

국산 갈색날개노린재 집합페로몬의 유인력

장신애¹ · 조진훈 · 박정규*경상대학교 대학원 응용생명과학부(BK21 Program)/ 생명과학연구원, ¹경북 문경시 산양면 (주)나비스

(2010년 4월 19일 접수, 2010년 4월 30일 수리)

Attractiveness of *Plautia stali* (Hemiptera: Pentatomidae) Aggregation Pheromone Produced in KoreaSin Ae Jang¹, Jin Hoon Cho and Chung Gyoo Park*Division of Applied Life Science (BK21 Program), Graduate School/ Research Institute of Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Republic of Korea. ¹Navis Co. Ltd., Sanyang-Myeon, MoonKyeong-Gun 745-820, Republic of Korea.

Abstract

Methyl (*E,E,Z*)-2,4,6-decatrienoate is the aggregation pheromone of brown-winged stink bug *Plautia stali* (Hemiptera: Pentatomidae). Attractiveness of the pheromone synthesized in Korea was compared with that of synthesized in Japan in the field. A lure filled with hexane was used as a control treatment. Catches in trap baited with Korean pheromone was significantly higher than that baited with Japanese one only in one orchard out of three sweet persimmon orchards in 2008. However there was no difference in trap catches between Korean and Japanese pheromones at three sites in 2009. Gas chromatography analysis showed that the components of both pheromones were not different each other. Monitoring of *P. stali* seasonal fluctuation using Korean pheromone showed that the bugs were most captured in August, 2008 and in September, 2009.

Key words Sweet persimmon, *Plautia stali*, Aggregation pheromone, Methyl (*E,E,Z*)-2,4,6-decatrienoate

서 론

톱다리개미허리노린재, 갈색날개노린재, 썩덩나무노린재는 우리나라에서 단감을 가해하는 것으로 알려져 있으며(Chung *et al.*, 1995; Kim *et al.*, 1997; Lee *et al.*, 2009), 특히 갈색날개노린재는 한국과 일본에서 과수에 피해를 주는 주요 노린재 중의 하나이다(Lee *et al.*, 2002; Adachi *et al.*, 2007). 일본에서는 갈색날개노린재 외에 썩덩나무노린재와 기름빛풀색노린재 등이 과수의 주요 해충으로(Adachi, 1998) 이들에 대한 발생소장(Yanagi and Hagihara, 1980; Kawada and Kitamura, 1983)과 집합페로몬 성분 규명(Sugie *et al.*, 1996),

집합페로몬을 이용하기 위한 트랩의 개발(Adachi *et al.*, 2007) 등에 관한 연구가 진행되었다.

최근 국내 단감원에서 갈색날개노린재와 썩덩나무노린재에 대한 피해가 많이 발생하고 있어 이들의 방제를 위한 연구가 시급한 실정이다. 다른 해충과 마찬가지로 노린재류를 효과적으로 방제하기 위해서는 이들의 발생시기와 발생량을 효과적으로 조사하는 것이 대단히 중요하다. 그러나 국내에서는 Chung *et al.* (1995)과 Lee *et al.* (2009)의 피해와 방제에 관한 연구와 유아등을 이용하여 발생 시기를 조사한 것(Chung *et al.*, 1995; Lee *et al.*, 2002)을 제외하고는 단감을 가해하는 노린재에 대한 연구가 미흡한 실정이다. 유아등에 의한 발생예찰은 비목적 곤충을 많이 유살하게 되고, 대부분의 과수원이 산지에 위치해 있기 때문에 전원 공급에도 문

*연락처 : Tel. +82-55-751-5440, Fax. +82-55-758-5110

E-mail: parkcg@gnu.ac.kr

제가 있다.

