

## 톱다리개미허리노린재의 집합페로몬 트랩에 의한 가로줄노린재의 유인과 발생양상

허완 · 허혜순 · 박정규\*

경상대학교 농업생명과학대학 농업생명과학연구원

### Attraction and Seasonal Occurrence of *Piezodorus hybneri* monitored with Aggregation Pheromone Traps of *Riptortus clavatus*

Wan Huh, Hye Soon Huh and Chung Gyoo Park\*

Institute of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju, Gyeongnam 660-701, Republic of Korea

**ABSTRACT :** Seasonal occurrence of the stink bug *Piezodorus hybneri* (Gmelin) (Heteroptera: Pentatomidae) was monitored at a soybean field and the campus of Gyeongsang National University, Gyeongnam, Korea, in which host plants are less available for the bug with aggregation pheromone traps of *Riptortus clavatus* Thunberg (Heteroptera: Alydidae) in 2004. At soybean field, *P. hybneri* began to be attracted to traps from June 28, earlier than flowering stage of soybean plants. Number of *P. hybneri* attracted increased sharply after October 11. At the campus the bugs were not attracted to traps from March 21 to October 5, but began to be attracted since October 11. Difference in the occurrences in the two sites may suggest that the stink bug immigrates actively into soybean field to find host plant. *P. hybneri* that had been attracted to traps since October 11 was assumed to be diapausing adults emigrating to hibernation sites. There was no difference between sexes in trap catches. The fact that *P. hybneri* was attracted from June to late November may suggest that the aggregation pheromone of *R. clavatus* was attractive to both non-diapausing and diapausing adults of *P. hybneri*. The aggregation pheromone traps, when baited with 16.7+16.7+16.7 mg or 7+36+7 mg of (*E*)-2-hexenyl (*Z*)-3-hexenoate, (*E*)-2-hexenyl (*E*)-2-hexenoate, and myristyl isobutyrate, attracted significantly higher number of both sexes of *P. hybneri* adults than the live male traps baited with ten *R. clavatus* males and hexane control.

**KEY WORDS :** Soybean, Bean bug, Hibernation, Diapause

**초 록 :** 톱다리개미허리노린재의 집합페로몬을 이용하여 적절한 기주가 없는 경상대학교 캠퍼스(경남 진주시)와 기주인 콩이 재배되고 있는 포장에서 가로줄노린재의 발생양상을 비교하였다. 콩포장에서는 개화기 이전(6월 28일)부터 꾸준히 유인되었으며, 10월 11일 이후에 유인수가 급증하였다. 그러나 대학 캠퍼스에서는 3월 21일부터 10월 5일까지 전혀 유인되지 않다가 10월 11일 이후부터 유인수가 급증하였다. 가로줄노린재의 암수가 비슷한 시기에 비슷한 밀도로 콩 포장에서 유인된다는 것은 이 해충이 기주인 콩을 찾아 적극적으로 이동한 결과로 생각된다. 콩 포장과 대학 캠퍼스에서 10월 이후에 유인되는 성충은 월동처를 찾아 이동하는 성충으로 판단되었다. 콩 포장과 대학 캠퍼스에서 총 유인된 암수의 수는 차이가 없었다. 가로줄노린재는 콩 포장에서 6월부터 11월 하순까지 트랩에 유인되었기 때문에, 톱다리개미허리노린재의 집합페로몬은 가로줄노린재의 비휴면성충과 휴면성충 모두에 유인력이 있다고 생각된다. 톱다리개미허리노린재 집합페로몬의 세 성분인 (*E*)-2-hexenyl (*Z*)-3-hexenoate, (*E*)-2-hexenyl (*E*)-2-hexenoate, 및 myristyl isobutyrate를 16.7+16.7+16.7 mg 또는 7+36+7 mg으로 배합했을 때, 가로줄노린재의 유인수는 무처리나 생충트랩보다 많았고, 두 배합성분 간에는 차이가 없었다.

**검색어 :** 콩, 월동, 휴면

\*Corresponding author. E-mail: insectpark1@hanmail.net

노린재류는 세계적으로 콩의 주요 해충으로 알려져 있다. 그 중에서 가로줄노린재(*Piezodorus hybneri*)는 툽다리개미허리노린재(*Riptortus clavatus*), 풀색노린재(*Nezara antennata*), 썩덩나무노린재(*Halyomorpha halys* (= *mista*))와 함께 우리나라에서 콩에 경제적 피해를 주는 종으로 알려져 있다(Son *et al.*, 2000). 가로줄노린재는 일본(Higuchi, 1999; Osakabe and Honda, 2002; Endo *et al.*, 2003)과 호주(Brier, 1993)에서도 콩의 주요 해충으로 알려져 있다.

