韓應昆誌 41(4): 233~238 (2002)
Korean J. Appl. Entomol.

수은유아등과 집합페로몬 트랩에 의한 단감원 노린재류의 발생소장

이규철 · 강창헌 · 이동운 · 이상명[1] · 박정규[2,*] · 추호렬

경상대학교 농과대학 식물자원환경학부, [1]임업연구원 남부임업시험장, [2]경상대학교 농업생명과학연구원

Seasonal Occurrence Trends of Hemipteran Bug Pests Monitored by Mercury Light and Aggregation Pheromone Traps in Sweet Persimmon Orchards

Kyu-Chul Lee, Chang-Heon Kang, Dong Woon Lee, Sang Myeong Lee[1], Chung-Gyoo Park[2]* and Ho Yul Choo

Division of Plant Resources and Environment, College of Agriculture, [1]Korea Forest Research Institute, Jinju 660-701, Republic of Korea
[2]Institute of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Republic of Korea

ABSTRACT : The seasonal occurrence trends of the brown-winged green bug, *Plautia stali*, and the brown malmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, were monitored in sweet persimmon orchards in southern region of Korea using light traps (in 2000 and 2001), and aggregation pheromone traps (methyl (*E*, *E*, *Z*)-2, 4, 6-decatrienoate)) of *P. stali* (in 2001). Light trap data showed that *H. halys* started to occur from the end of June, and reached its peak in early or mid August, while *P. stali* was mostly attracted to the traps from mid July to late August without any distinct attraction peak. Both species did not occur after September in the persimmon orchards studied. The attraction patterns of both species to aggregation pheromone traps were different from those observed in light traps. Both species were attracted to the pheromone traps from mid May to late August. The peak occurrence of *H. halys* could not be detected due to low catches. However, the period of peak attraction for *P. stali* was from late June to late August depending on the geographical locations. The aggregation pheromone traps of *P. stali* attracted more number of *P. stali* than *H. halys*, but the light traps showed a reverse pattern. In both species, more females were attracted to the aggregation pheromone traps than males. The difference of attraction patterns between 2 types of traps was discussed in relation to content of soluble tannin in persimmon fruits.

KEY WORDS : Light trap, Aggregation pheromone, Methyl (*E*, *E*, *Z*)-2, 4, 6-decatrienoate, *Plautia stali*, *Halyomorpha halys*, Stink bug, Green bug, Tannin

초 록 : 경남 지역의 단감원에서 2000-2001년에 수은유아등과 2001년에 갈색날개노린재의 집합페로몬(methyl (*E*, *E*, *Z*)-2, 4, 6-decatrienoate)) 트랩을 이용하여 갈색날개노린재(*Plautia stali*)와 썩덩나무노린재(*Halyomorpha halys*)의 발생소장을 조사하였다. 유아등 조사결과 썩덩나무노린재는 6월 하순부터 발생하기 시작하여 8월 상 · 중순이 최성기이었다. 갈색날개노린재는 썩덩나무노린재와는 달리 유살 최성기가 뚜렷하지 않았는데, 主 유인시기는 2개년 모두 7월 중순-8월 하순이었다. 두 종 모두 9월 이후에는 거의 유살되지 않았다. 집합페로몬 트랩에 의한 유살 양상은 유아등에 의한 유살양상과 달랐다. 집합페로몬 트랩조사 결과, 두 종 모두 5월 중순부터 8월 하순까지 꾸준히 유인되었다. 썩덩나무노린재는 유인수가 적어 주 발생시기가 뚜렷하지 않았고, 갈색날개노린재는 지역에 따라 6월 하순부터 8월 하순 사이에 많이 유살되었다. 갈색날개노린재는 수은유아등보다는 집합페로몬 트랩에, 썩덩나무노린재는 수은유아등에 더 많이 유인되었다. 또한 집합페로몬

*Corresponding author. E-mail: parkcg@nongae.gsnu.ac.kr

트랩에는 두 종 모두 수컷보다 암컷이 더 많이 유인되었다. 두 종류의 트랩에 의한 유살소장 차이의 원인을 탄닌함량과 연관지어 고찰하였다.

