

충북지역 톱다리개미허리노린재의 발생밀도 변동과 이동

신윤호¹ · 윤승환¹ · 박영욱¹ · 안정진¹ · 윤창만¹ · 윤영남² · 김길하^{1*}

¹충북대학교 농업생명환경대학 식물외과, ²충남대학교 농업생명과학대학 응용생물학과

Seasonal Fluctuation of *Riptortus pedestris* (Hemiptera: Alydidae) in Chungbuk Province

Youn-Ho Shin¹, Seung-Hwan Yun¹, Young-Uk Park¹, Jeong-Jin An¹, Changmann Yoon¹,
Young -Nam Yoon² and Gil-Hah Kim^{1*}

¹Dept. of Plant Medicine, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Republic of Korea

²Dept. of Applied Biology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Republic of Korea

ABSTRACT: Seasonal fluctuations of *Riptortus pedestris* were investigated in four regions including two sites each at Mt. Yangseong (Munui-myeon, Cheongwon-gun), O-chang (Cheongwon-gun), and Jujung-dong (Cheongju) using aggression pheromone traps from April to November in 2010 and 2011. Aggression pheromone and aggression pheromone + soybean traps were set at all investigated sites, and the Mt. Yangseong A and B sites were investigated at a farmland (80 m, asl) and forest (200 and 300 m). The population density of *R. pedestris* was high in mid June, mid August, and late October in 2010 and in early May, mid June, mid September, and early October in 2011 with trivoltine. O-chang and Jujung-dong populations, which were distinguished in farmlands and forests, were highest from June to August in the farmland and in September in the forest. Similar numbers of *R. pedestris* were capture in the farmlands and the forest in June–August, September–November, respectively. From the results of the four regions, more *R. pedestris* adults were captured in the aggression pheromone + soybean trap than that in the pheromone trap. To investigate the migration route by altitude, 500 *R. pedestris* adults marked with fluorescent paint were released and re-caught insects were counted in traps after 10 and 20 days. The pattern of the re-caught *R. pedestris* indicated migration from the forest to farmlands during April–June. These results suggest that the insects did not migrate in August because food was plentiful in the forest at 200 m, but they moved to the forest during October due to the scarcity of food and for overwintering. The *R. pedestris* seasonal fluctuations in 2011 were affected heavily by the environment, particularly rain precipitation.

Key words: *Riptortus pedestris*, Aggression pheromone, Soybean, Fluctuation

조 록: 충북지역 4곳의 농경지 및 산림지를 선정하여 2010년 4월 5일부터 2011년 11월 30일까지 발생밀도를 조사하였다. 농경지(80 m, 산림경계)와 산림지(200 m, 300 m)로 이루어진 양성산 두 지역은 고도별로 집합페로몬트랩과 집합페로몬+대두트랩을 설치하였다. 2010년도에 톱다리개미허리노린재가 6월 중순, 8월 중순, 10월 하순에 높은 발생밀도를 보였고, 2011년도에는 양성산 두 지역에서는 5월 초순, 6월 중순, 9월 중순, 10월 초순에 높은 발생밀도를 보였다. 농경지와 산림지로 구분된 청원군 오창면, 청주시 주중동 두 지역에서는 6월에서 8월까지 농경지에서, 9월에는 산림지에서 많이 포획되었다. 계절별로도 6월부터 8월까지는 농경지 쪽에서, 9월부터 11월까지는 산림지쪽에 존재하였다. 트랩별 유인력의 차이는 4곳의 지역 모두에서 집합페로몬트랩보다 집합페로몬+대두트랩에서 더 많은 수의 성충이 포획되었다. 성충 500마리에 형광페인트를 칠하여 양성산에서 고도별로 방사하고 10일과 20일 후 고도별 이동을 조사한 결과, 4월부터 월동에서 깨어나기 시작하여 6월까지의 산림지에서 농경지로 이동하였다. 8월에는 고도별로 이동하지 않았으나, 9월과 10월에는 다시 농경지에서 산림지로 이동하였다. 톱다리개미허리노린재는 계절별로 적은 수가 이동을 하며 대부분은 주변에서 먹이를 찾는 것으로 보인다. 2011년도의 발생밀도는 환경, 특히 강우량에 영향을 많이 받았다.

검색어: 톱다리개미허리노린재, *Riptortus pedestris*, 집합페로몬, 대두, 밀도변동, 모니터링

*Corresponding author: khkim@chungbuk.ac.kr

Received February 20 2012; Revised March 15 2012

Accepted May 2 2012

서론

국내에서 노린재류의 다발생으로 농작물 피해가 심각하게 인식되기 시작한 것은 1990년대 후반부터이다(Chung *et al.*, 1995; Kang *et al.*, 2003). 노린재류는 세계적으로 식량작물과 과수, 화훼, 약용작물까지 거의 모든 작물에 피해를 주고 콩과 같은 두과작물에서는 잎, 줄기, 꼬투리 및 종실을 가해한다(Kono, 1989). 노린재류는 주둥이를(구침을) 과실의 꼬투리 안으로 찔러 넣은 후 소화액을 분비하여 발육하고 있는 종자의 내용물을 슬러지화하고 이를 구강 내 펌프를 이용하여 소화관 안으로 빨아들여 섭식한다(Miles, 1972). 국내에서 콩에 발생하는 노린재류는 약 20여 종이 알려져 있으며(Kang *et al.*, 2003), 그 중 콩에 가장 피해를 많이 주는 노린재는 톱다리개미허리노린재(*Riptortus pedestris*)이며, 풀색노린재(*Nezara antennata*), 남쪽풀색노린재(*Nezara viridula* Linne), 알락수염노린재(*Dolycoris baccarum*) 등 3종과 함께 많이 발생한다고 보고되었다(Han and Choi, 1988).

노린재목(Hemiptera) 허리노린재과(Coreidea)에 속하는 톱다리개미허리노린재는 1990년대 후반부터 국내에서 전국 각지에 걸쳐 분포하는 종으로 몇 해 전부터 그 발생량이 크게 증가하였다(Son *et al.*, 2000). 톱다리개미허리노린재는 주변 잡초나 포장내 잔재물 등에서 월동이후(Lee *et al.*, 1997), 다양한 종류의 기주식물에서 영양분을 섭취하며 여러 기주식물 사이를 빈번히 이동하는 이동성이 강한 대표적 해충이다(Higuchi, 1993). 약충과 성충이 모두 대두, 광저기, 완두, 강낭콩, 벼, 피, 조 등 콩과나 화본과 작물을 가해하며 수량감소와 품질저하 등의 피해가 심각하게 대두되고 있다. 이동성이 강한 톱다리개미허리노린재는 약제를 살포할 때 인근포장이나 주변 잡초로 이동한 후 일정한 시간이 흐른 뒤에 다시 이동해 온다. 성충은 비행할 때 벌과 유사하게 날고, 약충(1-3령충)은 형태나 행동이 개미와 유사하며 방제가 매우 어려운 해충 중의 하나이다(Paik *et al.*, 2009).

지금까지 톱다리개미허리노린재에 대한 연구는 많이 보고되었다. 두류품종의 먹이조합에 따른 톱다리개미허리노린재의 약충 발육과 성충 수명 및 산란(Bae *et al.*, 2004), 모니터링(Borges *et al.*, 2010; Leskey and Hogmire, 2005), 기주식물의 유무(Mizutani *et al.*, 2002)와 파종시기에 따른 발생밀도의 차이(Lee *et al.*, 2002)가 보고되었다. Endo *et al.* (2011)은 2005년부터 2007년까지 톱다리개미허리노린재의 계절별 포획수를 초지와 콩밭에서 발생밀도를 각각 조사하였다. 그 외에도 톱다리개미허리노린재를 포함한 노린재류 집합페로몬의 개발로 정밀예찰, 대량포획 및 천적인 난기생봉의 유인에 의한 친환경 관리기술

개발에 대한 연구(Jones, 1988; Leal *et al.*, 1996; Witzgall, 2001; Huh and Park, 2005; Huh *et al.*, 2005a) 등이 수행되었지만, 환경변화에 대한 톱다리개미허리노린재의 밀도 변동과 이동 추적에 대한 연구가 필요하다.

