
- Korea Rural Economy Institute. 2006. The prospect of Agriculture 2006. Science Horticulture.
- Lee, S.W., D.H. Lee, K.H. Choi and D.A. Kim. 2007. A report on current management of major apple pests based on census data from farmers. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 25(3): 196-203.
- Lee, S.W., J.S. Hyun and J.S. Park. 1984. Studies on the developments of the overwintering peach fruit moth, *Carposina niponensis* Walsingham. Kor. J. Plant Prot. 23(1): 42-48.
- Lee, S.W., S.J. Suh, D.A. Kim, K.H. Choi, D.H. Lee and O.H. Ryu. 1996. Questionnaire on status and opinions of pest control to apple growers and its related groups. RDA. J. Agri. Sci. 38: 545-552.
- Makaji, T. 1987. Diagnosis of fruit tree diseases and pests with color plates. pp 177-124. Agric. Public. Inc. Tokyo.
- Myers, C.T., L.A. Hull and G. Krawczyk. 2006. Effects of orchard host plants on the oviposition preference of the oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae). J. Econ. Entomol. 99: 1176-1183.
- Philips, J.H.H., and J.R. Proctor. 1970. Development of methods for sampling the oriental fruit moth, *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae), in an Ontario peach orchards. Can. Entomol. 102: 454-471.
- Yang, C.Y., K.S. Han and K.S. Boo. 2001. Occurrence of and damage by the oriental fruit moth *Grapholita molesta* (Busk) (Lepidoptera: Tortricidae) in pear orchards. Kor. J. Appl. Entomol. 40: 117-123.
- 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 October 31 2007;
accepted March 13 2008)