검색어 : 집합페로몬, Methyl (*E*, *E*, *Z*)-2, 4, 6-decatrienoate, 갈색날개노린재, 썩덩나무노린재, *Plautia stali*, *Halyomorpha halys*, 탄닌

감은 2000년 현재 우리나라에서 재배면적 상 최대의 과수(Anonymous, 2002)임에도 불구하고 아직까지 감의 병해충에 대한 연구 결과는 다른 과수에 비해 적은 편이라고 할 수 있다. 단감은 전체 감 재배면적의 76.4%를 차지하고 있는데(Anonymous, 2002), 단감을 가해하는 주요 해충은 노린재류와 깍지벌레류로서 농민들은 노린재류의 피해가 가장 심하다고 느끼고 있다(Lee *et al.*, 2001). 노린재류는 썩덩나무노린재(*Halyomorpha halys* (=*mista*)), 갈색날개노린재(*Plautia stali*), 톱다리개미허리노린재(*Riptortus clavatus*)가 중요한 종이고(Chung *et al.*, 1995), 깍지벌레류는 뿔밀깍지벌레(*Ceroplastes pseudoceriferus*), 거북밀깍지벌레(*Cerostegia japonicus*), 주머니깍지벌레(*Eriococcus lagerstroemiae*)가 주요 종이다(Park, 1993).

일본에서 과수의 노린재류는 1973년과 1975년에 배, 복숭아, 감, 감귤 등에서 대 발생한 이후 불규칙적인 주기로 다발생하고 있다(Fujiie, 1985; Adachi, 1998). 일본에서 단감을 가해하는 노린재는 총 24종으로 보고되어 있는데(Tomokuni, *et al.*, 1993), 지역에 따라 썩덩나무노린재와 갈색날개노린재, 기름빛풀색노린재(*Glaucias subpunctatus*) 등이 단감을 비롯한 과수의 중요한 해충으로서(Kawada and Kitamura, 1983; Adachi, 1998), 이들 노린재의 야외에서의 발생경과(Yanagi and Hagiwara, 1980; Kawada and Kitamura, 1983; Fujiie, 1985), 집합페로몬 성분 규명(Sugie *et al.*, 1996), 교미행동(Kawada and Kitamura, 1983) 등에 관한 연구가 이루어져 왔고, 현재는 일본의 각 시험장에서 페로몬 트랩의 개발에 관한 연구가 전국적으로 진행되고 있다(Anonymous, 2001). 우리나라에서 과수를 가해하는 노린재에 대한 연구는 Jeong (1995)과 Chung *et al.* (1995)이 진주지역의 단감원에서 black light trap을 이용하여 노린재류의 발생시기를 조사한 것을 제외하고는 찾아볼 수 없다.

노린재류는 과수원 밖의 침엽수림이나 毬果類의 수목에서 번식한 후 과수원으로 비래하여 과실을 가해하는 전형적인 비래성 해충이기 때문에(Adachi, 1998), 비래시기와 양을 정확히 예측하는 것은 방제 대책 수립에 대단히 중요하다고 할 수 있다. 또한 성충의 유살수와 유살시기가 년차와 지역에 따라 상당히 다를 뿐만 아니라(Fujiie, 1985) 과원 주변의 기주식물이 다를 경우 발생시기가 다르게 나타난다(Kawada and Kitamura, 1983). 뿐만 아니라 갈색날개노린재의 경우처럼 조사방법(유아등 조사와 집합페로몬 조사)에 따라 발생시기 조사결과가 다르게 나타날 수가 있기 때문에(Anonymous, 2001), 여러 지역에서 조사방법을 달리하여 노린재류의 발생시기를 조사할 필요가 있을 것이다. 따라서 본 연구에서는 단감 주산단지인 경남의 진주, 사천, 김해와 산청의 단감원에서 수은 유아등으로 2년간, 썩덩나무노린재에 대해서도 유인효과가 있는 갈색날개노린재의 집합페로몬트랩으로써 1년간 노린재류의 발생소장을 조사하였다.

