

# 국내 톱다리개미허리노린재의 발생과 방제법

임언택\*

경상북도 안동시 안동대학교 식물외과

## Occurrence and Control Method of *Riptortus pedestris* (Hemiptera: Alydidae): Korean Perspectives

Un Taek Lim\*

Department of Plant Medicine, Andong National University, Andong, Korea

**ABSTRACT:** Hemipteran bugs, which were previously considered as secondary pests, have currently become important pests of numerous crops. Among them, *Riptortus pedestris* (Fabricius) is a major species that occurs in Korea, Japan, China, and South Asian countries. *Riptortus pedestris* infests leguminous crops like soybean, vetches, and red clover; fruit trees like persimmon and yuju; and grains like barley, foxtail millet, broomcorn, and sorghum. *Riptortus pedestris* causes the greatest damage to soybean, as it is the most suitable host for the bug. Feeding damage during pod formation significantly reduces the yield of soybean. Currently, 17 insecticides, including diazinon and etofenprox, are registered for the control of hemipteran bugs in Korea, and growers apply insecticides two to three times on a regular basis. Aggregation pheromone traps are widely used as a monitoring tool and partial control measure. The aggregation pheromone of *R. pedestris* attracts conspecific adults and nymphs and is used for food exploitation rather than sexual attraction. In addition, the pheromone serves as a kairomone for egg parasitoids such as *Gryon japonicum* (Ashmead) and *Ooencyrtus nezarae* Ishii. As a new method of pest management, nonviable host eggs were included in the pheromone trap to catch *R. pedestris* and propagate parasitoids. As a part of cultural practices, resistant soybean varieties with specific color and size of pod and control of flowering time through the alteration of planting date can be used. For the effective management of *R. pedestris* in the near future, development of cultural practices that can support natural control factors and the use of multiple control tactics are needed.

**Key words:** Alydidae, Pest status, Insecticide, Pheromone trap, Natural enemy, Integrated pest management

**초록:** 농작물의 2차 해충이었던 노린재류가 최근 두류, 과수 및 유류작물의 가장 중요한 해충으로 등장하였다. 이들 중 가장 피해를 많이 주는 것은 톱다리개미허리노린재로 한국, 일본, 중국, 대만과 태국 등의 동남아시아 국가에 분포하고 있다. 기주식물로는 콩과 작물인 콩, 자운영, 헤어리베치, 붉은토끼풀 등과 단감, 유자와 같은 과수작물, 보리, 조, 기장, 수수와 같은 곡류작물이며, 이중 콩이 가장 적합한 먹이원이며 피해가 가장 크다. 콩의 착엽기에 일어나는 노린재에 의한 섭식 피해가 수확량에 직접적인 영향을 주게 된다. 현재 노린재의 방제약제로는 다이아지논, 에토펜프록스수화제 등 17종이 등록되어 있으며 2-3회의 주기적인 방제를 실시하고 있다. 집합페로몬을 이용한 통발형 유인트랩은 주로 노린재 발생 모니터링에 이용되며 일부 방제를 위해 사용되고 있다. 집합페로몬은 동종의 암수 성충과 약충 모두를 유인하며, 성적인 기능보다는 먹이원 혹은 기주식물의 위치를 알려주는 기능을 한다. 또한 톱다리개미허리노린재의 집합페로몬은 천적 알기생벌인 노린재검정알벌과 노린재깡충좀벌에 의해 카이로몬으로 이용되기도 한다. 이를 이용한 불활성화된 노린재 알을 집합페로몬트랩에 같이 설치하여 노린재 유인뿐만 아니라 이들 기생벌의 기생률을 높이는 새로운 연구가 수행되었다. 또한, 노린재에 대한 저항성 작물을 이용할 수도 있는데, 협의 색과 길이가 저항성에 관여하는 형질로 보고되었다. 이외 작물의 정식시기의 변경 등을 통한 콩의 개화시기의 조절과 같은 경종적 방제도 응용될 수 있다. 효과적인 톱다리개미허리노린재의 관리를 위해서는 천적 등의 자연적 밀도감소 요인을 제공할 수 있는 작부체계를 개발함과 동시에 기존에 개발된 방제기술들을 종합적으로 투입하여야 할 것이다.

**검색어:** 호리허리노린재과, 해충 현황, 살충제, 페로몬트랩, 천적, 종합적해충관리

\*Corresponding author: [utlim@andong.ac.kr](mailto:utlim@andong.ac.kr)

Received June 7 2013; Revised August 2 2013

Accepted October 3 2013

노린재류는 1990년대 중반까지만 해도 한국에서는 개체군의 발생량이 적어 농작물의 주요 해충으로 인식되지 않았으나,

2000년도 이후부터 발생량이 크게 증가하여 이들 노린재류를 관리하지 않으면 농작물의 정상적인 수확이 어려울 정도이다 (Bae et al., 2008; Lee et al., 2009a). 이렇듯 농작물의 2차 해충이었던 노린재류가 최근 두류, 과수 및 유류작물의 가장 중요한 해충으로 등장하게 된 이유는 아직 명확하지 않으나 겨울철이 따뜻해짐에 따라 월동량이 늘어난 점과 산림생태계의 주 수종이 낙엽활엽수로 변화함에 따라 노린재류의 월동처를 제공한 점, 농경지의 작물 다양화로 섭식식물이 풍부해진 점 등이 원인으로 제시되었다(Bae et al., 2008). 일례로 기후변화에 의한 풀색노린재류의 분포확산이 일본에서 알려졌다. 남쪽풀색노린재[*Nezara viridula* (L.)]는 아열대성 곤충으로 일본에서는 1960년대 북방 분포 한계선이 와카야마현이었으나 최근의 조사에 의하면 이곳보다 85 km 북쪽으로 이동한 것이 발견되었다(Tougou et al., 2009). Tougou et al. (2009)은 기후자료를 분석한 결과 이 지방의 겨울철 1-2월의 기온이 1960년대에 비해 2000년대에 평균 1.0-1.9도가 상승하고 섭씨 5도 이하인 일수가 현저히 감소한 것과 관계가 있는 것으로 분석하였다. 최근 우리나라에서 늘어난 노린재중 톱다리개미허리노린재[*Riptortus pedestris* (Fabricius) (Hemiptera: Alydidae)]의 발생밀도가 가장 높으며, Fig. 1의 국내의 학술논문 발표 건 수도 이러한 경향을 반영하고 있다. 국외에서는 1990년대 이후와 국내에서는 2000년대 이후 학술논문 발표 건 수가 크게 증가하였다. 하지만 이와 같이 다양한 연구결과들을 종합하여 발생 및 방제법 등이 기술된 문헌은 아직 발표되지 않았다. 본 종설에서는 최근에 문제시되는 톱다리개미허리노린재의 분류학적 위치, 발생과 생태, 방제법에 대해 기존에 발표된 국내의 문헌들을 참고하여 국내관점 중심으로 고찰하였다.

### 분류학적 위치

톱다리개미허리노린재는 호리허리노린재과 *Riptortus*속(Stål, 1859)에 속하며 *Riptortus*속의 노린재는 전 세계적으로 많은 작물을 가해하는 해충이다(Kikuhara, 2005). 호리허리노린재과에는 전 세계 50여속 200여종의 곤충이 있으며, 주로 아열대와 열대지방에 많이 분포한다(Ghahari et al., 2010). 국내에서는 5속 6종의 곤충이 기록되어 있다(Paek et al., 2010). 일본에서는 톱다리개미허리노린재를 비롯해서 *R. linearis*, *R. ryukyuensis*의 *Riptortus*속 3종이 보고되었다. 톱다리개미허리노린재는 1775년에 *Gerris pedestris* Fabricius로 최초로 명명되었으며 1873년에 명명된 *Riptortus clavatus* Stål로 최근까지 사용되다가 Kikuhara, (2005)가 동종이명으로 보고하였다. 일본에 분포하는 톱다리개미허리노린재는 체장이 수컷은 14.5-

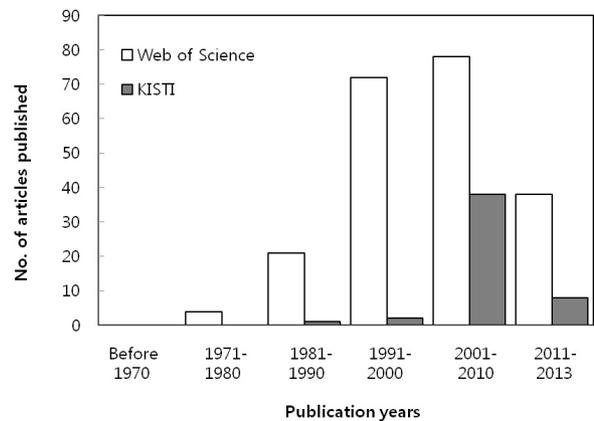


Fig. 1. Number of published articles on *Riptortus* spp. found in scientific databases. KISTI, Korea Institute of Science and Technology Information.

17.2 mm이고 암컷은 13.4-17.2 mm로 다른 두 종에 비해 크고 가슴판에 검은색 돌기(black granule)가 있는 것이 주요 특징이다(Kikuhara, 2005).

### 분포

톱다리개미허리노린재는 현재 한국, 일본, 중국, 대만, 태국, 인도네시아, 말레이시아, 스리랑카, 미얀마, 인도에 분포하고 있다(Kikuhara, 2005).