콩에 발생하는 톱다리개미허리노린재는 육안발생예찰이 어려운 해충이지만 상용화된 집합페로몬을 이용하면 효과적으로 할 수 있다. 본 연구는 집합페로몬과 트랩의 유인효과를 높이기 위하여 대두를 유인제로 함께 처리하여 유인력을 조사하였으며, 톱다리개미허리노린재의 연중 발생밀도를 조사하고 이동경로를 추적하고자 수행하였다.

재료 및 방법

실험근종

톱다리개미허리노린재의 발생밀도와 이동경로 추적을 위해 야외포장에 페로몬트랩을 설치하여 트랩에 유인되는 톱다리개미허리노린재를 조사하였다. 이동경로 추적에는 페로몬트랩을 설치하고, 유인되어 잡힌 톱다리개미허리노린재를 이용하였고, 부족한 개체수는 일주일 이내에 야외에서 채집한 개체군과 실내대량사육을 통하여 확보한 톱다리개미허리노린재를 이용하였다.

시험포장의 선정

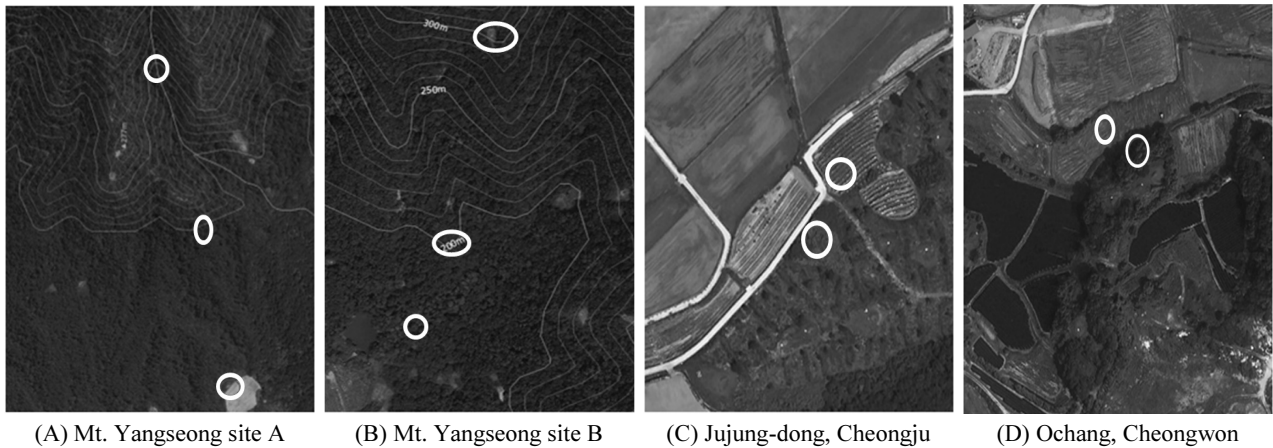
톱다리개미허리노린재의 발생 및 이동경로를 알아보기 위하여 청원군 문의면 양성산 2지역, 청주 주중동, 청원 오창면의 총 4곳을 선정하여 2010년부터 2011년도까지 2년에 걸쳐 트랩을 설치하고 발생밀도와 이동경로를 조사하였다.

시험포장의 선정기준은 다음과 같다(Fig. 1). 양성산은 해발고도 375 m의 일부 가파른 산으로서 A·B지역은 산림과 접해있는 농경지(80 m)와 높이가 다른 산림지(200, 300 m)로 이루어져 있으며 고도별 발생밀도와 계절별 이동경로 파악을 위하여 선정하였다. 청주 주중동은 산림지, 헤어리베치밭(구릉지)과 농경지로 구분되어 있고, 청원 오창면은 밭을 끼고 있는 임야지역으로 시기별 발생밀도 및 이동경로 파악을 위하여 선정하였다. 청주 주중동과 청원 오창 포장은 농경지(80 m)와 산림지(150 m)가 고도로 구별되는 지역이다.

트랩설치 및 조사

트랩의 종류

성충을 포획하기 위한 가장 적합한 페로몬트랩으로 피슈트



Investigation Area	Cultivation	Location	Etc
Mt. YangSeong A site	Soybean, farmland	Muneui-myeon, Cheongwon-gun, Chungbuk	Population by altitudes (300, 200, 80 m)
Mt. YangSeong B site	Soybean, farmland	Muneui-myeon, Cheongwon-gun, Chungbuk	Population by altitudes (300, 200, 80 m)
JuJung-dong, Cheongju	Hairy vetch	Jujung-dong, Cheongju-si, Chungbuk	Farmland (80 m) nearby forest (150 m)
Ochang, Cheongwon	Milkvetch /Hairy vetch	Ochang-eup, Cheongwon-gun, Chungbuk	Farmland (80 m) nearby forest (150 m)

Fig. 1. Geographical description of field conditions for the seasonal occurrence of *Riptortus pedestris* 2010 and 2011. White circles denote the trap locations.

랩(15 cm dia. × 24 cm length)과 트랩에 고정시켜 사용하는 루어는 톱다리개미허리노린재 집합페로몬으로 (E)-2-hexenyl (Z)-3-hexenoate (E2HZ3H) : (E)-2-hexenyl (E)-2-hexenoate (E2HE2H) : Tetradecyl isobutyrate (TI)를 1:1:1 비율로 제작하여 판매하는 제품을 (주)나비스로부터 구입하여 사용하였다.

트랩설치 방법

청원군 문의면 양성산에는 동쪽방향의 두 경사면을 선택하여 해발고도(80, 200, 300 m)별 트랩을 설치하였다. 청주 주중동과 청원 오창면에는 각각 밭과 임야를 구분하여 트랩을 설치하였다. 설치높이는 지면으로부터 60 cm 높이(콩 초장높이)에 설치하는 것이 가장 적당하다고 보고한 Paik *et al.* (2009)의 방법에 따라 트랩을 설치하였다. 나무에 매달아 놓을 수 없는 경우 나무 지지대를 심어 60 cm 높이가 되도록 조절하여 매달아 놓았다. 트랩은 설치지점마다 6개의 트랩을 설치하였는데, 6개중 3개는 톱다리개미허리노린재 집합페로몬트랩(집합페로몬루어를 설치한 트랩)과, 다른 3개는 집합페로몬트랩과 유인물질인 대두(5알)를 첨가한 집합페로몬+대두트랩(집합페로몬루어+대두를 설치한 트랩)을 설치하였다. 예비실험의 결과 대두의 개수는

트랩의 유인력에는 차이를 보이지 않았지만 경제적인 개수를 고려해 5알로 정하였다. 트랩의 바깥쪽에는 끈끈이트랩(주)나비스)을 2장씩 끼워 넣고 10일 마다, 집합페로몬 루어는 30일 마다, 대두는 10일 마다 새것으로 교체하였다. 트랩 간 거리는 15 m 간격을 유지하였고, 고도별 수평과 일렬로 설치하였다.

연중 발생밀도 조사

톱다리개미허리노린재의 연중 발생밀도는 설치된 트랩에 10 일 간격으로 조사하여 잡힌 마리수를 조사하였다. 트랩에 포획된 개체수는 트랩안에 포획된 마리수와 바깥 끈끈이트랩에 포획된 마리수를 합산하여 조사하였다.