재료 및 방법

수은유아등과 갈색날개노린재 집합페로몬 트랩을 이용하여 우리나라의 단감 주산단지인 김해, 진주, 사천과 산청의 단감원에서 노린재류의 종류와 발생양상을 조사하였다. 수은유아등(200W, Hanyoung Electronics Co. Seoul, Korea)은 4곳의 단감 과수원에 1개씩 설치하여 2000년과 2001년의 2년 동안 조사하였다. 수은등에 의한 유살소장은 2000년은 4월 28일부터 10월 26일까지, 2001년은 5월 26일부터 10월 3일까지 조사하였다. 채집은 주 1회 하루씩으로 하였다. 매주 일정한 요일에 해지기 전에 과수원에 가서 수은등을 점등하고 이튿날 아침 유살된 노린재류를 수거하여 실험실에서 종류별로 분류하였다.

갈색날개노린재의 집합페로몬에는 썩덩나무노린재도 유인되기 때문에(Anonymous, 2001), 2001년에는 유아등에 유살되는 노린재와 집합페로몬에 유인되는 노린재의 유살소장을 비교하기 위하여 산청과 김해에서 각각 1곳의 단감 과수원에 유아등과 집합페로몬 트랩을 설치하였다. 유아등과 집합페로몬 트랩의 거리는 30 m 이상이었다. 또한 단감원 이외의 장소에서 이들 노린재가 발생하는 시기를 알아보기 위하여 경상

대학교 구내의 벚나무와 아까시나무에 갈색날개노린재의 집합페로몬트랩을 1개씩 설치하여 이들 두 노린재의 발생소장을 조사하였다. 벚나무는 트랩을 설치한 주변에 5그루가 있었고 아까시나무는 약 300 m^2 정도 군락을 형성하고 있었다. 트랩은 딱정벌레용 "Catch Can" trap (Trece Co. USA)을 사용하였다. 갈색날개노린재의 집합페로몬 성분은 methyl (*E*, *E*, *Z*)-2, 4, 6-decatrienoate로서(Sugie *et al.*, 1996; Adachi, 1998) 미끼(lure)는 일본(Shin-Etsu Chem. Co., Ltd.)에서 제조한 것을 사용하였다. 조사시기는 4월 27일부터 8월 24일까지이었으며, 월 1회 미끼를 교체해주었다.

결 과

갈색날개노린재의 발생소장

수은유아등에는 2000년에는 7월 중순부터 9월 중순까지, 2001년에는 6월 상순부터 10월 상순까지 채집되었다(Fig. 1). 많이 유인되는 시기는 2개년 모두 7월 중순-8월 하순이었으며, 6월 상순 이전과 9월 상순 이후에는 거의 유인되지 않았다. 갈색날개노린재의 집합페로몬 트랩에는 5월 중순부터 8월 하순까지 꾸준히 유인되었고, 유인최성기는 김해에서는 6월 하순, 산청에서는 8월 하순으로 지역에 따라 다르게 나타났다. 한편 경상대학교 구내의 벚나무에 설치한 집합페로몬 트랩에는 7월 중순까지, 아카시나무에 설치한 트랩에는 6월 중순까지 채집되어 기주식물에 따라 발생시기가 달랐다(Fig. 3).