### 기주식물

현재까지 톱다리개미허리노린재의 발생이 알려진 기주식물로는 콩과 작물인 콩(Son et al., 2000; Kang et al., 2003), 자운영(Mizutani et al., 2011), 헤어리베치(Seo et al., 2011), 붉은토끼풀(Mizutani et al., 2011) 등과 단감(Kang et al., 2003), 유자(Choi et al., 2000; Kang et al., 2003), 보리(Mainali and Lim, 2012), 참깨(Mainali and Lim, 2012), 조, 기장, 수수(Kim et al., 2010) 등이다. 톱다리개미허리노린재의 발생 생태의 이해를 위해 주요 먹이와 영양 성분에 대한 연구가 비교적 많이 이루어졌는데(Noda and Kamano, 1983; Kim and Lim, 2012), 대체로 콩을 단독 혹은 다른 먹이와의 조합으로 공급했을 때 발육, 수명, 산란수 등이 가장 좋은 것으로 보아 콩이 가장 적합한 먹이 원이며(Kikuchi and Kobayashi, 1986; Bae et al., 2004; Seo et al., 2011; Kim and Lim, 2012), 그 외 팥, 강낭콩(Bae et al., 2004), 땅콩(Bae et al., 2004), 녹두(Bae et al., 2009), 클로버 등의 콩과식물에서도 발육이 가능하다. 하지만 단감과 사과만으로는 약충이 발육하지 못하는 것(Kim and Lim, 2012)으로 보

아 과수는 톱다리개미허리노린재의 일시적인 먹이원인 불완전 기주로 보인다(Lee et al., 2009b).

## 생태

### 발생

톱다리개미허리노린재는 우리나라에서 연간 3회 발생하는 것으로 Huh et al. (2005a)이 연중 발생 소장과 난소발육 조사 결과를 근거로 추정하였지만, 발육기간과 성충수명이 길어서 야외에서 발생세대를 뚜렷이 구분하기는 어렵다고 하였다. 호남지역의 명주나물콩에서는 8월 하순(5월 하순 파종한 경우)과 9월 중순(6월 중순 파종한 경우)이 발생최성기라고 하였다(Lee et al., 2004). 단감원에서는 8월 20일 전후가 흑광등(black light trap)에 가장 많이 유살되는 시기로 보고되었다(Kang et al., 2003).

### 휴면과 월동

톱다리개미허리노린재는 포장주위 잡초나 포장내 잔재물에서 월동한다(Lee et al., 2004; Shin et al., 2012). 암수 성충의 생식휴면 유기에는 일장이 제일 중요한 요인이며, 일본 교토지방(위도 35도)에서는 섭씨 20과 30도에서 휴면유기 한계 일장이 13.5시간이며, 위도가 높은 모리오카지방(위도 39.7도)에서는 휴면 유기 한계 일장이 14와 15시간 사이로 보고되었다(Numata, 2004). 수컷도 생식 휴면에 들어가며 집합페로몬을 분비하지 않는다(Mizutani et al., 2008a). 휴면종료에는 장일조건이 중요한데, Huh et al. (2010)은 휴면 중인 톱다리개미허리노린재 암컷의 경우 고온장일 조건(25°C, 14L: 10D)에서 14일 이상을 처리했을 경우 휴면종료가 된다고 하였다. 생식휴면으로 월동 후 이른 봄에는 보리나 밀 재배지에서 성충이 나타나기 시작하며, 콩 포장에 침입하기 전까지는 참깨 혹은 다른 콩과 식물을 섭식하면서 생존하는 것으로 보인다(Seo et al., 2011). 개화기의 콩 포장에서는 성충보다는 알이 더 먼저 보이기도 하는데, Jung et al. (2008)은 개화기 꼬투리를 섭식하기 위해 외부로부터 콩 포장 안으로 이입하여 들어오는 개체들의 대다수가 이미 교미를 했기 때문이라고 하였다.

### 기타 생물적 특징

발육기간 등의 생물적 특징은 기주식물 혹은 먹이 조건과 온도에 따라 다르게 보고되었다. Kim et al. (2009)은 포트에 심은

콩과 건조된 콩 종자를 공급했을 때 25°C에서 알에서 5령충까지의 평균 발육기간은 34일이며, 성충의 수명은 109일, 총 산란수는 456개이라고 하였다. 반면 Bae et al. (2005)은 새알콩과 대광땅콩을 공급했을 경우 24°C에서 알에서 5령충까지의 평균 발육기간은 40일이며, 성충의 수명은 49일, 총 산란수는 52개이라고 하였다. 톱다리개미허리노린재는 15-20일의 간격으로 교미를 하며, 1회의 교미에서 약 550개의 정자를 저장낭(spermatheca)에 보관하면서 그 중 약 30%를 수정에 사용한다(Sakurai, 1998). 톱다리개미허리노린재는 다른 노린재과(Pentatomidae) 노린재와는 달리 난괴로 산란하지 않고 대체로 앞당 한 개의 알을 식물체 상부의 잎 뒷면에 낳는다(Jung et al., 2008, Kim and Lim, 2010a). 또한 기주식물뿐만 아니라 비기주식물에도 홀트려 산란하는 행동 습성을 보이는데, Leal et al. (1995)는 이것을 천적 기생벌인 노린재깡충좀벌[*Ooencyrtus nezarae* (Ishii)]에 의한 공격률을 낮추려는 전략일 것이라고 제시하였다. 하지만 비기주식물에 산란된 알에서 부화한 약충은 기주식물을 찾아야 하기 때문에 적합도(fitness)는 떨어진다. 그래서 2령 약충이 몸집에 비해 상대적으로 긴 다리를 발달시켜 이동력이 크고 빠르며, 또한 먹이를 섭취하지 않아도 비교적 오랫동안 살아남을 수 있게 적응한 것으로 보인다(Nakajima et al., 2010) 그러나 실내 실험에서 하루 이동거리는 2령충이 180 m로 3-5령충의 340 m 보다 적다는 보고가 있다(Tabuchi et al., 2007).

## 피해

콩을 가해하는 노린재류로 톱다리개미허리노린재, 썩덩나무노린재, 가로줄노린재, 풀색노린재, 가시노린재, 가시점등글노린재, 우리가시허리노린재, 넓적배허리노린재, 알락수염노린재 등이 있다(Paik et al., 2007b). 이중 작물재배기간 내내 가장 발생이 빈번한 것은 톱다리개미허리노린재이며, 알락수염노린재는 콩 재배 초기에 흔하며 풀색노린재는 재배 후반기에 발생 비율이 높다. 여러 식물의 종실을 섭식하는 다른 노린재류와 달리 가로줄노린재는 콩에서만 발생 하는 것으로 알려져 있다. 톱다리개미허리노린재의 피해를 받은 콩의 잎이나 줄기는 무성하게 되어 생식성장으로의 전환이 안 되어 충실한 종자형성이 안된다고 하였다(Suzuki et al., 1991; Lee et al., 2004). 콩 생식성장 단계별 톱다리개미허리노린재의 섭식에 의한 피해를 조사한 결과 착형시(R3)에 톱다리개미허리노린재 성충을 섭식시켰을 때는, 빈 꼬투리를 만들어 종자로 전혀 발육하지 못한 판형종자의 생성비율이 종실비대기(R6)에서의 가해보다 높게 나타났으며, R6기에 섭식시켰을 때는 종자모양은 거의 정상적이나 종피에 갈색 혹은 검은 반점이 뚜렷한 종자 수가 유의적

로 증가하였다(Lee et al., 2004, Jung et al., 2005a). Lee et al. (2004)은 명주나물콩의 경우 노린재에 의한 콩 피해면적율이 50% 이상일 경우 발아율이 2%로 매우 낮게 나타난다고 하였는데 Oh et al. (2010)도 유사한 결과를 보고하였다. 피해를 입은 종실의 성분 변화도 보고되었는데 지방과 탄수화물의 함량은 감소하고 단백질 함량은 증가하는 경향을 보였다고 한다(Bae et al., 2006). 또한 톱다리개미허리노린재는 콩의 종실 섭식을 통해 콩에 soybean yeast soft병을 유발하는 *Eremothecium* 균을 풀색노린재, 가로줄노린재, 알락수염노린재와 함께 섭식 활동을 통해 매개하는 것으로 알려져 있다(Kimura et al., 2008). 단감에서의 톱다리개미허리노린재에 의한 피해 증상은 처음에서는 꼭지 부위에 8-10 mm의 중앙부가 움푹 패인 둥근 반점이 생기고 과실내부가 하얀 스펀지 상태가 되며, 흡즙 후 2-3일 동안에 누런 반점으로 광택을 잃고 붉은 상태가 되어 떨어진다(Lee et al., 2009b). 유자에서는 노린재에 흡즙 3일후에는 함몰형 흑색반점이 나타나다가 10일이 지나면 유백색으로 변한다고 하였다(Kang et al., 2003).

## 해충관리

### 예찰법

톱다리개미허리노린재의 밀도조사법으로는 막대기로 콩 식물체를 가볍게 두드려 비행하는 충수를 조사하는 불출법(flushing method)이 추천되었으며, 이는 톱다리개미허리노린재와 같이 이동성이 강한 노린재 밀도 조사에 적합하다고 하였다(Bae et al., 2007). 반면 콩에서 피해를 주는 다른 노린재류인 가로줄노린재, 풀색노린재, 알락수염노린재 및 썩덩나무노린재에는 타락법이 추천되었다.