형광페인트표식을 이용한 톱다리개미허리노린재 방사와 재포획

톱다리개미허리노린재의 시기별·고도별 이동경로를 파악하기 위하여 양성산 두 곳에서 고도를 달리하여 날짜별로 각각 톱다리개미허리노린재 성충 500여 마리씩 방사하였다. 방사할 성충 마리수는 트랩 안에 잡힌 살아있는 성충으로 채웠으며, 일부 부족한마리수는 실험에 앞서 방사하기 일주일 이내 야외에서

채집한 성충을 포함하여 준비하였다. 톱다리개미허리노린재는 방사하기 전, 7가지 다른 색깔(흰색, 노란색, 녹색, 파란색, 하늘색, 주황색, 형광색)의 수성 형광페인트(Deco Spray, Motipdupli)를 이용하여 형광표지를 하였다. 형광페인트 표식은 톱다리개미허리노린재 성충 100여 마리를 투명한 큰 비닐봉지에 모아 넣고 입구를 작게 벌린 다음 비닐봉지 안으로 톱다리개미허리노린재의 몸에 형광페인트가 골고루 묻도록 뿌렸다. 형광페인트는 톱다리개미허리노린재의 머리, 등쪽, 다리 등 일부에 묻은 것들도 있지만 가능한 육안으로 구별되도록 몸 전체에 충분히 뿌려주었다. 페인트가 묻은 톱다리개미허리노린재는 트랩의 고도보다 약간 아래에서 트랩간 거리가 어느정도 일정하게 떨어진 곳에서 방사하였다. 페인트는 수성이지만 야외에서 빗물에 잘 씻겨 지지 않고 지워지지 않아 실험에 사용할 수 있었고, 페인트가 묻은 톱다리개미허리노린재는 쉽게 구별되었다. 또한 고도와 날짜별로 서로 다른 색깔로 표시하여 10일과 20일 후에 조사시에 방사날짜를 쉽게 구별할 수 있도록 하였다.

2010년도의 예비실험을 기초로, 2011년도에 청원군 문의면 양성산 A·B지역에서 톱다리개미허리노린재 성충을 80, 200, 300m에서 쉽게 구별할 수 있도록 서로 다른 색깔의 형광페인트를 칠하여 4월 25일, 5월 25일, 6월 17일, 8월 4일, 8월 15일, 8월 25일, 9월 13일, 9월 23일, 10월 4일, 10월 14일, 10월 25일, 11월 8일 각각 성충 500마리씩 방사하였고, 10일과 20일 후에 트랩에 포획된 톱다리개미허리노린재 중에서 페인트가 묻은 마리수를 조사하였다. 고도별로 300m에서는 4월 25일, 8월 25일, 10월 4일 방사하였고, 200m에서는 5월 25일, 8월 4일, 9월 23일 방사하였다. 80m에서는 6월 17일, 8월 15일, 9월 13일과 10월 14일에 방사하였다. 형광페인트가 묻은 톱다리개미허리노린재를 방사한 후 10일과 20일 후에 고도별로 잡힌 마리수를 조사하였다.

2010년과 2011년도 월평균 기온과 강우량 비교

2011년도 충북지역의 톱다리개미허리노린재의 발생생태와 이동경로 조사 결과, 발생소장이 전년도와 많이 다른 패턴을 보임으로 그 원인을 찾기 위해 2010, 2011년 월평균기온과 강우량을 비교하였다. 월평균기온과 강우량의 자료는 기상청 청주지점의 관측자료를 인용하였다(www.kma.go.kr).

결과 및 고찰

청원 양성산 지역의 고도별 발생밀도

충북 청원군 양성산 A지역에서 포획된 톱다리개미허리노린재 마리수를 2010년과 2011년도에 4월부터 11월까지 조사해본 결과 Fig. 2와 같다. A지역에서 2010년도의 연중발생밀도가 높은 시기를 보면 6, 8, 10월에 많이 포획되었고, 고도별로 비교했을 때 연중으로 80m에서 200, 300m 보다 많은 수가 포획되었다. 2011년도에는 2010년도와는 다른 양상을 보이는데 5월초에 톱다리개미허리노린재 성충의 발생밀도가 높아 전년도보다 월동처에서 이동이 일어났고 이후 6월부터 8월까지의 전년도에 비해 발생밀도가 낮았다가 9월에 밀도가 조금 증가한 경향을 보였다(Fig. 2). 연중 발생밀도를 비교해 보았을 때 고도별로 잡힌 마리수는 80m에서 많이 잡히는 것을 알 수 있었다.

양성산 B지역에서도 A지역과 비슷한 결과를 보였다(Fig. 3). 2010년의 연중발생은 시기와 포획밀도의 차이는 있지만 6, 8, 10월에 톱다리개미허리노린재가 많이 포획되었다. 2011년도에도 양성산 A지역과 마찬가지로 양성산 B지역도 비슷한 양상으로 5월초에 톱다리개미허리노린재성충의 발생밀도가 높아짐을 확인하였다.

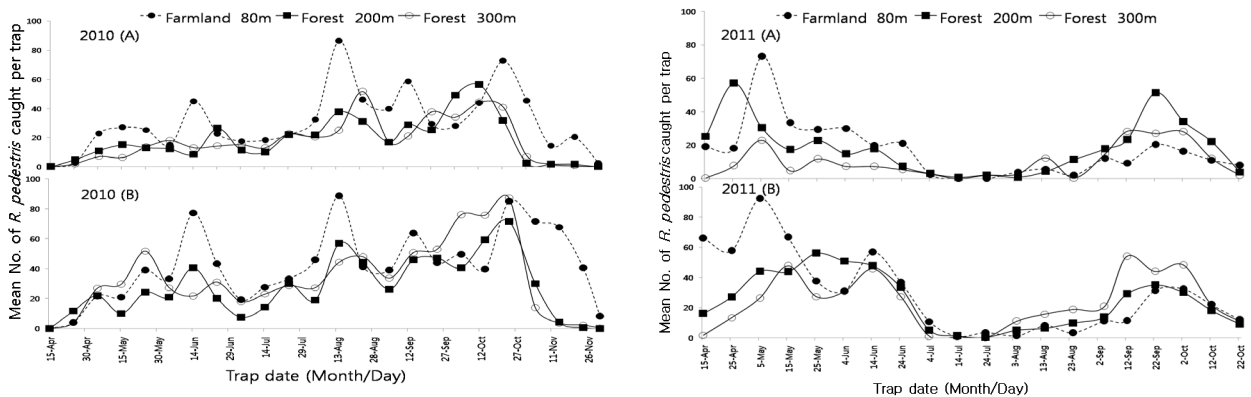


Fig. 2. Number of *Riptortus pedestris* adults caught in (A) the aggression pheromone trap and (B) aggression pheromone + soybean trap at altitude on Mt. Yangseong at site A during 2010 and 2011. The investigated areas at Mt. Yangseong site A were farmland at 80 m and forests at 200 and 300 m, respectively.

