

수원지역 과수원에 발생하는 유리나방류 4종의 성충 발생소장

양창열* · 김성종 · 양상진 · 조명래

농촌진흥청 국립원예특작과학원

Seasonal Adult Occurrence of Four Clearwing Moths in Suwon Orchards

Chang Yeol Yang*, Sung Jong Kim, Sang Jin Yang and Myoung Rae Cho

National Institute of Horticultural and Herbal Science, Rural Development Administration, Suwon 440-706, Republic of Korea

ABSTRACT: Clearwing moths (Lepidoptera: Sesiidae) are economically important pests of fruit trees, such as apple, peach, and grape in Korea. Larvae feed on the phloem and cambium within tree branches of host plants. In this study, the seasonal fluctuation in male catches of four clearwing moths, *Synanthedon haitangvora*, *S. bicingulata*, *Nokona regalis*, and *Glossosphecia romanovi*, were monitored with the respective sex pheromone traps in Suwon for three years. In apple orchards, *S. haitangvora* males were captured from May to October, with two peaks in early June to middle June and late August to early September. Similarly, *S. bicingulata* males were trapped from May to October, with two peaks in late May and late August to middle September in peach orchards. In vineyards, *N. regalis* males were captured from late May to middle June with one peak in late May to early June, while *G. romanovi* males were trapped from early June to late July with one peak in late June to early July.

Key words: Sesiidae, Sex pheromone trap, Seasonal fluctuation

조 록: 유리나방류는 사과, 복숭아, 포도와 같은 과수의 주요 해충으로서, 유충이 기주식물의 줄기 속에서 형성충을 섭식한다. 수원지역에서 3년 에 걸쳐, 성페로몬 트랩을 이용하여 사과유리나방, 복숭아유리나방, 포도유리나방, 큰유리나방의 연중 발생소장을 조사하였다. 사과원에서 사과 유리나방 성충은 트랩에 5월부터 10월까지 유인되었으며, 6월 상순과 8월 하순~9월 상순에 각각 발생최성기를 보였다. 비슷하게, 복숭아원 에서 복숭아유리나방은 5월부터 10월까지 유인되었으며, 발생최성기는 5월 하순과 8월 하순~9월 중순이었다. 포도원에서 포도유리나방은 5월 하순부터 6월 중순까지 유인되었으며, 5월 하순~6월 상순에 발생최성기를 보였다. 한편, 포도원에서 큰유리나방은 6월 상순부터 7월 하순까지 유인되었으며, 발생최성기는 6월 하순~7월 상순이었다.

검색어: 유리나방과, 성페로몬 트랩, 발생 소장

우리나라에는 약 30여종의 유리나방들이 분포하고 있으며, 몇몇 종들은 사과나무(*Malus pumila*), 복숭아나무(*Prunus persica*), 포도나무(*Vitis vinifera*), 감나무(*Diospyros kaki*) 등의 낙엽과 수에 피해를 주고 있다(Arita et al., 2004). 사과유리나방 (*Synanthedon haitangvora*)은 사과나무를 가해하며(Lee et al., 2005), 복숭아유리나방(*S. bicingulata*)은 복숭아나무를 비롯한 핵과류에 피해를 주고 있다(Lee et al., 2004). 또한 포도나무 에는 포도유리나방(*Nokona regalis*)과 큰유리나방(*Glossosphecia*

romanovi)이 동시에 피해를 주고 있으며(Arita et al., 2004), 남 부지역에서는 애기유리나방(*S. tenuis*)이 감나무를 가해하는 것으로 알려져 있다(Lee and Park, 2003).

