

## 톱다리개미허리노린재의 집합페로몬에 의한 노린재류의 난기생봉 *Ooencyrtus nezarae*의 유인과 발생소장

허 완 · 박정규\*

경상대학교 농업생명과학대학, 농업생명과학연구원

## Seasonal Occurrence and Attraction of Egg Parasitoid of Bugs, *Ooencyrtus nezarae*, to Aggregation Pheromone of Bean Bug, *Riptortus clavatus*

Wan 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 egg parasitoid of bugs, *Ooencyrtus nezarae* (Hymenoptera: Encyrtidae), was monitored at soybean fields and university campus using traps baited with aggregation pheromone of bean bug, *Riptortus clavatus*, in Jinju, Gyeongnam province, Korea. The female *O. nezarae* captured at university campus in 2003 and 2004 was 317.5 and 103.4 times as many as males, respectively, and it was 12.6 times at soybean field in 2004. The female began to occur from late August, showing its peak around September 20 at soybean field in 2004. At university campus in 2003 and 2004, the female began to occur from mid or late August, and showed its peak early or mid September. At the two monitoring sites the catches of female sharply declined after October. The E2HZ3H only showed attractiveness to *O. nezarae*, among three components of the aggregation pheromone of bean bug, (*E*)-2-hexenyl (*Z*)-3-hexenoate (E2HZ3H), (*E*)-2-hexenyl (*E*)-2-hexenoate (E2HE2H), and myristyl isobutyrate (MI). A mixture in a ratio of 20:20:10 or 16.7:16.7:16.7 of E2HZ3H:E2HE2H:MI attracted significantly more females than the mixture of 7:36:7 ratio did. This higher attractiveness of the former two blends may be attributed to the higher amounts of E2HZ3H in the blends.

**KEY WORDS** : *Riptortus clavatus*, Egg parasitoid, *Ooencyrtus nezarae*, Seasonal occurrence, Aggregation pheromone

**초 록** : 경남진주의 콩포장과 대학 캠퍼스에서 톱다리개미허리노린재의 집합페로몬을 사용하여 난기생봉인 *Ooencyrtus nezarae*(Hymenoptera: Encyrtidae)의 발생소장을 조사하였다. 2003년과 2004년에 대학 캠퍼스에 설치된 트랩에 유살된 암컷의 수는 수컷 유살수의 317.5배와 103.4배이었고, 2004년 콩포장에서는 12.6배이었다. 콩포장에서 *O. nezarae*의 암컷은 8월 하순부터 유살되기 시작하여 9월 20일 전후에 가장 많이 유살되었다. 2003년과 2004년에 대학 캠퍼스에서는 8월 중하순부터 밀도가 증가하여 9월 상중순에 최성기를 나타내었다. 두 조사지역에서 모두 10월 이후에는 거의 발생하지 않았다. 톱다리개미허리노린재의 집합페로몬 세 성분, 즉 (*E*)-2-hexenyl (*Z*)-3-hexenoate(E2HZ3H)와 (*E*)-2-hexenyl (*E*)-2-hexenoate(E2HE2H) 및 myristyl isobutyrate(MI) 중에서 E2HZ3H 만이 *O. nezarae*에 대해 유인력을 나타내었다. E2HZ3H:E2HE2H:MI를 7:36:7로 배합한 것보다는 20:20:10이나 16.7:16.7:16.7으로 배합한 트랩에 더 많은 수가 유인되었는데, 이는 배합된 E2HZ3H의 량 때문인 것으로 추정된다.

**검색어** : 톱다리개미허리노린재, 난기생봉, *Ooencyrtus nezarae*, 발생소장, 집합페로몬

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

콩을 가해하는 노린재류의 밀도억제요인으로서 알기생벌은 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다(Takasu and Hirose, 1985; Higuchi, 1993). 그 중에서 *Ooencyrtus nezarae*(Hymenoptera: Encyrtidae)는 기주범위가 넓어 콩을 가해하는 노린재류의 유력한 천적으로 간주되고 있다(Takasu and Hirose, 1985; Higuchi, 1993; Mizutani *et al.*, 1996; Mizutani, 2001). *O. nezarae*는 콩의 주요 해충인 톱다리개미허리노린재(*Riptortus clavatus* (Thunberg))와 가로줄노린재 *Piezodorus hybneri* (Gmelin) 및 갈색날개노린재 (*Plautia stali* Scott), 남쪽풀색노린재(*N. viridula* (Linnaeus)), 풀색노린재(*Nezara antennata* Scott) 등 11종의 노린재의 난에 기생하는 것으로 알려져 있다(Hirose *et al.*, 1996).

