

톱다리개미허리노린재 방제용 페로몬트랩의 효율증대를 위한 끈끈이트랩 활용

박보선 · 조정래 · 심창기 · 윤지영 · 김용욱 · 최호정 · 박종호*

국립농업과학원 유기농업과

Utilization of Sticky Traps to Increase the Efficiency of Pheromone Traps Against *Riptortus clavatus* (Hemiptera: Alydidae)

Bo-Sun Park, Jung-Lae Cho, Chang-Ki Sim, Ji-Yeong Yun, Yong-Uk Kim, Ho-Jeong Choe and Jong-Ho Park*

Organic Agriculture Division, National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, Wanju 55365, Korea

ABSTRACT: The purpose of this study was to investigate the attraction distance range of pheromone traps used in the control of stink bugs, which are a problem in persimmon orchards, and the effects of sticky traps in increasing the efficiency of pheromone traps. Labeled individuals were released and then recaptured on pheromone and sticky traps. *Riptortus clavatus* was attracted to pheromone traps up to 60 m away. The capture rates of *R. clavatus* on sticky traps were 35%, 27%, 34%, 2.9%, and 0.6% after 0, 1, 2, 3, and 4 weeks. To improve clarity, I have added this information from the details shown in the figures. Please check whether you agree. of exposure of the traps to the environment, respectively. Besides, when both pheromone and sticky traps were used at the same time following the release-recapture method, the capture rate of *R. clavatus* was 12 times higher than that by using pheromone traps only.

Key words: Organic pest control, pheromone trap, *Riptortus clavatus*, sticky trap, sweet persimmon

초 록: 단감 과수원에서 문제가 되고 있는 노린재의 방제 목적으로 사용되는 페로몬트랩의 유인거리를 확인하고, 페로몬트랩의 효율을 증가시킬 수 있는 끈끈이트랩의 사용효과에 대하여 알아보려고 수행되었다. 노린재에 마커로 표시한 후 방사하여 페로몬트랩과 끈끈이트랩에 재포획된 개체수를 조사하였다. 그 결과, 페로몬트랩에 톱다리개미허리노린재가 60 m까지 유인되는 것을 확인하였으며, 끈끈이트랩의 포획률은 0주차 35%, 1주에서 27%, 2주에서 34%, 3주에서 2.9%, 4주에서 0.6%로, 3주 이후부터 급격히 낮아지는 것을 확인하였다. 페로몬트랩과 끈끈이트랩을 동시에 사용한 경우가 페로몬트랩만 단일로 사용한 경우보다 약 12배 높은 포획률을 보였다.

검색어: 톱다리개미허리노린재, 페로몬트랩, 끈끈이트랩, 유기농 해충관리, 단감

우리나라 감 재배면적(단감 포함)은 1990년대부터 2010년까지 꾸준히 증가하는 반면, 단감의 재배 면적은 90년대 후반부터 꾸준히 감소하여 2008년 16,259 ha 였던 면적이 2018년 9,108 ha까지 44%가 감소하였다(KOSIS, 1990-2018). 농가에서는 병과 기상요인으로 인해 단감의 수량 감소가 많으며, 병해충 방제 비용과 지식부족으로 인해 방제에 어려움을 호소하고 있다(Lee et al., 2001).

톱다리개미허리노린재(*Riptortus clavatus*)는 2000년 이전에는 크게 문제가 되지 않았지만, 2000년 이후에는 콩과 단감을 포함한 넓은 기주 범위로 인하여 여러 과수에서도 피해가 증가하여 농가 주요 해충이 되었다(Lee et al., 2015). 특히 유기농 단감 농가에서 토양 개량을 위하여 식재하는 헤리베치 및 자운영 등의 콩과 식물에서 발생한 톱다리개미허리노린재가 단감을 흡즙하여 큰 피해를 주고 있다(Seo et al., 2011). 관행 농가에서 철저히 방제를 하더라도 수확기에 11% 정도의 피해가 발생하고, 방제를 소홀히 하는 농가에서는 34%의 피해가 발생하며(Kim et al., 2005), 화학농약을 사용하지 않는 유기농 농가에

*Corresponding author: jhpark75@korea.kr

Received April 28 2020; Revised June 18 2020

Accepted August 26 2020

서 피해가 더 클 것으로 예상된다.

톱다리개미허리노린재는 이동성이 강하여 약제 살포 시 인근 포장이나 주변 잡초로 이동하여 방제가 매우 어려운 해충 중 하나이다(Lee et al., 2004; Paik et al., 2009). 현재 유기농 농가에서 쓰이는 톱다리개미허리노린재의 방제법으로는 집합페로몬이나, 생선부산물 등을 이용하여 노린재를 유인하는 방법(Huh et al., 2005a)이 대부분이다. 하지만, 상용화된 톱다리개미허리노린재 페로몬의 유인거리에 대한 연구 보고가 없기 때문에(Park et al., 2012), 페로몬트랩의 적정사용량이나 설치 간격이 농가마다 다르고 정해진 매뉴얼 또한 존재하지 않아, 잘못된 트랩 사용으로 인한 페로몬의 과잉 유인효과로 인해 트랩 주변부 노린재 밀도가 높아지는 부작용을 초래하는 등 어려움을 겪고 있다.