유리나방류는 유충이 나무줄기 속으로 들어가 형성충(부름 쳐)을 섭식하여 피해를 주는데, 피해를 받은 나무는 세력이 크 게 저하되고 여러 마리 유충에 의해 집중적으로 피해를 받게 되 면 나무가 죽을 수 있기 때문에 철저한 방제가 필요하다 (Dutcher and All, 1979; Rogers and Grant, 1990). 유리나방류 유충은 과수원에 살포된 살충제가 닿기 어려운 나무줄기 속 에 살아가기 때문에 효과적인 방제시기를 결정하기 위한 다양 한 예측모형과 발생 예찰 수단들이 필요한 실정이다(Riedl et al., 1985; Bergh et al., 2009). 나방류 성충을 대상으로 발생량

*Corresponding author: cyyang@korea.kr

Received September 11 2012; Revised October 29 2012

Accepted November 9 2012

과 발생 시기를 예측하는 데에는 유아등과 성페로몬 트랩 등이 널리 이용되고 있다. 그런데 사과유리나방, 복숭아유리나방, 큰유리나방의 성충들은 주로 낮에 활동하고 교미하는 것으로 알려져 있기 때문에(Yang et al., 2009; 2011a; 2011b) 곤충의 주광성에 의존하는 수단인 유아등을 유리나방들의 예찰에 이용하는 것이 어려울 것으로 보인다. 반면에 성페로몬 트랩은 취급이 비교적 간단하고 밤낮으로 이용이 가능하며, 대상 해충만을 선택적으로 유인할 수 있기 때문에 매우 효율적인 예찰 수단으로 알려져 있다(Witzgall et al., 2010).

포도유리나방의 성페로몬은 중국 개체군으로부터 (Z,Z)-3,13-octadecadienol인 것으로 보고되었으며(Guo et al., 1990), 최근에는 우리나라 개체군으로부터 사과유리나방(Yang et al., 2009), 큰유리나방(Yang et al., 2011a), 복숭아유리나방(Yang et al., 2011b)의 암컷 성페로몬 성분들이 동정되었다. 이와 같이 국내 과수원에서 유리나방류 성충의 발생 양상을 조사할 수 있는 예찰 수단이 마련되었기 때문에, 본 연구에서는 수원지역의 과수원에 사과유리나방, 복숭아유리나방, 포도유리나방, 큰유리나방의 성페로몬 트랩을 설치하여 각 종의 성충 발생시기와 발생최성기를 조사하였다.

재료 및 방법

조사 장소

사과유리나방, 복숭아유리나방, 포도유리나방, 큰유리나방 성충의 발생소장 조사는 경기도 수원시 이목동과 탑동에 소재하고 있는 국립원예특작과학원의 사과, 복숭아, 포도 시험 포장에서 실시하였다. 조사 과수원에는 매년 생육 초기부터 불규칙적인 간격으로 7~11회에 걸쳐 살충제를 살포하였으나, 특별히 유리나방을 방제할 목적으로 나무의 주간부에 약제를 살포하지는 않았다. 과종별 재배품종은 다양하였으나, 사과는 후지, 복숭아는 천중도백도와 장호원황도, 포도는 캠벨얼리가 주품종이었다.

성페로몬 성분과 루어 제작

사과유리나방, 복숭아유리나방, 포도유리나방, 큰유리나방의 암컷 성페로몬 트랩을 이용하여 수컷 성충의 연중 발생소장을 조사하였다. 사과유리나방의 예찰에는 (E,Z)-2,13-octadecadienyl acetate와 (Z,Z)-3,13-octadecadienyl acetate를 5:5 비율로 혼합하여 루어(lure)를 제조하였고(Yang et al., 2009), 복숭아유리나방의 경우에는 (E,Z)-3,13-octadecadienyl acetate와 (Z,Z)-3,13-octadecadienyl acetate의 4:6 혼합물을 이용하였다(Yang

et al., 2011b). 포도유리나방의 유인에는 (Z,Z)-3,13-octadecadienol가 이용되었고(Guo et al., 1990), 큰유리나방의 경우에는 (Z,Z)-3,13-octadecadienol과 (Z,Z)-3,13-octadecadienyl acetate의 9:1 혼합물을 이용하였다(Yang et al., 2011a). 성페로몬 루어 제조에 이용된 성페로몬 성분은 Pherobank(Wageningen, The Netherlands)에서 구입하였고, 모든 성분들의 순도는 99% 이상이었다. 각 종의 유인 물질을 용매인 헥산(hexane) 속에서 혼합시킨 후 흰색의 고무 셉텀(rubber septum)(Aldrich Chemical Co., USA)에 1 mg 씩 침적시켰다.