톱다리개미허리노린재의 수컷은 (*E*)-2-hexenyl (*Z*)-3-hexenoate(E2HZ3H), (*E*)-2-hexenyl (*E*)-2-hexenoate(E2HE2H) 및 myristyl isobutyrate (MI)의 세 성분으로 구성되는 집합페로몬을 분비하여 동종의 암컷과 약충을 유인한다(Leal *et al.*, 1995; Mizutani *et al.*, 1997). 이 집합페로몬에는 톱다리개미허리노린재 뿐만 아니라 알기생벌인 *O. nezarae*도 유인되는데(Leal *et al.*, 1995; Masuta *et al.*, 2001; Mizutani, 2001), *O. nezarae*는 이들 세 화합물 중에서 E2HZ3H만을 kairomone으로 이용하여 기주의 난을 찾는 것으로 알려져 있다(Mizutani *et al.*, 1997, 1999; Masuta *et al.*, 2001; Mizutani *et al.*, 2002).

톱다리개미허리노린재 등 콩을 가해하는 노린재류 중에서 많은 종이 기주범위가 넓어서 기주식물 간을 빈번히 이동한다(Higuchi, 1993). 이 때문에 콩포장에 정착하는 *O. nezarae*도 봄의 칩 균락 등 콩포장 이외의 장소에서 번식한 성충이 기주곤충인 노린재류를 따라 콩포장으로 비래한다고 생각되고 있다(Takasu and Hirose, 1986). 특히 콩과 같이 매년 경운과 파종, 수확을 반복하는 1년생 작물의 포장에서 활동하는 천적류는 대부분이 주변의 잡초와 숲에서 이입한다고 생각된다. 따라서 해충의 종합방제에 천적을 유효하게 이용하기 위해서는 작물의 재배시기 이전뿐 아니라 대상작물 이외에 경지 주변의 잡초 등에서의 천적활동을 조사할 필요가 있다(Noda, 1989).

톱다리개미허리노린재는 우리나라에서도 콩(Son *et al.*, 2000)과 단감(Chung *et al.*, 1995; Lee *et al.*, 2001, 2002)의 중요한 해충으로 알려져 있다. 그러나 아직까지 우리나라에서는 노린재류의 난에 기생하는 천적에 대한 연구는 찾아볼 수 없다. 따라서 본 연구에서는 톱다리개미허리노린재의 기주인 콩을 재배하는 포장과 기주가 없는 대학 캠퍼스에서 톱다리개미허리노린재의 집합페로몬으로써

*O. nezarae*의 발생소장을 2년간 조사하였고, 톱다리개미허리노린재 집합페로몬 성분의 배합비율에 따른 *O. nezarae*의 유인력을 실험하였다.

## 재료 및 방법

### 페로몬

본 연구에 사용한 집합페로몬의 세 성분은 경상대학교의 유기·천연물화학 연구실에서 합성한 것이다. 합성된 세 성분 E2HZ3H, E2HE2H 및 MI의 순도는 2003년에 사용한 것은 각각 92, 95, 96%이었고, 2004년에는 각각 98, 98, 93%이었다. 집합페로몬 3성분을 일정비율로 hexane(97%, Merck, Germany)에 희석한 후, 직경 13 mm rubber septum(Sigma-Aldrich, Germany)에 septum당 2.0 ml씩 분주한 뒤 fume hood 안에서 3시간 정도 hexane을 휘발시켰다. 육안상으로 hexane이 모두 휘발한 후 septum을 1개씩 은박지(6.5×10 cm, Green Agro-Tech, Korea, Korea)에 밀봉 포장하여 실험에 사용할 때까지 4°C 냉장고에 저장하였다.

### 트랩

트랩으로는 길이 14 cm, 직경 24 cm의 강철 스프링에 그물망을 씌운 형태를 하고 있는 fish 트랩을 사용하였다. 이 트랩은 물고기를 잡을 때 사용하는 통발로서 단감재배 농민들이 갈치나 고등어 등의 생선 토막을 트랩 안에 넣어 톱다리개미허리노린재를 유살하는 데 사용하기도 한다. 트랩 안에 황색 끈끈이 판(10×15 cm)(Green Agro-Tech, Korea)을 한 개씩 넣어 유인된 *O. nezarae*가 포획되도록 하였다. 실험포장에 13~15 m 간격으로 지주를 세우고 미끼를 단 fish 트랩을 1 m 내외의 높이에 설치하였다. 매 조사시마다 끈끈이 판을 수거하여 해부현미경(Stemi 2000-C; Carl Zeiss Co., LTD, Germany) 하에서 암수별로 유인된 수를 조사하였다. 일본 농업연구센터의 Mizutani 박사로부터 분양받은 *O. nezarae*의 표본과 트랩에 유인된 기생벌의 형태를 비교하면서 분류하였다.