국내 단감연구로는 피해와 방제, 유아등을 통한 발생시기 조사(Chung et al., 1995; Lee et al., 2002), 접종시기와 밀도에 따른 노린재류의 단감 피해과율(Lee et al., 2009), 집합페로몬 트랩을 이용한 유인거리 및 피해경감효과(Park et al., 2012), 톱다리개미허리노린재의 발생밀도 변동과 이동(Shin et al., 2012) 등이 수행되어 왔지만, 아직 많은 작물에서 톱다리개미허리노린재의 페로몬 등을 통한 예찰 및 천적조사 등을 통한 방제법 개발에 대한 연구가 절실하며, 이를 바탕으로 한 친환경적 관리법의 확립이 되어야 한다(Lee et al., 2004).

페로몬 트랩의 효과를 증대시키기 위한 방법으로 끈끈이트랩 병행 사용이 추천되고 있지만 과학적으로 검증되지 않았기 때문에, 본 연구에서는 노린재에 알맞은 끈끈이트랩을 선정하고 페로몬트랩의 유인거리를 확인하였다. 최종적으로 페로몬 트랩과 끈끈이트랩 복합사용 시 나타나는 효율과 효과를 확인하여 끈끈이트랩이 페로몬트랩의 포획률을 증가시킴을 증명하였다.

재료 및 방법

톱다리개미허리노린재의 사육

시험에 이용한 톱다리개미허리노린재 사육을 위하여 16L:8D, 온도 $25 \pm 1^\circ\text{C}$, 습도 $60 \pm 10\%$ 의 사육실 조건에서 콩, 땅콩 그리고 물을 먹이로 사육통에서 사육하였으며(Huh et al., 2008; Park et al., 2012), 개체의 유전적 다양성을 위하여 야외 채집 개체들과 주기적으로 교잡하여 누대사육 하였다.

끈끈이트랩 선정

노린재 포획에 알맞은 트랩을 선정하기 위하여, 온실가루이

및 초파리 방제에 사용되는 황색끈끈이트랩(썬그린아그로텍)과 노린재를 포함한 중형 및 대형 곤충 방제에 사용되는 갈색끈끈이롤트랩 A와 타사 제품인 갈색끈끈이롤트랩 B를 각각 비교하였다(A, B사 동일 규격; 끈끈이 성분 및 가공법 비공개). 실험은 망사케이지($90 \times 90 \times 60 \text{ cm}$) 안에서 이루어졌으며, 끈끈이트랩을 일정한 크기($15 \times 10 \text{ cm}$)로 재단하여 망사케이지 한쪽 벽면에 Fig. 1 (left)과 같이 순서를 달리하여 부착하였다. 케이지 안에는 노린재의 먹이(물+땅콩+콩)를 넣어 주었으며, 끈끈이트랩으로 노린재 성충이 유인이 될 수 있도록 톱다리개미허리노린재 집합페로몬을 부착하였다. 집합페로몬은 썬그린아그로텍에서 판매하는 제품((E)-2-hexenyl (Z)-3-hexenoate 5.5%, (E)-2-hexenyl (Z)-2-hexenoate 27.6%, Myristyl isobutyrate 38.7%, Octadecyl isobutyrate 14.3%)을 사용하였다. 실험 준비가 된 케이지에 건강한 톱다리개미허리노린재 성충 50마리를 암·수 무작위로 넣어주었으며, 끈끈이트랩의 순서를 바꾸어 가며(황-갈A-갈B, 갈A-황-갈B, 갈B-갈A-황) 3반복 실험을 수행하였다.

끈끈이트랩 유효일수 측정

선발된 끈끈이트랩의 접착효과와 지속기간을 알아보기 위하여 실내 검정 실험을 실시하였다. 끈끈이트랩 선정 실험에서 선발된 끈끈이트랩을 일정한 크기($10 \times 15 \text{ cm}$)로 재단하여 0주(2019년 3월 26일)에서 8주(2019년 5월 21일)동안 1주일 간격으로 야외에 노출시켰다. 실험은 망사케이지($90 \times 90 \times 90 \text{ cm}$) 안에서 이루어 졌으며, 야외에 노출시킨 끈끈이트랩을 한쪽 벽면에 Fig. 1 (right)과 같이 부착하였다. 케이지 안에는 노린재가 생존할 수 있는 조건(물+땅콩+콩)을 만들어 주었으며, 끈끈이트랩으로 노린재가 유인될 수 있도록 집합페로몬 루어를 부착하였다. 실험준비가 완료된 후, 건강한 톱다리개미허리노린재 성충 50마리를 방사하였으며 1주일 후, 50마리를 추가로 방사하였다. 실험의 오차를 줄이기 위하여, 끈끈이트랩들의 순서를 달리하여(Fig. 1 (right)) 3반복 실험을 실시하였으며, 실험은 총 2주 동안 진행하였다.