가로줄노린재가 콩의 중요한 해충임에도 불구하고 이 해충의 생태에 관한 연구결과는 부족한 실정이다. 국외에서는 콩 포장에서의 공간적인 분포(Kono, 1990), 발생양상(Higuchi, 1992), 산란특성(Higuchi, 1994a), 광주기와 휴면 및 월동(Higuchi, 1994b), 성페로몬(Leal *et al.*, 1998) 및 툽다리개미허리노린재 집합페로몬의 가로줄노린재에 대한 유인력(Endo *et al.*, 2003) 등에 대한 연구결과가 있고, 우리나라에서는 육안조사에 의한 콩 포장에서의 발생양상과 피해정도(Son *et al.*, 2000)만 조사되어 있으며, 모두 가로줄노린재의 기주식물이 있는 곳에서만 이루어 졌다. 콩 포장으로 이입한 가로줄노린재 성충이 포장 내에 머무는 기간이 3~5일에 불과하기 때문에(Higuchi, 1992), 이 해충의 발생양상도 툽다리개미허리노린재와 같이(Lee *et al.*, 2004; Huh *et al.*, 2005a) 기주식물의 유무나(Mizutani *et al.*, 2002) 생육단계와 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있다(Higuchi, 1992, 1994a). 따라서 이 종의 생태를 보다 잘 이해하기 위해서는 콩 포장뿐만 아니라 콩이 없는 지역에서의 발생양상에 관한 연구도 필요할 것이다. 본 연구에서는 툽다리개미허리노린재의 집합페로몬을 이용하여 트랩 주변에 적절한 기주가 없는 경남 진주시의 경상대학교 캠퍼스와 기주식물인 콩이 재배되고 있는 경남 사천의 콩 포장에서 이 종의 발생양상을 조사 비교하였다.

## 재료 및 방법

### 집합페로몬과 트랩

툽다리개미허리노린재 집합페로몬은 (*E*)-2-hexenyl (*Z*)-3-hexenoate(E2HZ3H), (*E*)-2-hexenyl (*E*)-2-hexenoate(E2HE2H) 및 myristyl isobutyrate (MI)의 세 성분이 1:5:1의 비율로 구성되어 있는데(Leal *et al.*, 1995), 본 연구에서 사용한 집합페로몬 세 성분은 경상대학교 유기·천연물화학연구실에서 합성한 것이었다. E2HZ3H, E2HE2H

및 MI의 합성수율은 각각 98, 98, 93%이었고, 합성방법 및 분광학적, 물리·화학적 특성은 Huh *et al.*(2005b)에 기술되어 있다. E2HZ3H, E2HE2H 및 MI의 세 성분을 「콩 포장에서의 발생양상」 실험에서는 7+36+7 mg과 16.7+16.7+16.7 mg의 비율로, 「대학 캠퍼스에서의 발생양상」 실험에서는 7+36+7 mg의 비율로 배합하여 사용하였다. 배합비율을 위와 같이 두 가지로 한 이유는 우리나라 툽다리개미허리노린재 진주계통의 집합페로몬 구성비율과(Huh, 2005) 일본계통의 집합페로몬 구성비율(Leal *et al.*, 1995)에 차이가 있었기 때문이었다. 「콩 포장에서의 발생양상」 실험에서는 생충트랩도 같이 사용하였다. 생충트랩에는 우화 후 10일이 경과한 툽다리개미허리노린재 수컷 성충 10마리와 증류수, 대두와 땅콩(대두:땅콩의 수=2:1)을 함께 넣어 주었다. Hexane(96%, Merck, Germany)으로 희석하여 배합한 페로몬을 직경 13 mm의 rubber septum(Sigma Aldrich, Germany)에 침적시킨 것을 미끼로 사용하였다. 트랩은 직경 14 cm, 길이 24 cm의 원통형 강철 스프링에 그물망을 씌운 형태를 하고 있는 fish trap을 사용하였다. 이 트랩은 미꾸라지를 잡을 때 사용하는 통발로서 단감재배 농민들이 갈치나 고등어 등의 생선 토막을 이 트랩 안에 넣어 노린재를 유살하는데 사용하기도 한다. 실험포장에 13~15 m 간격으로 지주를 세우고 미끼를 단 fish trap을 기주식물의 높이에 맞춰(지상 약 70~100 cm) 설치하였다.