갈색날개노린재의 집합페로몬 성분은 methyl (*E,E,Z*)-2,4,6-decatrienoate로서(Sugie *et al*, 1996), 일본에서는 Shin-Etsu Chemical Co. Ltd.에서 합성·판매하고 있으나 판매 가격이 높아 국내 농가에서 활용하기가 곤란한 형편이다. 국내에서는 이 페로몬을 합성 판매하는 회사가 최근까지 없어서, 갈색날개노린재 집합페로몬의 국산화가 시급한 실정이었다. 이러한 이유로 우리나라의 (주)그린아그로텍에서 이 노린재의 집합페로몬 성분을 합성하고, 본 연구에서는 이 페로몬의 유인력을 검증하기 위한 실험을 진행하였다.

따라서 본 연구에서는 국내에서 페로몬을 합성하고 미끼를 제조하여 ① 국산 페로몬과 일본산 페로몬의 갈색날개노린재에 대한 유인력을 비교하였고, ② 국산 페로몬에 의한 갈색날개노린재의 발생 시기 예찰 가능성을 조사하였다.

재료 및 방법

실험에 사용한 페로몬

페로몬 성분인 methyl (*E,E,Z*)-2,4,6-decatrienoate는 (주)그린아그로텍(한국)에서 합성하였고, 방출기 당 페로몬 성분 50 mg (54.5 µl), BHT 7.5 mg, 자외선 흡수제 2.1 µl, 헥산 13.4 µl를 섞어 주입하였다. 대조구로서 일본의 Shin-Etsu Chemical Co. Ltd.에서 합성·제조한 polytube형 미끼를 사용하였는데, 이 미끼에는 페로몬 성분 30 mg이 주입되어 있었다.

국산산과 일본산 페로몬의 갈색날개노린재에 대한 유인력 비교

2008년 8월 8일부터 12월 2일까지 경남 진주시 일대 3개의 단감원에서 황색끈끈이(15×25 cm, Green Agro-Tech Co., Ltd.)에 페로몬 미끼를 설치하였다. 단감원 당 3개의 트랩을 설치하였는데, 트랩사이에 약 15 m의 거리를 두어 각 트랩 간에 영향이 없도록 하였다. 매주 트랩을 수거하여 유인된 노린재의 개체수를 조사하였으며, 매 조사 시마다 트랩 위치를 시계방향으로 순차적으로 교환하여 재설치하였다. 미끼는 9월 23일과 10월 29일에 각각 교체하였다.

2009년 7월 28일부터 11월 24일까지 경상대학교 캠퍼스(GNU), 하동군 진교면(나비마을), 진주시 문산 단감원 등 세 곳에서 국산과 일본산 갈색날개노린재 집합페로몬의 유인력을 조사하였다. GNU와 나비마을에서는 수반 트랩(Waterpan에 물, 1% formalin 및 주방용 세제를 첨가)을, 단감원에서는 황색 끈끈이(35×25 cm, Green Agro-Tech Co., Ltd.)

트랩을 설치하고 매주 트랩을 수거하였다. 트랩 간에 영향을 받지 않게 거리는 약 15 m를 유지하였다. 트랩 위치에 따른 유인수의 차이를 최소화하기 위하여 매 조사 후 트랩의 위치를 시계방향으로 순환 교체하고, 페로몬 미끼는 8월 11일, 9월 8일 및 10월 13일에 각각 교체하였다. 수거한 트랩의 노린재는 실험실에서 암수를 구분하여 조사하였다.

국내산 페로몬 트랩에 의한 갈색날개노린재의 발생 소장 조사

(주)그린아그로텍에서 합성·제조한 갈색날개노린재 페로몬 미끼를 사용하여 2008년과 2009년에 갈색날개노린재의 발생 시기를 조사하였다. 2008년 6월 2일부터 12월 2일까지 경남 진주시 일대 3개의 단감원에서 Polyethylene vial을 방출기로 한 미끼를 제작하여 황색 끈끈이와 함께 단감원 주변에 설치하였다. 한 단감원에 처음에는 2개의 트랩을 설치하였으며, 8월 이후 담체별 실험을 실시하면서 트랩을 하나로 변경하여 실험을 실시하였다. 페로몬 트랩에 의한 단감 피해를 줄이기 위해 트랩을 단감나무에 직접 설치하지 않고 단감원에서 약 20 m 떨어진 단감원 주변의 배나무나 참나무 등에 설치하였다. 미끼에 자외선이 직접 닿는 것을 차단하기 위해 미끼를 필름통 안에 넣고 필름통을 황색끈끈이의 중앙 상부에 부착하였다. 매주 황색 끈끈이를 수거하여 실험실에서 유인된 노린재의 수를 조사하였다. 페로몬 미끼는 8월 8일, 9월 23일 및 10월 29일에 각각 교체하였다.