페로몬트랩의 유인거리 확인

페로몬트랩에 사용된 톱다리개미허리노린재 페로몬루어의 유인거리를 확인하기 위하여 방사-재포획 실험을 실시하였다. 페로몬트랩은 2013년 농촌진흥청에서 개발한 로켓트랩(썬그린아그로텍)을 사용하였다. 실험은 장애물이 없는 편평한 지형으로 전북 전주시 농생명로 310에 위치한 국립농업과학원

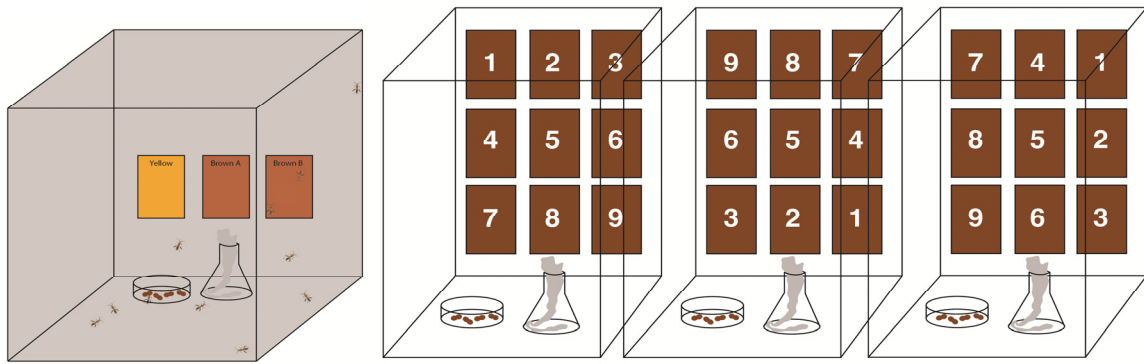


Fig. 1. Sticky trap effect by manufacturer (Left), Sticky trap effect by outdoor exposure period (Right).

농업공학부 수행시험장 잔디밭에서 2020년 6월 2일부터 6월 14일까지 2주간 수행하였다. 잔디밭에 페로몬트랩을 설치한 후, 페로몬트랩을 기준으로 동쪽, 서쪽, 북쪽에 각각 플라스틱 패널과 갈색틀트랩으로 제작한 끈끈이트랩을 설치하였다. 실험에서는 거리별로 톱다리개미허리노린재 성충을 30마리씩 총 150마리를 방사하였는데, 방사 전 소순판에 각기 다른 색(5 m: 빨간색, 10 m: 보라색, 20 m: 노란색, 40 m: 파란색, 100 m: 은색)으로 페인트마커를 이용하여 표지 하였다(Fig. 2). 방사 후 15일 동안 3일 간격으로, 페로몬트랩과 끈끈이트랩에 포획이 되는 개체수를 조사하였다.

끈끈이트랩 사용에 따른 페로몬트랩의 영향

끈끈이트랩의 사용이 페로몬트랩에 미치는 영향을 알아보기 위하여, 페로몬트랩 단일구와 페로몬트랩과 끈끈이트랩을 병행하여 사용한 구에서의 방사-재포획 실험을 수행하였다. 페로몬트랩의 유효거리 확인 실험의 결과를 바탕으로, 페로몬트랩이 주변 40 m까지 유인한다는 가정하에 서로 영향이 받지 않도록 기준점으로부터 각 50 m씩 떨어진 곳에서 실험을 진행하였으며, 거리 별로 표지를 달리한 노린재를 각 100마리씩 총 800마리를 방사하여 재포획실험을 진행하였다. 실험은 전북 완주군 이서면 금평리 785에 위치한 국립농업과학원 잔디축구장에서 2020년 8월 8일부터 8월 22일까지 2주간 수행하였다. 100 m 양쪽 끝이 마주 보는 지점을 실험지점으로 설정하고 한 지점에는 페로몬 트랩만 설치하고 맞은 편에는 페로몬트랩을 기준으로 동쪽, 서쪽, 북쪽 1 m이내의 거리에 갈색끈끈이틀트랩과 플라스틱 패널로 제작한 끈끈이트랩을 설치하였다. 톱다리개미허리노린재의 소순판에 각기 다른 색의 페인트마커로 100마리씩 표지하여 대조구(페로몬 단일처리)를 기준으로 4지점(5 m: 보라, 10 m: 은색, 20 m: 금색, 40 m: 검정), 실험구(페

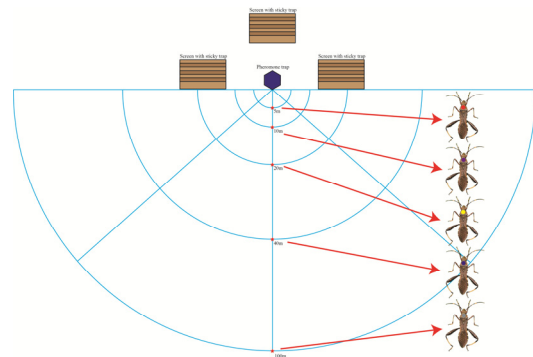


Fig. 2. Attraction effect of pheromone by distance: Release point (5 m, 10 m, 20 m, 40 m, 100 m) of marked *R. clavatus* adults and location of recapture pheromone trap (blue hexagon) and sticky traps (brown rectangular).

