Original article KOREAN JOURNAL OF APPLIED ENTOMOLOGY

한국응용곤충학회지
Korean J. Appl. Entomol. 51(4): 449-459 (2012)
DOI: http://dx.doi.org/10.5656/KSAE.2012.10.0.061

ⓒ The Korean Society of Applied Entomology
pISSN 1225-0171, eISSN 2287-545

자두과원에서 성페로몬을 이용한 복숭아순나방, 복숭아순나방붙이, 복숭아심식나방의 발생 패턴

정선아 · 라릿 · 안정준[1] · 김영일[2] · 정철의*
안동대학교 대학원 생명자원과학과, [1]안동대학교 농업과학기술연구소, [2](주)그린아그로텍

Occurrence Patterns of Three Major Fruit Moths, *Grapholita molesta*, *Grapholita dimorpha* and *Carposina sasakii*, Monitored by Sex Pheromone in Plum Orchards

Jeong, Sun-A, Lalit Prasad Sah, Jeong Joon Ahn[1], Young-Il Kim[2] and Chuleui Jung*
Department of Bioresource Sciences, Graduate school, Andong National University, Andong 760-749, Korea
[1]Agricultural Science and Technology Research Center, Andong 760-749, Korea
[2]Green Agro Tech Inc., Gyeongsan 712-240, Korea

ABSTRACT: Fruit borers such as *Grapholita molesta*, *G. dimorpha* and *Carposina sasakii* are major pests of plum in Korea. Population densities and seasonal occurrence were monitored using the synthetic sex pheromone trap in Uiseong and Gyeongsan, two important major plum growing area in Korea. In 2010 and 2011, adults of *G. molesta* were caught from mid April with the peak of late April, and then undergone three more generations in Gyeongsan. *Grapholita dimorpha* appeared from late April and they showed three peaks until late September. Both *Grapholita* species occurred a few days later in Uiseong than in Gyeongsan where the latitude is 1° lower. There was no difference of the phenological occurrence of *C. sasakii* between Gyeongsan and Uiseong, showing the same patterns of two or three peaks. Population size was in order of *G. molesta*, *G. dimorpha* and *C. sasakii* with 63:16:20 and 47:35:18 in Gyeongsan and 51:18:31 and 46:13:36 in Uiseong, in 2010 and 2011 respectively. There was no difference between the numbers of *Grapholita* species caught in the trap installed inside and outside of the orchards.

Key words: *Grapholita molesta*, *Grapholita dimorpha*, *Carposina. Sasakii,* Pheromone trap, Monitoring, fruit borer, Plum, Occurrence pattern

초 록: 경북의 자두 주요 생산지인 경산시와 의성군내 8개의 자두과원을 선정하여, 2010년과 2011년에 주요 심식나방류인 복숭아순나방, 복숭아순나방붙이, 복숭아심식나방의 발생상을 성페로몬 트랩을 이용하여 조사하였다. 또한 경산지역에서는 과수원 내부와 외부에서 포획된 개체수 자료를 이용하여 내외부 발생량을 비교하였다. 경산에서 복숭아순나방과 복숭아순나방붙이 발생은 의성보다 약 1주일 정도 빠르게 나타났다. 복숭아순나방은 3월 하순에 발생을 시작하여, 4월 하순 최성기를 이루었으며, 이후 세대는 6월 중순, 7월 중순, 8월 중순에 성충 최성기를 보였다. 반면 복숭아심식나방은 두 지역간의 차이가 없었으며, 6월 상순에 발생을 시작하여 9월 중순까지 2-3회의 발생 최성기를 보였다. 복숭아심식나방의 경우 2010년은 전형적인 2회 최성기를 보였으나 2011년에는 3회 최성기를 보였다. 연간 복숭아순나방, 복숭아순나방붙이, 복숭아심식나방의 발생량비는 경산지역에서 63-47:16-35:20-18%였고, 의성지역은 51-46:18-13:31-36%로 나타났다. 복숭아순나방과 복숭아순나방붙이의 경우 과수원 내부와 외부에서 포획량의 차이는 없었다.

검색어: 복숭아순나방, 복숭아순나방붙이, 복숭아심식나방, 성페로몬트랩, 돌발해충, 심식나방류

***Corresponding author:** cjung@andong.ac.kr
Received September 21 2012; **Revised** October 29 2012
Accepted November 1 2012

The Korean Society of Applied Entomology (KSAE) retains the exclusive copyright to reproduce and distribute for all KSAE publications.
The journal follows an open access policy.

우리나라 자두 재배면적은 1990년대 후반부터 증가하여 2003년에는 5,939 ha에 이르렀고, 2011년에는 5,724 ha이었다. 경북은 최대 자두재배지(83.6%)이며 경남(4.6%), 충북(4.1%), 대구(1.7%) 순으로 자두가 재배되고 있다. 경북에서는 김천, 의성, 경산, 영천 순으로 재배면적 및 생산량이 많은 것으로 알려져 있다(KOSIS, 2011). 자두는 장미과 벚나무속 자두아속에 속하며, 전 세계적으로 30여종이 분포되어 있으나 경제적으로 재배가치가 인정되는 것은 10종이 있다 (Kim, 2006; Lee et al., 2011). 자두나무의 잎과 줄기를 가해하는 곤충류는 진딧물류, 응애류, 깍지벌레류 등이고 과실을 가해하는 곤충류들은 복숭아순나방, 복숭아명나방, 복숭아유리나방, 애모무늬잎말이나방 등이 알려져 있다. 특히 자두나무의 심식나방류는 과실에 직접 피해를 주는 관건 해충으로, 반드시 방제를 해야 함에도 불구하고, 주산지에서 발생 특성에 대한 연구 보고가 없는 실정이다. 복숭아심식나방(*Carposina sasakii* Matsumura)은 한국, 일본, 중국 등지에 분포하며, 사과와 배, 복숭아, 자두, 살구, 대추 등의 과실을 가해하여 수량감소에 직접적인 영향을 끼친다 (Lee et al., 1984). 복숭아순나방(*Grapholita molesta* Busuk)은 동북아시아가 원산이며 현재는 북미, 남미, 유럽 및 호주 등 전 세계적으로 분포한다 (Yokoyama and Miller, 1988; Rothschild and Vickers, 1991). 핵과류의 관건해충으로 취급되고 있으며 국내에서는 1990년대 후반부터 사과, 배의 주요해충으로 부각되어 방제가 소홀할 경우 심각한 피해를 보인다고 하였다 (Yang et al., 2001; Choi et al., 2008). 사과와 배에서는 복숭아순나방 페로몬을 이용한 야외 집단 모니터링(Yang et al., 2001; Kim et al., 2004; Choi et al., 2008; Park et al., 2008) 및 먹이트랩과 교미교란기술 (Yang et al., 2001; Kim et al., 2007; Kim et al., 2010) 연구가 수행되고 있다. 복숭아순나방붙이(*Grapholita dimorpha* Komai)는 일본에서 자두 해충으로 1980년대 말부터 야마가타현에서 문제시되었으며, 1990년대 말에 나가노현 자두에서 피해가 확인되었다. 이후 나가노현 북부의 사과에서 피해가 증가하면서 문제해충으로 부각되었고(Komai, 1979, 1999; Yoshizawa, 2008), 국내 사과원에서도 새로운 문제 해충으로 보고되었다(Choi et al., 2009). 본 연구는 자두 주산지인 경북 경산과 의성 자두 과원에서 2010년부터 2011년까지 복숭아순나방, 복숭아순나방붙이, 복숭아심식나방의 연간 발생소장을 통한 지역별 발생상과 발생량을 비교하였다. 또한 경산 지역에서 과수원 내부와 외부에 설치한 트랩을 통해 복숭아순나방과 복숭아순나방붙이의 과원 내·외 발생상의 차이를 검토하였다. 본 연구의 결과들은 향후 자두과원의 심식나방류 해충종합관리 방제체계를 수립하는데 기초자료로 활용하고자 한다.