### 콩 포장에서의 발생양상

2004년 6월 14일부터 11월 29일까지 경남 사천시 선진리에 있는 콩 포장에서 조사하였다. 실험 포장의 면적은 1,983.5 m<sup>2</sup>이었고 5월 23일 콩나물콩(풍산나물 콩)을 파종하였다. 실험포장에서 약 30~50 m 떨어진 주변에 또 다른 콩 포장이 있어서 전체 콩 재배 면적은 6,611.6 m<sup>2</sup> 정도이었다. 포장에 종류별 3개의 트랩을 설치하고 7일 간격으로 트랩에 유인된 수를 암수 구분하여 조사하였으며, 매번 조사 후 미끼를 교체하였다. 툽다리개미허리노린재 집합페로몬 세 성분을 16.7+16.7+16.7 mg과 7+36+7 mg으로 배합한 트랩에 유인된 가로줄노린재의 수를 조사하였다.

### 대학 캠퍼스에서의 발생양상

경남 진주시 가좌동에 위치한 경상대학교 캠퍼스 남서쪽의 6동과 10동 건물 사이에 세 개의 페로몬 트랩을 설치하여 2004년 3월 15일부터 11월 25일까지 가로줄노

린제의 발생소장을 조사하였다. 트랩설치 후 3일 간격으로 유인된 수를 암수 구분하여 조사하였고, 집합페로몬 미끼는 6일 간격으로 교체하였다. 트랩이 설치된 곳에는 높이 1 m 내외의 무궁화나무 34그루와 10년 생 내외의 뽕은감나무 14그루가 산재되어 있었다.

### 가로줄노린재에 대한 E2HZ3H, E2HE2H 및 MI의 배합비율별 유인력

「콩 포장에서의 발생양상」 실험에서 배합비율을 달리 한 2개의 트랩과 생충트랩을 사용하였는데, 트랩별 유인된 수를 통계분석하여 페로몬 성분의 배합비율별 가로줄노린재에 대한 유인력을 비교하였다. Hexane에 침지하여 건조시킨 rubber septum을 대조구로 사용하였다.

## 결과 및 고찰

### 콩 포장과 대학캠퍼스에서 발생양상의 차이

콩 포장에서 가로줄노린재의 암컷은 6월 28일부터, 수

컷은 7월 12일부터 유인되기 시작하였고, 10월 11일부터 유인수가 증가하기 시작한 후 11월 22일 이후에는 급감하였다(Fig. 1). 그러나 대학캠퍼스에서는 3월 21일부터 10월 5일까지는 전혀 유인되지 않았으며, 10월 11일 이후 유인수가 증가하기 시작하였고, 11월 16일 이후에 급감하였다. 결과적으로 콩 포장과 대학캠퍼스에서 가로줄노린재가 동시에 유인되는 시기는 10월 상순 이후 뿐이었다. 콩 포장이나 대학캠퍼스에서 발생 전(全)기간 동안 유인된 암수의 수 간에 통계적 유의차가 없었다(콩 포장;  $t=2.04, df=2, P=0.178$ , 대학캠퍼스;  $t=0.43, df=2, P=0.708$ ).

가로줄노린재가 콩 포장으로 이입해오는 시기는 콩의 생육단계, 특히 협이 생기는 시기와 밀접한 관계가 있을 것으로 생각된다. Higuchi(1992)도 콩의 협이 발육하기 시작하는 시기에 가로줄노린재의 밀도가 급격히 증가한다고 하였고, 우리나라의 콩 포장에서 육안으로 노린재류의 발생시기를 조사한 결과, 가로줄노린재, 알락수염노린재(*Dolycoris baccarum*), 썩덩나무노린재 등은 협비대 중기 이후에 발생밀도가 높아져서 종실에 많은 피해를 준다고 하였다 (Son *et al.*, 2000). 본 실험에서는 개화 개시기(7월 19일) 이전부터 트랩에 유인되었으며, 협이 생기기 시작하는 시기(R3, 8월 16일)부터 다소 많이 유인되는