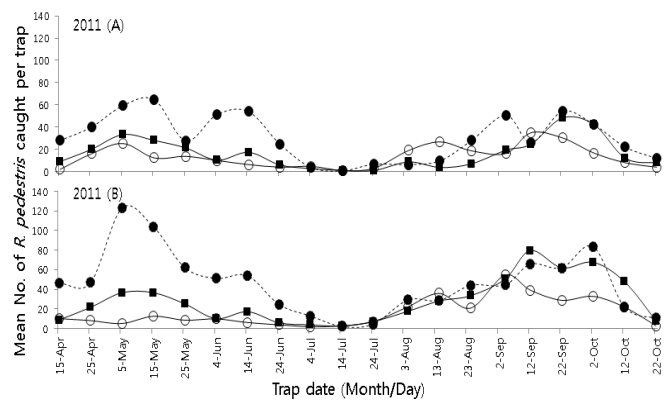
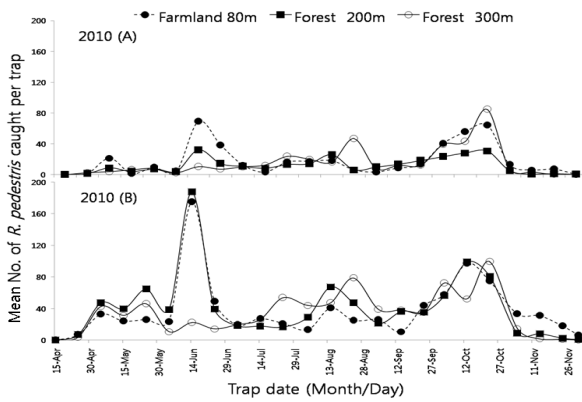


Fig. 3. Number of *Riptortus pedestris* adults caught in (A) aggression pheromone traps and (B) aggression pheromone + soybean traps on Mt. Yangseong at site B during 2010 and 2011. The investigated areas on Mt. Yangseong site B were farmland at 80 m and forests at 200 and 300m, respectively.

톱다리개미허리노린재는 성충으로 월동하여 3월 하순부터 활동을 시작하며, 5월초에 성숙난이 생겨서 산란하면 7월 상순부터 제 1세대 성충이 발생한다고 한다(Huh *et al.*, 2005b). 5월 초에 산림지보다는 80 m 밭주변에서 많이 잡힌 이유는 월동성충이 밭주변을 월동처로 삼고 있다가 기온이 높아지면서 월동에서 깨어나고 먹이가 될 수 있는 주위작물로 이동하는 것으로 추정되며, 또 다른 이유로는 농경지 쪽의 온도가 산림지보다 높기 때문에 먼저 깨어나갈 수도 있을 것으로 생각된다. 본 실험에서는 월동성충이 4월-5월에 산림지(200, 300 m)보다 밭주변(80 m)에서 많이 잡혔는데, 양성산과 같이 월동처가 산을 끼고 산림지와 농경지가 구분되는 지역에서는 산보다는 농경지 쪽을 더 선호하는 것으로 추정된다. 또한 포획된 전체 마리수를 비교해 보아도 산림지보다 농경지 쪽에서 월동히 높기 때문에, 주요 월동처가 농경지 쪽에 많이 분포하는 것으로 판단된다. 따라서 톱다리개미허리노린재는 임야와 경계한 농경주변이 5월 초 밀도가 높았고 고도가 높을수록 밀도가 낮았다. 이후의 발생밀도에서 2010년도에는 7월과 8월에 높은 발생밀도를 보였으나 2011년도에는 발생밀도가 매우 낮았다. 9월과 10월에는 다시 발생밀도가 증가하는데 이동성이 강한 톱다리개미허리노린재가 주변의 먹이를 찾아 이동하고 월동을 준비하는 시기인 것으로 보인다. 톱다리개미허리노린재와 비슷한 발생경향은 다른 노린재에서도 발견된다. 벼 해충인 흑다리긴노린재도 습지에서 월동하다가 산림지 보다는 8, 9월에 논둑에서 발생이 많았고 10월에는 논에서 발생이 많아져 벼를 주로 가해하는 것으로 보고되었다(Lee *et al.*, 2009). Lee *et al.* (2004)은 호남지역에서 콩 포장에서 발생 최성기는 8월 하순에서 10월 상순에 발생량이 많았고 콩 꼬투리의 형성시기와 연차 간 기상조건에 따라 톱다리개미허리노린재의 발생시기가 차이를 보였다고 하였는데, 본 실험에서도 톱다

리개미허리노린재의 발생밀도는 지역과 환경에 의해 영향을 받는 것으로 생각된다(Fig. 2).

Huh *et al.* (2005b)는 경남지방에서 년 3세대 발생하는데 월동성충이 3월 하순부터 활동하는 것으로 보고하였다. 본 실험에서 양성산에서 발생밀도는 5, 6, 8, 10월에 증가하는 것으로 보이며 월동성충을 포함하여 년 3세대 발생하는 것으로 보여진다. 하지만 Huh *et al.* (2005b)은 톱다리개미허리노린재는 5월 상순과 6월 하순 사이에 유인된 성충이 대부분 월동성충일 것으로 추정하였고, 항온조건에서의 발육기간을 근거로, 성충이 알에서 산란개시시까지 약 40-50일 정도, 1세대 난이 성충으로 우화하기까지 37-44일이 소요된다고 하여, 6월 이후가 1세대, 8월 중순부터 9월 하순까지 유인된 성충을 2세대로 추정을 하고 있다. 하지만 톱다리개미허리노린재는 야외에서 알부터 성충까지 여러 발육단계가 공존하며 각 세대의 발생시기가 명확히 구분되어지지 않아 연간발생시기를 뚜렷하게 구분하기 어렵고 두 세대가 동시에 공존할 가능성이 커 보인다. 따라서 톱다리개미허리노린재의 발생소장이나 연간 발생가능횟수 등을 정확히 알기 위해서는 야외 사육을 통하여 각 세대의 발육기간, 산란시기 등의 자료가 축적되어야 할 것이다. 또한 포장에서의 발육시기도 작물의 파종시기나 조사지역에 따라 차이가 있을 것이다. 페로몬트랩을 이용한 본실험의 결과 연간 3세대가 발생하는 것으로 보이지만 연간 발생횟수를 알기 위해서는 추후 보다 자세한 연구가 필요하다.

청원군 오창면 농경지와 임야지역의 발생밀도

청원군 오창면 지역에서는 밭(80 m)과 임야(150 m)로 나누어 각각 트랩을 설치하여 포획 수를 조사하였다(Fig. 4). 2010년

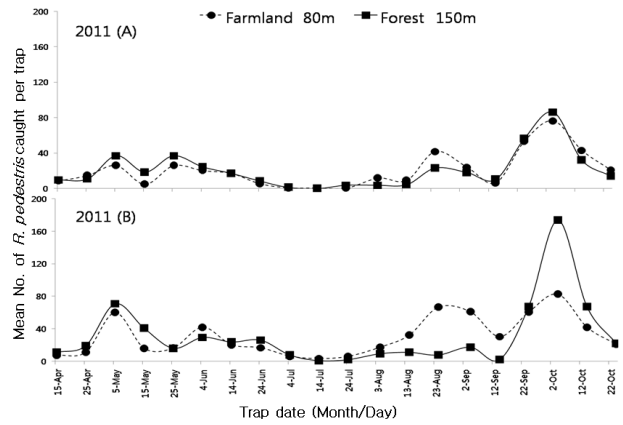
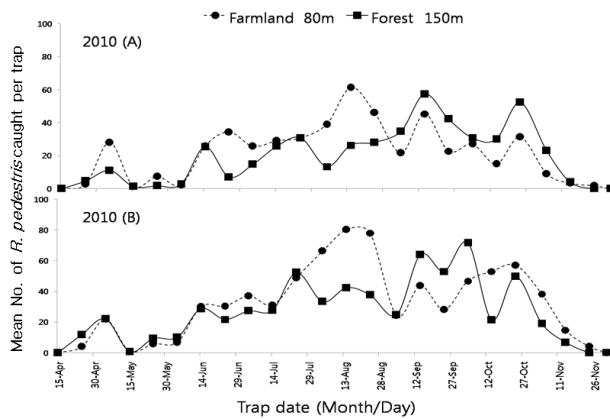


Fig. 4. Number of *Riptortus pedestris* adults caught in (A) aggression pheromone traps and (B) aggression pheromone + soybean traps on farmland and forest at O-Chang, Cheongwon during 2010 and 2011.