2009년에는 4월 6일부터 실험을 실시하였다. 2008년보다 좀 더 다양한 환경조건에서 갈색날개노린재의 발생소장을 조사하고자 경상대학교 캠퍼스(GNU), 하동군 진교면에 있는 나비마을과 진주 문산면의 단감원 한 곳을 선정하여 트랩을 설치하였다. 각 지역 당 2개의 페로몬 트랩과 하나의 무처리 트랩을 설치하였다. 경상대학교 캠퍼스와 하동 나비마을에는 수반트랩(60×39×5 cm, 수반의 상단에 직경 3 cm의 구멍을 뚫고 그물망으로 구멍을 막아 물이 배수될 수 있게 제작)에 1% formalin과 세제를 넣어 트랩의 중앙에 지주를 세우고 페로몬 미끼를 설치하였다. 수반트랩의 물은 약 3주에 한 번씩 교체하였다. 진주시 문산 단감원의 경우 단감의 피해를 줄이기 위해 황색끈끈이 트랩(35×25 cm)을 이용하였다. 트랩은 매주 수거하였으며 유인된 노린재를 암수 구분하여 조사하였다. 집합 페로몬은 약 1개월 간격으로 교체하였다.

페로몬 성분의 GC 분석

상기 실험에서 사용한 국산과 일본산 갈색날개노린재 집

합 페로몬의 성분을 GC (Shimadzu 17A, Japan)로 분석하였다. HP-5 capillary column (30 m x 0.25 mm ID, 0.25 μm Agilent Technologies, CA, USA)을 이용하였고, Splitless mode로 주입하였으며 flame ionization detector를 사용하였다. 온도 조건은 injector 200°C, detector 200°C, oven 온도는 70°C에서 5분간 유지한 후 분당 10°C씩 230°C까지 증가시킨 후 10분간 유지하였다. 두 종류의 페로몬 성분을 hexane에 0.01%로 희석하여 분석하였다.

통계분석

모든 트랩 유인수는 square root (X+0.5)로 변환하여 분산 분석하고 Tukey's studentized range (HSD) test로 5%의 유의 수준에서 처리 평균간 차이를 검정하였다(SAS Institute, 2002).

결 과

국내산과 일본산 페로몬의 갈색날개노린재에 대한 유인력 비교

국내산과 일본산 갈색날개노린재 집합페로몬의 유인력을 2008년과 2009년에 비교하였다. 2008년 유인력을 조사한 3개 과원에서 모두 국내산 페로몬에 더 많은 수가 유인되었으나 A와 C포장에서는 통계적 차이가 없었고 B포장에서만 통계적 차이가 있었다(Field A: $df=30,1$; $F=0.63$, $P=0.4352$; Field B: $df=30,1$; $F=4.34$, $P=0.0461$; Field C: $df=30,1$; $F=0.13$, $P=0.7229$) (Fig. 1). 2009년에는 GNU와 하동에서는 갈색날개노린재가 거의 유인되지 않았고, 진주에서만 무

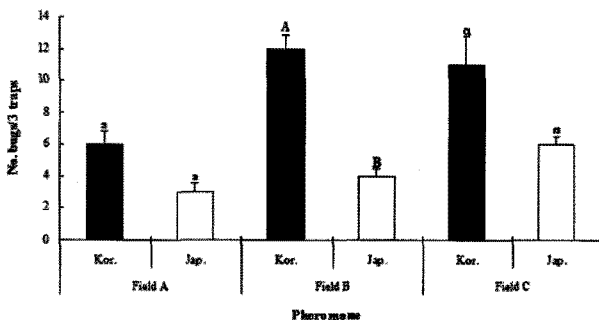


Fig. 1. Total number of *P. stali* adults caught in traps baited with aggregation pheromone of the species, methyl (*E,E,Z*)-2,4,6-decatricienoate produced in Korea and Japan in 2008. Means marked with different alphabets in the same field are significantly different by Tukey's studentized range (HSD) test at $\alpha=0.05$. Kor.: Green-Agro Tech Co., Ltd., Korea. Jap.: Shin-Etsu Chemical Co. Ltd. in Japan.