재료 및 방법

조사지역: 경북 남부의 경산과 중부의 의성 자두 과원을 선정하였다. 경산시 와촌면 신한리 일대 3개 포장은 모두 야산 인근 과원이며, 중부의 의성군 봉양면 장대리 일대의 6개 포장은 산지 3곳, 평지 2곳, 경사지 1곳의 과원이다. 조사과원은 모두 관행적 재배관리가 이루어졌고, 병해충 방제는 살충제와 살균제를 주기적으로 살포하고 있었다(Jung, C., unpublished observation).

조사방법: 조사에 이용한 성페로몬 트랩은 (주)그린아그로텍에서 개발한 델타 A형(규격 130 × 180 mm)을 사용하였다. 트랩은 상용 합성페로몬을 처리한 고무 격막 미끼(페로몬 루어, 규격 19 mm, 직경 10 mm)가 트랩 중앙에 위치하고 밑 부분은 끈끈이 판으로 구성되었다. 조사에 사용된 성페로몬 트랩 성분은 다음과 같다. 복숭아순나방 Z8-12:Ac, E8-12:Ac, Z8-12OH가 각각 95: 5: 1이며, 복숭아순나방붙이 Z8-12:Ac, E8-12:Ac가 85:15이며, 복숭아심식나방 Z7-eicosene-11-one으로 성분비는 100이다(Boo et al., 1998). 트랩 위치는 과원 내 풍향 등을 고려하여, 지상 1.5~1.7m 높이에 자두나무 가지 내부에 매달았다. 페로몬 루어는 2개월마다 교체하였고, 끈끈이 판은 트랩 당 40마리 이상이 유살 될 경우 새로운 것으로 교체하였다. 과원별 각 1개의 트랩을 과원 내부에 설치하였으며, 경산시 포장의 경우 포장 내부와 외부의 발생상 비교를 위해서 과원의 주변부에 각 1개의 트랩을 추가 설치하였다. 의성에서 2010년 초반기 발생은 복숭아순나방붙이 트랩에 복숭아순나방붙이와 회색점애기잎말이나방의 혼합유인으로 인해 종 구분이 되지 않았던 5월 중순까지의 자료를 제외하였다.

조사시기: 2010년부터 2011년까지 경산, 의성 지역에서 3월 하순부터 12월 상순까지 조사를 수행하였다. 2010년 경산에서 복숭아순나방과 복숭아순나방붙이의 트랩은 이들 나방류가 최초발생하기 전인 3월 11일, 복숭아심식나방은 5월 7일, 의성은 각각 4월 13일, 5월 29일에 설치하였고, 경산은 11월 19일, 의성은 11월 5일까지 조사하였다. 2011년 경산의 복숭아순나방과 복숭아순나방붙이는 3월 30일, 복숭아심식나방은 5월 20일, 의성은 각각 3월16일, 5월 17일에 트랩을 설치하였고, 경산 12월 10일, 의성 10월 25일까지 조사하였다. 조사간격은 경산 5~15일 간격, 의성은 7일 간격으로 트랩에 유살 된 수컷 성충을 계수하였다.

자료분석: 연내 지역의 복숭아순나방, 복숭아순나방붙이,

복숭아심식나방의 밀도변동, 연간 지역별3종 심식나방류의 발생밀도 변동, 지역간 3종 심식나방류의 밀도변동은 반복측정분산분석 (Repeated Measure ANOVA)를 이용하여 분석하였다(von Ende, 2001). 복숭아순나방과 복숭아순나방붙이의 내·외부에 설치된 트랩에 포획된 발생의 차이를 분석하고자 내부 발생량을 기준으로 외부의 발생량을 비교하였으며, 발생 차이는 *t*-test를 통해 검정하였다. 심식나방류의 누적 발생량에 대한 지역간, 연도간의 차이는 GLM(Generalized linear model)을 이용하여 분석하였다(SAS Institute, 2009). 온도자료는 기상청자료를 (경산: 영천관측소, 의성: 의성관측소) 이용하였다 (http://www.kma.go.kr)

결 과

심식나방류의 발생시기 및 패턴

성페로몬 트랩을 이용하여 조사된 심식나방류의 발생패턴은 Fig. 1, 2와 같다. 심식나방류의 최초 포획일과 발생최성기는 Table 1과 같다. 경산의 경우 2010년도에는 3종 심식나방류의 발생패턴에 차이를 보였지만 2011년의 경우 3종 심식나방류의 시기별 발생패턴이 통계적으로 유사함을 알 수 있었다 (Table 2). 의성에서 3종 심식나방류의 시기별 발생패턴은 2010, 2011년도 각각 유의한 차이를 보였다 (Table 3).