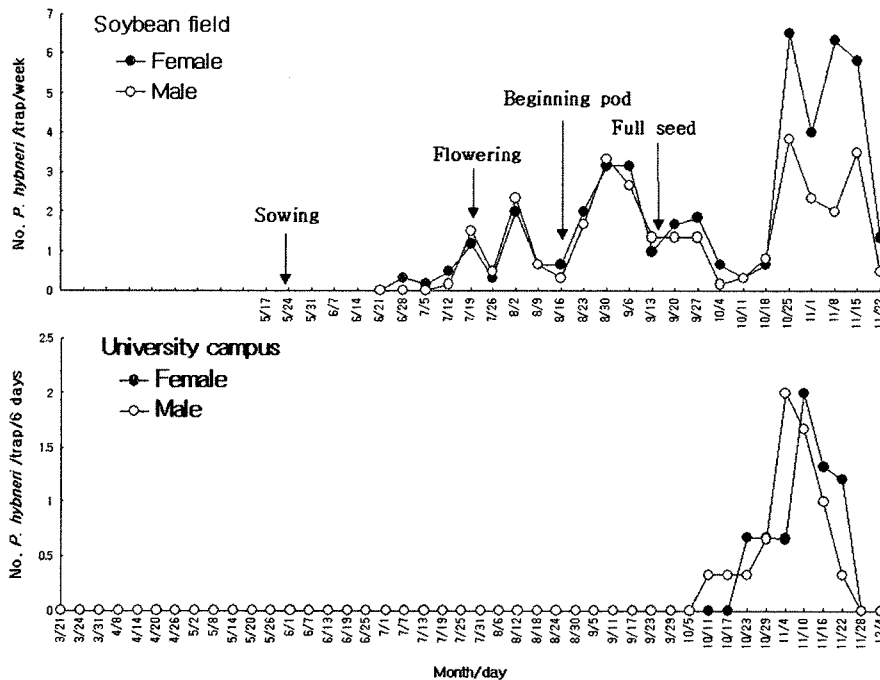


Fig. 1. Seasonal occurrence of *Piezodorus hybneri* (Heteroptera: Pentatomidae) adults at a soybean field and Gyeongsang National University campus, Jinju city, Gyeongnam, where appropriate host plants are less available for the bug in 2004. The bug was monitored with synthetic aggregation pheromone traps of *Riptortus clavatus* (Heteroptera: Alydidae). The traps were baited with (*E*)-2-hexenyl (*Z*)-3-hexenoate, (*E*)-2-hexenyl (*E*)-2-hexenoate, and myristyl isobutyrate in ratios of 16.7+16.7+16.7 mg and 7+36+7 mg at soybean field and 7+36+7 mg at university campus. Numbers of bugs attracted to two different kind of lures were averaged.

경향을 나타내었다.

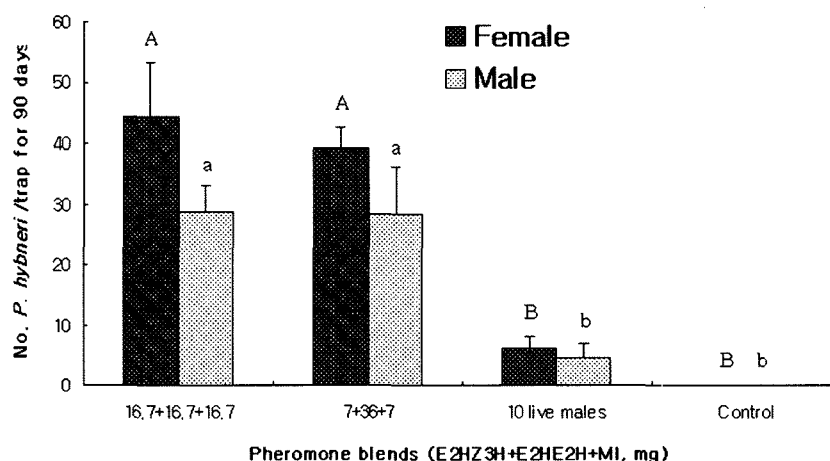
남쪽풀색노린재(*Nezara viridula*)는 출수기의 벼에 강하게 유인되는데, 벼 출수기는 남쪽풀색노린재의 새 성충이 우화하는 시기 및 적절한 기주(감자, 강낭콩, 토마토 등)가 부족한 시기와 일치한다고 하였다(Kiritani *et al.*, 1961). 본 실험에서 가로줄노린재가 콩 이외의 다른 기주 식물이 충분하지 않았기 때문에 협 발생시기에 콩 포장으로 이동한 것인지는 알 수 없지만, 6월 하순부터 9월 하순까지 대학캠퍼스에서는 전혀 유인되지 않았으나 콩 포장에서는 암수가 공히 꾸준히 유인되는 점으로 미루어 보면 가로줄노린재가 기주를 찾아 적극적으로 콩 포장으로 이동하는 것으로 생각된다.