유리나방류 성충의 발생소장 조사

사과유리나방, 복숭아유리나방, 포도유리나방의 성충 발생소장은 2009년부터 2011년까지 조사하였고, 큰유리나방의 경우에는 2010년부터 2012년까지 조사하였다. 성페로몬이 처리된 고무 셉텀을 델타형 끈끈이 트랩(Green Agro Tech, Korea)의 안쪽 상단에 설치하였고, 트랩은 지상 1.5m 높이의 나뭇가지에 걸어두었다. 매년 5월 1일에 사과, 복숭아, 포도 과수원을 각각 3곳씩 선정하여 사과원에 사과유리나방 트랩을, 복숭아원에 복숭아유리나방 트랩을, 포도원에 포도유리나방과 큰유리나방 트랩을 각각 설치하였다. 10월 하순까지 약 10일 간격으로 트랩에 포획된 수컷 성충 수를 조사하였는데, 성페로몬 루어는 약 1개월 간격으로 교환하였으며, 트랩의 밑판은 끈끈이가 오염되었을 때 수시로 교체해 주었다.

유리나방류 성충의 시기별 발생량을 분석하기 위하여 조사 시기별 유인수를 연간 총 유인수로 나눠 시기별 점유율을 산정하였다. 조사년도를 반복으로 간주하여 각 종의 시기별 점유율에 대하여 SAS의 proc GLM을 이용하여 ANOVA 분석을 실시하였고, 평균간 차이는 Tukey's test($\alpha=0.05$)로 비교하였다(SAS Institute, 2010)

결과

수원지역 사과원에서 사과유리나방 수컷 성충은 5월부터 10월까지 페로몬 트랩에 지속적으로 유인되었다(Fig. 1). 2009년의 사과유리나방 성충 발생유형을 살펴보면, 6월 중순에 뚜렷한 발생최성기가 나타났으나, 생육 후기에 나타나는 성충은 8월 중순부터 9월 중순에 걸쳐 페로몬 트랩에 지속적으로 유인되어 뚜렷한 최성기를 보이지 않았다. 2010년에도 사과유리나방 성충은 5월부터 10월까지 페로몬 트랩에 유인되었다. 1차 발생최성기는 6월 중순이었고, 2차 발생최성기는 8월 하순경이었다. 2011년의 경우에도 성충은 5월부터 10월까지 트랩에

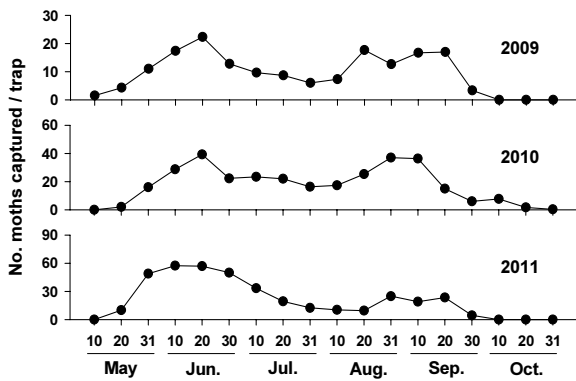


Fig. 1. Seasonal occurrence patterns of *S. haitangvora* males investigated with sex pheromone traps in apple orchards in Suwon, Korea.