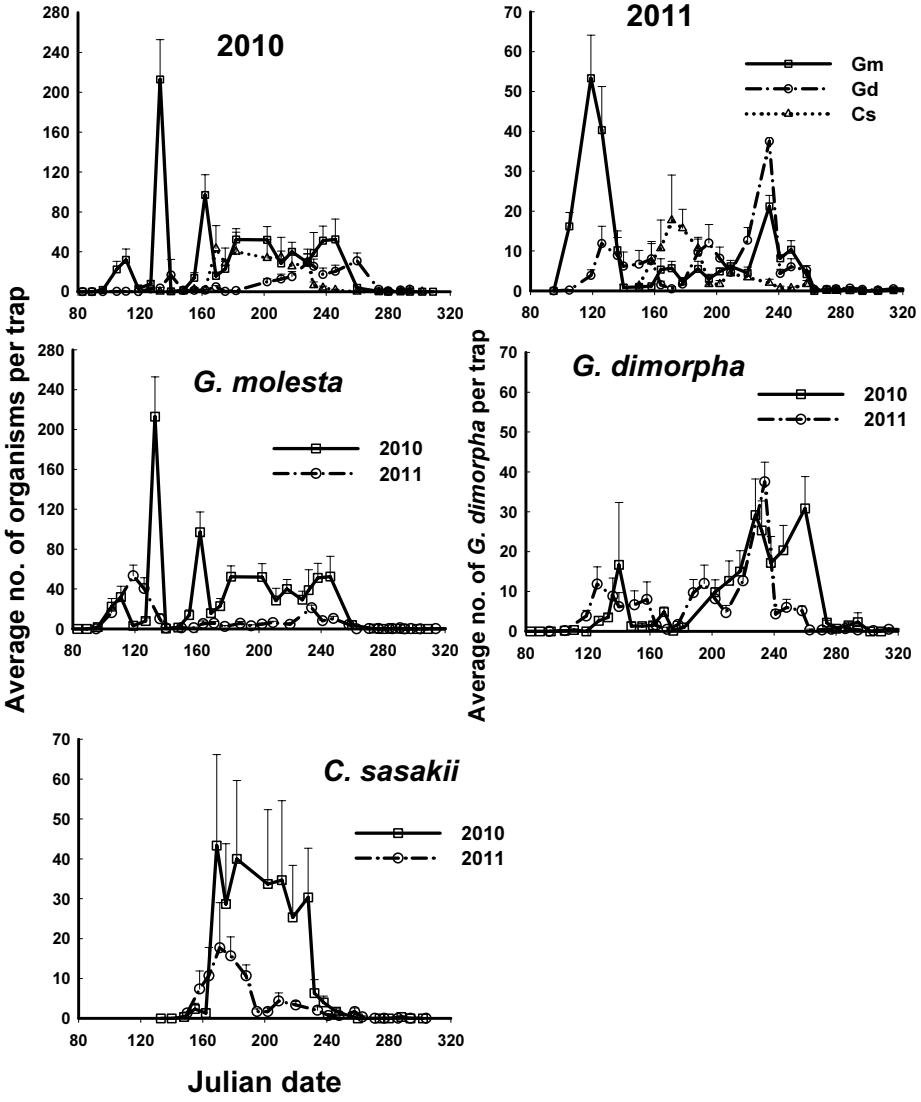

Fig. 1. Population fluctuation of *Grapholita molesta, G. dimorpha* and *Carposina sasakii* in Gyeongsan plum orchards, 2010 and 2011.

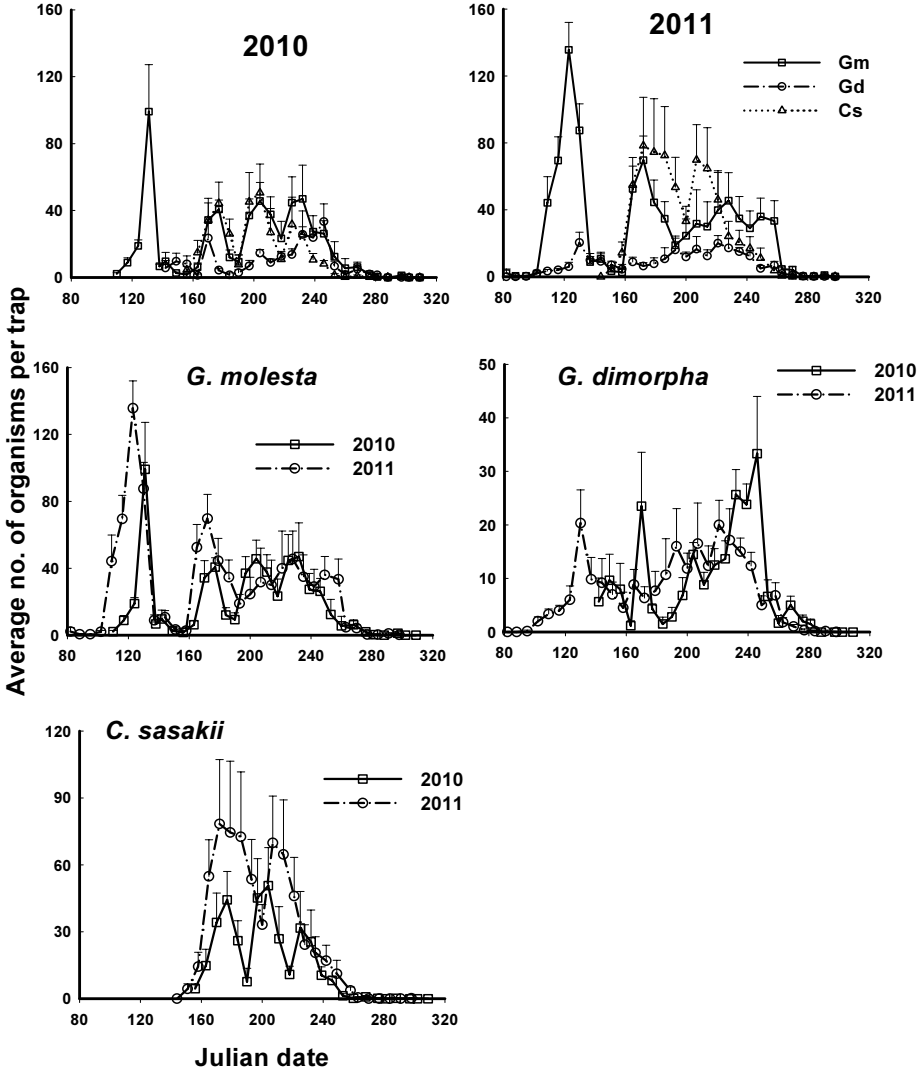

Fig. 2. Population fluctuation of *Grapholita molesta, G. dimorpha* and *Carposina sasakii* in Uiseong plum orchards, 2010 and 2011.