썩덩나무노린재의 발생소장

수은유아등에는 2000년에는 7월 중순부터 9월 하순까지 유살되었고, 2001년에는 6월 하순부터 9월 하순

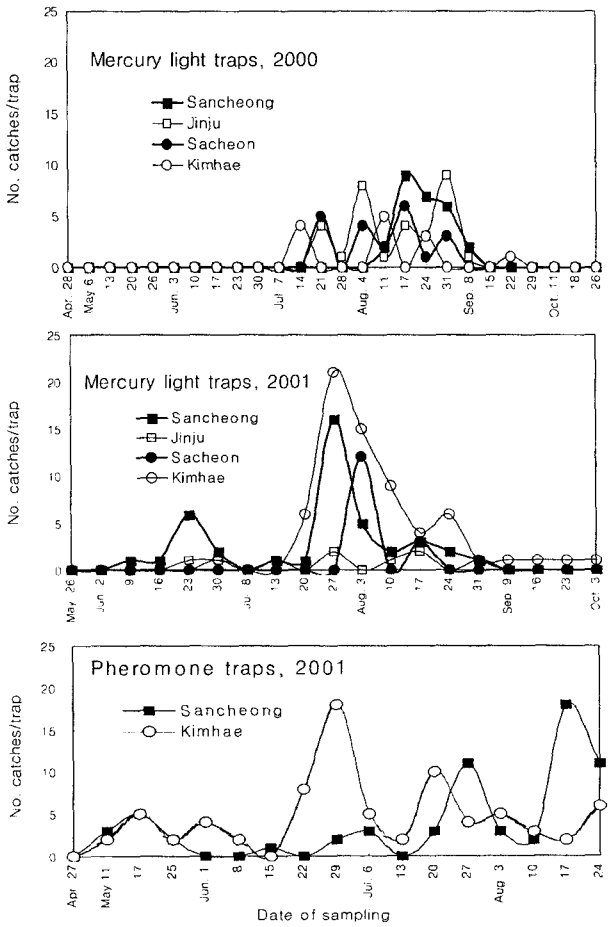

Fig. 1. Seasonal occurrence trends of *Plautia stali* adults monitored by light traps and aggregation pheromone traps in sweet persimmon orchards.

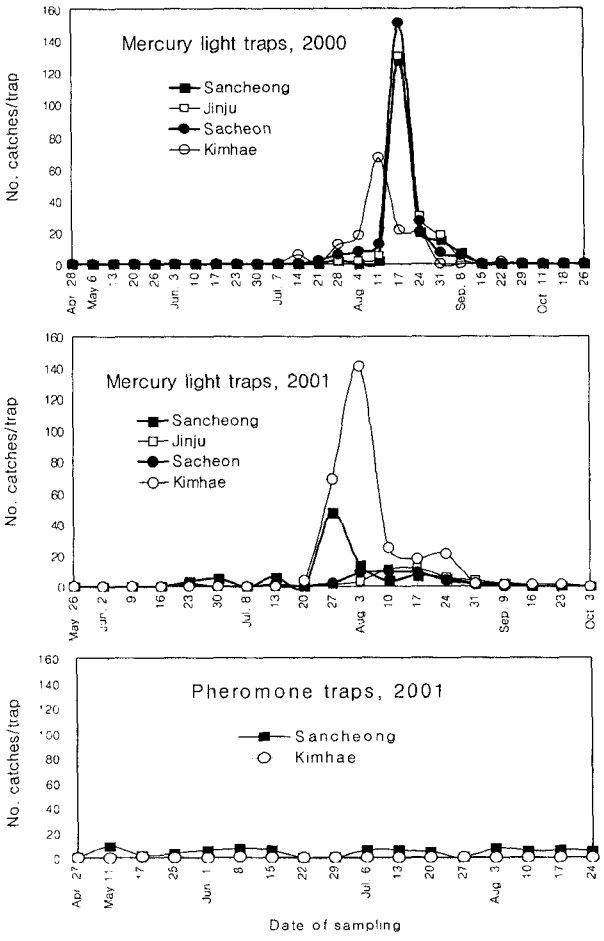

Fig. 2. Seasonal occurrence trends *Halyomorpha halys* adults monitored by light traps and aggregation pheromone traps of *P. stal* in sweet persimmon orchards.

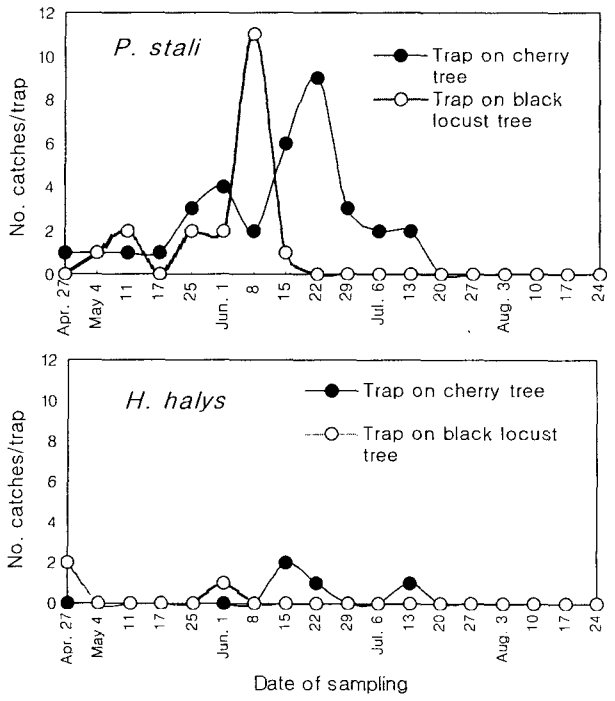

Fig. 3. Seasonal occurrence trends of *Plautia stali* and *Halyomorpha halys* adults monitored by aggregation pheromone traps of *P. stali* at Gyeongsang National University campus in Jinju.