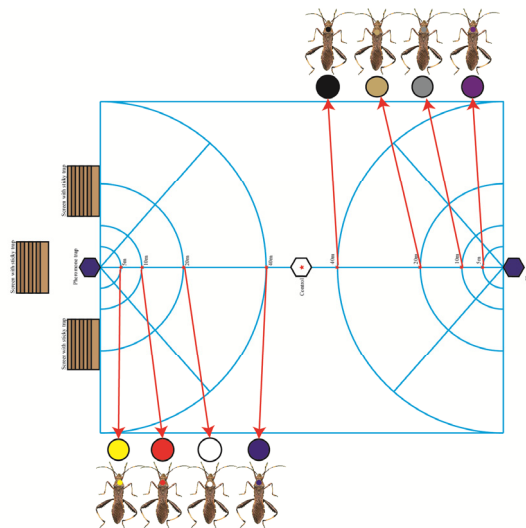


Fig. 3. Efficiency of Pheromone trap only and Pheromone trap+Sticky traps: Release point (Control 5 m, C. 10m, C. 20 m, C. 40 m, Experimental 5m, E. 10m, E. 20 m, E. 40m) of marked *R. clavatus* adults and location of recapture pheromone trap (blue hexagon), sticky traps (brown rectangular), and Control (without pheromone, central white hexagon).

로몬+끈끈이 처리)를 기준으로 4지점(5 m: 노랑, 10 m: 빨강, 20 m: 흰색, 40 m: 파랑) 총 8지점(Fig. 3)에 방사하였다. 방사 후 15일 동안, 각 트랩에 포획이 되는 개체수를 조사하였다.

통계 분석

끈끈이트랩 선정 및 유효일수 측정은 SAS (SAS Institute, version 0.9) 프로그램을 이용하여 분산분석을 하고, Tukey HSD ($\alpha = 0.05$)를 이용하여 평균간 유의성을 검정하였고, 끈끈이트랩 사용에 따른 페로몬트랩의 영향은 직선회귀분석(Linear Regression Analysis)을 이용하여 페로몬트랩과 거리 간의 상관관계를 검정하였다.

결과

끈끈이트랩 선정

망사케이지(90 × 90 × 60 cm) 하나 당 50마리의 톱다리개미허리노린재를 투입하여 끈끈이트랩에 포획된 개체는 전체의

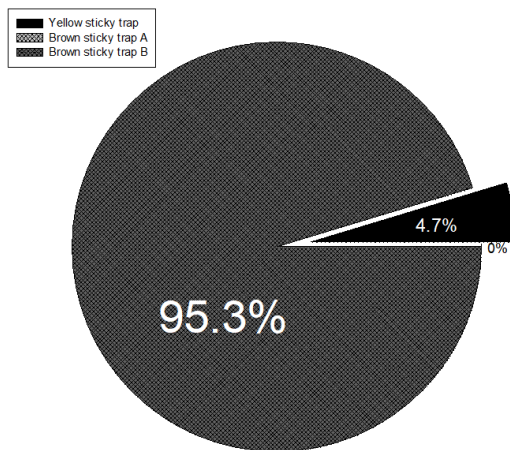


Fig. 4. Captured ratio of *R. clavatus* at manufactured sticky traps. Yellow sticky trap 4.7%, Brown sticky trap A 0%, Brown sticky trap B 95.3%.

약 30%였으며, 이들 중 95.3%가 갈색끈끈이롤트랩B에 포획된 것을 확인하였다(Fig. 4). 황색끈끈이트랩이나 갈색끈끈이롤트랩A의 경우, 톱다리개미허리노린재가 부착이 되었다가 스스로 걸어나가는 모습을 실험 과정에서 확인하였다. 각 트랩의 톱다리개미허리노린재 포획력을 비교한 결과, 다른 트랩들에 비해 갈색끈끈이롤트랩B가 우수한 것으로 확인되었다(Table. 1). 이를 통하여, 노린재포획 실험에 가장 적합한 트랩은 갈색끈끈이롤트랩B로 선정되었다.

끈끈이트랩 유효일수 측정

끈끈이트랩 선정 실험에서 선정된 갈색끈끈이롤트랩의 점착력의 유효기간을 알아본 결과, 갈색끈끈이롤트랩의 배치순서에 따른 차이는 나타나지 않았으며, 전체 집중수 100마리 중 평균 56%가 포획되었고, 이들의 평균 97%가 0, 1, 2주차 트랩에서 확인되었다(Fig. 5). 트랩 별로는 0주차에 35%, 0-1주에서 27%, 1-2주에서 34%, 2-3주에서 2.9%, 3-4주에서 0.6%의 개체가 포획되었다. 즉 0-2주차까지 포획 효과가 나타나지만, 3주로 넘어가면서부터 급격하게 효과가 줄어들어 통계적으로 유의한 차이를 보였다($P < 0.05$).