Table 1. Population events (Date±SD) of major fruit boring moths in plum orchard in Gyeongsan and Uiseong in 2010 and 2011

Species	region	Year	1st catch	1st peak	2nd peak	3rd peak	4th peak
Grapholita molesta	Gyeongsan	2010	107±3.5	140±0.0	169±0.0	205±5.2	257±4.6
		2011	105±0.0	119±0.0	169±4.0	206±4.0	248±0.0
	Uiseong	2010	1100±0.0	131±0.0	175±3.6	208±3.8	236±5.9
		2011	96±7.8	124±2.9	171±2.9	205±3.6	229±2.9
Grapholita dimorpha	Gyeongsan	2010	114±11.4	138±4.0	169±0.0	228±0.0	258±0.0
		2011	117±10.7	123±5.8	193±4.0	234±0.0	256±0.0
	Uiseong	2010	-	128±11.2	172±3.6	203±2.9	242±3.6
		2011	106±9.6	111±2.9	172±6.3	209±7.2	239±3.8
Carposina sasakii	Gyeongsan	2010	157±10.7	169±0.0	213±4.0	-	-
		2011	150±0.0	176±4.0	216±6.4	-	-
	Uiseong	2010	160±5.9	178±2.4	201±3.8	-	-
		2011	153±3.6	174±3.6	242±3.8	-	-

Table 2. Repeated measures ANOVA of male catches of *Grapholita dimorpha Grapholita molesta* and *Carposina sasakii* in Gyeongsan

Source	df	SS	MS	F	*P*
2010					
Between subjects					
Insect	2	40784.37	20392.18	7.52	0.0075
Error	12	32550.70	2712.56		
Within subjects					
Time	27	142747.06	5286.93	16.51	< 0.0001
Time*Insect	54	197758.40	3662.19	11.44	< 0.0001
Error(Time)	324	103759.47	320.25		
2011					
Between subjects					
Insect	2	1142.94	571.47	2.18	.1563
Error	12	3152.33	262.69		
Within subjects					
Time	27	17414.08	644.97	18.55	< 0.0001
Time*Insect	54	18679.85	345.92	9.95	<0.0001
Error (Time)	324	11265.67	34.77		

'Insect' represents *Grapholita dimorpha, Grapholita molesta*, and *Carposina sasakii*.

Table 3. Repeated measures ANOVA of male catches of *Grapholita dimorpha Grapholita molesta* and *Carposina sasakii* in Uiseong

Source	df	SS	MS	F	*P*
2010					
Between subjects					
Insect	2	13882.84	6941.42	4.47	0.0301
Error	15	23305.15	1553.68		
Within subjects					
Time	27	78262.56	2898.61	12.86	< 0.0001
Time*Insect	54	57817.72	1070.70	4.75	< 0.0001
Error(Time)	405	91297.51	225.43		
2011					
Between subjects					
Insect	2	48247.19	24123.60	5.13	0.0200
Error	15	70509.72	4700.65		
Within subjects					
Time	27	129435.82	4793.92	12.25	< 0.0001
Time*Insect	54	163646.92	3030.50	7.75	<0.0001
Error (Time)	405	154853.45	391.24		

'Insect' represents *Grapholita dimorpha*, *Grapholita molesta*, and *Carposina sasakii*.

복숭아순나방: 의성에서는 복숭아순나방 발생의 연간 차이가 없었으나($P = 0.11$) 경산에서는 연간 발생의 차이를 보였다($P = 0.003$). 2010년도에는 의성과 경산간 복숭아순나방의 시기별 발생패턴에 차이가 없었으나($P = 0.28$) 2011년도에는 두 지역간 시기별 발생패턴에 차이가 있었음을 알 수 있었다($P = 0.001$). 경산지역에서는 2010년 월동성충은4월 중순부터 발생하기 시작하여 4월 중순, 5월 중순으로 두 번의 월동성충 발생피크를 보였으며, 6월 상순부터 다시 증가하여 6월 중순, 7월 하순, 8월 중순 발생피크가 나타났으며, 9월 중순부터 밀도가 감소하다 10월 초에 발생이 종료되었다. 2011년은 3월 하순 발생하여 4월 하순에 월동성충 발생피크를 보였으며, 6월 상순부터 미비하게 발생하다 8월 상순부터 증가하여 8월 하순부터 감소하다 종료되었다. 의성지역에서는 2010년은 4월 중순부터 발생하여 5월 중순 월동성충 발생피크를 보였고, 6월 하순, 7월 중순, 8월 중순으로 발생피크를 나타냈다. 2011년은 4월 중순부터 발생하기 시작하여 월동성충 발생피크는 4월 하순이었으며, 이후 밀도가 감소하다 6월 중순, 7월 하순, 8월 중순으로 발생피크를 보였다(Fig. 1, 2).

복숭아순나방붙이: 경산과 의성에서 복숭아순나방붙이의 연간 시기별 발생패턴은 차이가 없었다(경산$P = 0.49$, 의성$P = 0.70$). 2010, 2011년도간 발생패턴도 통계적으로 차이를 보이지 않았다(경산$P = 0.22$, 의성$P = 0.84$). 경산에서 2010년은 4월 중순부터 발생하기 시작하여 5월 하순 월동성충 발생피크를 보였으며, 7월 중순, 8월 중순, 9월 중순 발생피크를 나타낸 이후 급격히 감소하여 10월 하순 발생이 종료되었다. 2011년에는 4월 하순에 첫발생하여 발생피크는 5월 하순이었으며, 7월 하순, 8월 중순, 9월 중순 발생피크를 보였고, 이후 밀도가 감소하다 발생이 종료되었다. 의성에서는 2010년 7월 중순, 8월 하순, 9월 상순에 발생피크를 보였고, 10월 상순에 발생이 종료 되었다. 2011년은 4월 중순에 발생되어 월동성충 발생피크는 5월 중순이었으며, 이후 발생이 미미하였으며, 7월 중순, 8월 중순에 발생피크를 보였다(Fig. 1, 2).

복숭아심식나방: 경산과 의성에서 복숭아심식나방의 연간 시기별 발생패턴은 유사하였다(경산$P = 0.36$, 의성 $P = 0.19$). 2010, 2011년도간 두 지역의 복숭아심식나방의 발생패턴도 통계적으로 차이가 없었다(경산 $P = 0.09$, 의성 $P = 0.60$). 경산에서 2010년은 5월 하순에 발생하여 6월 중순, 7월 하순, 8월 중순 발생피크를 보였고, 8월 하순 이후 감소하다 9월 중순 발생이 종료되었다. 2011년의 발생은 5월 하순 시작되어 6월 중순, 8월 상순으로 발생피크를 보였고, 9월 중순 발생이 종료되었다. 의성의 2010년은 6월 상순에 발생하여 6월 하순, 7월 하순, 8월 중순 발생피크를 보였고, 9월 하순 발생이 종료되었다. 2011년 발생은 5월 하순에 시작하여 6월 중순, 7월 중순 발생피크를 보였고, 9월 하순 이후 발생이 종료 되었다(Fig. 1, 2). 2010년은 경산과 의성에서 3회 발생 피크를 보였으며, 2011년은 2회 발생피크를 보였다.