처리보다 많은 수가 유인되었는데($df=120,8$; $F=5.63$, $P<.0001$) 국내산과 일본산 페로몬의 유인력 차이는 없었다(Fig. 2, 위). 2009년에 트랩에 유인된 갈색날개노린재를 암수별로 구분하여 조사한 결과 암수 모두 국내산과 일본산 페로몬의 유인수에 차이가 없었다(Female: $df=48,2$; $F=2.62$, $P=0.083$; Male: $df=48,2$; $F=3.65$, $P=0.034$) (Fig. 2, 아래).

국내산 페로몬 트랩에 의한 갈색날개노린재의 발생 소장 조사

국내산 페로몬으로 갈색날개노린재의 발생소장을 2년간 조사하였다. 2008년에는 진주의 단감원에서 6월 2일부터, 2009년에는 4월 6일부터 조사하였다(Fig. 3). 2개년 동안 모두 뚜렷한 발생 경향이 없었다. 갈색날개노린재가 유인된 시기는 조사 시작일부터 2008년에는 10월까지, 2009년에는 11월까지 꾸준히 유인되었다. 2008년에는 유인수가 극히 적기는 하였지만 3지역의 유인 총수를 보면 8월에 많이 유인되었고, 2009년에는 진주의 단감원에서 9월에 가장 많이 유인되었다.

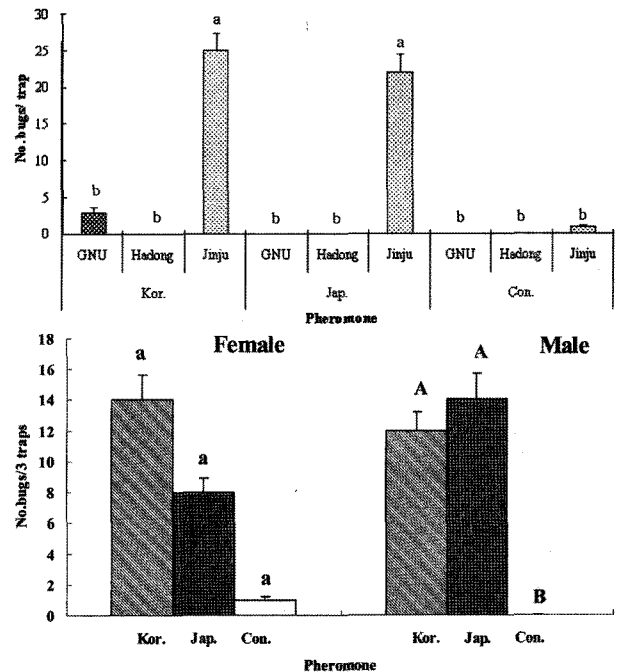


Fig. 2. Number of *P. stali* adults caught in traps baited with aggregation pheromone of the species, methyl (*E,E,Z*)-2,4,6-decatricienoate produced in Korea and Japan in 2009. Total number of trap catches at GNU and Hadong open fields and one sweet persimmon orchard in Jinju (above) and total number of each sex at the three sites (below) are presented. Means marked with different upper or lower cases are significantly different by Tukey's studentized range (HSD) test at $\alpha=0.05$. Kor.: Green-Agro Tech Co., Ltd., Korea. Jap.: Shin-Etsu Chemical Co. Ltd. in Japan.