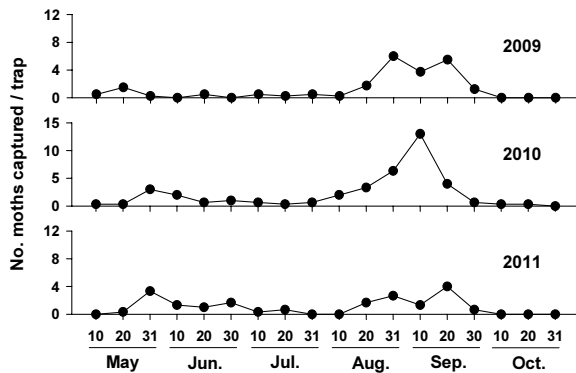


Fig. 2. Seasonal occurrence patterns of *S. bicingulata* males investigated with sex pheromone traps in peach orchards in Suwon, Korea.

유인되었는데, 1차 발생최성기는 6월 상순이었으며, 생육 후기에는 8월 하순과 9월 중순에 유인수가 많았다. 이와 같이 수원 지역 사과원에서 사과유리나방 성충은 5월부터 10월까지 발생하며, 6월 상순과 8월 하순~9월 상순이 각각 발생 최성기인 것으로 밝혀졌다. 3년 동안 약 10일 간격으로 조사된 유인 자료를 토대로 시기별 성충의 점유율을 분석한 결과, 사과유리나방의 발생량이 높은 시기는 6월 20일, 6월 10일, 6월 30일, 9월 10일, 8월 31일 순이었다(Table 1).

복숭아원에서 복숭아유리나방 성충은 사과유리나방과 마찬가지로 5월부터 10월까지 페로몬 트랩에 유인되었다(Fig. 2). 2009년의 복숭아 생육 초기에는 복숭아유리나방의 유인수가 매우 적어 뚜렷한 발생최성기를 보이지 않았으나, 생육 후기에 유인수가 증가하여 8월 하순부터 9월 중순에 걸쳐 발생최성기를 보였다. 2010년에는 5월 하순과 9월 상순에 각각 발생최성기를 보였다. 2011년에도 1차 발생최성기는 5월 하순으로 뚜렷하였고, 생육 후기에 나타나는 발생최성기는 8월 하순부터 9월

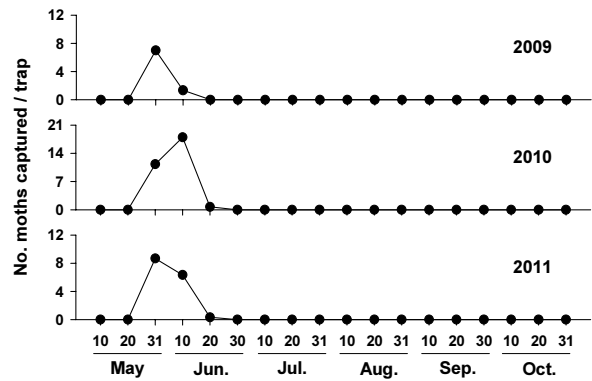


Fig. 3. Seasonal occurrence patterns of *N. regalis* males investigated with sex pheromone traps in vineyards in Suwon, Korea.

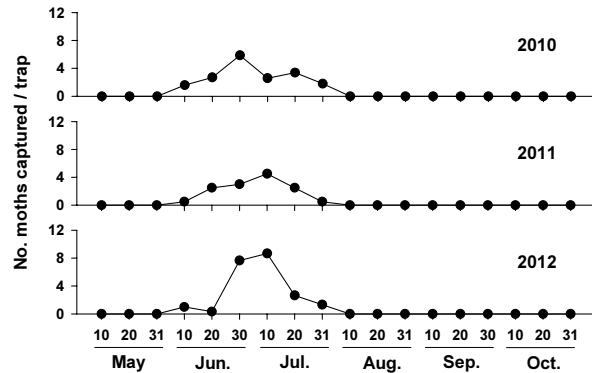


Fig. 4. Seasonal occurrence patterns of *G. romanovi* males investigated with sex pheromone traps in vineyards in Suwon, Korea.

중순에 걸쳐 나타났다. 이와 같이 수원지역에서 복숭아유리나방 성충은 5월부터 10월까지 발생하며, 최성기는 5월 하순과 8월 하순~9월 중순인 것으로 조사되었다. 연중 발생량이 높은 시기는 9월 10일, 8월 31일, 9월 20일, 5월 31일, 8월 20일 순으로 봄보다는 가을에 유인수가 많았다(Table 1).