### 콩 포장에서의 발생소장

일본 Tsukuba 지역의 톱다리개미허리노린재의 집합페로몬은 E2HZ3H, E2HE2H 및 MI의 세 성분이 1.5:1로

구성되어 있다(Leal *et al.*, 1995). 우리나라의 진주계통은 세 성분이 1:1.1:0.4로 구성되어있으며, 야외유인실험 결과 1:1:1 또는 1:1:0.5의 배합비율이 1:5:1보다 톱다리개미허리노린재를 더 잘 유인하였다(Huh, 2005). 따라서 본 실험에서는 E2HZ3H, E2HE2H 및 MI 세 성분을 7:36:7, 20:20:10 및 16.7:16.7:16.7로 배합(총 50 mg)하여 *O. nezarae*에 대한 유인력을 검정하였다. 대조구로서 톱다리개미허리노린재 수컷 성충 10마리를 넣은 트랩과 hexane에 침적시킨 septum을 사용한 트랩을 설치하였다. 수컷 성충에게는 콩, 팥콩 및 물을 제공하였다. 2004년 6월 14일부터 11월 22일까지 경남 사천시 선진리에 있는 콩포장에서 실험하였다. 실험포장의 면적은 1,983.5 m<sup>2</sup>이었고 5월 23일에 콩나물콩을 파종하였다. 실험포장에서 약 30~50 m 떨어진 주변에 또 다른 콩 포장이 있어서 전체 콩 재배 면적은 6,600 m<sup>2</sup> 정도이었다. 7일 간격으로 트랩에 유인된 수를 암수 구분하여 조사하였고, 매 조사시마다 미끼와 트랩의 위치를 교체하였다. 무처리를 제외한 모든 트랩에 유인된 *O. nezarae*의 수를 시기별로 구분하여 분석하였다.

### 대학 캠퍼스에서의 발생소장

경남 진주시 가좌동에 있는 경상대학교 캠퍼스의 남서쪽에 위치한 6동과 10동 건물 사이에 페로몬 트랩을 설치하여 2003년과 2004년에 *O. nezarae*의 발생소장을 조사하였다. E2HZ3H, E2HE2H 및 MI의 함량은 7:36:7 mg으로 하였다. 2003년에는 6월 6일부터 12월 9일까지, 2004년에는 3월 15일부터 12월 1일까지 조사하였다. 트랩설치 후 3일 간격으로 유인된 수를 암수 구분하여 조사하였고, 집합페로몬 미끼는 6일 간격으로 교체하였다.

### 세 성분의 배합비율별 *O. nezarae*에 대한 유인효과

상기의 「콩포장에서의 발생소장」 실험기간 중에서 8월 17일부터 10월 25일까지 *O. nezarae*가 가장 많이 유살되었다. 이 기간 중에 배합비율별 유인된 *O. nezarae*의 총수를 생충트랩 및 페로몬을 사용하지 않은 무처리 트랩에 유인된 총수와 비교하였다.

### MI의 함량에 따른 유인력

톱다리개미허리노린재의 집합페로몬 세 성분 중에서 MI만이 톱다리개미허리노린재에 대한 유인력을 가지고

있고, E2HZ3H와 E2HE2H는 MI의 효력을 상승시키는 역할을 한다(Mizutani *et al.*, 1997; Endo *et al.*, 2003, 2005), 따라서 MI가 *O. nezarae*에 대해서도 유인력을 나타내는지 검정하기 위하여 MI의 함량에 따른 유인력을 조사하였다. MI 함량을 1, 10, 50, 100 mg으로 하여, 무처리 또는 E2HZ3H:E2HE2H:MI를 7:36:7(총 50 mg)로 배합한 것과 유인수를 비교하였다. 경남 사천시 사남농공단지 내 2 ha 정도 크기의 콩나물 콩 재배포장에서 2002년 9월 10일부터 10월 4일까지 3일마다 끈끈이판을 수거하여 현미경 하에서 유인된 *O. nezarae*의 암컷의 수를 조사하였다. 각 처리별 3개의 트랩을 설치하였고, 매 조사시마다 완전임의로 트랩의 위치를 바꾸어주었다.