또한 본 실험에서 암수가 비슷한 시기에 콩 밭으로 이입하였고, 후기까지 암수가 거의 같은 수로 유인되었는데, Higuchi(1992)도 콩 포장에 암수가 거의 동시에 발생하고, 발생수도 암수 간 차이가 없이 거의 1:1을 유지하고, 암컷은 콩밭에 이입한 직후부터 산란을 시작한다는 사실로부터, 가로줄노린재가 섭식, 산란 및 교미를 위해 콩 포장으로 적극적으로 이입해오는 것이라고 하였다. 또한 가로줄노린재는 협이 신장하기 시작하는 시기에 콩밭으로 선택적으로 침입해서 산란한다고 하였다(Higuchi, 1994a).

본 실험에서 10월 이후에 유인되는 성충 수가 뚜렷이 증가하는 이유는 이 노린재가 월동하기 위해 월동처로 이동하는 과정에서 많은 수가 유인되었기 때문으로 판단된다. 콩 포장에서 10월 11일 이후는 꼬투리가 터져서 수확적이 이후가 되며, 특히 대학캠퍼스에서 10월 이전까

지 전혀 유인되지 않다가 그 이후부터 유인되는 것은 다른 노린재처럼 월동하기 위해 건물이 있는 따뜻한 곳으로 이동하였기 때문으로 생각된다. 가로줄노린재는 콩 포장에서 콩을 가해한 후 월동처로 이동하는 것으로 알려져 있으나(Higuchi, 1992; 1994a), 아직까지 월동처에 관한 조사보고는 없다.

일본의 구마모토현(위도 약 32° 8')에서는 가로줄노린재 암컷의 휴면유기 임계일장은 12~13시간의 명기(明期)이며, 9월 15일 이후에 우화한 성충 암컷은 난소가 미성숙한 채로 휴면에 들어간다고 하였다(Higuchi, 1994b), Endo *et al.*(2003)은 구마모토에서 E2HE2H 트랩에 가로줄노린재가 7월 29일부터 8월 12일까지 유인된다는 것을 확인하였다. 이러한 사실은 일본에서는 가로줄노린재의 비휴면형 성충이 E2HE2H에 유인된다는 것을 의미한다. 본 실험을 수행한 진주는 북위 35° 3'~35° 26'인 지역으로서 일본의 구마모토보다 위도상 북쪽에 위치하고 있기 때문에 가로줄노린재가 더 일찍 생식휴면상태에 들어갈 가능성이 크다고 생각된다. 또한 2002년 본 실험과 동일한 콩 포장에서 9월 7일부터 10월 4일까지 페로몬 트랩에 유인된 가로줄노린재 암컷 147마리의 복부를 해부해 본 결과, 단 한 마리의 성충도 난소 내에 성숙난을 보유하고 있지 않았다(Huh *et al.*, personal communication). 따라서 진주지방에서 9월 이후에 발생하는 성충은 생식휴면 상태에 들어갈 개체일 가능성이 매우 높다고 생각한다. 본 조사의 콩 포장에서 9월 13일 이전에 유인된 성충은 비휴면충이고, 그 이후에 유인된 성충(대학 캠퍼스에서 10월



**Fig. 2.** Numbers (mean±SE) of *Piezodorus hybneri* (Heteroptera: Pentatomidae) adults attracted to synthetic aggregation pheromone and live male traps of *Riptortus clavatus* (Heteroptera: Alydidae). Rubber septa dosed with hexane were used as control. The traps were baited with (*E*)-2-hexenyl (*Z*)-3-hexenoate, (*E*)-2-hexenyl (*E*)-2-hexenoate, and myristyl isobutyrate in ratios of 16.7+16.7+16.7 mg and 7+36+7 mg. As a positive control ten live males of *R. clavatus* were used. Bars labeled with the same upper or lower cases are not significantly different by Tukey's HSD test at  $\alpha=0.05$ .

