自動計数機能付き昆虫誘殺装置を用いたホソヘリカメムシの誘殺消長

田渕 研^{1,2,*†}・守屋 成一¹・水谷 信夫¹・伊藤 健二^{1,‡}

¹ 中央農業総合研究センター害虫生態研究室

² 千葉大学園芸学部応用動物昆虫学研究室

Recording the Occurrence of the Bean Bug *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Heteroptera: Alydidae) Using an Automatic Counting Trap. Ken TABUCHI,^{1,2,*††} Seiichi MORIYA,¹ Nobuo MIZUTANI¹ and Kenji ITO^{1,‡‡} ¹Insect Ecology Laboratory, National Agricultural Research Center; 3-1-1 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8666, Japan. ²Laboratory of Applied Entomology and Zoology, Faculty of Horticulture, Chiba University; 648 Matsudo, Chiba 271-8510, Japan. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 50: 123-129 (2006)

Abstract: To save labor for monitoring the occurrence of the bean bug *Riptortus clavatus* (Thunberg), we used automatic counting traps baited with synthetic attractants from July to December, 2004. This automatic counting trap utilizes a solar battery to work continuously and sends data automatically via a built-in mobile phone. The occurrence of the bugs was also monitored by three water-pan traps. The number of bugs counted automatically and the actual number of catches in the automatic counting trap were not always consistent. One of the reasons for this inconsistency might be due to that the current automatic counting trap could not eject clogged insects in a roller electrode. However, the number of seasonal catches by automatic counting and water-pan traps showed similar trends, and the catch numbers of these traps reached a peak around the same time, in October. Although the automatic counting trap needs improvement, it should be useful for investigating the occurrence of the bean bug population utilizing less labor.

Key words: Remote control; monitoring; seasonal prevalence; soy bean; pest management

緒 言

野外害虫個体群の発消長等の調査において、見取り法などの直接的な方法は非常に労力がかかるため、これまでに予察灯やフェロモントラップ等によって作業の省力化が図られてきた。しかし、これらトラップ等は設置環境による誘殺数の差異が大きいため、多地点による調査が望ましい(中村, 1980)。その場合、トラップの維持管理や捕獲虫の回収等にかかる負担は小さくない。このような事情から、害虫個体群の省力的なモニタリングのために、トラップによる計数の自動化が試みられている。これまでチョウ目害虫を対象として昆虫の誘殺数を自動的に計数し、さらに誘殺数データをパソコンに自動送信するトラップが複数開発され、試験的に運用されている(片山, 1999; 上和田, 2002; 福田, 2004; 金子・片山, 2004; 佐藤, 2004)。また、トラップの自動化は貯穀害虫の早期検出(Shuman et al.,

1996; Arbogast et al., 2000) やイエバエ・サシバエ類の捕殺(Pickens, 1991; Pickens and Mills, 1993)にも用いられ、調査や防除にかかる労力の軽減が行われている。

発生量や被害予測の困難なダイズ子実害虫であるホソヘリカメムシ *Riptortus clavatus* (Thunberg) の調査は、これまで圃場における見取り法が主であり(石倉ら, 1955; 河野, 1991; 水谷ら, 2002), 多くの労力が必要であった。近年、本種では雄成虫由来の誘引物質が同定され(Leal et al., 1995), 合成物を誘引源に用いたトラップによる省力的なモニタリングが試みられている(水谷ら, 2002; 田渕ら, 2005)。そこで本研究では、チョウ目害虫用に開発された自動計数機能付き昆虫誘殺装置(以下、自動トラップと略す)をカメムシ用に改造し、上記誘引物質を誘引源として本種野外個体群のモニタリングを試みた。また、自動トラップの利用可能性について検討するため、本種のモニタリングに利用されている市販の水盤トラップによる調査

* E-mail: tabuchik@affrc.go.jp

† 現在 日本学術振興会特別研究員, 森林総合研究所北海道支所

‡ 現在 農業環境技術研究所昆虫研究グループ

†† Present address: JSPS Research Fellow, Hokkaido Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, 7 Hitsujigaoka, Toyohira, Sapporo, Hokkaido 062-8516, Japan

‡‡ Present address: Entomology Group, National Institute for Agro-Environmental Sciences, 3-1-3 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8604, Japan

2005年8月5日受領(Received 5 August 2005)

2006年1月20日登載決定(Accepted 20 January 2006)

DOI: 10.1303/jjaez.2006.123

Fig. 1. Schematic representation of an automatic insect counting unit of altered "Mushidas 2000".