### E2HZ3H와 E2HE2H 두 성분의 조합에 따른 유인력

상기의 실험에서 MI는 *O. nezarae*에 대한 유인력이 없었으므로, E2HZ3H와 E2HE2H를 단독 또는 혼합하였을 경우의 유인력을 검정하였다. E2HZ3H 10 mg과 E2HE2H 50 mg 및 이 두 성분량의 조합에 따른 유인력을 검정하였다. E2HZ3H와 E2HE2H의 비율을 1:5로 한 이유는 Leal *et al.*(1995)의 연구결과를 따른 것이다. 우화후 10일이 경과한 톱다리개미허리노린재 수컷 성충 10마리와 hexane에 침지, 건조시킨 septum을 대조구로 하였다. 2004년 8월 30일부터 10월 3일까지 경남 사천시 선진리의 콩밭에서 실시하였다. 페로몬 트랩을 지면으로부터 50 cm 높이(콩 수간부 높이)에 설치하였고, 트랩은 난피법 3반복으로 배치하였고, 7일 간격으로 유인된 수를 조사하고 트랩의 위치를 임의로 변경하였다. 페로몬 미끼와 생충 트랩의 수컷 성충도 7일 간격으로 새것으로 교환하였다.

## 결 과

### 콩포장에서의 발생소장

콩포장에서 2004년 6월 14일부터 11월 22일까지 조사한 *O. nezarae*의 발생소장은 Fig. 1과 같다. 전체 실험기간 중에 4가지 페로몬 트랩(E2HZ3H, E2HE2H, MI 세 성분을 7:36:7 mg, 20:20:10 mg, 16.7:16.7:16.7 mg으로 배합한 것과 생충 트랩)에 유인된 *O. nezarae*의 총수는 암컷이 164.2마리/트랩이었고 수컷이 13.0마리/트랩으로서 수컷보다 암컷이 월등하게 많이 유인되었다. 따라서 발생소장은 암컷 유인수만으로 표시하였다. *O. nezarae*의 암컷은 8월 하순 이후부터 유인되기 시작하여 9월 20일 전후에

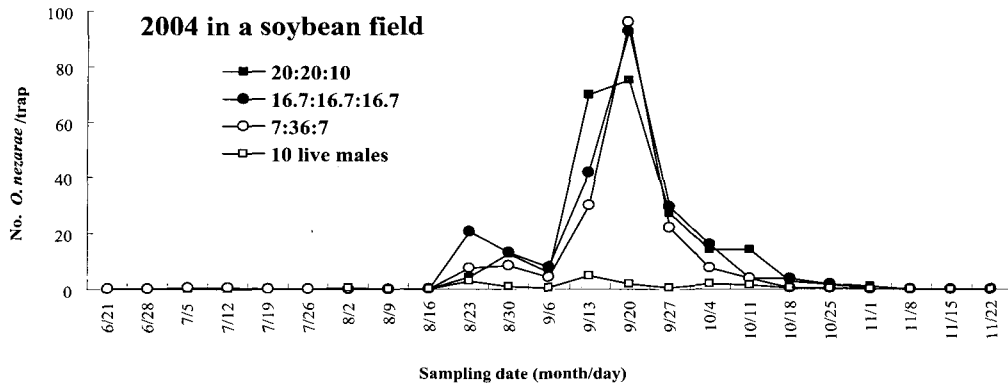


Fig. 1. Seasonal occurrence of *Ooencyrtus nezarae* female monitored with aggregation pheromone traps of *Riptortus clavatus*. E2HZ3H, E2HE2H, and MI were mixed in the ratio of 20:20:10 mg, 16.7:16.7:16.7 mg, and 7:36:7 mg.

가장 많이 유살되었고, 10월 하순 이후에는 거의 유인되지 않았다.

#### 대학 캠퍼스에서의 발생소장

「콩포장에서의 발생소장」에서와 같이 2개년 모두 암컷이 수컷보다 월등히 많이 유인되었다(Fig. 2). 전체 실험기간 중에 유인된 암컷과 수컷의 총수는 2003년에는 각각 1,047.8마리와 3.3마리/트랩이었고, 2004년에는 2,172.0마리와 21.0마리/트랩이었다. 발생소장을 보면, 2003년에는 8월 하순경부터 발생하기 시작하여 9월 상중순에 최성기를 나타내었고 10월 이후에는 거의 발생하지 않았다. 2004년에는 2003년보다 밀도가 높아 7월 상순부터 조금씩 발생하기 시작하였으나, 8월 중순이후부터 밀도가 증가하기 시작하였고, 9월 중순에 최성기를 나타내었으며, 10월 이후에는 거의 발생하지 않았다.