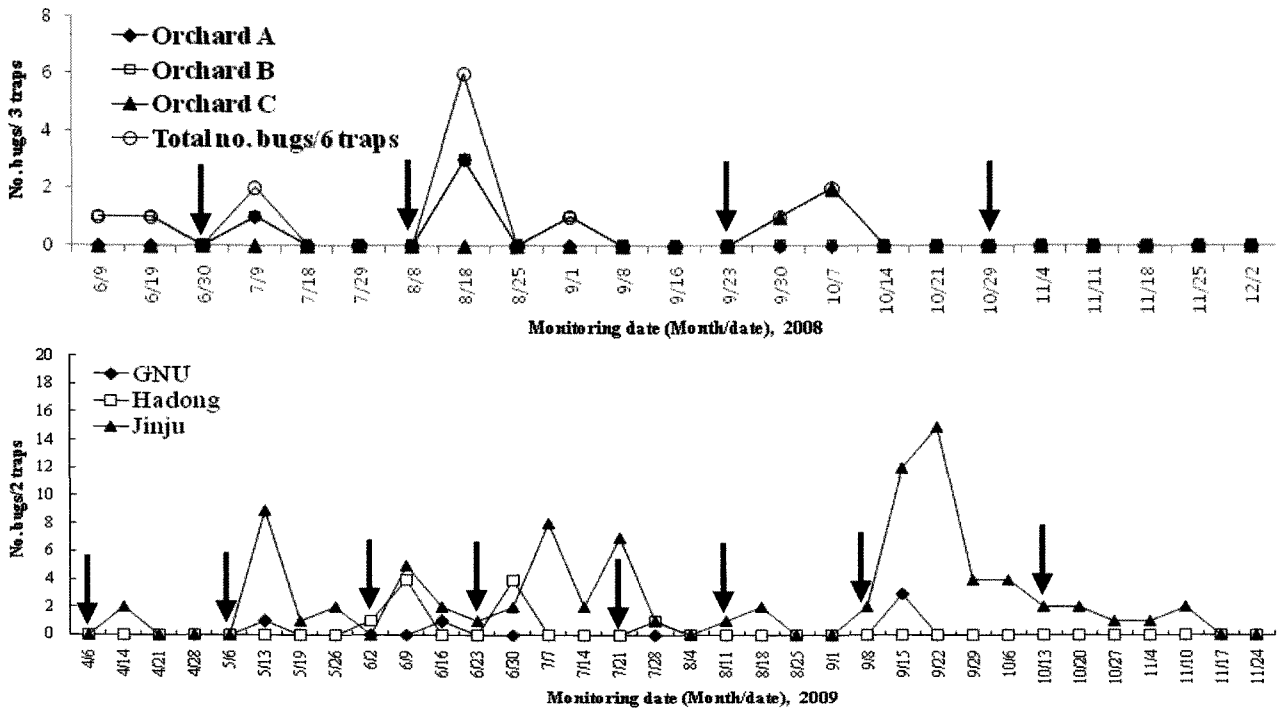


Fig. 3. Seasonal capture of *P. stali* adults in its aggregation pheromone traps at three sweet persimmon orchards in 2008 (above), and two open fields and one sweet persimmon orchard in Jinju in 2009 (below). Arrows mean the date of pheromone lure exchange.

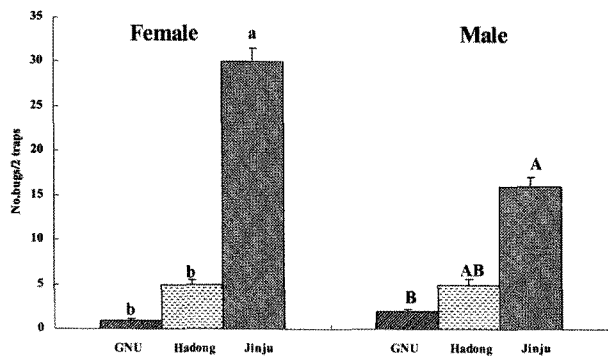


Fig. 4. Number of *P. stali* male and female adults attracted to *P. stali* aggregation pheromone traps in 2009. Bars marked with the same lower or upper cases are not different by Tukey's studentized range (HSD) test at $\alpha=0.05$.