(田淵ら, 2005) を並行して行い, 誘殺消長等の比較を行った.

材料および方法

1. 誘引源

トラップの誘引源には人工的に合成した誘引物質 (ホソヘリカメムシ用誘引剤; (E)-2-hexenyl (E)-2-hexenoate:(E)-2-hexenyl (Z)-3-hexenoate:myristyl isobutyrate=5:1:1, 富士フレーバー (株) 製) 50 mg を用いた. 誘引源は底面に網をつけたプラスチックボトル (直径×高さ: 3×4 cm, 富士フレーバー (株) 製) に入れ, 自動トラップ・水盤トラップ共にトラップ上部の雨よけの下に取り付けた. 調査期間中, 誘引源は2週間おきに新しいものと交換した.

2. 自動トラップ

本試験には, 市販の自動昆虫捕獲装置「ムシダス 2000」((株) エルム製) を虫が入りやすいように改造したもの (Fig. 1) を用いた. 性フェロモンを誘引源とする標準仕様の自動トラップでは雨よけの傘の直下に高压電極があり, 雨よけ傘中央の誘引源に近づいた対象害虫を感電させてファネルに落下させる仕組みになっている. 今回用いたトラップではファネル上部に衝突板を取り付けるとともに, 感電事故防止のためこの電極を取り除いた. また, ファネル内への雨滴の侵入を防ぐため, 大型の雨よけ傘を取り付けた (Fig. 1). 本トラップに誘引され, この衝突板にぶつかったホソヘリカメムシがファネルを落下すると高压電流が印加された計数用ローラー電極の間に達する. その際, 導体である虫体に高压電流が流れてローラーが回転し, 虫体を下方へ巻き込むと同時に高压電流による麻痺または殺虫が行われる. このとき, ローラーの回転が電気信号となり, 捕獲カウントとして記録される. 本試験では, ホソヘ

リカメムシの体サイズを基準にしてローラー電極の間隔を約 3 mm に設定し, 電極の印加電圧は工場出荷値の 1,200 V とした. 通常, 虫数計測部の下には何も設置せず誘殺した昆虫を排出する仕様になっているが, 今回の試験では回収用の箱を設置し, 中に殺虫剤 (DDVP プレート) を入れて実際に誘殺された虫の数を確認した. また, 自動トラップは白色が標準仕様であるが, 今回はホソヘリカメムシ以外の昆虫の飛び込みが少ない緑色 (西本ら, 2003) に塗装した. トラップはファネル部分が地面から約 1.5 m の高さになるよう固定した.

本自動トラップを茨城県つくば市の農業環境技術研究所 (以下, 農環研と略す) に1台 (1号), 中央農業総合研究センター (以下, 中央農研と略す) に3台 (2-4号), 農業工学研究所 (以下, 農工研と略す) に3台 (5-7号), 計7台設置した (Fig. 2). 自動トラップは, 1, 2号を2004年6月14日から, 3~7号をホソヘリカメムシ成虫がダイズ圃場に飛来しはじめる頃 (8月16日) から稼働させた. 調査は2004年12月27日まで行った. なお, 農工研内に設置した5号は11月8日からデータ記憶部にトラブルが起り, 誘殺データが送信されなかったため, それ以降誘殺消長のデータを削除した. 計数部およびローラー電極は正常に稼働していたため, 回収用箱の観察から誘殺数のデータは得られた. 予備実験より夜間にホソヘリカメムシが誘殺されることはほとんどなかった (守屋, 未発表) ため, 計数は5~20時に15分間隔で行った. 誘殺データの自動送信を1日1回行うとともに, 1~7日おきに回収用の箱に捕獲されたホソヘリカメムシ成虫・幼虫と, その他の昆虫 (目単位で記録) を計数した. 誘殺消長のデータは自動トラップと水盤トラップ両方を調査した日に集計し, 6月14日~8月15日までは約10日, 8月16日~12月27日

は約7日間隔でトラップあたりの誘殺消長を比較した。また、各自動トラップで得られた自動カウントと実際の誘殺数を比較して誤差の程度を検討した。

3. 水盤トラップ

自動トラップとの比較のため、合成誘引物質を誘引源とした水盤型誘引トラップ（コガネコール用誘引〔黄色〕：サンケイ化学製）を用いて、ホソヘリカメムシの誘殺数を

調査した。本トラップは園芸用ポールを用いて地面から約1mの高さになるよう、中央農研内の3カ所に設置した（Fig. 2）。水盤には水の腐敗を防ぐために少量の逆性石鹼液（塩化ベンザルコニウム液）を加えた。調査は2004年4月20日～12月28日に行い、誘殺されたホソヘリカメムシの成虫と幼虫を1～5日おきに計数した。

Fig. 2. Layout of seven automatic counting traps and three water-pan traps in fields of the National Institute for Rural Engineering (NIRE), National Agricultural Research Center (NARC) and National Institute for Agro-Environmental Sciences (NIAES) in 2004. White squares and circles indicate the locations of an automatic counting and a water-pan traps, respectively.