#### 세 성분의 배합비율별 *O. nezarae*에 대한 유인효과

「콩포장에서의 발생소장」에서 *O. nezarae*의 발생량이 많았던 일부기간(8월 17일부터 10월 25일까지)에 트랩별 유인된 수를 비교분석한 결과는 Fig. 3과 같다. 톱다리개미허리노린재 수컷 성충 10마리를 사용한 생충트랩보다는 집합페로몬 트랩에 더 많은 수가 유인되었다(암컷의 경우,  $df=8,6$ ;  $F=17.14$ ;  $Pr=0.0004$ ). 페로몬 트랩 간에는 E2HZ3H:E2HE2H:MI를 7:36:7 mg으로 배합한 것보다는 20:20:10 mg이나 16.7:16.7:16.7 mg으로 배합한 트랩에 더 많은 수가 유인되었다.

#### MI의 함량에 따른 유인력

트랩당 3일간 유인된 수를 보면(Fig. 4), MI의 농도를 0.1에서 100 mg까지 증가시켜도 유인되는 수가 무처리와 차이가 없고, 대조구인 집합페로몬 유인력의 1/3수준 이하이었다.

#### E2HZ3H와 E2HE2H 두 성분의 조합에 따른 유인력

E2HZ3H 단독성분의 유인력은 무처리(hexane)나 생충트랩 및 E2HE2H의 유인력보다 좋았으며, E2HE2H는 유인력이 없었다. E2HZ3H에 E2HE2H를 첨가하여도 유인력은 유의하게 증가하지 않았다(Fig. 5). 따라서 *O. nezarae*의 암컷에 대해 유인력을 나타내는 성분은 톱다리개미허리노린재의 집합페로몬 세 성분 중에서 E2HZ3H인 것으로 나타났다.

## 고 찰

톱다리개미허리노린재의 주요 알기생벌인 *O. nezarae* 암컷의 발생소장은 조사장소(대학캠퍼스와 콩포장)나 년도(2003년과 2004년)에 관계없이, 8월 중하순부터 밀도가 증가하기 시작하여 9월 20일 전후에 발생최성기를 나타내었고, 10월 이후에는 급격히 감소하였다. *O. nezarae*의 발생소장은 기주곤충의 하나인 톱다리개미허리노린재 난의 발생소장과 밀접한 관계가 있을 것으로 생각된다. *O. nezarae*는 기주곤충의 범위가 넓어 톱다리개미허리노린재나 가로줄노린재 등 콩의 주요 해충의 난에 기생하고 분산력이 크기 때문에(Takasu and Hirose, 1985; Higuchi,

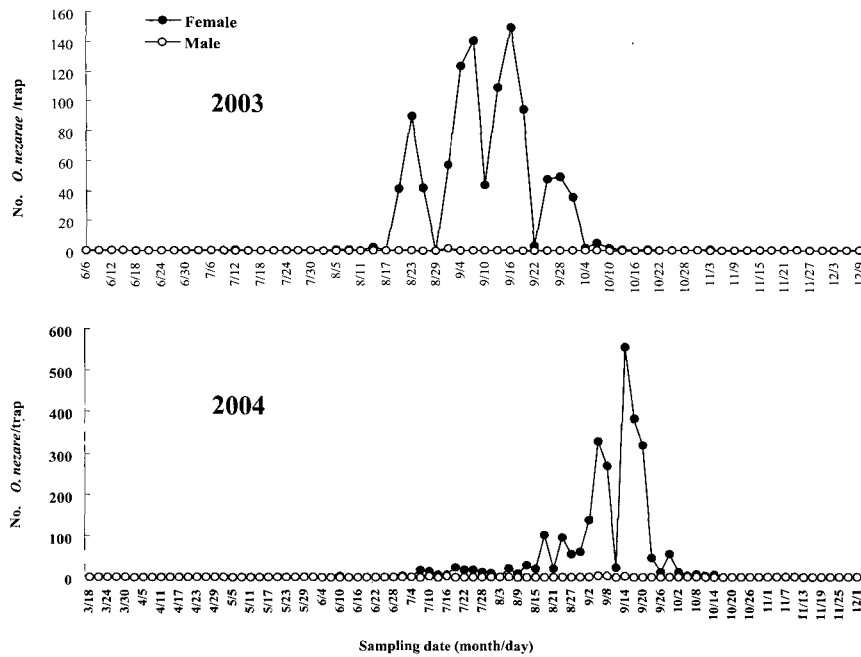


Fig. 2. Seasonal occurrence of *Ooencyrtus nezarae* monitored with aggregation pheromone traps of *Riptortus clavatus* at the campus of Gyeongsang National University where host plant of *Riptortus clavatus* was few.