도에는 6월, 8월, 9월과 10월 하순에 전체적으로 많은 수의 톱다리개미허리노린재가 포획되었다. 밭과 임야를 비교할 때 4월 발생시기부터 8월 말까지는 임야와 밭지역에서 비슷한 수가 포획되었다. 7-8월에는 밭쪽에 밀도가 증가하였고 이시기에는 주변에 먹이가 풍부하여 멀리 이동을 하지 않아도 되는 것으로 추측된다. 하지만 9월부터는 임야에서 더 많은 수의 성충이 포획되었는데 그 이유는 먹이를 찾아 이동성이 강해지는 것으로 보인다. 그러나 다시, 10월에 밭 주변에서 많이 포획되는데 먹이를 찾아 이동보다는 먹이 주변에 머무르며 월동준비를 하고 서식하는 것으로 판단된다. 다양한 포장조건에 따라 2005년부터 2007년까지 Kumamoto 대두포장에서는 합성페로몬트랩에 톱다리개미허리노린재의 포획을 조사하여 꽃이 피는 시기와 8월 하순과 9월 초에 포획이 많이 된다고 보고하였는데(Endo *et al.*, 2011), 본 실험과도 유사한 결과를 보였으며 이러한 차이가 시기별 이동에 영향을 주는 것으로 판단된다. 2011년에는 5월, 8월, 9월, 10월에 전체적으로 많은 수의 톱다리개미허리노린재가 포획되었다. 하지만 6월부터 8월까지의 강우량의 영향으로 발생이 적어진 것으로 보인다. 2011년에도 9월 중순부터 10월 초순까지 밭보다는 임야에서 톱다리개미허리노린재가 더 많이 포획되는 것을 볼 수 있었다. 전년도와 같이 10월의 전체 포획마리수의 차이가 크지 않아 대부분 이동하지 않고 먹이식물 주변에서 많이 머무르는 것으로 보인다. 다시 말해, 오창 포장은 양성산과는 달리 밭과 임야의 고도 차이가 크지 않고, 거리도 멀지 않아서 톱다리개미허리노린재가 한곳의 포장에서만 많이 포획되지 않고, 밭과 임야의 이동이 빈번한 것으로 판단된다. 현재로서는 9월에 톱다리개미허리노린재가 농경지에서 임야로 이동하는지 정확한 원인을 알 수는 없다. 톱다리개미허리노린재의 이동성을 면밀히 분석하기 위해서는 추후 더 연구가 필요하다.

청주시 주중동 농경지와 임야의 발생밀도

청주시 주중동 시험포장에서도 밭(100 m)과 임야(150 m)로 나누어 트랩을 설치하여 포획 수를 조사하였다(Fig. 5). 2010년도에 페로몬만 단독으로 처리했을 때 포획 마리 수를 비교해 보면 밭과 임야지역에 큰 차이가 없이 비슷한 양상을 보였다. 집합페로몬트랩에서는 밭과 임야에서 청원군 오창포장과 같이 뚜렷한 발생양상을 보이지 않고 오히려 6-7월까지 임야에서 발생밀도가 높았다. 10월에도 발생밀도간 차이를 뚜렷하게 보이지 않고 비슷하였다. 연중 발생회수도 뚜렷하게 구분되지 않아 양성산이나 오창포장과는 다른 경향을 보였다. 이처럼 포장에 따라 다른 차이를 보이는 것은 주변의 먹이확보를 위한 경계가 뚜렷하지 않아서 밀도의 차이가 구분되지 않은 것으로 보이며, 포장환경에 따라 발생밀도간 차이가 크게 달라질 수 있다는 것을 의미한다. 그러나 2010년도의 집합페로몬+대두트랩에서는 6월 중순, 8월 중순, 10월 하순에 많이 발생하였다. 임야에서 4월 발생시기부터 8월 초순까지 밭보다 많은 수의 성충이 포획되었고, 8월 중순부터는 차이가 나지 않고 오히려 밭에서 많은 수가 포획되는 것을 알 수 있었다. 이 또한 양성산이나 청원군 오창포장의 결과와도 다른데, 먹이조건과 지역적 환경에 따라 톱다리개미허리노린재의 발생밀도는 지역과 환경에 의해 영향을 받는 것을 뒷받침하고 있다. 2011년에는 5월 상순부터 6월 중순을 거쳐 8월 하순에는 최고포획 수를 나타내었다(Fig. 5). 전년도에 비하여 다른 양상을 보여주었고, 이는 기온과 강수량의 영향과도 밀접한 관계가 있음을 추측할 수 있다. 특히 8월 상순부터 9월 초순까지는 집합페로몬트랩과 집합페로몬+대두트랩 모두에서 밭에서 임야보다 월등히 많은 톱다리개미허리노린재가 포획되어, 먹이가 풍부한 밭 지역에서 작물의 개화시기점에 톱다리개

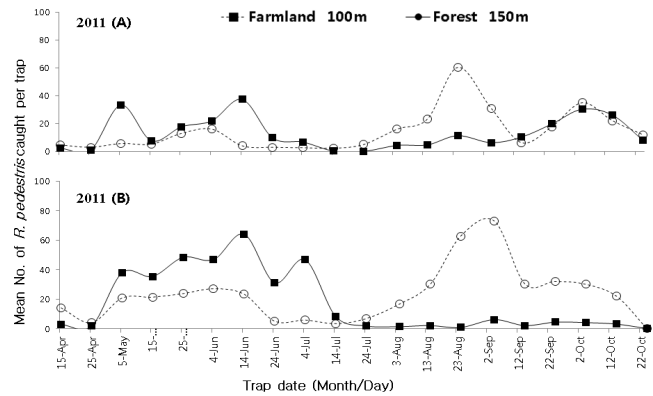
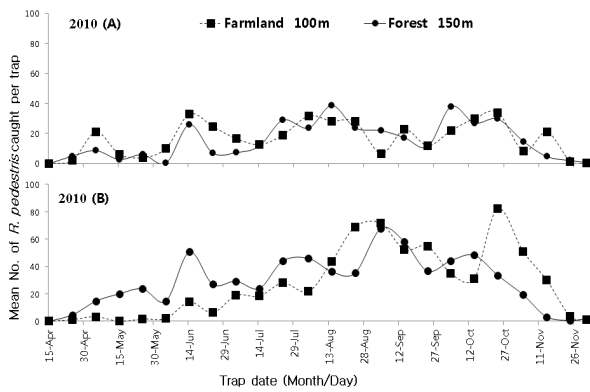


Fig. 5. Number of *Riptortus pedestris* adults caught in (A) aggression pheromone traps and (B) aggression pheromone + soybean traps on farmland and forest at Jujung-dong, Cheongju during 2010 and 2011.

미허리노린재 활동이 많아지고 모여드는 것으로 판단된다 (Borges *et al.*, 2010; Endo *et al.*, 2011).

트랩별 유인력 비교

트랩별로 유인력 차이를 비교해 보았을 때 양성산 A·B 지역 모두 톱다리개미허리노린재 집합페로몬트랩보다 집합페로몬+대두트랩에서 보다 많은 수의 톱다리개미허리노린재가 포획되었다. 양성산 A 지역(2011)에서 6월에는 80, 200, 300 m에서 8월에는 80 m와 200 m 고도에서, 10월에는 80 m의 고도에서 집합페로몬+대두트랩에서 월등히 많은 수의 톱다리개미허리노린재가 포획되었다(Fig. 6). 이와 같은 결과는 양성산 A 지역 뿐만 아니라 B 지역, 청원 오창과 청주 주중동 포장에서도 비슷한 결과를 보였다(data not shown).