까지 유인되었다(Fig. 2). 지역간에 유인시기의 차이는 크지 않았으며, 유인최성기는 2000년과 2001년에 각각 8월 중순과 8월 상순이었다. 2개년 동안의 결과를 종합하면 단감원에서 썩덩나무노린재는 8월 상·중순이 발생최성기이며 7월 상순 이전과 9월 상순 이후에는 거의 유인되지 않았다. 산청의 단감원에 설치한 갈색날개노린재의 집합페로몬 트랩에는 5월 중순부터 8월 하순까지 꾸준하게 유인되었으나 김해의 단감원에 설치한 페로몬트랩에는 거의 유인되지 않았다. 경상대학교 구내의 벚나무와 아카시나무에 설치한 갈색날개노린재 집합페로몬 트랩에는 거의 유인되지 않았다(Fig. 3).

트랩에 유인된 노린재의 량과 성비

4개 지역에서 2개년간 유아등에 유살된 노린재의 수를 보면, 수은 유아등에는 조사지역이나 년도에 관계없이 썩덩나무노린재가 많이 유살되었다(Table 1). 한편 갈색날개노린재의 집합페로몬에는 산청에서는 두 종이 비슷한 숫자로 유살되었으나 김해와 진주(경상대학교 구내)에서는 갈색날개노린재가 월등히 많이

Table 1. Total number of *Plautia stali* and *Halyomorpha halys* adults attracted to the mercury light traps and aggregation pheromone traps from April 27 to August 24 in southern regions of Korea

Locations	Bug species	Mercury light trap		Pheromone trap
		2000	2001	2001
Sancheong	*P. stali*	18	40	64
	H. halys	151	92	72
Kimhae	*P. stali*	12	61	78
	H. halys	144	278	2
Sacheon	*P. stali*	18	15	−*
	H. halys	206	36	−
Jinju**	*P. stali*	21	8	54
	H. halys	169	35	7

*No aggregation pheromone trap was set up in Sacheon.
**The traps were placed on a cherry and black locust trees at Gyeongsang National University campus in Jinju.

Table 2. Sex ratio of *Halyomorpha halys* and *Plautia stali* attracted to the aggregation pheromone traps of *P. stali* from April 27 to August 24, 2001

Species	Locations, Host trees	Female	Male	Total	♀ : ♂
P. stali	Sancheong, Persimmon	44	20	64	2.2 : 1
	Jinju, Acacia	16	3	19	5.3 : 1
	Jinju, Cherry	23	12	35	1.9 : 1
H. halys	Sancheong, Persimmon	48	24	72	2.0 : 1
	Jinju, Acacia	1	2	3	−*
	Jinju, Cherry	2	2	4	−

*Sex ratio was not computed due to low number of catches.

유살되었다. 집합페로몬트랩에 유살된 노린재의 성비를 보면 두 종 모두 암컷이 수컷보다 더 많이 유인되었다(Table 2).

고 찰

유아등으로 갈색날개노린재의 발생소장을 조사한 결과(Fig. 1), 썩덩나무노린재와는 달리 유살수가 적어 발생피크가 뚜렷하지 않았으나, 단감원에서의 주 발생시기는 2개년 모두 7월 중순-8월 하순이었다. 이러한 결과는 Chung *et al.* (1995)이 경남 진주지역의 단감원에서 20W black light (BL) trap으로 조사한 결과와 일치한다. 어떤 곤충의 발생시기는 조사지역에 따라 차이가 나는 것은 당연하겠지만 일본의 福岡縣에서는 8월 3반순부터 급격히 증가해서 9월 6반순에 최성기를 나타낸다고 하였고(Yosinari, 1991), 長野에서는 6-7월에 첫 피크가 나타나고 9-10월에 두 번째 피크가 나