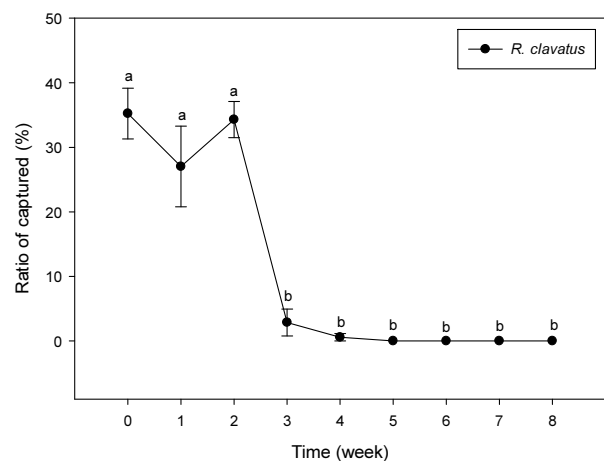


Fig. 5. Brown sticky roll trap effect by exposure period. (Tukey's Studentized Range (HSD), $P < 0.05$; SAS (2011)).

Table 1. Captured numbers of *R. clavatus* in manufactured sticky traps (Mean ± S.E.).

Traps	Total number (rep)	Day1	Day7	Day14
Yellow-sticky trap		0.7 ± 0.34 b	0.7 ± 0.34 b	0.7 ± 0.34 b
Brown-sticky roll trap A	50 (3)	0 ± 0 b	0 ± 0 b	0 ± 0 b
Brown-sticky roll trap B		4.3 ± 0.44 a	9.7 ± 0.6 a	14.3 ± 0.88 a

Values followed by the same letter within a column are not significantly different ($P < 0.05$, Tukey's Test).

페로몬트랩의 유인거리 확인

방사-재포획 방법을 통하여 페로몬트랩의 유효거리를 알아보기 위한 실험을 수행하였다. 그 결과, 방사된 150마리의 톱다리개미허리노린재 중, 전체의 6%가 재포획 되었으며 트랩과 40 m 떨어진 거리에서도 유인이 되는 것을 확인하였으며, 오히려 5 m 거리에서 방사한 개체들이 포획되지 않았다(Fig. 6). 페로몬트랩의 포획률을 알아보기 위해 페로몬트랩을 기준으로 왼쪽, 오른쪽, 그리고 뒤쪽 1 m 이내에 끈끈이트랩을 설치하였는데, 방사된 800마리의 톱다리개미허리노린재 중, 포획 개체 중 페로몬트랩 안으로 들어오는 개체는 10%에 불과하였으며, 나머지 90%가 끈끈이트랩에서 포획되는 것을 확인하였다(Fig. 7).

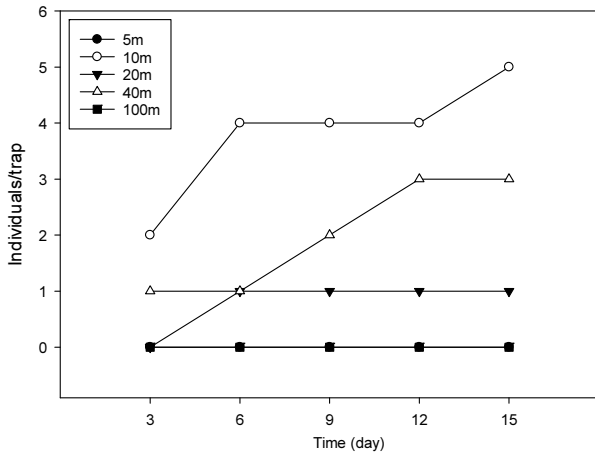


Fig. 6. Fluctuation of recaptured numbers of adult *R. clavatus* in aggregation pheromone traps different by distance on grass field.

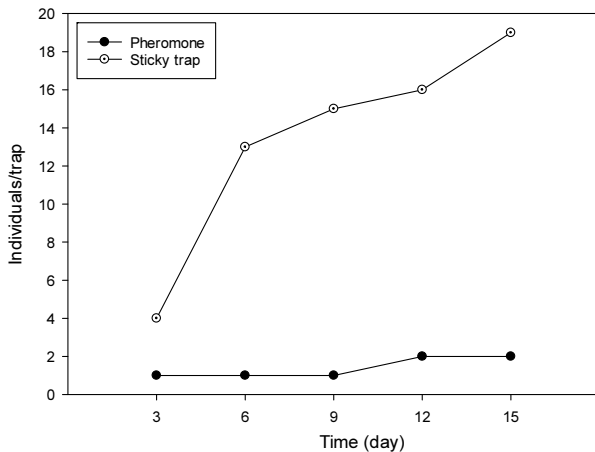


Fig. 7. Fluctuation of recaptured numbers of adult *R. clavatus* in aggregation pheromone traps and Sticky traps on grass field.