### 살충제 이용

현재 노린재의 방제약제로는 다이아지논(diazinon), 에토펜프록스수화제(etofenprox) 등 17종이 등록되어 있으며 주기적인 방제를 실시하고 있다(KCPA, 2012). 키틴생합성저해제인 디플루벤주론(diflubenzuron)은 성충에 대해 산란억제 효과와 알에 대해서는 부화억제 효과가 있는 것으로 알려졌다(Ahn et al., 1992; Kim et al., 1992). 야외에서 채집한 5종 노린재류의 7종 약제에 대한 감수성을 평가하였을 때 반수치사농도(LC<sub>50</sub>)는 노린재의 종류에 관계없이 델타메트린(deltamethrin)에서 0.4-2.3 ppm으로 가장 낮다. 반면, LC<sub>50</sub>이 가장 높은 약제는 톱다리개미허리노린재의 경우는 펜티온(fenthion)이었으며,

다른 노린재류는 펜토에이트(phenthoate)에서 가장 높음으로 보고되었다. 노린재간 비교에서는 톱다리개미허리노린재에서 평균 반수치사농도가 7.5 ppm으로 가장 낮았으며, 다음은 썩덩나무노린재(16.6 ppm), 알락수염노린재(17.6 ppm), 풀색노린재(19.1 ppm), 가로줄노린재(28.4 ppm)의 순이었다(Bae et al., 2008). 약제방제효과는 명주나물콩 생육단계중 착협성기(R4)와 종실비대시(R5), 종실비대기(R6)에 각각 10일 간격으로 1회씩 총 3회 에토펜프록스 유탁제 처리시 91%의 방제효과로 가장 높음으로 보고되었다(Lee et al., 2004). 일본에서는 펜티온을 콩재배 초기에 2회만 처리하여도 만족할 만한 방제효과가 있다고 하였다(Setokuchi et al., 1986). Bae et al. (2008)은 공시약제에 대한 노린재류의 상대적 내성비가 1.0 미만으로 약제감수성이 매우 높아 콩 포장에서 약제 살포에 의한 노린재류의 방제효과는 매우 높을 것이라고 했다. Ahn et al. (1992)은 노린재의 약충 영기가 진행될 수록 디플루벤주론에 대한 감수성이 현저히 높아진다고 하였다. 또한 Takeuchi and Endo (2012)는 약충에 비해 성충의 반수치사농도가 10배 이상 높기 때문에 효과적인 약제 방제를 위해서는 발생하는 노린재의 발육단계를 고려해야 한다고 했다. 하지만 톱다리개미허리노린재는 이동성이 강하여 약제를 이용한 방제효과가 떨어진다는 것이 일반적인 의견이다. 실내 비행기록 장치를 이용한 측정에서 수컷 성충은 하루 최대 3.1 km, 암컷 성충은 4.6 km를 비행한 것으로 나타났다(Tsunoda and Moriya, 2008). 최근에는 노린재가 살충제 분해가 가능한 공생균(*Burkholderia* spp. symbiont)을 취하여 살충제 저항성을 가지는 것으로 알려졌다(Kikuchi et al., 2012). Kwon et al. (2011)은 살충성이 높은 것으로 평가되고 있는 친환경농자재 14종에 대해 약제 감수성을 평가한 결과 고삼추출물이 포함된 3종의 방제가가 우수한 것을 보고하였으나, 120시간 이후에 100%의 살충률을 보여 일반 살충제에 비해 속효성이 낮아 발생초기에만 효과가 있을 것이라고 하였다.

### 집합페로몬트랩의 이용

톱다리개미허리노린재의 집합페로몬은 지금까지 (*E*)-2-hexenyl (*Z*)-3-hexenoate (E2HZ3H) 및 (*E*)-2-hexenyl (*E*)-2-hexenoate (E2HE2H), tetradecyl (=myristyl) isobutyrate (14:iBu or MI), octadecyl isobutyrate의 네 성분이 밝혀졌으며(Leal et al., 1995; Yasuda et al., 2007a and b), E2HZ3H와 E2HE2H이 주요성분이고 14:iBu가 추가되어 1:1:1의 비율로 배합하였을 때 유인력이 가장 크다고 하였다(Huh et al., 2005b; Huh et al., 2008). Endo et al. (2005)의 연구에서는 페로몬 성분의 배합 조성과의 비

울에 의한 차이는 크지 않았는데, 톱다리개미허리노린재는 모든 성분에 반응을 보인다고 하여 상반된 연구 결과를 보고하였으나, 이것은 지역적인 혹은 조사 시기에 따른 차이일 수 있다고 Huh et al. (2005b)이 분석하였다. 또한 (E)-2-hexenyl hexenoate (E2-6:Hx)도 집합페로몬 성분으로 처음에는 알려졌지만, 약충과 성충을 도망가게 하는 경보페로몬으로 작용한다 (Leal and Kadosawa, 1992). 하지만 Yasuda et al. (2007b)는 E2-6:Hx을 14:iBu와 함께 사용했을 때 유인력을 향상시키기 때문에 E2-6:Hx을 집합페로몬으로 분류하였다. 톱다리개미허리노린재의 집합페로몬은 수컷 성충에 의해 분비되며 수컷 성충의 페로몬 분비량은 고미여부와 체중 및 하루 중 시간에 따른 차이가 없지만, 우화 후 일수가 경과할수록 수컷의 집합페로몬 분비량이 많아졌으며, 4-9월까지 채집된 수컷의 집합페로몬 검출량은 10월에 채집된 수컷의 검출량보다 높았으며, 11월과 12월에 채집된 수컷에서는 집합페로몬이 검출되지 않았다 (Huh et al., 2009). Mizutani et al. (2007)은 지방체가 잘 발달된 개체의 경우 집합페로몬의 주요 성분 중의 하나인 14:iBu의 조성 비율이 증가하여 더 많은 노린재들이 유인되는 것을 발견하였다. 집합페로몬에는 동종의 암수 성충과 약충 모두가 유인되며, 휴면여부와 무관하게 유인된 노린재 성충의 대부분 (68-88%)이 굵은 것으로 보아 톱다리개미허리노린재의 집합페로몬은 성적인(sexual) 기능보다는 먹이원 혹은 기주 식물의 위치를 알려주는 기능을 하는 것으로 생각된다(Yasuda et al., 2007b; Mizutani et al., 2008b). 흥미롭게도 톱다리개미허리노린재의 집합페로몬 성분 중 E2HE2H는 가로줄노린재도 유인하는 것으로 알려졌는데(Huh et al., 2005c), 이러한 교차 유인 현상은 톱다리개미허리노린재에 유인된 가로줄노린재의 위에 음식물이 적은 것으로 보아 가로줄노린재의 먹이 탐색 전략과 관련이 있는 것을 보인다. 가로줄노린재 수컷은 독자적인 페로몬을 분비하는데, 이것은 10-11월 가로줄노린재가 휴면단계에 있을 때 성적으로 미성숙한 암수 성충을 유인하는 것으로 보아 성적인 기능이 있을 것으로 제시되었다(Endo et al., 2010). 따라서 집합페로몬에 대한 노린재의 반응이 기주 식물의 생장단계와 밀접한 관련이 있으며, 콩에서는 페로몬 트랩에 유인되는 암컷 성충의 수가 개화기(R1-R2)에 가장 높은 것으로 알려져 있다(Kim and Lim, 2010a; Endo et al., 2011). 현재 집합페로몬을 이용한 유인트랩이 개발되어 주로 노린재 발생 모니터링과 일부 방제를 위해 사용되고 있다. 다만 암컷 성충에 의해 분비되는 페로몬은 알려져 있지 않지만, Jung and Im (2003)은 암컷 성충을 이용한 생충 트랩에서 수컷이 암컷에 비해 10배 이상 많이 유인되는 것으로 보아 암컷 톱다리개미허리노린재가 성유인물을 분비할 가능성이 있음을 보고한 바 있다. 하지만 Bae et

al. (2012)는 암컷 성충에 의한 수컷 성충의 유인효과를 확인하지 못하였다. Mizutani et al. (2007)은 암컷 성충에서 수컷이 분비하는 경보페로몬으로 알려진 E2-6:Hx을 발견하여 보고한 바 있다.