타난다고 하였으며, 岐阜縣에서는 편백나무 숲과 단감원에서 7월이 발생盛期라고 하였다(Anonymous, 2001). 한편 집합페로몬으로 조사하였을 경우 단감원에서는 5월11일부터 8월 24일까지 발생하였고(실제로 24일 이후에도 조사를 계속했더라면 더 늦게까지 유살되었을 가능성도 있다고 생각된다) (Fig. 1), 벚나무에서는 4월 하순-7월 중순까지, 아카시나무에서는 5월 상순에서 6월 중순까지(Fig. 3) 유살됨으로써 기주식물에 따라서 발생시기가 다르게 나타남을 알 수 있었다. 이러한 원인은 갈색날개노린재 성충의 기주식물이 46과 112종에 달하고(Yamada, 1979), 썩덩나무노린재처럼(Kawada and Kitamura, 1983) 계절에 따라 적절한 먹이를 찾아 이동하기 때문에 기주식물에 따라 발생시기가 다르게 나타나고 있는 것으로 생각된다. 한편 2001년에 조사한 결과를 보면 유인최성기가 수은유아등과 집합페로몬 트랩 간에 다르게 나타나고 있다. 즉 유살최성기가 수은 유아등으로는 지역에 관계없이 7월 하순-8월 상순이었으나 집합페로몬으로는 김해에서는 6월 하순, 산청에서는 8월 중순으로 나타나 지역에 따라 다르게 나타났다. 이와 같이 조사방법 간에 유살시기가 다르게 나타나는 경우가 있는데, 일본의 和歌山縣에서 20W BL trap에 의한 최초유살일이 페로몬트랩에 의한 것보다 1개월 정도 늦다고 하였다(Anonymous, 2001). 그러나 본 실험에서는 필자 등이 알고 있는 한 아직까지 이러한 차이의 원인에 대해서는 알려진 바가 없다.

썩덩나무노린재는 수은 유아등으로 조사한 경우에는(Fig. 2) 유살된 개체가 많아 발생 피크가 8월 상·중순으로 뚜렷하게 나타났다. 그러나 같은 해에 같은 단감원(산청)에서 집합페로몬트랩으로 조사한 경우에는 유살수가 적어 발생 피크가 뚜렷하지 않았다. Chung *et al.* (1995)은 경남 진주지역의 단감원에서 BL trap으로 조사한 썩덩나무노린재의 유살시기는 7월 초순-9월 초순으로서 발생최성기는 8월 10일 전후라고 하여, 본 조사 결과와 일치하였다. Fujiie (1985)는 일본의 千葉縣에서 썩덩나무노린재가 년간 1세대 또는 2세대 발생하는데, 오동나무園에서는 5-7월과 8-10월이 발생피크라고 하였는데, 단감원에서 조사한 본 연구의 결과에서는 2개의 피크를 볼 수 없었다. 특이한 사항은 갈색날개노린재의 경우와 마찬가지로 수은유아등으로 조사하였을 때의 최초 유살일이 4개지역 2년 통틀어 6월 23일이었는데, 2001년에 산청에서 집합페로몬으로 조사한 경우에는 최초 유살일이 5월 11일로서(Fig. 2), 유아등조사에서 페로몬 트랩보다 1개월 이상 늦게 나타났다.

본 조사에서 특이한 사항은 두 노린재 모두 페로몬 트랩으로 조사했을 경우보다 유아등으로 조사하였을 경우에 유살시기가 늦게 나타난다는 사실이다(Figs. 1, 2). 2001년의 경우 페로몬 트랩에 의한 조사 결과 과수원 주변에 두 종의 노린재가 5월 중순부터 발생하고 있음에도 불구하고, 유아등 조사에서는 갈색날개노린재는 6월 상순부터, 썩덩나무노린재는 6월 하순부터 유살되기 시작하였다. 이러한 현상은 이들 노린재가 빛과 페로몬에 반응하는 이유가 다르기 때문으로 생각된다. 갈색날개노린재의 성숙한 수컷은 굶주린 암컷 성충을 유인하는데(Sugie *et al.*, 1996), 이것은 먹이를 발견한 수컷 성충이 영양을 축적해서 집합페로몬을 분비하면 영양상태가 나쁜 미숙한 성충이 반응하는 것으로 해석되고 있다(Adachi, 1998). 또한 톱다리개미허리노린재도 먹이가 있을 경우에만 집합페로몬을 분비하며(Leal *et al.*, 1995), 단일조건에서 사육하여 생식휴면에 들어갈 수컷성충도 집합페로몬을 분비한다는 사실로써 이 곤충에 있어서 집합페로몬 분비의 기능은 교미행동과는 직접적인 관계가 없다고 하였다(Wada *et al.*, 1997). 따라서 가설적이기는 하지만, 본 조사의 결과 집합페로몬 트랩에는 적당한 먹이가 있는 것으로 판단해서 노린재가 유인되는 것으로 이해되며, 6-7월에는 과실이 먹이로서 적절하지 못하기 때문에 유아등에 늦게 유인되는 것으로 생각된다. 단감 과실은 성숙함에 따라 수용성 탄닌(soluble tannin)의 함량이 점차 낮아지고 당도가 높아지는데, 과실이 어린 6-7월에는 수용성 탄닌의 함량이 1.5-3% 정도로 높기 때문에(Park *et al.*, unpublished data) 먹이로서 부적절할 것으로 판단된다. 이러한 가정은 단감에서 노린재의 피해는 7월 하순경부터 나타난다는 사실로서(Chung *et al.*, 1995) 뒷받침 될 수 있을 것으로 판단된다. 따라서 앞으로 감의 탄닌이 노린재의 발육에 미치는 영향이라든가 수용성 탄닌의 함량 변화에 따른 노린재의 가해행동에 대한 연구가 있어야 할 것으로 생각된다.