심식나방류들의 지역별 연간 발생량

세 종의 심식나방류에 있어서, 경산은 2010년에 비하여 2011년에 해충의 밀도가 전반적으로 낮았고, 의성이 반대로 높았다(Fig. 3). 복숭아순나방붙이의 연간 발생량은 지역과 연도에 따른 변이가 매우 적었다. 반면 복숭아순나방과 복숭아심식나방의 경우, 지역내 연도간 발생 패턴은 비슷하고, 지역간 패턴의 차이는 극명하였다(Fig. 3). 특히 복숭아순나방과 복숭아심식나방은 2011년에 의성 과원이 경산 과원보다 월등히 밀도가 높게 나타났다.

복숭아순나방:복숭아순나방붙이:복숭아심식나방의 연간 발생의 상대적 분포는 2010년과 2011년에 경산에서는 63:16:20과, 47:35:18로 나타났으며, 의성에서는 51:18:31과 51:13:36으로 나타났다(Fig. 4).

과수원 외·내부 트랩 발생량 비교

과원 내부와 외부에 배치한 트랩에서의 나방류 포획량은 큰 차이가 없었다(Fig. 5). 복숭아순나방의 경우, 과수원 내부 트랩에서의 발생량 대비 외부 트랩에서 발생량은 2010년 114%($t = 0.13$, $df = 95$, $P = 0.89$), 2011년 118%($t = 0.13$, $df = 92$, $P = 0.89$)였으며, 복숭아순나방붙이는 2010년 119%($t = -0.03$, $df = 95$, $P = 0.97$), 2011년 95%($t = 0.42$, $df = 92$, $P = 0.67$)으로 나타났다. 발생패턴 역시 유사하게 나타났으나, 2010년 복숭아순나방붙이 포획 패턴의 경우, 4월 하순부터 5월 중순까지 내부 트랩에서 30마리, 외부트랩이 2마리로 내부 트랩에 약 15배 정도 많았다(Fig. 6).

고 찰

자두의 주요 심식나방류의 발생 조사 결과, 복숭아순나방의 발생이 가장 많고, 복숭아심식나방, 복숭아순나방붙이 순으로 발생함을 알 수 있었다. 특히 최근 사과에서 문제 해충으로 부각된 복숭아순나방붙이가(Choi et al., 2009) 자두에서도 심식나방류 발생량의 13-35%를 차지하였다.

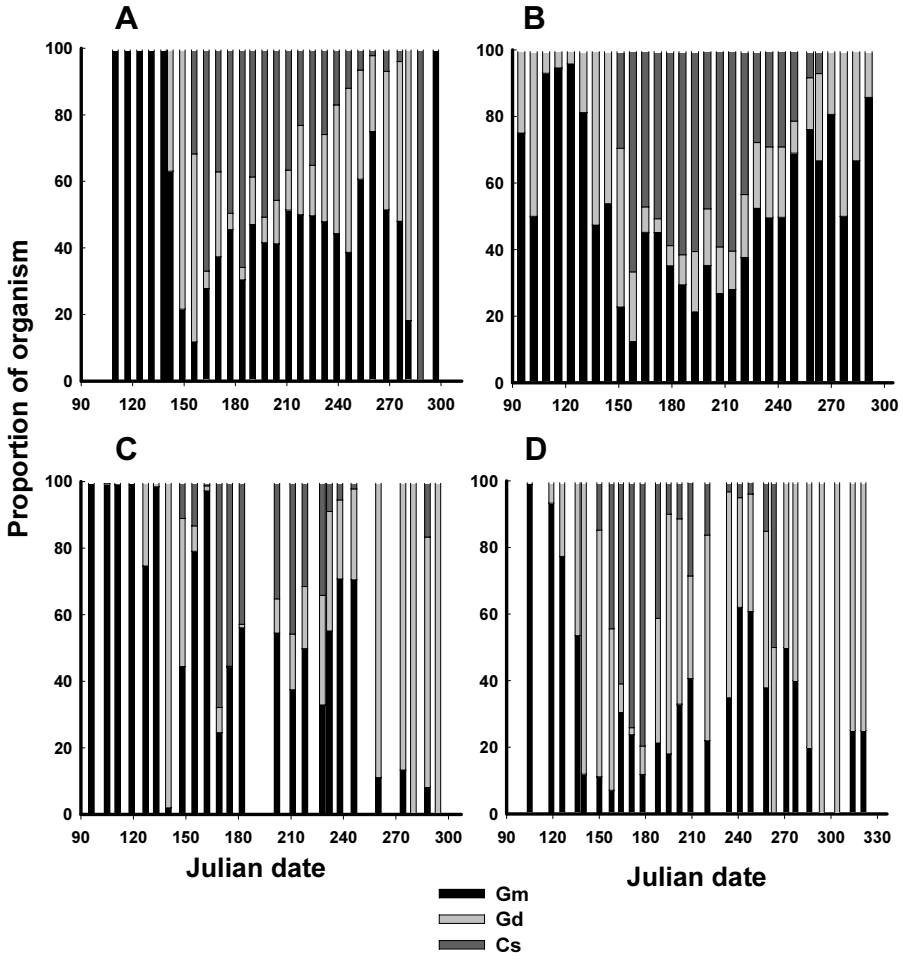

Fig. 3. Proportional distribution of three fruit boring lepidopterans from plum orchards in Uiseong and Gyeongsan, 2010 and 2011. A: Uiseong 2010, B: Uiseong 2011, C: Gyeongsan 2010, D: Gyeongsan 2011. Gm: *Grapholita molesta*, Gd: *Grapholita dimorpha*, Cs: *Carposina sasakii*.

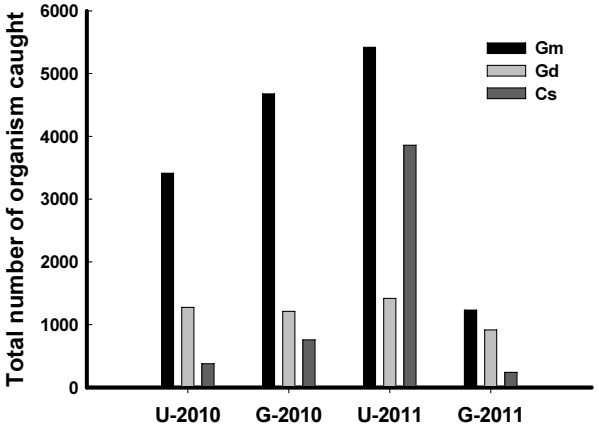

Fig. 4. Total number of three fruit boring lepidopterans caught in pheromone trap. U: Uiseong, G: Gyeongsan, Gm: *Grapholita molesta*, Gd: *Grapholita dimorpha*, Cs: *Carposina sasakii*.