톱다리개미허리노린재 발생예찰에 적합한 집합페로몬 트랩은 피췌(통발)트랩이며, 지면으로부터 60 cm 높이에서 유인량이 가장 많다(Paik et al., 2009a). 페로몬 트랩에 유인된 톱다리개미허리노린재 암수 성비는 1.5:1로 암컷 성충이 가장 많았고, 톱다리개미허리노린재 유인 트랩에 가로줄노린재도 동시에 포획된다(Paik et al., 2009b). Bae et al. (2010)은 톱다리개미허리노린재가 트랩의 색깔별로 유인되는 정도를 조사하여 황색 트랩에 가장 많이 유인됨을 보고하였으며, 다음은 백색, 흑색, 녹색, 청색, 갈색의 순이었다. 또한 트랩설치높이에 따른 비교에서는 80 cm에서 가장 많은 성충이 유인되었다. 현재 집합페로몬을 이용한 유인트랩은 노린재 예찰용으로는 효과적일 수 있지만 방제용으로 사용되는 경우 실제 노린재의 밀도 감소와 수확량 증대가 이루어지는 가는 알려져 있지 않다. 다만 Park et al. (2012)은 페로몬 트랩의 피해 경감 효과에 대한 연구에서 트랩 밀도의 증가에 따른 수확량 증대 경향은 없지만 포장 면적 385-770 m<sup>2</sup> 당 1개를 설치하는 것이 피해를 줄일 수 있다고 하였다. 기존 연구된 트랩의 효과를 상승시키기 위한 연구나 새로운 유인제를 이용하려는 연구가 많이 진행이 되었다. 예를 들어 집합페로몬 트랩에 먹이(건조 대두 + 건조 땅콩 + 물)를 첨가한 것이 페로몬만 달아준 트랩이나 무처리 트랩보다 더 많은 수의 암컷과 수컷을 유인할 수 있다고 하였다(Huh and Park, 2006). Huh et al. (2005d)은 단감 농가에서 생선 조각을 노린재 유인제 사용하는 것을 참고하여, 어취의 노린재 유인효과를 집합페로몬의 그것과 비교하였다. 비록 통계적 유의성은 없지만 고등어의 메탄올 추출물을 유인제로 설치한 트랩에서 집합페로몬을 사용한 트랩에 유인된 수준 이상의 노린재를 유인할 수 있는 것을 보고하였다. 더 흥미로운 점은 어취에는 대부분 수컷만이 유인된다는 것인데, 이것은 성페로몬과 같은 성특이적 화합물의 존재 가능성을 보여주는 것으로 유인트랩으로 사용할 경우 암수 모두가 유인되는 집합페로몬 트랩에 비해 생식 가능한 개체들을 농장 주변에 증가시키는 않는다는 장점이 있다고 하였다. 또한 트랩의 형태를 변경하여 노린재의 유인 효과를 높이는 연구도 보고되었는데, 두 개의 마니토바(Manitoba) 트랩 형태를 수평으로 연결해 놓은 대칭(symmetry) 트랩을 사용할 경우 기존의 통발형 트랩이나 피라미드형 트랩에 비해 6-28 배의 많은 노린재가 유인되어 대량포획용으로 사용 가능하다고 하였다(Kim, 2012).

## 천적의 이용

생물적 방제에서 널리 사용된 천적군은 기생벌이며 이들은 1) 생존률이 높으며, 2) 적은수의 기주만으로도 발육이 가능하며, 3) 낮은 기주 밀도에서도 개체군의 유지가 되며, 4) 기주 범위가 대부분 넓지 않다는 장점들을 가지고 있다(Pedigo and Rice, 2006). 노린재류의 생물적 방제에도 이러한 벌목과 파리목의 기생벌들이 가장 널리 이용되어져 왔다(Orr, 1988; Knight and Gurr, 2007; Panizzi, 2013). 문헌상에 나타난 노린재류의 생물적 방제의 가장 대표적인 예는 남쪽풀색노린재의 고전적 생물적 방제를 위해 세계 여러 나라에 도입된 *Trissolcus basalus* (Wollaston)이다(Orr, 1988; Knight and Gurr, 2007). Corrêa-Ferreira and Moscardi (1996)는 노린재류 방제를 위해 *T. basalus* 를 방사하였을 때 트랩에 포획된 노린재수는 54% 감소하였으며 작물에서 밀도는 58%가 감소하여 효과적인 천적으로서 가

능성을 확인하였다.

톱다리개미허리노린재 알에서 우화하는 알기생벌로는 노린재검정알벌(*Gryon japonicum* (Ashmead))과 노린재강충좀벌이 주요종이다(Paik et al., 2007a; Son et al., 2009). 일본에서는 *Gryon hakonense* (Ashmead)와 *Gryon nigiricorne* (Dodd), *Anastatus japonicus* Ashmead도 톱다리개미허리노린재의 기생벌로 보고되어 있다(Table 1). 노린재검정알벌은 단포식성(solitary)으로 시골가시허리노린재와 톱다리개미허리노린재 등 4종을 기생한다. 노린재강충좀벌은 한국과 일본, 중국, 태국에 분포하며(Zhang et al., 2005), 지금까지 톱다리개미허리노린재를 포함한 14종의 노린재를 기생하는 것으로 알려져 있으며, 톱다리개미허리노린재에서만 다포식성(gregarious)이다(Table 1). 노린재강충좀벌의 톱다리개미허리노린재와 가로줄노린재의 알에 대한 선호성 조사에서 톱다리개미허리노린재의 알을 더 선호하였다(Mizutani and Kunimi, 1999). Teraoka and

**Table 1.** Natural enemies of *Riptortus pedestris*

Species name (Korean name)	Native location	Life stage attacked	Other hemipteran hosts (Korean name)
<b>Insecta</b>			
Diptera (Tachnidae)			
<i>Dionaea magnifrons</i>	Korea <sup>1</sup>	Adult	-
Hymenoptera (Encyrtidae)			
<i>Ooencyrtus nezarae</i> (노린재강충좀벌)	Korea <sup>2</sup> Japan <sup>3</sup>	Egg	<i>Anacanthocoris concoloratus</i> <sup>4</sup> , <i>A. sordidus</i> (파리허리노린재) <sup>5</sup> , <i>Chauliops fallax</i> (개눈노린재) <sup>6</sup> , <i>Dolycoris baccarum</i> (알락수염노린재) <sup>3</sup> , <i>Eysarcoris guttiger</i> (점박이등글노린재) <sup>3,4,7</sup> , <i>Homocercus unipunctatus</i> (두점배허리노린재) <sup>4,8</sup> , <i>H. marginiventris</i> (녹두허리노린재) <sup>9</sup> , <i>Leptocorisa chinensis</i> (호리허리노린재) <sup>4</sup> , <i>Megacopta punctissimum</i> (무당알노린재) <sup>3,4,8</sup> , <i>Nezara antennata</i> (풀색노린재) <sup>4,7</sup> , <i>Nezara viridula</i> (남쪽풀색노린재) <sup>4</sup> , <i>Piezodorus hybneri</i> (가로줄노린재) <sup>3,4,7</sup> , <i>Plautia crossota stali</i> (갈색날개노린재) <sup>10</sup>
Hymenoptera (Eupelmidae)			
<i>Anastatus japonicus</i>	Japan <sup>11</sup>	Egg	<i>Nezara antennata</i> (풀색노린재) <sup>12</sup> , <i>Nezara viridula</i> (남쪽풀색노린재) <sup>12</sup> , <i>Tessaratomya papillosa</i> <sup>13</sup>
Hymenoptera (Scelionidae)			
<i>Gryon japonicum</i> (노린재검정알벌)	Korea <sup>2</sup> Japan <sup>3</sup>	Egg	<i>Leptocorisa chinensis</i> (호리허리노린재) <sup>14</sup> , <i>Cletus punctiger</i> (시골가시허리노린재) <sup>14</sup> , <i>Cletus rusticus</i> <sup>14</sup>
<i>Gryon hakonense</i>	Japan <sup>15</sup>	Egg	-
<i>Gryon nigiricorne</i>	Japan <sup>3</sup>	Egg	-
<b>Bacilli</b>			
Bacillales (Bacillaceae)			
<i>Bacillus thuringiensis</i> serovar <i>morrisoni</i> (H8ab)	Japan <sup>16</sup>	Nymph	-

<sup>1</sup>Son et al. (2008), <sup>2</sup>Paik et al. (2007a), <sup>3</sup>Hirose et al. (1996), <sup>4</sup>Zhang et al. (2005), <sup>5</sup>Nakajima et al. (2012), <sup>6</sup>Tayutivutikul and Yano (1989), <sup>7</sup>Mizutani et al. (1996), <sup>8</sup>Takasu and Hirose (1986), <sup>9</sup>Tachikawa et al. (1963), <sup>10</sup>Tachikawa et al. (1977), <sup>11</sup>Noda (1989), <sup>12</sup>Hokyo et al. (1966), <sup>13</sup>Xing and Li (1990), <sup>14</sup>Noda (1990), <sup>15</sup>Mineo (1981), <sup>16</sup>Kubota et al. (2006).

Numata (2004)는 노린재깡충좀벌이 기주가 드물거나 없는 11월에 성충으로 휴면에 들어가 월동하며, 이듬해 5월경에 알을 성숙시키고 산란할 수 있다고 하였다. 노린재깡충좀벌과 노린재깡충좀벌은 비대칭적 계절적 발생양상을 보이는데, 노린재깡충좀벌은 주로 봄에서 여름까지, 노린재깡충좀벌은 여름에서 가을까지 우점이었다(Mainali and Lim, 2012).

툽다리개미허리노린재의 집합페로몬은 천적 기생벌인 노린재깡충좀벌과 노린재깡충좀벌에 의해 카이로몬으로 이용되며(Numata et al., 1990; Leal et al., 1995; Mizutani et al., 1999; Masuta et al., 2001; Mizutani, 2006; Paik et al., 2009b; Son et al., 2009), 페로몬트랩 사용만으로 야외 포장에서의 기생률이 향상되는 것이 보고되었다(Mizutani, 2006; Son et al., 2009). 페로몬성분 중 EZHZ3H가 노린재깡충좀벌에 가장 유인력이 좋으며(Mizutani et al., 1997; Masuta et al., 2001; Huh and Park, 2005), 노린재깡충좀벌의 경우 페로몬트랩이 설치된 곳에서 15 m까지 기생률이 향상된다(Paik et al., 2009b). Alim and Lim (2011)은 이러한 사실에 착안하여 페로몬트랩에 유인된 천적이 증식을 할 수 있게 저온저장으로 불활성화된 노린재알을 트랩에 같이 설치하였는데, 실제 야외 기생률을 향상시키는 것으로 밝혀졌다.