본 실험에서는 집합페로몬 외에 대두를 트랩에 추가로 넣어서 유인력을 비교하였는데, 예비실험에서는 콩나물이나 대두만으로는 유인력을 보이지 않았으나 집합페로몬트랩에 대두를 첨가한 결과 유인력이 높아지는 것을 확인하였다. 다만 대두의 개수를 달리하였을 때 유인력이 크게 차이가 나지 않았다. 이러한 결과는 Yasuda *et al.* (2007b)의 결과와도 비슷하였다. 따라서 집합페로몬트랩과 집합페로몬+대두트랩(5알의 대두)을 설치하고 발생밀도를 조사한 결과 집합페로몬+대두트랩에서 포획수가 월등히 높았다. 트랩의 유인력을 높이기 위해 단순히 페로몬트랩만으로 포획하는 것보다 톱다리개미허리노린재의 먹이인 대두를 조금씩 넣어주어도 더 많은 개체수가 잡힘을 알 수 있었다. 즉 페로몬트랩만 사용하는 것보다 유인물질과 함께 사용하는 것이 훨씬 유인력이 높음을 알 수 있었다. 단순히 집합페로몬외에도 보조유인물질로도 유인력을 높일 수 있다고 판단된다.

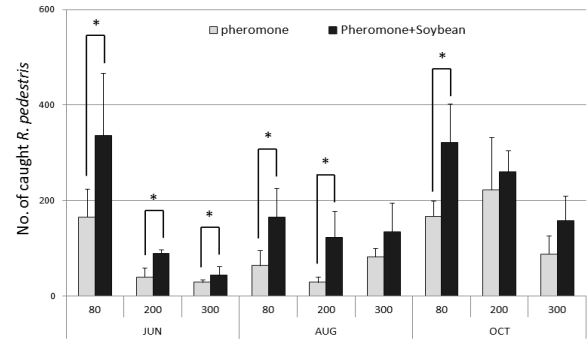


Fig. 6. Comparison of the number of *R. pedestris* adults caught in pheromone and pheromone + soybean traps on Mt. Yangseong at site A (2011) during 3 months (*t*-test, $P < 0.05$).

톱다리개미허리노린재의 포획은 사용하는 트랩과 루어의 종류에 따라 많은 영향을 받는다. Paik *et al.* (2009)은 버섯트랩이나 끈끈이트랩, PETE트랩보다 피쉬트랩을 지상 60m에 설치할 때 성충의 포획력이 가장 효과가 좋았다고 하였다. 또한 스위핑보다 페로몬트랩을 이용하는 것이 훨씬 많이 잡힌다고 보고하였다. 루어의 배합비율에 대해서는 Huh *et al.* (2008)은 집합페로몬 조성비율(E2HZ3H:E2H2H:TI)이 1:1:1(16.7:16.7:16.7 mg/고무격막) 또는 1:1:0.5 비율로 배합한 페로몬이 유인력이 일본의 Kumamoto 계통보다 한국의 진주계통에서 높았다고 보고하였다. Yasuda *et al.* (2007a)은 octadecyl isobutyrate이 집합페로몬의 구성성분으로 상승효과를 갖는 물질일 수 있음을 보고하였다. 이 외에도 집합페로몬의 조합에 따른 유인력실험에 관한 논문은 많이 있다. 유인력에 있어서는 페로몬트랩의 루어가 뛰어나지만 다른 유인물질을 이용한 실험들도 보고되어 있다. Huh *et al.* (2005a)은 갈치, 고등어, 대전어와 같은 물고기물질의 추출물이 수컷성충에 높은 유인력을 있음을 보고하기도 하였다.

양성산 A지역의 월별 포획 수 비교

톱다리개미허리노린재의 주요 발생시기를 보면 2010년 4월, 8월과 10월에 많이 발생하였고 2011년도에는 발생시기가 4월, 8월, 9월과 10월에 많이 발생하여, 4월, 8월, 9월 10월 A지역의 발생밀도를 고도별로 한 달 동안 포획된 성충의 전체마리수를 비교하였다(Fig. 7). 2010년도에는 월동으로부터 깨어나는 시기인 4월에는 고도별로 포획된 마리수가 많지 않았고 고도별로 차이를 보이지 않았다. 그러나 8월의 경우에는 농경지에서 유의성 있게 포획 마리수가 높았지만 200과 300 m의 산림지는 거의 비슷하게 포획되어, 톱다리개미허리노린재는 8월에는 주로 농경지에 많이 발생하고 서식하는 것으로 판단되었다. 10월의 경우에는 8월과는 반대로 300 m의 산림지에서 성충이 많이 포획되었으며, 80과 200 m에서는 300 m 보다 적게 포획되었다 ($P < 0.001$).

2011년도에는 4월에 전년도에 비하여 80 m에서 월등히 많은 개체가 포획되어 200과 300 m와는 차이가 있었으며 200 m와 300 m의 산림지는 거의 비슷하게 포획되었다. 8월에는 농경지에서 포획수가 많았다. 다른 시기에 비하여 큰 차이가 나지 않은 것은 8월초의 기상조건이 포획수에 어느정도 영향을 준 것으로 보인다. 2010년도의 10월 발생이 빨라져 9월에 비슷한 경향을 보이는 것으로 판단되는 바, 9월의 발생밀도는 전년도 10월과 같이 80 m 보다는 300 m에서 더 많은 개체수가 포획되었다. 다

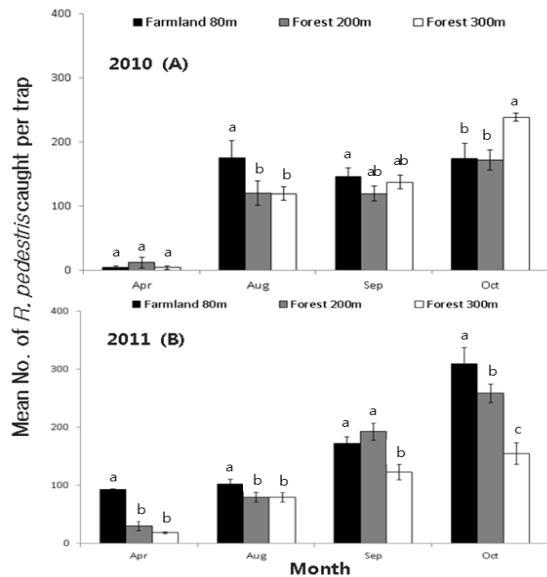


Fig. 7. Number of *Riptortus pedestris* adults caught per aggression pheromone + soybean trap on Mt. Yangseong site A during 2010 (A) and 2011 (B). The investigated areas on Mt. Yangseong were farmlands at 80 m, and forests at 200 and 300 m, respectively (SAS Institute, 2010; $P < 0.001$; ANOVA).

만 전년도와 달리 200 m에서는 80 m와 비슷하지 않고 80 m와 300 m의 중간정도로 나와 이시기에 톱다리개미허리노린재가 산림쪽으로 이동하는 것이 아닌가 하는 추측을 뒷받침하고 있다. 그러나 특이하게도 10월까지 발생밀도를 조사한 결과, 80 m에서 높은 발생밀도를 보였고 300 m와 유의성 있는 차이를 보였다 ($P < 0.001$).

발생시기에 대해서는 3월 하순부터 4월 하순까지 다르게 발생하는 것으로 보인다. 이는 연도별로 환경에 따라서 많이 달라지기 때문이며, 본 실험에서도 2010년도에는 4월 중순에 발생하였지만 2011년도에는 따뜻한 날씨가 일찍 시작되면서 4월 초순에 발생이 시작되어, 발생초기의 시기는 다소 차이가 있었다.

결과적으로 톱다리개미허리노린재는 임야와 경계한 농장 주변에서 밀도가 높았고 고도가 높을수록 밀도가 낮았다. Figs. 2와 3을 참고하여 시기별로 주변으로의 이동의 결과를 유추하여 보면, 톱다리개미허리노린재는 봄에는 산림에서 농경지쪽으로 내려오고 여름에는 주변에서 머물다가 가을에는 먹이 등의 이유로 산림 쪽으로 이동을 하는 것으로 추측되나 대부분은 월동을 위해서 산으로 이동하지 않고 밭 주변이나 주위 낙엽에서도 월동하는 것으로 생각된다(Figs. 2-3).