발생시기 및 패턴

복숭아순나방의 경우, 3월말에 월동성충 발생이 시작되어 4월 하순과 5월 상순 사이에 월동세대 발생 최성기를 보였으며, 6월 중하순, 7월 중순, 8월 중순 경 각 세대의 발생 최성기를 보였다. 이러한 발생 패턴은 국내 사과(Choi et al., 2008), 배(Yang et al., 2001; Cho et al., 2010; Ahn et al., 2012)는 물론 일본에서 보고된 결과와 유사하였다 (Mizukoshi, 2006). 또한 연도에 따라 차이는 있지만 9월 중순의 성충 발생이 많은 점은, 우리 나라 남부지역에서는 5세대까지 발생하고 있을 가능성을 제시하고 있다. 반면 복숭아순나방붙이의 경우 복숭아순나방보다 약 1주일 정도 발생이 늦은 것으로 보이며, 역시 4-5회의 밀도 증가패턴을 보였다. 그러나 9월 발생세대의 경우 명확하게 구분되지 않는 점으로 보아, 당해 년도의 기상상황에 따라 가변

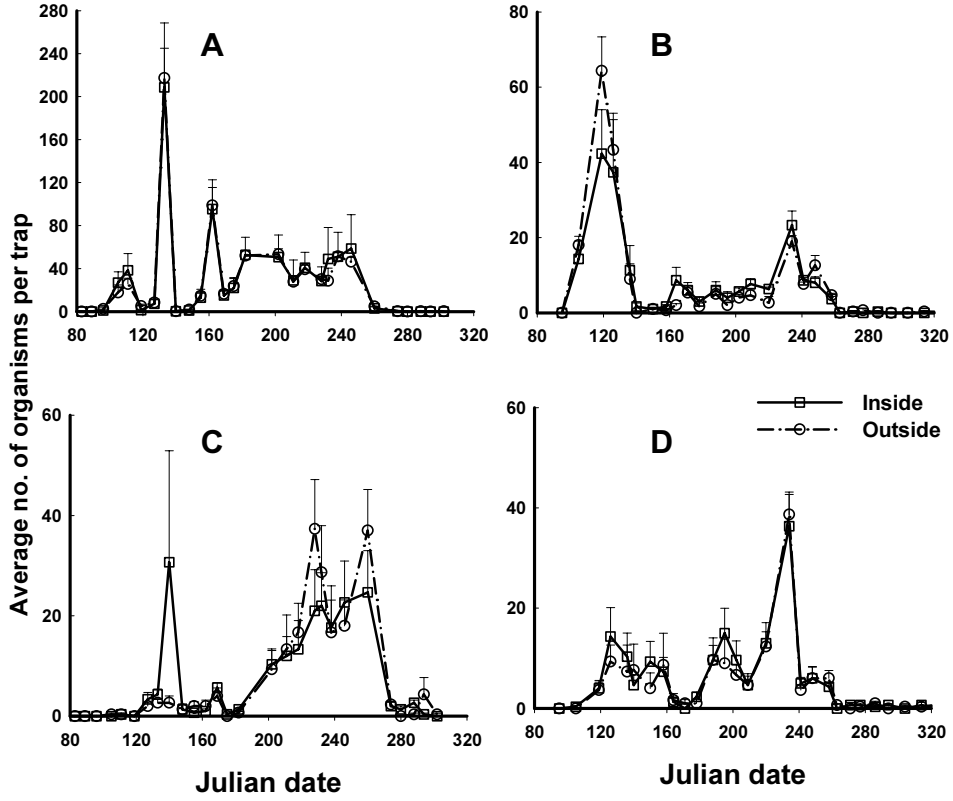

Fig. 5. Population fluctuation of *Grapholita molesta* and *G. dimorpha* in the inside and outside of Gyeongsan plum orchards, 2010 and 2011. A: *G. molesta*, 2010, B: *G. molesta*, 2011, C: *G. dimorpha,* 2010, D: *G. dimorpha,* 2011.

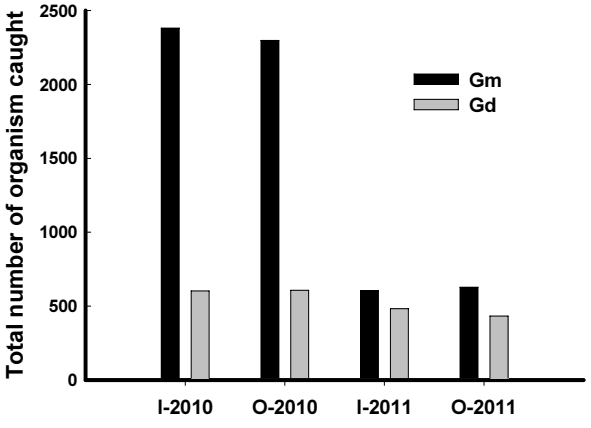

Fig. 6. Total number of *Grapholita molesta* (Gm) and *G. dimorpha* (Gd) caught in pheromone trap. I: Inside, O: Outside.

적으로 추가적 세대 발생이 나타날 가능성도 배제할 수 없다. 일본 야마나시현의 자두에서 복숭아순나방붙이의 월동세대 성충은 4월 하순부터 5월 중순, 1세대는 6월, 2세대는 7월, 3세대는 8월 중순부터 9월로 년 4세대 발생이 보고되었고(Murakami, 2005), 아오모리현의 경우 사과에서는 월동세대가 5월 하순부터 6월 중순, 1세대는 7월 중순부터 하순, 2세대는 8월 중순부터 9월 중순으로 년 3세대가 보고된 바 있다(Arai et al., 2009), 복숭아심식나방은 2010년에는 6월 상순 발생을 시작하여 6월 하순, 7월 중순, 8월 하순으로 3회 성충 발생 최성기를 보인 반면, 2011년에는 5월 하순에 발생을 시작하여 6월 하순과 8월 상순에 2회 성충 발생 최성기를 보였다. 국내에서 복숭아심식나방은 년 2회 발생을 하는 것으로 알려져 있으며 (Lee et al., 1984; Kim et al., 2001), Kim et al. (2001)은 월동세대 발생 two-peak model을 적용한 결과, 월동세대의 후반기 발생과 후속세대의 전반기 발생이 중첩되면서 마치 3회의 최성기를 보이는 것으로 나타날 수 있음을 보고한 바 있다. 추후 지속적인 야외 개체군 발생 분석을 통해, 자두 과원에서 복숭아심식나방의 발생 패턴 분석이 필요할 것으로 보인다.