포도원에서 포도유리나방의 성충은 5월 하순부터 6월 중순까지 비교적 짧은 기간 동안에만 발생하였으며(Fig. 3), 최성기는 2009년과 2011년에는 5월 하순이었으나, 2010년에는 6월 상순이었다. 한편, 포도원에서 큰유리나방 성충은 6월 상순부터 7월 하순까지 약 2개월 동안 성페로몬 트랩에 유인되었는데, 해에 따라 다른 발생양상을 보였지만 발생최성기는 6월 하순~7월 상순이었다(Fig. 4). 연중 발생량을 분석한 결과 포도유리나방 성충은 5월 하순에 전체의 약 60%가 유인되었고, 큰유리나방의 경우에는 6월 하순부터 7월 상순까지의 20일 동안에 전체의 약 60%가 유인되었다(Table 1).

Table 1. Average proportion of four clearwing moths captured in pheromone traps for three years in Suwon, Korea

Date	<i>S. haitangvora</i>	<i>S. bicingulata</i>	<i>N. regalis</i>	<i>G. romanovi</i>
10 May	0.3g	1.0c	0.0b	0.0c
20 May	1.9fg	3.1c	0.0b	0.0c
31 May	8.1bcde	8.8abc	59.5a	0.0c
10 Jun.	11.5ab	4.1abc	39.1ab	5.7bc
20 Jun.	13.5a	3.0c	1.5b	11.7bc
30 Jun.	9.3bc	3.8bc	0.0b	30.1a
10 Jul.	7.3bcde	1.9c	0.0b	29.2a
20 Jul.	5.7cdef	1.8c	0.0b	16.6ab
31 Jul.	4.0efg	1.3c	0.0b	6.6bc
10 Aug.	4.2defg	2.1c	0.0b	0.0c
20 Aug.	7.0cde	8.4abc	0.0b	0.0c
31 Aug.	8.6bcd	19.0a	0.0b	0.0c
10 Sep.	8.8bc	19.1a	0.0b	0.0c
20 Sep.	7.0cde	18.6ab	0.0b	0.0c
30 Sep.	1.7fg	3.6bc	0.0b	0.0c
10 Oct.	0.8g	0.3c	0.0b	0.0c
20 Oct.	0.2g	0.3c	0.0b	0.0c
31 Oct.	0.1g	0.0c	0.0b	0.0c

Numbers followed by the same letter are not significantly different (Tukey's test, $P < 0.05$).

고찰

수원지역 과수원에서 성페로몬 트랩을 이용하여 3년 동안 조사된 유리나방류 성충의 발생소장 자료는 각 종의 연중 발생 기간과 주요 발생 시기에 대한 정보를 제공해 주었다. *Synanthedon* 속인 사과유리나방과 복숭아유리나방 성충은 수원지역에서 약 6개월에 걸쳐 성페로몬 트랩에 지속적으로 유인되었으며 봄과 가을에 각각 발생최성기가 관찰되었다. 그러나 2종의 시기별 발생량은 상당히 달라 사과유리나방의 발생량이 가장 높은 시기는 6월 상순부터 6월 중순까지였으나 복숭아유리나방의 경우에는 8월 하순부터 9월 중순까지의 발생량이 가장 높았다. 이러한 정보는 이 해충들의 방제 측면에서 중요하게 활용될 수 있기 때문에 계절별 2종의 발생량의 차이가 우리나라에서 일어나는 보편적인 현상인지를 파악하기 위해 다양한 과수 재배지역에서 사과유리나방과 복숭아유리나방 성충의 발생소장에 대한 조사가 이뤄져야 할 것이다.