11일 이후 유인된 성충을 포함하여)은 생식휴면 상태일 것으로 판단된다. 따라서 툽다리개미허리노린재 집합페로몬의 한 성분인 E2HE2H는 가로줄노린재의 비휴면 성충 뿐 아니라 휴면성충에도 유인력이 있다는 것을 의미한다고 할 수 있다.

한편, Higuchi(1994b)는 가로줄노린재의 발육영점온도와 유효적산온도를 통해 일본의 큐슈 지방에서 년 간 4회 발생할 것으로 추정하였으나, 실제 콩 포장에서 6월부터 8월까지 산란소장과 성충발생양상을 조사한 결과, 산란최성기는 자실비대기에 1회로 나타났고(Higuchi, 1994a), 성충은 협신장기와 종실신장기에 2회의 최성기가 나타났다고 하여(Higuchi, 1992) 아직까지 이 종의 정확한 발생소장에 대한 명확한 결론을 내리지 못하고 있다.

### 가로줄노린재에 대한 E2HZ3H, E2HE2H 및 MI의 배합비율별 유인력

툽다리개미허리노린재 집합페로몬의 세 성분인 E2HZ3H, E2HE2H 및 MI를 각각 7+36+7 mg과 16.7+16.7+16.7 mg으로 배합했을 때, 두 배합비율 간에 가로줄노린재 유인수의 차이는 없었으며, 두 가지 비율로 배합한 페로몬에 유인된 암컷과 수컷 수도 차이가 없었으나( $t=2.23$ ,  $df=2$ ,  $P=0.156$ ), 생충트랩이나 대조구에 유인된 수보다는 많았다(Fig. 2).

툽다리개미허리노린재의 집합페로몬 세 성분 중에서 가로줄노린재의 암수 성충과 약충에 유인력을 나타내는 것은 E2HE2H라고 알려져 있다(Endo et al., 2003; Huh et al., Personal communication). 본 실험에서도 툽다리개미허리노린재의 합성페로몬에 다수의 가로줄노린재 성충과 적은 수의 약충(조사기간 중 총 유인된 수; 7+36+7 mg 5마리, 16.7+16.7+16.7 mg 5마리, 생충트랩 8마리, 무처리 0마리)이 유인된 것은 배합된 성분 중의 E2HE2H 때문인 것으로 생각된다.

다른 종의 페로몬을 이용하여 먹이나 기주를 찾는 곤충의 예를 종종 볼 수 있다. 예를 들면 썩덩나무노린재는 갈색날개노린재(*Plautia stali*)의 집합페로몬 [methyl(E,E,Z)-2,4,6-decatrienoate]에 유인되며(Adachi, 1998; Lee et al., 2002), 수종의 노린재류의 난기생충인 *Ooencyrtus nezarae* (Hymenoptera: Encyrtidae)는 툽다리개미허리노린재의 집합페로몬의 한 성분인 E2HZ3H에 선택적으로 유인된다(Leal et al., 1995; Masuta et al., 2001; Huh and Park, 2005). 또한 포식성 노린재인 *Elatophilus hebraicus* (Anthocoridae)는 먹이인 *Matsucoccus josephi* (Homoptera)