수은유아등과 갈색날개노린재 집합페로몬트랩에 유살된 두 종 노린재의 수를 비교해보면(Table 1), 갈색날개노린재는 유아등보다는 페로몬 트랩에 더 많이 유인되었고, 썩덩나무노린재는 유아등에 더 많이 유인되었음을 알 수 있다. 썩덩나무노린재가 갈색날개노린재의 집합페로몬에 유인된다는 사실은 이미 알려져

있으나(Adachi, 1998; Anonymous, 2001) 자신의 페로몬 성분이 아니므로 유인효과가 떨어지는 것으로 생각되며, 썩덩나무노린재에는 집합페로몬이 없는 것으로 알려져 있으므로(Adachi, 1998) 보다 효과적인 유인물질의 개발이 요구된다고 할 수 있다.

갈색날개노린재의 집합페로몬트랩에는 갈색날개노린재와 썩덩나무노린재의 암수가 동시에 유인되었으며 성비는 암컷의 비율이 뚜렷이 높았는데(Table 2), 이러한 결과는 Anonymous (2001)의 결과와 동일하며, Leal *et al.* (1995)도 톱다리개미허리노린재의 집합페로몬에 동종의 암컷이 수컷보다 더 많이 유인된다고 하였다. 최근 들어 노린재류의 집합페로몬에 대한 연구가 많이 이루어지고 있는데(Miklas *et al.*, 2000; McBrien *et al.*, 2001; Ho and Millar, 2001), 톱다리개미허리노린재의 수컷이 분비하는 집합페로몬에도 암수가 동시에 유인되며(Numata *et al.*, 1990; Leal *et al.*, 1995; Mizutani *et al.*, 1997), 갈색날개노린재의 수컷에도 동종의 암수가 유인되는데(Moriya and Shiga, 1984), 그 수컷의 분비물이 methyl (*E*, *E*, *Z*)-2, 4, 6-decatrienoate로 밝혀졌으며, 합성된 이 물질이 동종의 암수에 대해 유인효과가 있다고 하였다(Sugie *et al.*, 1996).

앞으로 본 조사결과 나타난 발생시기를 토대로 해서 적절한 노린재 피해 방제 계획을 세울 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 조사 방법 간에 두 노린재 종의 유살량과 유살경향이 다르게 나타나고 있으므로 노린재의 종류에 따라 유살 방법을 달리해야 할 것으로 생각된다. 그러나 예찰등은 설치비용과 전원 확보 등의 제한 조건이 있는 반면에 집합페로몬 트랩은 각 종에 대해 특이적으로 유인성이 높고 취급이 간편한 장점이 있으므로 앞으로 썩덩나무노린재에 대한 효과적인 유인물질의 개발에 많은 연구가 있어야 할 것으로 생각된다.