연도 별 발생 시기 및 발생량

2010년에 비하여 2011년 발생이 세 종 나방류에서 모두 1주일 이상 빨랐다. 이는 봄철 특히 4월 이후 온도가 2011년에 높았기 때문으로, 월동 유충, 번데기의 발육 속도가 빨라졌기 때문으로 파악된다(Fig. 7). 최근 이상기후 발생의 빈도가 높아지

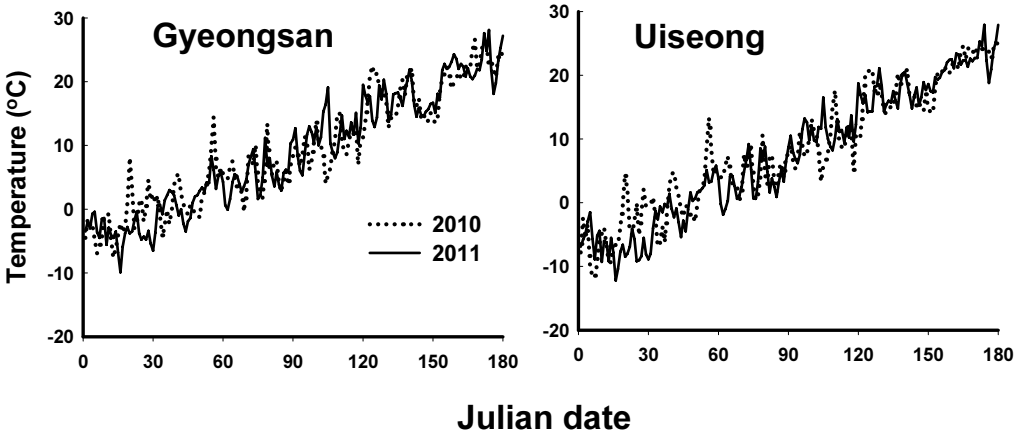

Fig. 7. Temperature data of Gyeongsan and Uiseong from Yeongcheon and Uiseong Meteorological station, 2010 and 2011.

는 상황에서, 주요 해충의 발생 시기의 정확한 예측 및 판단은 해충 관리의 필수 요소로써, 기상 자료를 활용한 해충발생 예측 모델(예, Kim et al., 2001; Kim and Lee, 2010; Ahn et al., 2012)의 필요성을 부각시켜 준다. 특히 초발일의 경우, 발생 최성일보다 편차가 크게 나타남을 알 수 있다. 이는 초기 발생량이 매우 적기 때문에 트랩에 포획될 경우의 수에 의한 확률적 분포차가 그 불확실성을 높이기 때문이다. 이는 개체군 계절발생 모델에서 biofix를 초발일로 할 경우(예, Welch et al., 1978), 발생예측의 전반적 불확실성을 증대시킬 뿐 아니라, 실제 농가나 해충 관리 담당자들의 활용적 측면에서도 불리할 수 있음을 보여준다.

복숭아순나방붙이의 발생량은 년도와 지역에 따라 차이가 없었다. 그러나 복숭아순나방과 복숭아심식나방의 발생량은 지역내 변이는 크지 않았으나, 지역별 연도간 차이는 매우 크게 나타났다. 기상자료를 토대로 예측할 경우, 2011년이 기온이 높기 때문에 발생량도 많을 것으로 추정할 수 있는데(Kim et al., 2001; Yang et al., 2001) 의성지역에서는 복숭아순나방과 복숭아심식나방의 년중 발생밀도가 2011년에 더 많았었다. 해충의 년중 발생 밀도는 기상 등 무생물적 환경요인, 생물적 요인과 농업 관리 요인의 총체적 결과로 볼 수 있다. 다른 요인들이 크게 차이가 없다면, 2011년에 나타난 해충의 발생 패턴의 차이는 관리 요인에 기인할 것으로 추정된다. 경산 과원의 경우, 본 연구팀에 의하여 2010년 발생자료에 근거하여 방제시기 제안 및 방제 효율 향상을 위한 컨설팅이 이루어졌기 때문에, 방제 효율이 높아져, 2011년도 발생량이 적었던 것으로 일부 판단된다. 이는 해충 관리에 있어서 전문인력의 지역적 발생자료에 기초한 개입의 중요함을 의미한다. 배 과원에서도 2002-3년에 모니터링과 방제 컨설팅으로 방제 비용을 40% 이상 줄일 수 있음이 제시된 바 있다(Jung, C., unpublished observation).

과수원 내부와 외부에서 발생

경산 지역 각 과원의 중앙부와 외부에 설치한 트랩에서 포획된 복숭아순나방과 복숭아순나방붙이의 발생량과 발생 패턴은 거의 일치하였다. 이러한 결과는 두 해충의 이동성에 대한 상반된 가설을 제시할 수 있다. 즉 '트랩의 유효 유인반경 내에서 해충의 이동은 자유롭다' 와 '해충의 이동은 극히 제한되어 있고 해충 분포는 과원 내부와 외부에 균일하며 지엽적으로 트랩에 유인된다' 이다. 복숭아순나방 성충 이동거리는은 약 200 m 이내 이나, 일부 개체들은 1 km이상 비행한다고 알려져 있다(Rothschild and Vickers, 1991; Park et al., 2008). 또한 복숭아순나방 암컷이 수컷보다 비행능력이 높고(Dorn et al., 2001), 암컷의 경우 상당한 거리의 기주를 찾아 비교적 자유로이 이동할 수 있음(Steiner and Yetter, 1993)을 보고하기도 했다. 복숭아순나방붙이는 복숭아순나방보다 이동 능력이 높다(Arai et al., 2009). Kim et al.(2009)은 사과원 안팎에서 복숭아순나방을 모니터링한 결과 포획량에 차이가 없었다고 보고하였고, 이를 사과원간 장거리 이동의 결과로 해석하였다. 또한 호주에서는 복숭아순나방 교미교란제 설치 과원 가장자리에 페로몬 트랩으로 보호벽을 설치하여 외부 유입을 방지할 수 있다는 보고도 있다(Il'ichev et al., 2004). 복숭아순나방 등 심식나방류의 이동은 과원 단위 해충관리는 물론 지역단위 약제 저항성 관리 측면에도 영향을 미친다. 우리나라의 경우 단위 과수원의 면적이 작고(평균 1.5ha 이내), 여러 종류의 과수가 모자이크 형태로 배치되어 있는 바, 200 m 내외의 이동능력을 가진 해충의 경우 과원 내외부로 이동이 자유로울 수 있으므로, 과수의 종류별, 과수원간 이동에 대한 추가적인 생태적 연구가 필요하다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업 "지리정보시스템 및 IT 기반 현장 밀착형 돌발 병해충 예찰 모형 개발" (과제번호: PJ0073952012호)의 지원에 의하여 연구가 수행되었으며, 정선아는 교육과학기술부 지원 안동대 BioBK-21의 지원을 받았다.

Literature Cited

Ahn, J.J., Yang, C.Y., Jung, C., 2012. Model of *Grapolita molesta* spring emergence in pear orchards based on statistical information criteria. J. Asia-Pac. Entomol. 15, 589-593.