툽다리개미허리노린재는 침입해충이 아니어서 도입 천적에 의한 생물적 방제 보다는 천적의 증식 방사나 보존에 의한 생물적 방제를 이용할 수 있다. 하지만 국내에서는 콩의 경제적 가치와 소규모의 재배 방식 때문에 넓은 지역에 걸친 증식 방사에 의한 생물적 방제 프로그램의 실시는 현실적으로 어렵다고 할 수 있다. 다만, 살충제 사용의 최소화, 기후 자원의 공급(Alim and Lim, 2011), 천적 유인 물질 이용 등 천적에 유리한 환경 조성을 통한 보존적 생물적 방제가 더 현실성이 있다고 하겠다.

### 저항성 품종의 이용과 재배적 방법

툽다리개미허리노린재에 의한 피해해석을 위해 자연발생포장 및 툽다리개미허리노린재 접종구로 시험하였을 때 협 피해 및 수량 감소가 적었던 품종은 풍산나물콩, 소백나물콩, 두유콩, 신탄달콩 2호이고, 명주나물콩, 만리콩, 황금콩은 피해가 심한 품종으로 조사되었다(Oh et al., 2009). 특히 풍산나물콩의 경우 발육과 체중변화 등을 고려했을 때 노린재가 선호하지 않는 품종이라고 하였다(Choi et al., 2005). 콩 품종간 툽다리개미허리노린재에 의한 선호성 연구에서 모용(trichome)이 갈색인 품종군이 8.2%로 피해율이 낮았으며, 제색(hilium color)도 황색에 비해 담갈색>갈색>회갈색 순으로 제색이 짙은 품종군에서 피해율이 낮다고 하였다(Oh et al., 2009). 종실의 경우

에도 담갈색에 비해 갈색에서 피해가 적었으며, 품종별 종실비대기(R6) 단계의 협 길이가 짧은 품종군이 긴 품종군에 비해 피해율이 낮은 것으로 보아 협의 색과 길이도 노린재 저항성에 관여하는 형질로 보고하였다(Oh et al., 2009).

일본에서는 종자의 크기가 작은 콩 품종인 Kyushu-143이 원래는 거세미나방에 대한 저항성 품종으로 육종이 되었지만 노린재에 의한 피해도 적다고 보고되었다(Wada et al., 2006). 국내에서도 은하콩과 야생콩과의 교잡으로 이소플라본의 함유량이 일반콩에 비해 3배 이상 많은 아가콩이 개발되었는데(Lee et al., 2005), Kim and Lim (2010b)은 이 아가콩이 다른 대립종인 청자콩이나 대원콩에 비해 툽다리개미허리노린재의 발생이 적은 것을 보고하였다. 이것은 아가콩 종자를 먹이로 툽다리개미허리노린재를 사육할 경우 생존율이 다른 콩종자에 비해 높게 나타나는 점을 고려할 때 아가콩의 낮은 키와 작은 종자 크기가 노린재의 발생이 적은 이유라고 하였다.

Ishimoto and Kitamura (1993)는 야생 녹두 세 품종이 툽다리개미허리노린재의 약충 발육을 저해하는 것을 보고하였으며, 그 원인으로는 종피의 두께나 종자의 크기와는 무관한 생화학적 물질에 의한 것이라고 하였다. 국내에서도 녹두(장안녹두) 종자가 툽다리개미허리노린재에 대해 강한 섭식저항성과(Jung et al., 2005b) 높은 약충 치사율이 나타났으며(Choi et al., 2005), 장안녹두 식물체에 대한 산란선호성도 다른 콩 품종들에 비해 가장 낮았다(Jung et al., 2008). Jung et al. (2011)이 국내의 콩과식물의 유전자원에 대해 툽다리개미허리노린재의 항생성을 조사한 결과 재배콩(*Glycine max*) 약 60여 품종과 돌콩(*G. soja*) 약 600여점은 항생성이 없었다. 또한 미국이나 아르헨티나로부터 도입된 노린재과 해충에 대해 저항성이 있다고 보고된 자원들 역시 항생성을 보이지 않았다. 그러나 기타 *Glycine*속 다른 종 약 80여 유전자원들 중 일부와 *Vigna*속 식물들 중에서 여우새팥(*V. nakashimae*)의 약 120점의 대부분이, *Phaseolus*속과 *Cajanus*속 약 20여 유전자원은 항생성이 있다고 보고하였다.

Masahiro et al. (1990)는 일본에서 콩의 개화시기가 늦어지면 노린재의 밀도와 그에 의한 피해가 낮았는데, 이는 노린재가 다른 작물로 이동하였기 때문이라고 하여 정식시기의 변경이나 품종 선택을 통한 콩의 개화시기의 조절이 노린재 방제에 응용될 수 있음을 보였다. Wada et al. (2006)도 Fukuyutaka와 Sachiutaka, Kyushu-143 콩의 일반적인 파종기인 7월초 대신에 7월말에 파종하여 노린재의 발생 밀도가 낮아져서 콩 종자에서의 피해가 감소하였다고 하였다. 하지만, Setokuchi et al. (1986)은 6월 중순부터 8월 초순까지 정식시기를 달리하였을 때 제일 먼저 파종한 경우와 제일 나중에 파종한 경우에 툽다리

개미허리노린재와 가로줄노린재, 남쪽풀색노린재에 의한 피해가 가장 높다고 하여 정식시기의 조절을 통한 노린재 방제효과를 일반화시키기는 어려운 것으로 보인다.

### 유인작물 이용

Son (2007)은 노린재류 유인 콩 품종인 다진꽃콩, 청자콩을 주품종인 태광콩 둘레에 각 2골씩 재배하여 노린재류를 유인한 후 방충망으로 피복한 후에 약제를 살포하여 주 품종에서의 피해율은 낮아지고 종실수량은 증가하였다고 하였다. 반면, Smith et al. (2009) 미국 아칸사주에서 조생종 콩을 이용한 노린재(남쪽풀색노린재, *Acrosternum hilare*, *Euschistus servus*)의 경종적 방제를 시도하였지만 4-5주정도 산란치로 선호되었지만 연중 방제 효과는 없다고 하였다. 따라서 주변 콩의 성숙 시기를 같게할 수 있는 경우나 대단위 지역에서 시도할 경우에만 조생종을 이용한 경종적 방제법 사용을 권고하였다. 일본에서는 Osakabe and Honda (2002)도 조생종 콩을 유인작물로 옥수수를 차단작물(barrier crop)로 사용하여 2년간 노린재 방제효과를 비교한 결과 유인작물과 차단작물 모두 톱다리개미허리노린재와 다른 4가지 노린재와 노린재류에 대한 방제 효과는 없다고 하였다. 톱다리개미허리노린재의 경우 유인작물로 사용한 조생종 콩에 유인되지도 않았다고 하였다. 다만, Youn and Jung (2008)은 메밀을 유인작물로 사용했을 경우 통계적으로 유의한 노린재 방제효과는 없었지만 천적 기생벌에 의한 기생률을 향상시키는 것을 보고하였다.

### 향후 연구방향과 해결과제

톱다리개미허리노린재에 대한 콩 재배포장에서 노린재의 주요 발생시기, 발생하는 종류 및 가해특성 등에 대한 연구가 국내외에서 집중적으로 이루어져 있으며, 이러한 생태적 연구에 대한 국내외간 연구수준에는 차이가 없다. 하지만 노린재가 해시 발생하는 화학적 변화에 대해 식물체가 가해를 받았을 때 화학물질 변화 및 노린재의 월동 생태와 생리적 기작, 노린재 공생미생물의 기능에 대한 연구들이 외국(주로 일본)에서는 많이 진행이 되고 있으나 국내에서는 아직 그러한 연구 사례가 적은 편이다. 특히 톱다리개미허리노린재는 비기주 식물에도 산란하므로 실제 발육과 생식이 가능한 시기별 주요 기주 식물의 확인과 비기주 식물의 먹이자원으로서의 역할 등에 대한 연구가 필요하다. 또한 유인트랩의 톱다리개미허리노린재의 발생 억제 효과에 대한 연구와 주요 작물의 경제적피해허용수준 결정, 주변 농업 생태계를 고려한 종합적 방제 매뉴얼의 작성 등

이 요구된다. 톱다리개미허리노린재와 천적의 연간 발생동향을 동시에 조사하여 자연적 밀도감소 요인을 제공할 수 있는 작부체계를 개발함과 동시에 기존에 개발된 방제기술을 종합적으로 투입하여 노린재를 방제할 수 있는 종합방제체계의 확립이 필요하다.

### 사사

논문을 심사해주신 편집간사 외 익명의 세 심사자와 교정을 봐주신 농촌진흥청 정진교 박사님과 배순도 박사님께 감사를 드립니다. 본 논문은 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ00934 3032013)의 지원에 의해 이루어진 것입니다.