끈끈이트랩 사용에 따른 페로몬트랩의 영향

거리별로는 페로몬트랩 단일구에서는 최대 20 m 거리까지, 페로몬과 끈끈이트랩 복합 사용구에서는 최대 60 m 떨어진 거리까지 유인되는 것을 확인하였다(Fig. 8 (up)). 페로몬트랩과 끈끈이트랩에 재포획 된 톱다리개미허리노린재는 전체 방사 개체의 8.4% 였으며, 이들의 포획 비율은 페로몬트랩과 끈끈이트랩을 함께 사용하였을 때가 페로몬트랩만 단일로 사용한 것보다 12배 높게 포획이 되는 것을 확인하였다(Fig. 8 (up)), 표지가 되지 않은 톱다리개미허리노린재를 포함하였을 경우에는 페로몬트랩과 끈끈이트랩을 같이 사용하였을 때가 페로몬트랩만 단일로 사용한 것보다 3.5배 높게 나타났다(Fig. 8 (down)). 트랩처리에 따른 거리별 포획력에 대한 감소 직선회귀분석 결과, 회귀 신뢰도를 표현하는 r^2 값이 페로몬트랩 단일 처리구에

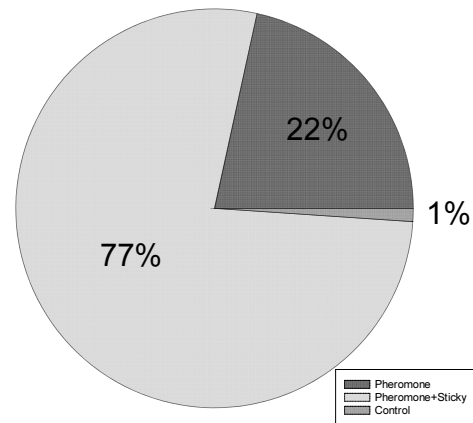
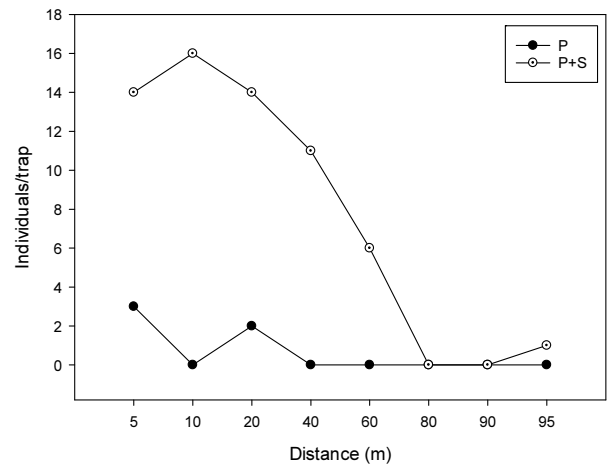


Fig. 8. The relationship between using of sticky trap and total captured numbers of adult *R. clavatus* by distance in grass field (P: Pheromone, P+S: Pheromone + Sticky trap) (up); ratio of the recaptured stink bugs by trap treatment (Pheromone 22%, Pheromone + Sticky trap 77%, Control 0%) (down).

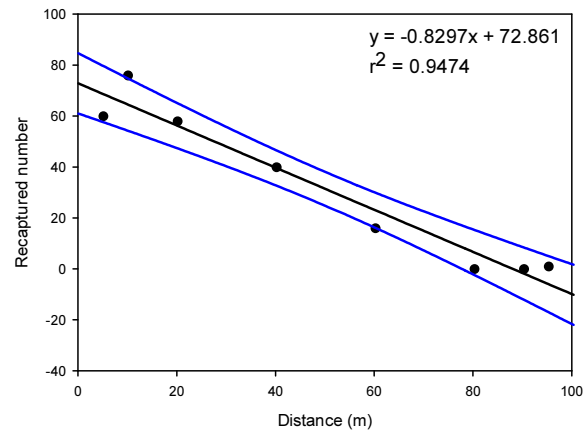
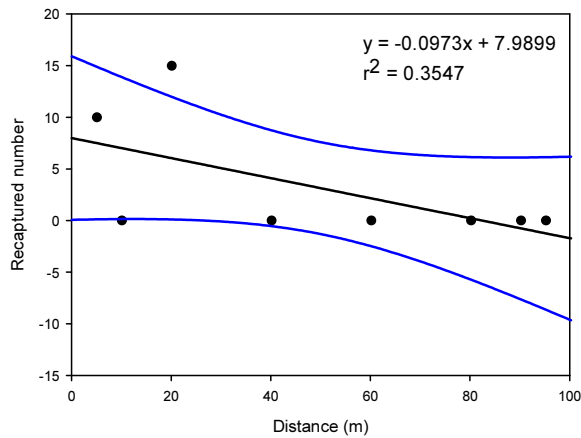


Fig. 9. Comparison of the r^2 values of the pheromone trap single treatment (Left) and the sticky trap composite treatment (Right) in the linear regression analysis.

서 0.3547로 나왔으나(Fig. 9 (left)), 페로몬+끈끈이트랩 복합 처리구에서는 r^2 값이 0.9474로 높게 나타났다(Fig. 9 (right)).

고찰

단감농가에서 노린재 방제를 위하여 페로몬트랩을 사용할 때, 직접적인 노린재 방제 효과보다는 오히려 트랩 주변부에서의 조기낙과 등의 피해가 심해지는 것 같다는 의견들이 제기되어 왔지만, 이에 대한 과학적 검증이 제대로 이루어진 바 없었다.