의 성페로몬[(2E,6E,8E)-5,7-dimethyl-2,6,8-decatrien-4-one]에 유인된다(Zegelman et al., 1993; Mendel et al., 1995). 콩은 가로줄노린재와 툽다리개미허리노린재의 공통된 기주식물이므로, 가로줄노린재는 툽다리개미허리노린재의 집합페로몬 성분인 E2HE2H를 먹이를 찾기 위한 실마리로 사용하고 있다고 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.
- Brier, H. 1993. Extent of bug damage in soybean dependent on species. *Northern Focus* 4~5.
- Endo, N., T. Wada and M. Chiba. 2003. An attractant for *Piezodorus hybneri* (Heteroptera: Pentatomidae) contained in the aggregation pheromone of *Riptortus clavatus* (Heteroptera: Alydidae). *Kyushu Plant Prot. Res.* 49: 88~91.
- Higuchi, H. 1992. Population prevalence of occurrence and spatial distribution pattern of *Piezodorus hybneri* adults (Heteroptera: Pentatomidae) on soybeans. *Appl. Entomol. Zool.* 27: 363~369.
- Higuchi, H. 1994a. Seasonal prevalence and mortality factors of eggs of *Piezodorus hybneri* Gmelin (Heteroptera: Pentatomidae) in a soybean field. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 38: 17~21.
- Higuchi, H. 1994b. Photoperiodic induction of diapause, hibernation and voltinism in *Piezodorus hybneri* (Heteroptera: Pentatomidae). *Appl. Entomol. Zool.* 29: 585~592.
- Higuchi, H. 1999. Attraction of conspecific individuals by adults of *Piezodorus hybneri* (Gmelin) (Heteroptera: Pentatomidae). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 43: 205~206.
- Huh, H.S. 2005. Variation in aggregation pheromone secretion of bean bug and attractiveness of various blends of the pheromone components. M.S. thesis, Gyeongsang National University, 35 pp.
- Huh, W. and C.G. Park. 2005. Seasonal occurrence and attraction of egg parasitoid of bugs, *Ooencyrtus nezarae*, to aggregation pheromone of bean bug, *Riptortus clavatus*. *Korean J. Appl. Entomol.* 44: 131~137.
- Huh, H.S., W. Huh, S.D. Bae and C.G. Park. 2005a. Seasonal occurrence and ovarian development of bean bug, *Riptortus clavatus*. *Korean J. Appl. Entomol.* 44: 199~205.
- Huh, H.S., K.H. Park, W.D. Seo and C.G. Park. 2005b. Interaction of aggregation pheromone components of the bean bug, *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Heteroptera: Alydidae). *Appl. Entomol. Zool.* 40: 643~648.
- Huh, H.S., K.H. Park, H.Y. Choo and C.G. Park. Personal communication Attraction of *Piezodorus hybneri* to the aggregation pheromone components of *Riptortus clavatus*.
- Kono, S. 1990. Number of annual generations of three species of stink bugs attacking soybean seeds. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 34: 89~96.
- Kiritani, K., N. Hokyo and S. Enomoto. 1961. The role of early planted rice inducing outbreak of the southern green stink bug. *Proc. Kansai Plant Prot. Soc.* 3: 50~55.
- 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. *J. Chem. Ecol.* 21: 973~985.
- 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.
- Leal, W.S., S. Kuwahara, X. Shi, H. Higuchi, E.B.M. Claudia and J. Meinwald. 1998. Male released sex pheromone of the stink bug *Piezodorus hybneri*. *J. Chem. Ecol.* 24: 1817~1829.
- Lee, G.H., C.H. Paik, M.Y. Choi, Y.J. Oh, D.H. Kim and S.Y. Na. 2004. Seasonal occurrence, soybean damages and control efficacy of bean bug, *Riptortus clavatus* (Hemiptera: Alydidae) at soybean field in Honam province. *Korean J. Appl. Entomol.* 43: 249~255.
- Masuta, S., N. Mizutani and T. Wada. 2001. Difference in response of *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Heteroptera: Alydidae) and its egg parasitoid *Ooencyrtus nezarae* Ishii (Hymenoptera: Encyrtidae) to the synthetic aggregation pheromone of *R. clavatus*. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 45: 215~218.
- Mendel, Z., L. Zegelman, A. Hassner, F. Assael, M. Harel, S. Tam and E. Dunkelblum. 1995. Outdoor attractancy of males of *Matsucoccus josephi* (Homoptera: Matsucoccidae) and *Elatophilus hebraicus* (Hemiptera: Anthocoridae) to synthetic female sex pheromone of *Matsucoccus josephi*. *J. Chem. Ecol.* 21: 331~341.
- Mizutani, N., S. Mori and K. Honda. 2002. Difference between seasonal abundance of the bean bug, *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Heteroptera: Alydidae) in a soybean field and seasonal prevalence of the number of bean bugs caught by synthetic pheromone traps. *Ann. Rep. Kanto Tosan Pl. Proc. Soc.* 49: 105~107.
- Osakabe, M. and K. Honda. 2002. Influence of trap and barrier crops on occurrence of and damage by stink bugs and lepidopterous pod borers in soybean fields. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 46: 233~241.
- Son, C.K., S.G. Park, Y.H. Hwang and B.S. Choi. 2000. Field occurrence of stink bug and its damage in soybean. *Korean J. Crop Sci.* 45: 405~410.
- Zegelman, L., A. Hassner, Z. Mendel and E. Dunkelblum. 1993. Synthesis and field bioassay of the Israeli pine bast scale *Matsucoccus josephi* female sex pheromone. *Tetrahedron Lett.* 4: 5641~5644.

(Received for publication 30 September 2005;  
accepted 28 November 2005)