### Literature Cited

- Ahn, Y.J., Kim, G.H., Cho, K.Y., 1992. Susceptibility of embryonic and postembryonic developmental stages of *Riptortus clavatus* (Hemiptera: Alydidae) to diflubenzuron. *Korean J. Appl. Entomol.* 31, 480-485.
- Alim, M.A., Lim, U.T., 2011. Refrigerated eggs of *Riptortus pedestris* (Hemiptera: Alydidae) added to aggregation pheromone traps increase field parasitism in soybean. *J. Econ. Entomol.* 104, 1833-1839.
- Bae, S.D., Kim, H.J., Park, J.K., Jung, J.K., Cho, H.J., 2004. Effects of food combinations of leguminous seeds on nymphal development, adult longevity and oviposition of bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg. *Kor. J. Appl. Entomol.* 43, 123-127.
- Bae, S.D., Kim, H.J., Park, C.G., Lee, G.H., Park, S.T., 2005. The Development and oviposition of bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Hemiptera: Alydidae) at temperature conditions. *Kor. J. Appl. Entomol.* 44, 325-330.
- Bae, S.D., Kang, N.S., Kim, H.J., Lee, G.H., 2006. Preceeding of Biannual (Spring) Symposium of the Korean Society of Applied Entomology. 160 p. (Korean title and abstract)
- Bae, S.D., Kim, H.J., Lee, G.H., Park, S.T., 2007. Development of observation methods for density of stink bugs in soybean field. *Kor. J. Appl. Entomol.* 46: 153-158.
- Bae, S.D., Kim, H.J., Lee, G.H., Park, S.T., Lee, S.W., 2008. Susceptibility of stink bugs collected in soybean fields in Milyang to some insecticides. *Kor. J. Appl. Entomol.* 47: 413-419.
- Bae, S.D., Kim, H.J., Yoon, Y.N., Park, S.T., Choi, B.R., Jung, J.K., 2009. Effects of a mungbean cultivar, Jangannogdu on nymphal development, adult longevity and oviposition of soybean stink bugs. *Kor. J. Appl. Entomol.* 48: 311-318.
- Bae, S.D., Kim, H.J., Lee, G.H., Yoon, Y.N., Nam, M.H., 2010. Attractiveness of stink bugs to color, height and location of aggregation pheromone trap. *Kor. J. Appl. Entomol.* 49, 325-331.

- Bae, S.D., Kim, H.J., Park, S.T., 2012. Attractiveness of conspecific stink bugs to adult stink bug-baited traps in soybean fields. *J. Asia-Pacific Entomol.* 15, 148-151.
- Choi, D.S., Kim, K.C., Lim, K.C., 2000. The status of spot damage and fruit piercing pests on yuzu (*Citrus junos*) fruit. *Kor. J. Appl. Entomol.* 39, 259-266.
- Choi, M.Y., Lee, G.H., Paik, C.H., Seo, H.Y., Oh, Y.J., Kim, D.H., Kim, J.D., 2005. Feeding preference, nymphal development time, bodyweight increase, and survival rate of the bean bug, *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Hemiptera: Alydidae), on soybean varieties. *Kor. J. Appl. Entomol.* 44, 287-292.
- Corrêa-Ferreira, B.S., Moscardi, F., 1996. Biological control of soybean stink bug by inoculative releases of *Trissolcus basalıs*. *Entomol. Exp. Appl.* 79, 1-7.
- Endo, N., Wada, T., Mizutani, N., Moriya, S., Sasaki, R., 2005. Ambiguous response of *Riptortus clavatus* (Heteroptera: Alydidae) to different blends of its aggregation pheromone components. *Appl. Entomol. Zool.* 40, 41-45.
- Endo, N., Sasaki, R., Muto, S., 2010. Pheromonal cross-attraction in true bugs (Heteroptera): attraction of *Piezodorus hybneri* (Pentatomidae) to its pheromone versus the pheromone of *Riptortus pedestris* (Alydidae). *Environ. Entomol.* 39, 1973-1979.
- Endo, N., Wada, T., Sasaki, R., 2011. Seasonal synchrony between pheromone trap catches of the bean bug, *Riptortus pedestris* (Heteroptera: Alydidae) and the timing of invasion of soybean fields. *Appl. Entomol. Zool.* 46, 477-482.
- Ghahari, H., Carpintero, D.L., Moulet, P., Linnavuori, R.E., Ostovan, H., 2010. Annotated catalogue of the Iranian broad-headed bugs (Hemiptera: Heteroptera: Alydidae) *Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae* 50, 425-436.
- Hirose, Y., Takasu, K., Takagi, M., 1996. Egg parasitoids of phytophagous bugs in soybean: mobile natural enemies as naturally occurring biological control agents of mobile pests. *Biol. Control* 7, 84-94.
- Hokyo, N., Kiritani, K., Nakasuji, F., Shiga, M., 1966. Comparative biology of the two scelionid egg parasites of *Nezara viridula* L. (Hemiptera: Pentatomidae). *Appl. Ent. Zool.* 1, 94-102.
- Huh, W., Park, C.G., 2005. Seasonal occurrence and attraction of egg parasitoid of bugs, *Ooencyrtus nezarae*, to aggregation pheromone of bean bug, *Riptortus clavatus*. *Kor. J. Appl. Entomol.* 44, 131-137.
- Huh, W., Park, C.G., 2006. Increased attractiveness of the aggregation pheromone trap of bean bug, *Riptortus clavatus*. *Kor. J. Appl. Entomol.* 45, 87-90.
- Huh, H.S., Huh, W., Bae, S.D., Park, C.G., 2005a. Seasonal occurrence and ovarian development of bean bug, *Riptortus clavatus*. *Kor. J. Appl. Entomol.* 44, 199-205.
- Huh, H.S., Park, K.H., Seo, W.D., Park, C.G., 2005b. Interaction of aggregation pheromone components of the bean bug, *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Heteroptera: Alydidae). *Appl. Entomol. Zool.* 40, 643-648.
- Huh, W., Huh, H.S., Park, C.G., 2005c. Attraction and seasonal occurrence of *Piezodorus hybneri* monitored with aggregation pheromone traps of *Riptortus clavatus*. *Kor. J. Appl. Entomol.* 44, 265-270.
- Huh, W., Huh, H.S., Park, C.G., 2005d. Fish materials as potent attractants for the male of bean bug, *Riptortus clavatus*. *J. Asia-Pacific Entomol.* 8, 419-422.
- Huh, H.S., Yun, J.E., Wada, T., Mizutani, N., Park, C.G., 2008. Composition of the aggregation pheromone components of Korean bean bug and attractiveness of different blends. *Korean J. Appl. Entomol.* 47, 141-147.
- Huh, H.S., Jang, S.A., Park, C.G., 2009. Variation in aggregation pheromone secretion of bean bug, *Riptortus clavatus*. *Kor. J. Appl. Entomol.* 48, 73-79.
- Huh, W., Son, D., Park, C.G., 2010. Effect of day length and temperature on the diapause termination of *Riptortus pedestris* (Hemiptera: Alydidae) female adults. *Kor. J. Appl. Entomol.* 49, 115-121.
- Ishimoto, M., Kitamura, K., 1993. Inhibitory effects of Adzuki bean weevil-resistant mungbean seeds on growth of the bean bug. *Japan J. Breed.* 43, 75-80.
- Jung, J.K., Im, D.J., 2003. Attraction of the bean bug, *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Hemiptera: Alydidae), by opposite sexes in a soybean field. *J. Asia-Pacific Entomol.* 6, 239-241.
- Jung, J.K., Youn, Y.T., Im, D.J., Park, J.H., Kim, U.H., 2005a. Soybean seed injury by the bean bug, *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Hemiptera: Alydidae) at reproductive stage of soybean (*Glycine max* Linnaeus). *Kor. J. Appl. Entomol.* 44, 299-306.
- Jung, J.K., Moon, J.K., Seo, B.Y., 2005b. Screening of leguminous germplasm for resistance against the bean bug, *Riptortus clavatus*. *Treat. of Crop Res.* 7, 639-666.
- Jung, J.K., Seo, B.Y., Moon, J.K., Park, J.H., 2008. Oviposition preference of the bean bug, *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Hemiptera: Alydidae), on soybean and Mungbean plants. *Kor. J. Appl. Entomol.* 47, 379-383.
- Jung, J.K., Seo, B.Y., Moon, J.K., Kim, Y.T., Kim, U.H., 2011. Preceding of International Symposium on Celebration of the 50th Anniversary of the Korean Society of Applied Entomology. 214 p. (Korean title and abstract)
- Kang, C.H., Huh, H.S., Park, C.G., 2003. Review on true bugs infesting tree fruits, upland crops, and weeds in Korea. *Kor. J. Appl. Entomol.* 42, 269-277.
- KCPA (Korea Crop Protection Association), 2012. Agrochemicals use guide book. Korea Crop Protection Association, Seoul, Korea.
- Kikuhara, Y., 2005. The Japanese species of the genus *Riptortus* (Heteroptera, Alydidae) with description of a new species. *Jpn. J. Syst. Ent.* 11, 299-311.
- Kikuchi, A., Kobayashi, T., 1986. A simple rearing method of