노린재 방사-재포획 실험을 통하여 확인한 결과, 방사된 톱다리개미허리노린재 중에서 6%가 재포획 되었는데, 이들 중 10%(전체의 0.6%)만이 페로몬트랩 안에서 포획이 되었고, 나머지 90%(전체의 5.4%)가 트랩 주변 1m 이내에 설치한 끈끈이트랩에 포획이 되는 것을 확인하였다(Fig. 7). 페로몬트랩 단일 사용과 페로몬트랩과 끈끈이트랩 복합사용을 분리하여 방사-재포획 실험을 하였을 경우에도, 페로몬트랩과 끈끈이트랩을 복합 사용하였을 경우가 단일 사용 보다 약 12배 높게 포획되는 것을 확인하였다(Fig. 8(up)). 이를 통하여 페로몬루어의 유인력에 비해 기존 노린재트랩의 직접적인 포획효과가 낮아 방제 효율이 떨어지고, 이로 인해 트랩 주변 농작물의 피해를 오히려 가중시키는 문제가 발생할 가능성이 있다는 것을 확인하였다.

효과적인 페로몬트랩의 사용을 위하여 끈끈이트랩의 병행 사용이 소수의 전문가들에 의해 권장되고 있지만, 이에 대한 과학적 근거가 존재하지 않았다. 또한 McBrien and Millar (1999)는 몸집이 큰 노린재는 끈끈이트랩에서 탈출할 수 있기 때문에 끈끈이트랩이 비효율적이라는 주장한 바 있다. 따라서 우리는 방제하고자 하는 노린재에 알맞은 끈끈이트랩을 선정하고 그

에 대한 효과를 확인해 볼 필요가 있었다. 끈끈이트랩은 시중에서 노린재 퇴치용으로 판매가 되고 있는 제품들을 실험대상으로 하였다. 그 결과, B사에서 판매하는 갈색끈끈이트랩에서 포획되는 톱다리개미허리노린재의 개체수가 전체의 90% 이상으로 높은 효과를 나타내며 시험에 사용한 끈끈이트랩 중에서는 가장 효과가 좋은 것으로 확인되었다(Table. 1). 다만, 끈끈이트랩의 특성상 설치 및 제거가 용이하지 않아서 트랩을 다루는데 어려움을 겪었으며, 트랩의 색상에 따른 노린재의 유인 반응 및 시제품이 아닌 끈끈이의 점도와 조성에 따른 끈끈이트랩의 효과 등에 대한 추가적인 연구가 필요하다고 판단된다. 끈끈이트랩의 유효기간은 실험수행 기간이었던 2주간의 노출된 시간을 고려하여 4주까지 효과가 있다고 나타나, 끈끈이트랩을 사용하기 위해서는 2-4주 간격으로 트랩을 교체해 주는 것이 가장 효과적이며 최대 4주를 넘지 않도록 하는 것이 바람직할 것으로 사료된다. 위의 결과를 종합하면 끈끈이트랩의 교체 기간이 길지 않고 다루기가 쉽지 않은 만큼 끈끈이트랩의 활용 방법이나 특성에 따른 문제점 개선에 많은 노력이 필요할 것으로 판단된다.

국내에서 상용화된 톱다리개미허리노린재 집합페로몬의 유인거리에 대해서는 2012년 이전까지는 연구 보고가 없었지만, Park et al. (2012)에 의해 표식-재포획법에 의한 연구가 수행되었다. 실험은 방사지점을 기준으로 거리 및 방위 별로 페로몬트랩을 설치하고 방사지점에 단일 색상으로 표시한 노린재를 방사하는 방식으로 이루어졌으나, 이는 페로몬트랩 간의 영향이나 유인거리를 정확하게 알기 어렵다고 판단하여 본 실험에서는 페로몬트랩을 기준으로 색상을 서로 다르게 표시한 노린재를 거리 별로 방사하여 가운데 페로몬트랩으로 유인 및 재포획

하는 실험을 수행하였다. 그 결과, 표지 한 톱다리개미허리노린재는 최대 60 m까지 유인이 되는 것을 확인하였다. 기존 논문에서는 페로몬트랩 간의 설치 간격을 13 m (Huh et al., 2005b; 2008), 15 m 이상(Huh et al., 2005b; Paik et al., 2009; Shin et al., 2012), 30 m 이상(Lee et al., 2002) 등 임의로 설정한 거리에 따라 실험들이 진행되었다. 방제를 목적으로 페로몬트랩을 설치한다면 트랩간의 영향권이 겹치는 부분에서 설치를 할 수 있겠지만, 페로몬 간의 영향이 나타나지 않으려면 최대 60 m까지 간격을 두어야 한다는 것을 본 실험을 통하여 알 수 있었다.

앞선 결과들을 종합하여 페로몬트랩의 포획력을 높일 수 있는 방안으로 끈끈이트랩을 병행하여 사용한 실험을 수행하였으며, 그 결과 페로몬트랩과 끈끈이트랩을 복합처리 하였을 경우 페로몬트랩을 단일 처리하였을 때보다 350% 높은 포획효과를 보이는 것을 확인하였다(Fig. 8(down)).

트랩의 거리에 따른 톱다리개미허리노린재의 포획수를 확인하기 위한 직선회귀분석 결과, 페로몬트랩 단일처리($r^2 = 0.3547$) 보다 페로몬트랩+끈끈이트랩 복합처리($r^2 = 0.9474$)에서 높은 정확도를 나타냈다는 것은(Fig. 9) 페로몬트랩이 근방에 유인하는 효과는 있으나, 직접적인 포획효과가 떨어지며 이는 페로몬트랩의 유효거리 확인실험에서 페로몬트랩 단일처리 5 m 거리에서 방사한 개체들이 전혀 포획되지 않았다는 점 또한 설명하고 있다.