연도별 발생밀도의 월평균기온과 강우량의 영향

2010년과 2011년 청주지역 월평균기온과 강우량을 비교하여 톱다리개미허리노린재의 연도별 발생밀도의 차이를 분석하였다. 2011년도 6월과 7월의 톱다리개미허리노린재의 밀도가 전년도에 비해 크게 감소하였는데, 평균기온을 봤을 때는 큰 차이가 나지 않은 것으로 보아 기온의 영향은 없는 것으로 생각되지만, 월강우량을 비교했을 때 2011년도 6월부터 8월까지 강우량이 많아 이 때 톱다리개미허리노린재의 이동이 줄어들어 트랩에 들어온 포획수가 떨어진 것으로 추측된다(Fig. 8). 월평균기온의 경우 전년도와 비슷한 경향을 보였지만, 일 최저기온을

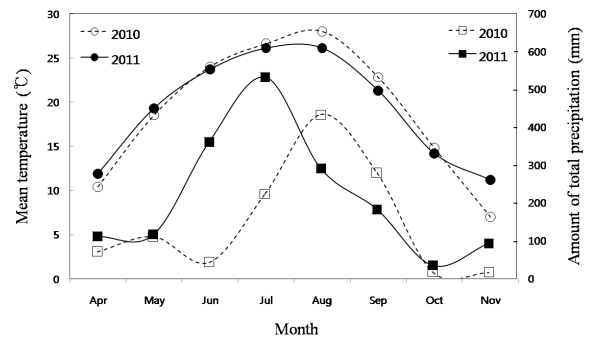


Fig. 8. Climate diagram of Cheongju. Data from the Korea Meteorological Administration (2010 and 2011).

살펴보면 비가 계속되는 날씨 속에 7월 5일에 19.7°C, 8월 24일 19.4°C로 떨어지기도 하였으며, 7월상순과 8월 하순 평균기온이 각각 24.9°C와 25.2°C였음을 비교하면 평균기온과 약 5°C 이상 차이를 보였다. 따라서 강우량과 같이 이상저온 또한 톱다리개미허리노린재의 이동에 영향을 준 것으로 판단된다.

2011년도의 경우 5월에는 평년보다 기온이 높았으나 6월부터 8월 초까지는 비가 많이 내리면서 평균기온보다 낮아 톱다리개미허리노린재의 이동에 영향을 주어 이러한 발생을 보이는 이유인 것으로 생각되며, 그 이후에는 평년기온을 되찾은 기온으로 발생시기와 밀도에 변동을 준 것으로 생각된다.

고도별 이동조사

톱다리개미허리노린재의 고도별 이동을 알아보기 위해 양성산 A·B지역에서 톱다리개미허리노린재 성충 약 500마리를 형광페인트로 표시한 후 방사하였다(Table 1). 300 m에서는 4월 25일, 8월 25일, 10월 4일 각각 500마리씩 형광페인트로 표시한 후 방사하였다. 그 결과 A지역에서는 10일 후에 조사하였을 때에는 트랩에 포획되지 않았고, 20일 후에 조사한 결과 80 m, 300 m 고도에서 1마리씩 포획되었다. B지역에서는 10일 후에는 포획되지 않았고, 20일 후에 200 m 고도에서 1마리가 포획되었다.

Table 1. Recaptured number of marked *Riptortus pedestris* adults at 10 and 20 days after release on Mt. Yangseong in 2011

Day	Altitude (m)	Released <i>R. pedestris</i>	Captured <i>R. pedestris</i>							
			A site				B site			
			10 days		20 days		10 days		20 days	
25th April	300	500	0 ^a	92	1	75	0	148	0	157
	200	-	0	120	0	194	0	223	1	183
	80	-	0	547	1	406	0	496	0	300
25th May	300	-	0	74	0	94	0	114	0	159
	200	500	0	129	0	147	8	197	0	196
	80	-	2	365	0	564	1	183	0	229
17th Jun.	300	-	0	47	0	40	0	115	0	14
	200	-	0	109	0	42	0	155	0	33
	80	500	5	576	0	118	2	221	0	56
4th Aug.	300	-	0	230	0	276	0	131	0	134
	200	500	0	124	0	223	0	44	0	85
	80	-	0	231	0	320	0	42	0	18
15th Aug.	300	-	0	276	0	309	0	134	0	315
	200	-	0	223	0	303	0	85	0	117
	80	500	2	320	0	367	0	18	0	120
25th Aug.	300	500	0	309	0	256	0	315	0	335
	200	-	0	303	0	383	0	117	0	179
	80	-	0	367	0	299	0	120	0	73
13th Sept.	300	-	0	200	0	155	0	280	0	233
	200	-	0	368	0	339	0	260	0	192
	80	500	1	378	0	412	11	199	7	197
23th Sept.	300	-	2	155	0	286	0	233	5	287
	200	500	9	339	0	474	0	192	0	328
	80	-	0	412	0	441	0	197	0	238
4th Oct.	300	500	1	286	0	293	0	287	0	272
	200	-	0	474	0	635	0	328	0	183
	80	-	0	441	0	612	0	238	0	322
14th Oct.	300	-	0	293	1	390	1	272	0	249
	200	-	4	635	0	821	0	183	0	283
	80	500	20	612	4	623	4	322	12	395
25th Oct.	300	-	0	390	0	81	0	249	2	86
	200	500	1	821	0	100	0	283	1	62
	80	-	0	623	0	221	0	395	0	149
8th Nov.	300	500	0	81	0	47	0	86	0	35
	200	-	0	100	0	135	0	62	0	29
	80	-	0	221	0	172	0	149	0	71

^a The number means recaptured number of painted *R. pedestris* among total captured *R. pedestris*.

이 시기에 전체 포획 마리수에서도 80 m에서 많이 잡히는 바, 톱다리개미허리노린재의 성충은 월동에서 깨어나 산의 아래쪽으로 이동을 하는 것으로 추측된다. 8월 25일에 방사한 결과 세 고도에서 형광 페인트로 표시된 성충은 잡히지 않았다. 10월 4일에 방사한 결과 10일 후에 A지역 300 m에서 1마리가 포획되었고 다른 고도에서는 잡히지 않았다. 이 시기에는 방사한 톱다리개미허리노린재가 다른 지역으로 이동하는 것이 아니라 주변에서 머무르며 서식하는 것으로 추측된다.

200 m에서는 5월 25일, 8월 4일, 9월 23일 각각 500마리씩 형광페인트로 표시한 후 방사하였다(Table 1). 5월 25일 방사한 성충은 A지역에서 10일 후에 80 m 고도에서 2마리가 포획되었다. B지역에서는 10일 후에 200 m 고도에서 8마리, 80 m 고도에서 1마리가 포획되었다. 300 m의 고도에서 발견된 성충이 없는 것으로 보아 이 시기에도 톱다리개미허리노린재의 성충이 먹이 탐색 등의 이유로 아래쪽의 밭으로 이동하는 것으로 판단된다. 8월 4일 방사한 성충은 10, 20 일 후에 세 고도에서 한 마리도 잡히지 않았다. 9월 23일 방사한 결과 10일 후에 A지역에서는 200 m에서 9마리, 300 m에서 2마리가 포획되었다. B지역에서는 20일 후에 30 m에서 5마리가 포획되어 이 시기에 점차 산으로 이동하고 있는 것으로 추측된다.