특이한 점은 10월 중하순의 마지막 미끼 교환시기와 2009년의 7월 21일 미끼 교환 시기를 제외하면 2개년 모두 페로몬 미끼를 교환해 준(화살표) 그 다음 주의 유인수가 증가하였다는 점이다. 2009년에는 갈색날개노린재 암수를 구별하여 유인수를 조사하였다. 암컷의 경우 GNU캠퍼스나 하동 지역보다 진주의 단감원에서 많은 수가 유인이 되었다($df=96,2$; $F=20.10$, $P=0.0001$). 수컷의 경우에도 진주의 단감원에서 많은 수가 유인이 되었다($df=96,2$; $F=13.39$, $P=0.0001$) (Fig. 4).

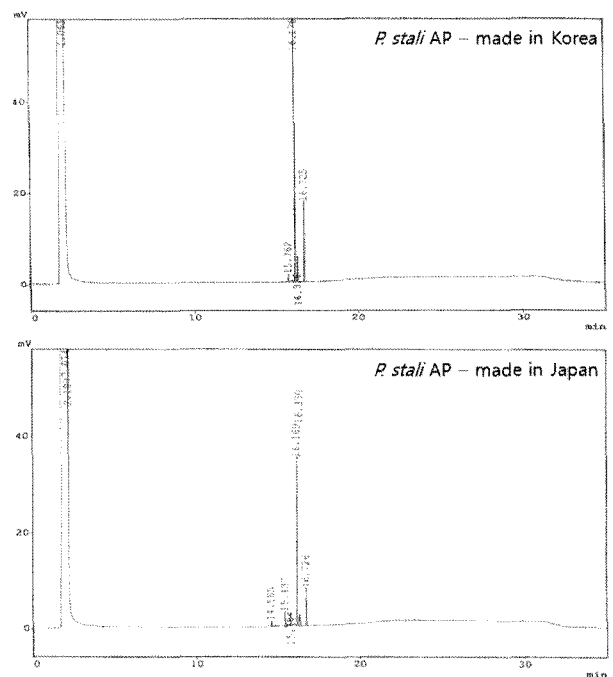


Fig. 5. Gas-Chromatograph spectrum of the aggregation pheromone of *P. stali* produced by Green Agro-Tech Co., Ltd. (Korea) (above) and Shin-Etsu Chemical Co. Ltd. (Japan) (below).

페로몬 성분의 GC 분석

상기의 실험에 사용한 국산과 일본산 갈색날개노린재 집합페로몬을 hexane에 0.01%의 농도로 희석하여 GC분석을 한 결과 두 페로몬의 주 구성 성분 간에는 차이가 없는 것으로 판단되며 (주 성분의 retention time: 국산 16.176, 일본산 16.169), 단지 이 페로몬 성분이 전체 화합물 중에서 차지하는 비율에만 차이가 있었다(Fig. 5). GC gram상에 피크가 나타난 전체 화합물에 대한 페로몬 성분의 비율은 국산 페로몬의 경우 0.13%, 일본산 페로몬의 경우 0.08%이었다.

고 찰

갈색날개노린재는 우리나라와 일본에서 과수의 주요 해충으로서(Chung *et al.*, 1995; Sugie *et al.*, 1996; Adachi *et al.*, 2007) 최근 단감에 피해가 증가하고 있는 실정이다. 하지만 국내에서는 갈색날개노린재에 대한 연구가 미흡하여 방제 전략 수립에 어려움이 있다(Lee *et al.*, 2001, 2002).

본 연구에서는 (주)그린아그로텍에서 합성한 페로몬의 유인력을 검증하기 위하여, 일본산 페로몬과의 유인력을 비교하고 국산페로몬에 의한 갈색날개노린재의 발생 시기를 조사하였다.

국산과 일본산 갈색날개노린재 집합페로몬의 유인력을 비교한 결과, 2008년에는 유인력을 조사한 3개 단감 과원 중에서 한 곳에서만 국산 페로몬에 더 많은 수가 유인되었다. 2009년에는 국산과 일본산 페로몬의 유인력 차이는 없었다. 따라서 국산 페로몬의 유인력은 일본산 페로몬에 비해 최소한 같거나 그 이상의 유인력이 있는 것으로 판단된다. 국산과 일본산 갈색날개노린재 집합페로몬의 유인력과 GC분석 결과로 볼 때 두 제품의 페로몬 성분에는 차이가 없는 것으로 생각된다. 또한 두 제품의 페로몬에는 갈색날개노린재 암수 성충이 함께 유인되었다.