Bergh et al. (2009)은 성페로몬 트랩을 이용하여 미국과 캐나다의 사과원에 발생하는 *Synanthedon scitula* 성충의 발생소장을 조사한 결과 1차 발생최성기가 5월 하순~7월 중순이며, 2차 발생최성기가 8월 하순~9월 중순이라고 보고하였다. 이

러한 결과는 *S. scitula* 성충의 발생소장이 사과유리나방과 복숭아유리나방의 그것들과 비슷하다는 것을 보여준다. 최근에 Frank et al. (2010)은 실온(24~28°C) 조건에서 *S. scitula* 알의 발육기간이 9일 정도이며, 어린 사과 과실을 먹이로 주었을 때 약 39일 후에 우화한 사실을 근거로 하여 이 종은 50일 이내에 1세대를 경과할 수 있음을 보고하였다. 이러한 결과들을 종합해 볼 때, 수원지역에서 봄과 가을에 나타나는 것으로 조사된 사과유리나방과 복숭아유리나방 성충의 발생 최성기는 각 세대의 최대 발생기인 것으로 판단되며, 이 종들은 1년에 2세대를 경과하는 것으로 추정된다.

포도유리나방 성충의 거의 대부분은 5월 하순부터 6월 상순까지 비교적 짧은 기간에 걸쳐 트랩에 유인되었다. 수원보다 위도가 낮은 지역에 위치하고 있는 중국 상하이에서 포도유리나방은 5월 상순부터 5월 중순까지 발생하는 것으로 조사되었는데(Guo et al., 1990), 이것은 이 종이 동북아시아에서 기상 조건에 따라 발생 시기가 다르지만 연 1세대를 경과한다는 것을 보여준다. 한편, 포도원에서 큰유리나방 성충의 발생최성기는 6월 하순~7월 상순으로서 포도유리나방의 발생 최성기에 비해 약 1개월 정도 늦었다. 또한 큰유리나방이 트랩에 포획된 기간은 약 2개월로서 포도유리나방에 비해 상대적으로 길었다.

이와 같이 포도에 발생하는 유리나방류 2종의 성충 발생기간이 차이가 있는 것은 이들의 가해습성과 월동생태와 밀접한 관련이 있는 것으로 생각된다.

포도유리나방은 포도나무의 신초를 가해하다가 노숙유충으로 피해신초 속에서 월동한다(Guo et al., 1990). 반면에 큰유리나방은 포도의 주간부와 주지를 가해하다가 노숙유충이 되면 땅 속으로 이동하여 고치를 짓고 그 속에서 월동한다(Yang et al., 2011a). 피해신초 속의 포도유리나방 월동유충은 겨울철에 실시되는 전정으로 거의 모두 포도원 바깥으로 옮겨지지만, 큰유리나방 월동유충은 우화될 때까지 토양 속에 존재하게 된다. 우리나라에서 포도 재배방식은 하우스재배, 비가림재배, 노지재배 등으로 다양한데(Cha et al., 2000), 포도유리나방의 월동처인 피해신초는 재배방식에 관계없이 겨울철 전정할 때 모두 제거된 후 노지로 옮겨져 방치되기 때문에 월동 후의 발육조건이 거의 동일하여 우화하는 시기가 비슷할 것으로 보인다. 반면에 토양 속에서 월동하는 큰유리나방은 재배방식에 따라 월동 후 발육 조건이 다양하여 하우스 토양에서 월동한 유충은 이른 시기에 우화하고 노지 토양에서 월동한 유충은 늦은 시기에 우화하기 때문에 전체적으로 장기간에 걸쳐 페로몬 트랩에 포획되는 것으로 추정된다.

과수원에서 성페로몬 트랩으로 조사된 성충의 유인 자료는 적산온도 모형과 결합시켜 알 부화시기를 예측하여 살충제 살포시기를 추천하는데 이용될 수 있다(Riedl et al., 1985; Beers and Brunner, 1992). 그러므로 유리나방류를 효과적으로 방제하기 위해서는 다양한 지역의 과수원에서 조사된 유리나방 성충의 트랩유인 자료를 토대로 각 종의 알 부화시기를 효율적으로 예측할 수 있는 모형에 대한 연구가 필요할 것으로 보인다.