- Piezodorus bybneri* Gmelin and *Riptortus clavatus* Thunberg (Hemiptera: Pentatomidae, Alydidae), supplying dried seeds. Bull. Nat. Ag. Res. Cent, 6, 33-42.
- Kikuchi, Y., Hayatsu, M., Hosokawa, T., Nagayamae, A., Tagoc, K., Fukatsu, T., 2012. Symbiont-mediated insecticide resistance. PNAS 109, 8618-8622.
- Kim, J., 2012. Development of a new shape of pheromone trap for the bean bug, *Riptortus pedestris* (Hemiptera: Alydidae). Appl. Entomol. Zool. 47, 153-156.
- Kim, S., Lim, U.T., 2010a. Seasonal occurrence pattern and within-plant egg distribution of bean bug, *Riptortus pedestris* (Fabricius) (Hemiptera: Alydidae), and its egg parasitoids in soybean fields. Appl. Entomol. Zool. 45, 457-464.
- Kim, S., Lim, U.T., 2010b. New soybean variety, Agakong, as a host of *Riptortus pedestris* (Fabricius): Study on field occurrence and biological attributes in the laboratory. J. Asia-Pacific Entomol. 13, 261-265.
- Kim, E., Lim, U.T., 2012. Fruits of apple and sweet persimmon are not essential food sources for *Riptortus pedestris* (Hemiptera: Alydidae) which causes fruit-spotting. J. Asia-Pacific Entomol. 15, 203-206.
- Kim, G.H., Ahn, Y.J., Cho, K.Y., 1992. Effect of diflubenzuron on longevity and reproduction of adult bean bug (Hemiptera: Alydidae). J. Econ. Entomol. 85, 664-668.
- Kim, H., Baek, S., Kim, S., Lee, S.Y., Lee, J.H., 2009. Temperature-dependent development and oviposition models of *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Hemiptera: Alydidae). Appl. Entomol. Zool. 44, 515-523.
- Kim, J.S., Ko, H.C., Yoon, S.T., Cho, Y.H., Kim, J.G., Shim, C.K., 2010. Occurrence of insect pest from organic seed producing field of minor grain germplasms. Kor. J. Crop Sci. 55, 58-64.
- Kimura, S., Tokumaru, S., Kuge, K., 2008. *Eremothecium ashbyi* causes soybean yeast-spot and is associated with stink bug, *Riptortus clavatus*. J. Gen. Plant Pathol. 74, 275-280.
- Knight, K.M.M., Gurr, G.M., 2007. Review of *Nezara viridula* (L.) management strategies and potential for IPM in field crops with emphasis on Australia. Crop Protect. 26, 1-10.
- Kubota, Y., Ohgushi, A., Uemori, A., Mizuki, E., Ohba, M., 2006. Identification of two haemolysins in larvicidal activity of *Bacillus thuringiensis* against the bean bug, *Riptortus clavatus*. J. Appl. Entomol. 130, 183-189.
- Kwon, H.R., Kim, S.H., Park, M.W., Jo, S.H., Shin, H.S., Cho, H.S., Seo, M.J., Yu, Y.M., Youn, Y.N., 2011. Environmentally-friendly control of *Riptortus pedestris* (Hemiptera: Alydidae) by environmental friendly agricultural materials. J. Agr. Sci. 38, 413-419.
- Leal, W.S., Kadosawa, T., 1992. (E)-2-hexenyl hexanoate, the alarm pheromone of the bean bug *Riptortus clavatus* (Heteroptera: Alydidae). Biosci. Biotech. Biochem. 56, 1004-1005.
- Leal, W.S., Higuchi, H., Mizutani, N., Nakamori, H., Kadosawa, T., Ono, M., 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, G.H., Paik, C.H., Choi, M.Y., Oh, Y.J., Kim, D.H., Na, S.Y., 2004. Seasonal occurrence, soybean damage and control efficacy of bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Hemiptera: Alydidae) at soybean field in Honam province. Kor. J. Appl. Entomol. 43, 249-255.
- Lee, J.D., Jeong, Y.S., Grover Shannon, J., Park, S.K., Choung, M.G., Hwang, Y.H., 2005. Agronomic characteristics of small-seeded RILs derived from Eunhakong (*Glycine max*) $\times$  KLG10048 (*G. soja*). Korean J. Breed. 37, 288-294.
- Lee, D.H., Kim, S.K., Lee, S.W., Kim, D.A., Choi, K.H., 2009a. A report on current management of major apple pests based on census data from farmers. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 27 (Suppl. 1), 129.
- Lee, H.S., Chung, B.K., Kim, T.S., Kwon, J.H., Song, W.D., Rho, C.W., 2009b. Damage of sweet persimmon fruit by the inoculation date and number of stink bugs, *Riptortus clavatus*, *Halyomorpha halys* and *Plautia stali*. Kor. J. Appl. Entomol. 48, 485-491.
- Mainali, B.P., Lim, U.T., 2012. Annual pattern of occurrence of *Riptortus pedestris* (Hemiptera: Alydidae) and its egg parasitoids *Ooencyrtus nezarae* Ishii and *Gryon japonicum* (Ashmead) in Andong, Korea. Crop Protect. 36, 37-42.
- Masahiro, Y., Takemoto, H., Takasaki, T., 1990. The annual fluctuation of the rate of damaged seeds by several pod feeders and seasonal occurrence of three species of stink bugs in autumn soybean. Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent. A-10, 47-52.
- Masuta, S., Mizutani, N., Wada, T., 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.
- Mineo, G., 1981. Studies on the Scelionidae (Hym. Proctotrupoidea) XIII. A revision of the Palaearctic species of *Gryon* Haliday: The Muscaeformis-group. Redia 64, 117-147.
- Mizutani, N., 2006. Pheromones of male stink bugs and their attractiveness to their parasitoids. Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 50, 87-99.
- Mizutani, N., Kunimi, Y., 1999. Difference in response of egg parasitoid, *Ooencyrtus nezarae* Ishii (Hymenoptera: Encyrtidae) to eggs of two major host bug species. Jap. J. Appl. Entomol. Zool. 43, 87-92.
- Mizutani, N., Hirose, Y., Higuchi, H., Wada, T., 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., Wada, T., Higuchi, H., Ono, M., Leal, W.S., 1997. A

- component of a 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., Wada, T., Higuchi, H., Ono, M., Leal, W.S., 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., Yasuda, T., Yamacuchi, T., Moriya, S., 2007. Individual variation in the amounts of pheromone components in the male bean bug, *Riptortus pedestris* (Heteroptera: Alydidae) and its attractiveness to the same species. Appl. Entomol. Zool. 42, 629-636.
- Mizutani, N., Wada, T., Yasuda, T., Endo, N., Yamaguchi, T., Moriya, S., 2008a. Influence of photoperiod on attractiveness and pheromone contents of the bean bug, *Riptortus pedestris* (Heteroptera: Alydidae). Appl. Entomol. Zool. 43, 585-592.
- Mizutani, N., Yasuda, T., Yamaguchi, T., Moriya, S., 2008b. Pheromone contents and physiological conditions of adult bean bugs, *Riptortus pedestris* (Heteroptera: Alydidae), attracted to conspecific males during non-diapause and diapause periods in fields. Appl. Entomol. Zool. 43, 331-339.
- Mizutani, N., Moriya, S., Yamaguchi, T., Ito, K., Tabuchi, K., Tsunoda, T., Iwai, H., 2011. Seasonal abundance of the bean bug, *Riptortus pedestris* (Heteroptera: Alydidae) in some leguminous plants. Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 55, 163-170.
- Nakajima, Y., Sakuma, M., Sasaki, R., Fujisaki, K., 2010. Adaptive traits of *Riptortus pedestris* nymphs (Heteroptera: Alydidae) for locating host plants. Ann. Ent. Soc. Am. 103, 439-448.
- Nakajima, Y., Nakagawa, R., Fujisaki, K., 2012. Interactions between the winter cherry bug *Acanthocoris sordidus* (Hemiptera: Coreidae) and its egg parasitic wasps. Appl. Ent. Zool. 47, 35-44.
- Noda, T., 1989. Seasonal occurrence of egg parasitoids of *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Heteroptera: Alydidae) on several leguminous plants. Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 33, 257-259.
- Noda, T., 1990. Laboratory host range test of the parasitic wasp, *Gryon japonicum* (Ashmead) (Hymenoptera: Scelionidae). Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 34, 249-252.
- Noda, T., Kamano, S., 1983. Effects of vitamins and amino acids on the nymphal development of the bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg. Jap. J. Appl. Ent. Zool. 27, 295-299.
- Numata, H., 2004. Environmental factors that determine the seasonal onset and termination of reproduction in seed-sucking bugs (Heteroptera) in Japan. Appl. Entomol. Zool. 39, 565-573.
- Numata, H., Kon, M., Hidaka, T., 1990. Males adults attract conspecific adults in the bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Heteroptera: Alydidae). Appl. Entomol. Zool. 25, 144-145.
- Oh, Y.J., Cho, S.K., Kim, K.H., Paik, C.H., Cho, Y., Kim, H.S., Kim, T.S., 2009. Response of growth characteristics of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] cultivars to *Riptortus clavatus* Thunberg (Hemiptera: Alydidae). Kor. J. Breed. Sci. 4, 488-495.
- Oh, Y.J., Cho, S.K., Kim, Y.J., Kim, K.H., Paik, C.H., Kim, T.S., Kim, J.G., Cho, Y.K., 2010. Soybean seeds damaged by *Riptortus clavatus* (Thunberg) reduce seed vigor and quality of bean sprout produce. Kor. J. Breed. Sci. 42, 439-447.
- Orr, D.B., 1988. Scelionid wasps as biological control agents: a review. Fla. Entomol. 71, 506-528.
- Osakabe, M., Honda, K., 2002. Influence of trap and barrier crops on occurrence of and damage by stink bugs and lepidopterous pod borers in soybean fields. Jap. J. Appl. Ent. Zool. 46, 233-241.
- Paek, M.K., Hwang, J.M., Jung, K.S., Kim, T.W., Kim, M.C., Lee, Y.J., Cho, Y.B., Park, S.W., Lee, H.S., Ku, D.S., Jeong, J.C., Kim, K.G., Choi, D.S., Shin, E.H., Hwang, J.H., Lee, J.S., Kim, S.S., Bae, Y.S., 2010. Checklist of Korean Insects. Nature & Ecology, Seoul.
- Paik, C.H., Lee, G.H., Choi, M.Y., Seo, H.Y., Kim, D.H., La, S.Y., Park, C.G., 2007a. Report on two egg parasitoids of *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Heteroptera: Alydidae) on soybean. Kor. J. Appl. Entomol. 46, 281-286.
- Paik, C.H., Lee, G.H., Choi, M.Y., Seo, H.Y., Kim, D.H., Hwang, C.Y., Kim, S.S., 2007b. Status of the occurrence of insect pests and their natural enemies in soybean fields in Honam province. Kor. J. Appl. Entomol. 46, 275-280.
- Paik, C.H., Lee, G.H., Oh, Y.J., Park, C.G., Hwang, C.Y., Kim, S.S., 2009a. Pheromone trap type and height for attracting of *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Hemiptera: Alydidae) in soybean field. Kor. J. Appl. Entomol. 48, 59-65.
- Paik, C.H., Kang, S.M., Jeon, Y.K., Lee, G.H., Choi, M.Y., Oh, Y.J., Park, C.G., Hwang, C.Y., 2009b. Influence of aggregation pheromone of *Riptortus clavatus* (Heteroptera: Alydidae) on the occurrence of egg parasitoid, *Gryon japonicum* (Hymenoptera: Scelionidae). Kor. J. Appl. Entomol. 48, 67-72.
- Panizzi, A.R., 2013. History and contemporary perspectives of the integrated pest management of soybean in Brazil. Neotrop. Entomol. 42, 119-127.
- Park, C.G., Yum, K.H., Jung, J.K., 2012. Damage reduction effect and attracted distance by aggregation pheromone trap of the bean bug, *Riptortus pedestris* (Fabricius), (Hemiptera: Alydidae) in soybean fields. Kor. J. Appl. Entomol. 51, 411-419.
- Pedigo, L.P., Rice, M.E., 2006. Entomology and Pest Management, 5th edition. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, USA.
- Sakurai, T., 1998. Efficiency of sperm use for fertilization and the pattern of sperm decrease in the female sperm storage organ of the bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Heteroptera: Alydidae). Appl. Entomol. Zool. 33, 363-368.
- Seo, M.J., Kwon, H.R., Yoon, K.S., Kang, M.A., Park, M.W., Jo, S.H., Shin, H.S., Kim, S.H., Kang, E.J., Yu, Y.M., Youn, Y.N., 2011. Seasonal occurrence, development and preference of *Riptortus pedestris* on Hairy Vetch. Kor. J. Appl. Entomol. 50, 47-53.