국산페로몬으로 갈색날개노린재의 발생 시기를 2년간 조사하였다. 갈색날개노린재는 2개년 동안 모두 뚜렷한 발생 경향이 없었다. 2008년에는 8월에 가장 많이 유인되었고 10월까지, 2009년에는 9월에 가장 많이 유인되었고 11월까지 꾸준히 유인되었다. Lee *et al.* (2002)은 2000년부터 2001년까지 경남 산청의 단감원에서 노린재류의 발생소장을 조사하였는데, 갈색날개노린재 경우, 흑광등(black light trap)으로 조사하였을 때는 유인 최성기가 뚜렷하지 않고 주 유인 시기는 7월 중순에서 8월 하순 이었고 9월 이후에는 유인되지 않았다고 하였고, 집합페로몬(일본산)을 이용하여 조사하였을

때는 5월 중순부터 8월 하순까지 꾸준히 유인되었다고 하였다. Lee *et al.* (2002)의 결과와 본 조사의 결과에서 9월 이후의 유인수가 다른 이유는 조사장소 주변의 환경과 조사 당시의 기온 차이 때문으로 생각된다. 경남 산청에서는 야산의 숲 근처 단감원에서 조사하였고, 본 연구에서는 진주의 해발이 낮은 지역에서 조사하였다. 또한 Lee *et al.* (2002)이 조사한 2000년과 2001년의 산청의 9월 평균기온은 각각 19.4°C와 19.9°C이었으나, 2008년과 2009년의 진주의 9월 평균기온은 각각 22.9°C와 21.6°C로서 산청보다 높았다.

일본에서는 갈색날개노린재 유인에 적합한 트랩을 개발하기 위해 건식트랩과 습식트랩을 이용하여 갈색날개노린재에 대한 유인력을 9월부터 10월까지 약 한 달간 조사하였다. 건식트랩의 경우 9월 상순부터 10월 상순까지 갈색날개노린재가 꾸준히 유인이 되었고, 습식트랩의 경우 9월 상·중순과 9월 하순-10월 상순에 많은 수가 유인이 되었다(Katase *et al.*, 2005). 일본에서 짧게나마 실시된 한 달 동안의 발생소장을 본 연구와 비교해 보면 거의 유사한 시기에 갈색날개노린재가 발생하는 것을 알 수 있었다.

한편, 발생 시기 조사에서 갈색날개노린재가 휴면에 들어가는 시기인 10월 중·하순 이후를 제외하면 2개년 모두 페로몬 미끼를 교환해 준 그 다음 주의 유인수가 증가하는 경향이 있었다. 이러한 현상은 페로몬 미끼를 교체한 직후에 미끼로부터 휘발되는 페로몬 성분량이 많았기 때문으로 생각되는데, 이와 관련하여 담체별 페로몬 성분의 휘발 속도에 관한 연구가 수행되어야 할 것으로 생각된다.

이상에서 본 바와 같이 국산 갈색날개노린재 페로몬의 유인력은 일본산과 차이가 없었으며, 앞으로 국내에서 갈색날개노린재의 예찰용으로 활용할 수 있을 것으로 판단된다. 앞으로 실용화를 위한 효과적인 트랩의 개발, 트랩을 활용한 방제 기술의 개발 등에 대한 연구가 더 이루어져야 할 것으로 생각된다.