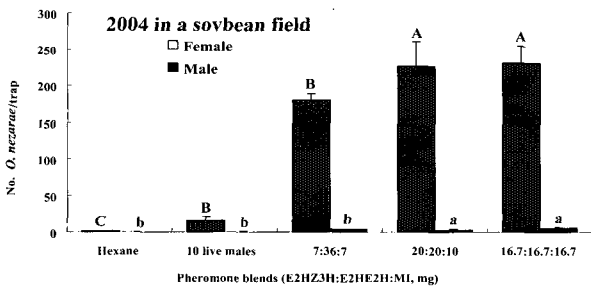


Fig. 3. Attractiveness of different blends of the aggregation pheromone components of *Riptortus clavatus* to *Ooencyrtus nezarae*. Treatments labelled with the same letter are not significantly different by Tukey's HSD test at a 5% level.

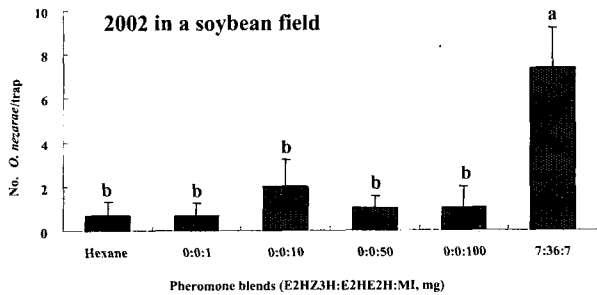
1993; Mizutani *et al.*, 1996; Mizutani, 2001), 암컷이 콩밭에 발생하는 시기는 기주난이 콩밭에 발생하는 시기와 일치하며(Hirose *et al.*, 1996), 콩밭에 정착하는 암컷의 수는 기주난의 밀도에 따라 증가한다고 하였다(Mizutani *et al.*, 1996).

본 실험을 실시한 곳과 같은 장소에서 2004년에 톱다리개미허리노린재의 발생소장을 조사한 결과, 대학캠퍼스에서는 8월 하순~9월 하순에 세번째의 성충발생최성기가 나타났다(Park *et al.*, 2005). 본 조사에서 나타난 *O. nezarae* 암컷의 발생 최성기인 9월 20일 전후는 톱다리개미허리노린재의 세번째 성충 발생시기와 일치한다. 또한 콩포장에서 톱다리개미허리노린재의 발생양상은 8월 상

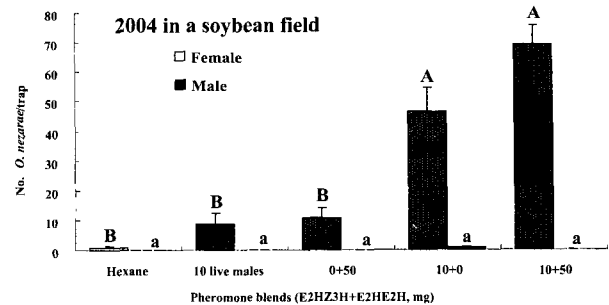
순~9월 중순과 10월 중순~11월 중순의 두 그룹으로 나눌 수 있었다(Park *et al.*, 2005). 2004년에 같은 콩포장에서 *O. nezarae*는 9월 20일 전후에 가장 많이 유살되었고, 10월 하순 이후에는 거의 유살되지 않았다. 따라서 콩밭에서 *O. nezarae*의 발생소장은 톱다리개미허리노린재의 8월 상순~9월 중순 발생시기와 일치한다고 할 수 있다.

한편, 톱다리개미허리노린재는 단일조건에서 성충태로 생식휴면에 들어가는 것으로 알려져 있다(Numata, 1985; Kono, 1989; Nakamura and Numata, 2000). 경남지역에서 10월 상순 이후에 발생하는 톱다리개미허리노린재의 제3세대 성충은 난소 내에 난이 없는 상태로 성충휴면에 들어가고 산란을 하지 않기 때문에(Huh, 2005), 야외에서 알기생벌이 산란할 수 있는 기주난의 밀도가 10월 이후 급감하게 될 것이다. 따라서 10월 이후에 *O. nezarae*의 포획수가 급감하는 것은 톱다리개미허리노린재의 휴면여부와도 관계가 있을 수 있다고 생각된다.