- Setokuchi, O., Nakagawa, M., Yoshida, N., 1986. Damage and control of stink bugs on autumn soybean in Kagoshima prefecture. Proc. Assoc. Pl. Prot. Kyushu 32, 130-133.
- Shin, Y.H., Yun, S.H., Park, Y.U., An, J.J., Yoon, C., Youn, Y.N., Kim, G.H., 2012. Seasonal fluctuation of *Riptortus pedestris* (Hemiptera: Alydidae) in Chungbuk Province. Kor. J. Appl. Entomol. 51, 99-109.
- Smith, J.F., Luttrell, R.G., Greene, J.K., Tingle, C., 2009. Early-season soybean as a trap crop for stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) in Arkansas' changing system of soybean production. Environ. Entomol. 38, 450-458.
- Son, C.K., 2007. Control of soybean bugs using soybean trap crop, in: Gyeongsangbuk-do Agricultural Research & Extension Services (Ed.), Annual research report of Gyeongsangbuk-do. Gyeongsangbuk-do Agricultural Research & Extension Services, Daegu, Republic of Korea, pp. 51-62.
- Son, C.K., Park, S.G., Hwang, Y.H., Choi, B.S., 2000. Field occurrence of stink bug and its damage in soybean. Kor. J. Crop Sci. 45, 405-410.
- Son, J.K., Do, N.X., Park, C.G., 2008. Seasonal parasitism of *Riptortus clavatus* Thunberg (Hemiptera: Alydidae) by *Dionaea magnifrons* (Herting) (Diptera: Tachinidae). J. Asia-Pacific Entomol. 11, 191-194.
- Son, J.K., Choo, H.Y., Choi, J.Y., Paik, C.H., Park, C.G., 2009. Enhancement of *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Hemiptera: Alydidae) egg parasitism by a component of the bug's aggregation pheromone. J. Asia-Pacific Entomol. 12, 159-163.
- Stål, C., 1859. Till kändömen om Coreida. Öfvers. K. Vet. Acad. Förhandl. 16, 449-477.
- Suzuki, N., Hokyo, N., Kiritani, K., 1991. Analysis of injury timing and compensatory reaction of soybean to feeding of the southern green stink bug and the bean bug. Appl. Ent. Zool. 26, 279-287.
- Tabuchi, K., Moriya, S., Ishizaki, M., 2007. Locomotion ability variation among instars of the bean bug *Riptortus pedestris* (Fabricius) (Hemiptera: Alydidae) nymphs. Environ. Entomol. 36, 871-877.
- Tachikawa, T., 1963. Revisional studies on the Encyrtidae of Japan (Hymenoptera: Chalcidoidea). Mem. Ehime Univ. Sect. 69, 1-264.
- Tachikawa, T., Miyahara, M., Yamada, K.I., 1977. Hymenopterous parasites of the eggs of *Plautia stali* Scott (Hemiptera: Pentatomidae) in Japan. Trans. Shikoku Entomol. Soc. 13, 131-132.
- Takasu, K., Hirose, Y., 1986. Kudzu-vine community as a breeding site of *Ooencyrtus nezarae* Ishii (Hymenoptera: Encyrtidae), an egg parasitoid of bugs attacking soybean. Jap. J. Appl. Ent. Zool. 30, 302-304.
- Takeuchi, H., Endo, N., 2012. Insecticide susceptibility of *Nezara viridula* (Hemiptera: Pentatomidae) and three other stink bug species composing a soybean pest complex in Japan. J. Econ. Entomol. 105, 1024-1033.
- Tayutivutikul, J., Yano, K., 1989. Biology of insects associated with the Kudzu plant, *Pueraria lobata* (Leguminosae). 1. *Chauliops fallax* (Hemiptera, Lygaeidae). Jap. J. Entomol. 57, 831-842.
- Teraoka, T., Numata, H., 2004. Winter survival and oviposition before and after overwintering of a parasitoid wasp, *Ooencyrtus nezarae* Ishii (Hymenoptera: Encyrtidae). Entomol. Sci. 7, 105-111.
- Tougou, D., Musolin, D.L., Fujisaki, K., 2009. Some like it hot! Rapid climate change promotes changes in distribution ranges of *Nezara viridula* and *Nezara antennata* in Japan. Entomol. Exp. Appl. 130, 249-258.
- Tsunoda, T., Moriya, S., 2008. Measurement of flight speed and estimation of flight distance of the bean bug, *Riptortus pedestris* (Fabricius) (Hemiptera: Alydidae) and the rice bug, *Leptocorisa chinensis* Dallas (Hemiptera: Alydidae) with a speed sensor and flight mills. Appl. Entomol. Zool. 43, 451-456.
- Wada, T., Endo, N., Takahashi, M., 2006. Reducing seed damage by soybean bugs by growing small-seeded soybeans and delaying sowing time. Crop Protect. 25, 726-731.
- Xing, J.Q., Li, L.Y., 1990. In vitro rearing of an egg-parasite, *Anastatus japonicus* Ashmead. Acta Entomol. Sinica 33, 166-173.
- Yasuda, T., Mizutani, N., Endo, N., Fukuda, T., Matsuyama, T., Ito, K., Moriya, S., Sasaki, R., 2007a. A new component of attractive aggregation pheromone in the bean bug, *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Hemiptera: Alydidae). Appl. Entomol. Zool. 42, 1-7.
- Yasuda, T., Mizutani, N., Honda, Y., Endo, N., Yamaguchi, T., Moriya, S., Fukuda, T., Sasaki, R., 2007b. A supplemental component of aggregation attractant pheromone in the bean bug *Riptortus clavatus* (Thunberg), related to food exploitation. Appl. Entomol. Zool. 42, 161-166.
- Youn, H.S., Jung, C., 2008. Effect of trap cropping on the egg parasitism of *Riptortus clavatus* (Thunberg) in soybean fields. J. Asia-Pacific Entomol. 11, 73-76.
- Zhang, Y.Z., Li, W., Huang, D.W., 2005. A taxonomic study of Chinese species of *Ooencyrtus* (Insecta: Hymenoptera: Encyrtidae). Zool. Studies 44, 347-360.