100 m에서는 6월 17일, 8월 15일, 9월 13일, 10월 14일 각각 500마리씩 형광페인트로 표시한 후 방사하였다(Table 1). 6월 17일 방사한 성충은 10일 후에 80 m 고도에서 각각 5, 2마리씩 포획되었다. 200과 300 m의 고도에서는 한 마리도 잡히지 않았고 20일 뒤에도 잡힌 마리수가 없어서 이 시기에는 성충이 아래로 이동 한 후 지속적으로 아래지역에서 머무는 것으로 판단된다. 8월 15일 방사한 성충은 A·B지역 모두 10일 후 80 m 고도에서 2마리씩 포획되었다. 9월 13일 방사한 성충은 10일 후에 A·B지역에서 각각 1마리, 11마리씩 포획되었다. 20일 후에는 B지역에서 7마리가 포획되었다. 10월 14일에 방사한 결과 10일 후에 A지역 200 m에서 4마리, 80 m에서 20마리가 포획되었고, B지역 300 m에서 1마리, 80 m에서 4마리가 포획되었다. 양성산 지역의 톱다리개미허리노린재의 발생밀도와 이동을 추적한 결과 경향치는 비슷하게 나타났으며 특히, 9월에서 10월에 접어들면서 농경지의 먹이부족과 월동준비를 위해 산으로 이동하는 것으로 추측하게 된다.

이상의 결과로 종합해 볼 때 톱다리개미허리노린재 성충은 양성산 지역에서 연중 3-4회 발생을 하고, 환경에 따라서 발생시기 및 발생량의 차이를 보였다. 양성산에서 고도별 이동경로를 파악한 실험에서는 봄(4월-6월)에는 성충이 주로 산에서 농경지로 이동을 하는 반면, 여름(7월-8월)에는 고도별로 이동이 이뤄지지 않았고 해당 고도의 서식지역에서 머무르다가, 가을(9

월 또는 10월 이후)에는 점차 이동을 시작해 산으로 다시 이동을 하여 올라가는 것으로 판단된다. 9월 중순까지 어느 위치든 먹이가 풍부하여 성충의 이동이 크지 않았으나 9월 중순 이후 농경지의 수확으로 인한 먹이 부족과 월동준비를 위해서 서서히 산속으로 이동하는 것으로 생각된다. 하지만 대부분의 성충이 이동하는 수는 많지 않은 것으로 판단되어(Table 1) 밭 주변의 임야에 남아서 월동에 들어가는 것으로 판단된다.

Acknowledgments

본 연구는 농촌진흥청의 ‘톱다리개미허리노린재 발생실태 및 이동경로 추적(Project No.: 20110401-302-556-001-12-01)’의 일부와 교육인적자원부의 BK21 2단계 지원사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

Literature Cited

- Bae, S.D., H.J. Kim, C.G. Park and J.K. Jung. 2004. Comparison of the nymphal development, adult longevity and oviposition of the bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Hemiptera: Alydidae) in fibrous nylon and glasstube. *Kor. J. Appl. Entomol.* 43: 275-279.
- Borges, M., M.C.B. Moraes, M.F. Peixoto, C.S.S. Pires, E.R. Sujii and R.A. Laumann. 2010. Monitoring the neotropical brown stink bug *Euschistus heros*(F.) (Hemiptera: Pentatomidae) with pheromone-baited traps in soybean fields. *J. Appl. Entomol.* 135: 68-80.
- 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 R. Sasaki. 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.* 74(5): 390-394.
- Han, S.C. and K.M. Choi. 1988. Control and major insect pests on soybean in Korea. *RDA Symposium* 3: 153-165.
- Higuchi, H. 1993. Seasonal prevalence of egg parasitoids attacking *Piezodorus hybneri* (Hemiptera: Pentatomidae) on soybeans. *Appl. Entomol. Zool.* 28: 347-352.
- Huh, H.S., J.E. Yun, T. Wada, N. Mizutani and C.G. Park. 2008. Composition of the aggression pheromone components of Korean bean bug and attractiveness of different blends. *Kor. J. Appl. Entomol.* 47(2): 141-147.
- Huh, H.S., K.I. Park, W.D. Seo and C.G. Park. 2005a. Interaction of aggregation pheromone components of the bean bug, *Riptortus clavatus* (Heteroptera: Alydidae). *Appl. Entomol. Zool.* 40: 643-648.
- Huh, H.S., W. Huh, S.D. Bae and C.G. Park. 2005b. Seasonal

- occurrence and ovarian development of bean bug, *Riptortus clavatus*. Kor. J. Appl. Entomol. 44: 199-205.
- 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*. Kor. J. Appl. Entomol. 44: 131-137.
- Jones, W.A. 1988. World review of the parasitoids of the southern green stink bug *Nezara viridula* L. (Heteroptera: Pentatomidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 81: 262-273.
- Kang, C.H., H.S. Huh and C.G. Park. 2003. Review on true bugs infesting tree fruits upland crops and weeds in Korea. Kor. J. Appl. Entomol. 42: 269-277.
- Kono, S. 1989. Analysis of soybean seed injuries caused by species of stink bugs. Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 33(3): 128-133.
- Leal, W.S., Y. Ueda and M. Ono. 1996. Attractant pheromone for male rice bug, *Leptocorisa chinensis*: semiochemicals produced by both male and female. J. Chem. Ecol. 22: 1429-1437.
- Lee, G.H., C.H. Paik, M.Y. Choi, Y.J. Oh, D.H. Kim and S.Y. Na. 2004. Seasonal occurrence, soybean damage and control efficacy of bean bug, *Riptortus clavatus* (Hemiptera: Alydidae) at soybean field in honam province. Kor. J. Appl. Entomol. 43(3): 249-255.
- Lee, J.G., S.S. Hong, J.Y. Kim, K.Y. Park, J.W. Lim and J.H. Lee. 2009. Occurrence of stink bugs and pecky rice damage by stink bugs in paddy fields in Gyeonggi-do, Korea. Kor. J. Appl. Entomol. 48(1): 37-44.
- 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. Kor. J. Appl. Entomol. 41: 233-238.
- Lee, S.G., J.U. Yoo, C.Y. Hwang, B.R. Choi and J.O. Lee. 1997. Effect of temperature on the development of the bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Hemiptera: Alydidae). RDA J. Crop Prot. 39(1): 25-27.
- Leskey, T.C. and H.W. Hogmire. 2005. Monitoring stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae) in mid-Atlantic apple and peach orchards. J. Econ. Entomol. 98(1): 143-153.
- Miles, P.W. 1972. The saliva of Hemiptera. Adv. Insect Physiol. 9: 183-225.
- 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. Annu. Rep. Kanto-Tosan Pl. Proc. Soc. 49: 105-107.
- Paik, C.H., G.H. Lee, Y.J. Oh, C.G. Park, C.Y. Hwang and S.S. Kim. 2009. Pheromone trap type and height for attracting of *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Hemiptera: Alydidae) in Soybean Field. Kor. J. Appl. Entomol. 48(1): 59-65.
- Son, C.K., S.G. Park, Y.H. Hwang and B.S. Choi. 2000. Field occurrence of stink bug and its damage in soybean. Kor. J. Crop Sci. 45: 405-410.
- Witzgall, P. 2001. Occurrence of stink bugs and pecky rice damage by stink bugs in paddy for insect control pheromone for insect control orchards and vineyards. IOBC WPRS Bull. 24: 114-122.
- Yasuda, T., N. Mizutani, N. Endo, T. Fukuda, T. Matsuyama, K. Ito, S. Moriya and R. Sasaki. 2007a. A new component of attractive aggression pheromone in the bean bug, *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Heteroptera: Alydidae). Appl. Entomol. Zool. 42(1): 1-7.
- Yasuda, T., N. Mizutani, Y. Honda, N. Endo, T. Yamaguchi, S. Moriya, T. Fukuda and R. Sasaki. 2007b. A supplemental component of aggression attractant pheromone in the bean bug *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Heteroptera: Alydidae), related to food exploitation. Appl. Entomol. Zool. 42(1): 161-166.