따라서 톱다리개미허리노린재의 방제를 위해서는 페로몬트랩을 단일 사용하기 보다는 페로몬트랩과 끈끈이트랩을 동시에 사용하는 것이 거리에 따른 톱다리개미허리노린재 포획에 더 적합하며, 작물에 피해 또한 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

끈끈이트랩의 제조사 및 종류에 따라서 그 효과가 통계적으로 유의한 차이를 보였기 때문에 알맞은 제조사의 트랩을 사용하고 끈끈이트랩이 가지고 있는 단점들의 개선 및 설치 방법에 대한 추가 연구가 이루어진다면, 현장에서 유용하게 활용될 수 있을 것 이라고 생각된다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 아젠다 연구과제(PJ013450)를 수행하는 과정에서 얻은 결과를 바탕으로 작성되었다.

저자 직책 & 역할

박보선: 국립농업과학원 연구원; 시험설계 및 논문작성
 김용욱: 국립농업과학원 연구원; 실험수행
 최호정: 국립농업과학원 연구원; 실험수행

심창기: 국립농업과학원 농업연구사; 자료 분석 검토

윤지영: 국립농업과학원 농업연구사; 자료 분석 검토

조정래: 국립농업과학원 농업연구관; 시험설계 및 결과자료 검토

박종호: 시험설계 및 논문 교정

모든 저자는 원고를 읽고 투고에 동의하였음.

Literature Cited

- Chung, B.K., Kang, S.W., Kwon, J.H., 1995. Damages, occurrences and control of hemipterous insects in non-astringent persimmon orchards. *RDA. J. Agric. Sci.* 37, 376-382.
- Huh, H.S., Huh, W., Bae, S.D., Park, C.G., 2005a. Seasonal occurrence and ovarian development of bean bug, *Riptortus clavatus*. *Korean J. Appl. Entomol.* 44, 199-205.
- Huh, H.S., Park, K.I., Seo, W.D., Park, C.G., 2005b. Interaction of aggregation pheromone components of the bean bug, *Riptortus clavatus* (Hemiptera: Alydidae). *Appl. Entomol. Zool.* 40, 643-648.
- Huh, H.S., Yun, J.E., Takashi, W., 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.
- Kim, Y.S., Choo, H.Y., Park, C.G., Lee, D.W., 2005. Analysis of pesticide residues on sweet persimmon harvested from systemized orchards for exporting to USA. *Korean J. Pestic. Sci.* 9, 166-172.
- KOSIS., 1990-2018. Korean Statistical Information Service, <http://kosis.kr> (accessed on 30 December, 2019).
- Lee, D.W., Lee, G.C., Lee, S.W., Park, C.G., Choo, H.Y., Shin, C.H., 2001. Survey on pest management practice and scheme of increasing income in sweet persimmon farms in Korea. *Korean J. Pestic. Sci.* 5, 45-49.
- 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. *Korean J. Appl. Entomol.* 43, 249-255.
- Lee, H.S., Chung, B.K., Kim, T.S., Kwon, J.H., Song, W.D., Rho, C.W., 2009. Damage of sweet persimmon fruit by the inoculation date and number of stinky bugs, *Riptortus clavatus*, *Halyomorpha halys* and *Plautia stali*. *Korean J. Appl. Entomol.* 48, 485-491.
- Lee, K.C., Kang, C.H., Lee, D.W., Lee, S.M., Park, C.G., Choo, H.Y., 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.
- Lee, S.Y., Yoon, C.M., Do, Y.S., Lee, D.H., Lee, J.S., Choi, K.H., 2015. Evaluation of insecticidal activity of pesticides against hemipteran pests on apple orchard. *Korean J. Pestic. Sci.* 19,

-
- 264-271.
- McBrien, H.L., Millar, J.G., 1999. Phytophagous bugs, In Hardie, J. and Minks, A.K. (eds.) Pheromones of non-lepidopteran insects associated with agricultural plants. CABI Publishing, Wallingford, UK. pp.277-304.
- Paik, C.H., Lee, G.H., Oh, Y.J., Park, C.G., Hwang, C.Y., Kim, S.S., 2009. Pheromone trap type and height for attracting of *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Hemiptera: Alydidae) in soybean field. Korean J. Appl. Entomol. 48, 59-65.
- 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. Korean J. Appl. Entomol. 51, 411-419.
- Seo, M.J., Kwon, H.R., Yoon, K.S., Kang, M.A., Park, M.W., Jo, S.H., Shin, H.S., Kim, S.H., Knag, 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.
- Shin, Y.H., Yun, S.H., Park, Y.U., An, J.J., Yoon, C., Youn, Y.N., Youn, G.H. Kim., 2012. Seasonal fluctuation of *Riptortus pedestris* (Hemiptera: Alydidae) in Chungbuk Province. Kor. J. Appl. Entomol. 51, 99-109.