그러나 캠퍼스에서 많은 수의 톱다리개미허리노린재가 페로몬트랩에 포획되는 3월 하순부터 7월 하순까지의 기간 중에 왜 *O. nezarae*가 페로몬 트랩에 포획되지 않는지는 현재로서 알 수가 없다. 다만 이 기생벌도 저온 단일조건에서 휴면이 유도되어 월동하기 때문에(Numata, 1993; Teraoka and Numata, 2000), 이러한 발생소장은 이 기생



**Fig. 4.** Attractiveness of different amounts of MI, an aggregation pheromone component of *Riptortus clavatus*, to *Ooencyrtus nezarae*. A full mixture of the aggregation pheromone was used as a positive control. Treatments labelled with the same letter are not significantly different by Tukey's HSD test at a 5% level.



**Fig. 5.** Attractiveness of different blends of E2HZ3H and E2HE2H, aggregation pheromone components of *Riptortus clavatus*, to *Ooencyrtus nezarae*. Treatments labelled with the same letter are not significantly different by Tukey's HSD test at a 5% level.

벌의 휴면생태와 연관지어 연구해볼 필요가 있을 것으로 생각한다.

일본 구마모토현의 대두 포장에서 *O. nezarae*의 발생소장을 보면, 1990년에는 7월 하순이, 1991년에는 8월 상순이 우화 최성기이고, 8월 하순 이후에는 거의 우화하지 않는 것으로 보고되어 있는데(Mizutani *et al.*, 1996), 우리나라 진주지역과 일본 구마모토현의 *O. nezarae*의 발생소장은 약 1~2개월의 차이가 있는 것으로 보인다. 구마모토현은 북위 약 32° 8'에 위치해 있고 진주는 북위 35° 3'~35° 26'에 위치해 있기 때문에, 구마모토현에서 좀 더 빨리 발생하여 트랩에 포획되는 것으로 생각된다.

본 실험에서 톱다리개미허리노린재의 집합페로몬에는 암컷이 수컷보다 월등히 많이 유인되었다. 2004년 콩포장에서는 암컷이 수컷보다 12.6배, 2003년과 2004년에 대학캠퍼스에서는 각각 317.5배와 103.4배 더 많이 포획되었다. Leal *et al.* (1995)도 같은 결과를 보고하였으며, Mizutani (2001)는 이 기생벌이 콩밭으로 이입하는 시기에는 암컷만이 트랩에 유인되고, 유인된 기생벌이 산란하여 성충으로 될 때에는 암수가 같이 포획된다고 하였다.

한편 E2HZ3H:E2HE2H:MI를 7:36:7 mg으로 배합한 페로몬 루어를 사용한 트랩을 2004년에 콩밭과 대학캠퍼스의 두 곳에 설치하여 *O. nezarae*의 발생소장을 조사하였다. 이 트랩에 6월 21일부터 11월 1일까지 트랩당 포획된 암컷의 수를 보면, 캠퍼스에서는 2,705.0마리가 포획되어 콩포장에서 포획된 179.3마리보다 15.1배가 많았다. Mizutani *et al.* (1997)도 *O. nezarae*가 콩포장보다는 풀밭에서 3~5배 더 많이 유인되었다고 하였는데 그 원인은 아직 알 수가 없다.

톱다리개미허리노린재 수컷 성충 10마리를 사용한 생충트랩보다는 집합페로몬 세 성분을 모두 배합한 페로몬

트랩에 더 많은 수가 포획되었으며, E2HZ3H:E2HE2H:MI를 7:36:7 mg(1:5:1)으로 배합한 것보다는 20:20:10mg(1:1:0.5)이나 16.7:16.7:16.7 mg(1:1:1)으로 배합한 트랩에 더 많은 수가 포획되었다. 이러한 차이는 각 페로몬에 들어가 있는 E2HZ3H의 양이 다르기 때문에 나타난 현상으로 생각된다. Masuta *et al.* (2001)은 E2HZ3H:E2HE2H:MI를 1:5:1로 배합한 페로몬을 10 mg과 50 mg(E2HZ3H 성분량은 각각 1.4 mg과 7 mg)을 사용했을 때 유인력이 가장 좋았고 250 mg(E2HZ3H 성분량 35.7mg)을 사용한 경우와 유의차가 없다고 하였다.