Arai, T., Takanashi, M., Ihara, F., 2009. Prediction of oviposition period of fruit-damaging *Grapholita dimorpha* in central Iwate prefecture, Japan. Annu. Rep. Soc. Plant Prot. North Jpn. 60, 245-252.

Boo, K.S., 1998. Variation in sex pheromone composition of a few selected lepidopteran species. J. Asia-Pac. Entomol. 1, 17-23.

Cho, Y.S., Song, J.H., Whang, H.S., 2010. Seasonal catch and control of *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae) and *Adoxophyes orana* (Lepidoptera: Tortricidae) by Mating disruption in pear orchards. Kor. J. Appl. Entomol. 49, 139-144.

Choi, K.H., Lee, D.H., Byun, B.K., Mochizuki, F., 2009. Occurrence of *Grapholita dimorpha* Komai (Lepidoptera: Torticidae), a new insect pest in apple orchards of Korea. Kor. J. Appl. Entomol. 48, 417-421.

Choi, K.H., Lee, S.W,. Lee, D.H., Kim, D.A., Kim, S.K., 2008. Recent occurrence status of two major fruit moths, oriental fruit moth in apple orchards. Kor. J. Appl. Entomol. 47, 17-22.

Dorn, S., Hughes, J., Molinari, F., Cravedi, P., 2001. *Cydia molesta* and *Cydia pomonella:* comparison of adult behaviour. IOBC WPRS Bull. 24, 133-137.

Il'ichev, A.L., Williams, D.G., Milner, A.D., 2004. Mating disruption barriers in pome fruit for improving control of oriental fruit moth *Grapholita molesta*, Busck (Lep., Tortricidae) in stone fruit under mating disruption. J. Appl. Entomol. 128, 126-132.

Kim, D.C., 2006. A study on farmer's selling behavior and consumer's buying behavior to plum. Department of agricultural economics graduate school, Kyungbuk National University. 74p.

Kim, D.S., Lee, J.H., Yiem, M.S., 2001. Spring emergence pattern of *Carposina sasakii* (Lepidoptera: Carposinidae) in apple orchards in Korea and its forecasting models based on degree-days. Environ. Entomol. 29,1188-1198.

Kim, D.S., Boo, K.Y., Jeon, H.Y., 2004. Evaluation of pheromone lure of *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Torticidae) and forecasting its phenological events in Suwon. Kor. J. Appl. Entomol. 43, 281-289.

Kim, D.S., Lee, J.H., 2010. A population model for the peach fruit moth, *Carposina sasakii* Matsumura (Lepidoptera: Carposinidae) in a Korean orchard system. Ecol. Model. 221, 268-280.

Kim, Y., Bae, S., Son, Y., Park, J., 2009. Analysis of migration of the oriental fruit moth, *Grapholita molesta*, in apple-cultivation areas based on population monitoring using sex pheromone and RAPD molecular marker. Kor. J. Appl. Entomol. 48, 211-219.

Kim, Y.G., Bae, S.W., Choi, K.H., Lee, D.H., Lee, S.W., 2007. Efficacy test of mating disruption using food trap of oriental fruit moth, *Grapholita molesta* (Busck). Kor. J. Appl. Entomol. 46, 269-274.

Kim, Y.G., Seo, S.Y., Jung, S.C., 2010. Enhanced mating disruption of the oriental fruit moth, *Grapholita molesta* (Busck) using pheromone edge treatment along with food trap. Kor. J. Appl. Entomol. 49, 31-36.

Korea Meteorological Administration. http://www.kma.go.kr/.

Komai, F., 1979. A new species of the genus *Grapholita* Treitschke form Japan allied to the oriental fruit moth, *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae). Appl. Entomol. Zool. 14, 133-136.

Komai, F., 1999. A taxonomic review of the genus *Grapholita* and allied genera (Lepidoptera: Tortricidae) in the Palaearctic region. Entomol. Scand. 55, 1-226.

KOSIS, 2012. Korean statistical information system. Republic of Korea.

Lee, S.B., Cho, J.S., Kim, W.T., Park, K.H., Choi, Y.C., Lee, J.G., Ha, N.G., Kim, S.R., 2011. Characteristics on pollination activities of *Apis mellifera*, *Bombus terrestris* and *Osmia cornifrons* released in the prunus net-houses. Kor. J. Apiculture 26, 315-322.

Lee, S.W., Hyun, J.S., Park, J.S., 1984. Studies on the developments of the overwintering peach fruit moth, *Carposina niponensis* Walsingham. Kor. J. Plant Prot. 23, 42-48.

Mizukoshi, T., 2006. Non-target species caught by synthetic sex pheromone trap of lepidopterous pests on apple trees in Hokkaido. Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 50, 231-239

Murakami, Y., Sugie, H., Fukumoto, T., Mochizuki, F., 2005. Sex pheromone of *Grapholita dimorpha* Komai (Lepidoptera: Torticidae), and its utilization for monitoring. Appl. Entomol. Zool. 40, 521-527.

Park, J., Son, Y., Bae, S., Kim, Y., 2008. Genetic differentiation of overwintering populations of oriental fruit moth, *Grapholita molesta*, and their movement. Kor. J. Appl. Entomol. 47, 201-208.

Rothschild, G.H.L., Vickers, R.A., 1991. Biology, ecology and control of the oriental fruit moth, *In* Helle, W., van der Geest, L.P.S., Evenhuis, H.H. (Eds.), World crop pests. vol. 5. Tortricid pests their biology, natural enemies and control. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands. pp. 380-412.

SAS Institute, 2009. SAS user's guide; statistics, version 9.1ed. SAS Institute, Cary, NC.

Steiner, L.F., Yetter, W.P., 1993. Second report on the efficiency of bait traps for the oriental fruit moth as indicated by the release and capture of marked adults. J. Econ. Entomol. 26, 774-788.

von Ende, C.N., 2001. Repeated-measures analysis, *In* Scheiner, S.M., Gurevitch, J. (Eds.), Design and analysis of ecological experiment. Oxford University Press, New York. pp. 134-157.

Welch, S.M., Croft, B.A., Brunner, J.F., Michels, M.F., 1978. PETE: an extension phenology modeling system for the management of multi-species pest complex. Environ. Entomol. 7, 482-494.

Yang, C.Y., Han, K.S., Boo, K.S., 2001. Occurrence of and damage by the Oriental fruit moth, *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae) in pear orchards. Kor. J. Appl. Entomol. 40, 117-123.

Yokoyama, V.T., Miller, G.T., 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.

Yoshizawa E., Daerunoru, S. Kaneko, M., 2008. Occurrence of *Grapholita dimorpha* in Nagano apple orchards. Plant Prot. Jpn. 62, 556-559.