Literature Cited

Arita, Y., Bae, Y.S., Lee, C.M., Ikeda, M., 2004. Sesiidae (Lepidoptera) of Korea. *Trans. Lepid. Soc. Japan* 55, 1-12.

Beers, E.H., Brunner, J.F., 1992. Implementation of the codling moth phenology model in apples in Washington State, USA. *Acta Phytopathol. Entomol. Hung.* 27, 97-102.

Bergh, J.C., Leskey, T.C., Walgenbach, J.F., Klingeman, W.E., Kain, D.P., Zhang, A., 2009. Dogwood borer (Lepidoptera: Sesiidae) abundance and seasonal flight activity in apple

orchards, urban landscapes, and woodlands in five eastern states. *Environ. Entomol.* 38, 530-538.

Cha, M.J., Lee, Y.S., Lee, H.R., 2000. The present knowledge of farmers on pests and chemical control in grapevine culture. *Korean J. Pest. Sci.* 4, 38-43.

Dutcher, J.D., All, J.N., 1979. Damage impact of larval feeding by the grape root borer in a commercial concord grape vineyard. *J. Econ. Entomol.* 72, 159-161.

Frank, D.L., Leskey, T.C., Bergh, J.C., 2010. Development of a rearing methodology for the dogwood borer (Lepidoptera: Sesiidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 103, 50-56.

Guo, G.Z., Liu, H.Q., Lin, G.Q., Wu, C.H., Meng, L.Z., Chen, D.M., 1990. Insect sex pheromone of vine tree borer *Paranthrene regalis*. *Youji Huaxue* 10, 504-506.

Lee, C.M., Arita, Y., Bae, Y.S., 2005. Taxonomic study of the adult and immature stages of the clearwing moth, *Synanthedon Haitangvora* Yang (Lepidoptera, Sesiidae), injurious to apple trees in Korea. *Trans. Lepid. Soc. Japan* 56, 51-60.

Lee, C.M., Bae, Y.S., Arita, Y., 2004. Morphological description of *Synanthedon bicingulata* (Staudinger, 1887) in life stages (Lepidoptera, Sesiidae). *J. Asia-Pacific Entomol.* 7, 177-185.

Lee, K.C., Park, C.G., 2003. Seasonal occurrence of smaller clearwing moth, *Synanthedon tenuis* in sweet persimmon orchards. *Korean J. Appl. Entomol.* 42, 165-167.

Riedl, H., Weires, R.W., Seaman, A., Hoying, S.A., 1985. Seasonal biology and control of the dogwood borer, *Synanthedon scitula* (Lepidoptera: Sesiidae) on clonal apple rootstocks in New York. *Can. Entomol.* 117, 1367-1377.

Rogers, L.E., Grant, J.F., 1990. Infestation levels of dogwood borer (Lepidoptera: Sesiidae) larvae on dogwood trees in selected habitats in Tennessee. *J. Entomol. Sci.* 25, 481-485.

SAS Institute., 2010. Statview. SAS Institute Inc., Cary.

Witzgall, P., Kirsch, P., Cork, A., 2010. Sex pheromones and their impact on pest management. *J. Chem. Ecol.* 36, 80-100.

Yang, C.Y., Kim, J., Kang, T.J., Jeon, H.Y., 2009. Identification and field bioassays of the sex pheromone of *Synanthedon Haitangvora*. *J. Chem. Ecol.* 35, 1197-1201.

Yang, C.Y., Cho, M.R., Choi, D.R., 2011a. Identification and field evaluation of the sex pheromone components of a Korean population of *Glossospechia romanovi*. *Entomol. Exp. Appl.* 138, 244-248.

Yang, C.Y., Kim, S.J., Lee, S.G., 2011b. Identification and field evaluation of the sex pheromone of *Synanthedon bicingulata* (Staudinger). *J. Chem. Ecol.* 37, 398-402.