Mizutani *et al.* (1997, 1999)도 E2HZ3H가 *O. nezarae*에 대한 유인력이 있다고 하였으며, *O. nezarae*는 톱다리개미허리노린재 집합페로몬의 세 화합물 중에서 E2HZ3H만을 kairomone으로 이용하여 기주난을 찾는 것으로 알려져 있다(Mizutani *et al.*, 1997, 1999, 2002; Masuta *et al.*, 2001). 본 실험에서도 톱다리개미허리노린재의 집합페로몬 중에서는 E2HZ3H만이 유인력을 나타내었다.

## Literature Cited

- 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.
- 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 Pl. Prot. Res. 49: 88~91.
- Endo, N., T. Wada, N. Mizutani, S. Moriya and R. Sasaki. 2005. Ambiguous response of *Riptortus clavatus* (Heteroptera: Alydidae) to different blends of its aggregation pheromone components. Appl. Entomol. Zool. 40: 41~45.
- Higuchi, H. 1993. Seasonal prevalence of egg parasitoids attacking

- Piezodorus hybneri* (Heteroptera: Pentatomidae) on soybeans. Appl. Entomol. Zool. 28: 347~352.
- Hirose, Y., K. Takasu and M. Takaki. 1996. Egg parasitoids of phytophagous bugs in soybean: mobile natural enemies as naturally occurring biological control agents of mobile pests. Biological Control 7: 84~94.
- 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.
- Kono, S. 1989. Number of annual generations of the bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Hemiptera: Alydidae) estimated by physiological characteristic. Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 33: 198~203.
- 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, 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. Korean J. Pest. 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.
- 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: 215~18.
- Mizutani, N., Y. Hirose, H. Higuchi and T. Wada. 1996. Seasonal abundance of *Ooencyrtus nezarae* Ishii (Hymenoptera: Encyrtidae), an egg parasitoid of phytophagous bugs, in summer soybean fields. Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 40: 199~204.
- 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.
- Mizutani, N., T. Wada, H. Higuchi, M. Ono and W.S. Leal. 1999. Effect of synthetic aggregation pheromone of *Riptortus clavatus* on density and parasitism of egg parasitoid *Ooencyrtus nezarae* Ishii (Hymenoptera: Encyrtidae) in soybean fields. Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 43: 195~202.
- Mizutani, N. 2001. Host-parasitoid interaction between the egg parasitoid *Ooencyrtus nezarae* Ishii (Hymenoptera: Encyrtidae) and phytophagous bugs in soybean fields. Bull. Natl. Agric. Res. Cent. Kyushu Okinawa Reg. 39: 15~78.
- Mizutani, N., T. Wada and H. Higuchi. 2002. Aggregation pheromone of *Riptortus clavatus*, and attractiveness of a component of the synthetic pheromone to the egg parasitoid, *Ooencyrtus nezarae*. Pl. Prot. 56: 344~348.
- Nakamura, K. and H. Numata. 2000. Photoperiodic control of the intensity of diapause and diapause development in the bean bug, *Riptortus clavatus* (Heteroptera: Alydidae). European J. Entomol. 97: 19~23.
- Noda, T. 1989. Seasonal occurrence of egg parasitoids of *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Heteroptera: Alydidae) on several leguminous plants. Jpn. J. Appl. Ent. Zool. 33: 257~259.
- Numata. 1985. Adult diapause in *Riptortus clavatus*. Plant Protec. 39: 149~152.
- Numata, H. 1993. Induction of adult diapause and of low and high reproductive states in a parasitoid wasp, *Ooencyrtus nezarae*, by photoperiod and temperature. Entomol. Exp. App. 66: 127~134.
- Park, C.G., K.H. Park and K.S. Han. 2005. Development of aggregation pheromone and attractants of plant bugs. Res. Rep. of RDA Special Project. 157 pp.
- 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.
- Takasu, K. and Y. Hirose. 1985. Seasonal egg parasitism of phytophagous stink bugs in a soybean field in Fukuoka. Proc. Assoc. Pl. Prot. Kyushu 31: 127~131.
- Takasu, K. and Y. Hirose. 1986. Kudzu-vine community as a breeding site of *Ooencyrtus nezarae* Ishii (Hymenoptera: Encyrtidae), an egg parasitoid of bugs attacking soybean. Jpn. J. Appl. Ent. Zool. 30: 302~304.
- Teraoka, T. and H. Numata. 2000. Induction of adult diapause and overwintering under natural conditions in a parasitoid wasp, *Ooencyrtus nezarae*. Entomol. Exp. App. 76: 329~332.

(Received for publication 14 April 2005;  
accepted 28 May 2005)