Literature Cited

Adachi, I. 1998. Utilization of an aggregation pheromone for forecasting population trends of the stink bugs injuring tree fruits. Pl. Prot. 52: 515~518. (in Japanese)

Anonymous. 2001. Research outlines on deciduous fruit trees in 2000. pp. 124~161. Fruit Tree Research Institute, Agricultural Technology Research Organization, Japan. (in Japanese)

Anonymous. 2002. Statistics on agriculture and forestry of Korea. Ministry of Agriculture and Forestry, Seoul, Korea.

Chung, B.K., S.W. Kang and J.H. Kwon. 1995. Damages, occurrences and control of hemipterous insects in non-astringent persimmon orchards. RDA. J. Agri. Sci. 37: 376~382. (in Korean)

Fujiie, A. 1985. Seasonal life cycle of *Halyomorpha mista*. Bull. Chiba Agric. Exp. Stn. 26: 87~93. (in Japanese)

Ho, H.Y. and J.G. Millar. 2001. Identification and synthesis of male-produced sex pheromone components of the stink bugs *Chlorochroa ligata* and *Chlorochroa uhleri*. Journal of Chemical Ecology. 27: 2067~2095.

Jeong, D.Y. 1995. Insect fauna, seasonal fluctuation, and their damage to the non-astringent persimmon orchards in Chinju and Chinyang area. 54 pp. Requirement for MS degree. Gyeongsang National University, Korea. (in Korean)

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. Ent. Zool. 18: 234~242.

Leal, W.S., H. Higuchi, N. Mizutani, H. Nakamori, T. Kadosawa and M. Ono. 1995. Multifunctional communication in *Riptortus clavatus* (Heteroptera: Alydidae): Conspecific nymphs and egg parasitoid *Ooencyrtus nezarae* use the same adult attractant pheromone as chemical cue. Journal of Chemical Ecology. 21: 973~985.

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. Pest. Sci. 5: 45~49. (in Korean).

Mcbrien, H., J.G. Millar, L. Gottlieb, X. Chen and R.E. Rice. 2001. Male-produced sex attractant pheromone of the green stink bug, *Acrosternum hilare* (Say). Journal of Chemical Ecology. 27: 1821~1839.

Miklas, N., M. Renou, I. Malosse and C. Malosse. 2000. Repeatability of pheromone blend composition in individual males of the southern green stink bug, *Nezara viridula*. Journal of Chemical Ecology. 26: 2473~2485.

Mizutani, N., T. Wada, H. Higuchi, M. Ono and W.S. Leal. 1997. A component of synthetic aggregation pheromone of *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Heteroptera: Alydidae), that attracts an egg parasitoid, *Ooencyrtus nezarae* Ishii (Hymenoptera: Encyrtidae). Appl. Entomol. Zool. 32: 504~507.

Moriya, S. and M. Shiga. 1984. Attraction of the male brown-winged green bug, *Plautia stali* Scott (Heteroptera: Pentatomidae) for males and females of the same species. Appl. Ent. Zool. 19: 317~322.

Numata, H., M. Kon and T. Hidaka. 1990. Male adults attract conspecific adults in the bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Heteroptera: Alydidae). Appl. Ent. Zool. 25: 144~145.

Park, J.D. 1993. Major scale insect pests attacking persimmon tree and their ecology. Plant Protection Research 7: 100~108. (in Korean)

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.

Tomokuni, M., T. Yasunaga, M. Takai, I. Yanashita, M. Kawamura and T. Kawasawa. 1993. A field guide to Japanese bugs. 380pp. Zenkoku Noson Kyoiku Kyokai Publishing Co., Ltd. 26-6, Taito 1-Chome, Taito-ku, Tokyo, Japan.

Wada, T., N. Mizutani and H. Higuchi. 1997. Aggregation pheromone of the bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Heteroptera: Coreidae): mating behavior and pheromone release in male adults. Proc. Assoc. Pl. Prot. Kyushu 43: 82~85.

Yamada, K. 1979. Ecology and control of hemipteran bugs attacking tree fruits. Agriculture and Horticulture 54: 1488~1492. (in Japanese)

Yanagi, T. and Y. Hagiwara, 1980. Ecology of *Halyomorpha mista*. Plant Protection 34: 315~321. (in Japanese)

Yosinari, T. 1991. Causes of hemipteran bug outbreaks attacking tree fruits in Fukuoka prefecture. Agriculture This Month, 1991 (June): 44~49. (in Japanese)

(Received for publication 13 September 2002;
accepted 23 October 2002)