>> 인 / 용 / 문 / 헌

- Adachi, I. (1998) Utilization of an aggregation pheromone for forecasting population trends of the stink bugs injuring tree fruits. *Pl. Prot.* 52:515-518.
- Adachi, I., K. Uchino and F. Mochizuki (2007) Development of a pyramidal trap for monitoring fruit-piercing stink bugs baited with *Plautia crossota stali* (Hemiptera: Pentatomidae) aggregation pheromone. *Appl. Entomol. Zool.* 42:425-431.
- Chung, B.K., S.W. Kang and J.H. Kwon (1995) Damages, occurrences and control of hemipterous insects in non-ast-

- ingent persimmon orchards. RDA. J. Agri. Sci. 37:376~382.
- Katase, M., K. Shimizu, H. Nagasaki and I. Adachi (2005) Application of synthetic aggregation pheromone of *Plautia stali* Scott to the monitoring and mass trapping of fruit-piercing. Bull. Chiba Agric. Res. Cent. 4:135~144.
- Kawada, H. and C. Kitamura (1983) The reproductive behavior of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha mista* Uhler (Heteroptera: Pentatomidae) I. Observation of mating behavior and multiple copulation. Appl. Entomol. Zool. 18: 234~242.
- Kim, I.S., K.I. Hong, M.J. Han and M.H. Lee (1997) Survey on the occurrence of quarantine pests for export in major non-astringent persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) production areas in Korea. RDA J. Crop Protec. 39:67~71.
- Lee, D.W., G.C. Lee, S.W. Lee, C.G. Park, H.Y. Choo and C.H. Shin (2001) Survey on pest management practice and scheme of increasing income in sweet persimmon farms in Korea. The Korean J. Pestic. Sci. 5:45~49.
- Lee, K.C., C.H. Kang, D.W. Lee, S.M. Lee, C.G. Park and H.Y. Choo (2002) Seasonal occurrence trends of Hemipteran bug pests monitored by mercury light and aggregation pheromone traps in sweet persimmon orchards. Korean J. Appl. Entomol. 41:233~238.
- Lee, H.S., B.K. Chung, T.S. Kim, J.H. Kwon, W.D. Song and C.W. Rho (2009) Damage of sweet persimmon fruit by the introduction date and number of stink bugs, *Riptortus clavatus*, *Halyomorpha halys* and *Plautia stali*. Korean J. Appl. Entomol. 48:485~491.
- SAS Institute (2002) User's guide, version 9.1. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Sugie, H., M. Yoghida, K. Kawasaki, H. Noguchi, S. Moriya, K. Takagi, H. Fukuda, A. Fujiie, M. Yamanaka, Y. Ohira, T. Tsutsumi, K. Tsuda, K. Fukumoto, M. Yamashita, and H. Suzuki (1996) Identification of the aggregation pheromone of the brown-winged green bug, *Plautia stali* Scott, (Heteroptera: Pentatomidae). Appl. Entomol. Zool. 31:427~431.
- Yanagi, T. and Y. Hagihara (1980) Estimation of the number of annual generations of brown-winged green bug, *Plautia stali* Scott, based on the developmental velocity and diapause-critical day length. Proc. Kanto-Tosan Plant Protection Society 27:143~146.

국산 갈색날개노린재 집합페로몬의 유인력

장신애¹ · 조진훈 · 박정규*

경상대학교 대학원 응용생명과학부(BK21 Program)/ 생명과학연구원, ¹경북 문경시 산양면 (주)나비스

요약 갈색날개노린재의 집합페로몬은 methyl (*E,E,Z*)-2,4,6-decatrienoate이다. 야외에서 우리나라에서 합성된 집합페로몬의 유인력을 일본산과 비교하였다. 2008년에는 유인력을 조사한 3개의 단감 과원 중에서 한 곳에서만 국산 페로몬에 더 많은 수가 유인되었다. 그러나 2009년에는 국산과 일본산 페로몬의 유인력 차이는 없었다. 국산과 일본산 집합페로몬을 GC분석 한 결과 두 페로몬의 성분에는 차이가 없었다. 국산페로몬으로 갈색날개노린재의 발생 시기를 조사한 결과, 2년 동안 모두 뚜렷한 발생 경향이 없었으며, 2008년에는 8월에, 2009년에는 9월에 가장 많이 유인되었다.

색인어 단감, 갈색날개노린재, 집합페로몬, Methyl (*E,E,Z*)-2,4,6-decatrienoate