Fig. 3. The seasonal catch of *Riptortus clavatus* per trap by two to seven automatic counting traps and three water-pan traps, all of which used synthetic attractants, in 2004. The solid line with white and black squares indicates the number of bugs counted automatically and the actual number in the automatic counting traps, respectively. The broken line with white circles indicates the number of adult bugs.

結 果

自動トラップ、水盤トラップによる誘殺消長はほぼ同様の消長を示し、9~11月に大きなピークが認められた (Fig. 3). 自動トラップの自動カウントと実際の誘殺数との間には多少のずれがあったものの、誘殺消長は概ね一致した。

Fig. 4. Relationship between the actual number of bugs in the trap and the number of bugs counted automatically. Broken line indicates $y=x$.

Fig. 5. Diurnal rhythm of the insect catches by automatic counting traps from July 14 to December 27, 2004.

自動カウントと実際のホソヘリカメムシ誘殺数には有意な関係が認められた (Fig. 4). 自動カウント (平均±SE: 13.8 ± 1.3) と実際の誘殺数 (平均±SE: 10.6 ± 1.1) との差は統計的に有意 (Wilcoxon の符号順位検定, $p < 0.001$) であり、実際よりも多くカウントされる傾向が見られた。自動カウントと実際の誘殺数の誤差は平均 (絶対値) で 87.7% (-100~1300%) であった。誘殺数調査の際には、計数用ローラー電極部分にとどまり、詰まっている大型昆虫類 (一部ホソヘリカメムシを含む) がしばしば観察された。このような場合、15~60 分の短時間に 1 個体が重複してカウントされた様子が 15 分おきの自動カウントデータから確認された。また、誘殺数を時間別にみると午後 2 時を中心に多く誘殺される傾向が見られ、計測開始直後にも誘殺数が多かった (Fig. 5)。この傾向は年間通して変わらなかった。

自動トラップには 8~12 月にかけて 1 トラップあたり約 220 個体が誘殺され、同じ時期に設置した水盤トラップと比較して半分ほどの捕獲数だった (Table 1)。トラップには成虫と同様に幼虫も誘殺され、発育ステージ別では 2 齢幼虫の誘殺数が最も多かった。また、自動トラップにはホソヘリカメムシ以外に様々な昆虫類が捕獲された (Fig. 6)。これらの昆虫類は自動カウントされたもの ($n=215$) とカ

Fig. 6. The ratio of trapped arthropods other than *Riptortus clavatus* in automatic counting traps. Data on the number of insects ($n=374$) includes both individuals counted automatically ($n=215$) and not ($n=159$).

Table 1. The number of catches of *Riptortus clavatus* by automatic counting traps and water-pan traps from August 13 to December 27, 2004

Trap	No. of traps	No. of catches/trap						
		Adult			Nymph			
		Ave.±SE (range)	Female	Male	1st	2nd	3rd	4th
AC	7	222 ± 51.7 (63–505)	102.1	119.9	0	7.4	0.7	0.9
WP	3	500 ± 145.7 (317–788)	256	244	0.3	15.7	1.3	0

ウントされなかったもの ($n=159$) が含まれた。カメムシ目では、本種と同様にダイズ子実の害虫であるイチモンジカメムシが 15 個体捕獲された。ホソヘリカメムシ以外の昆虫の半分を占めたハエ目のほとんどはミスジミバエ *Bactrocera scutellatus* (Hendel) であった。ミスジミバエは防風林下に設置したトラップ 6 号で 10~12 月に多く (174 個体) 捕獲され、そのうち約 4 割の個体が誤カウントされた。その他には、コウチュウ目 (コメツキムシ、コガネムシ等) やチョウ目 (ヤガ類等)、ハチ目 (アシナガバチ、ハナバチ類等) の昆虫が自動トラップに誤カウントされた。ホソヘリカメムシが誘殺数全体に占める割合はトラップごとにばらつき、64.2~98.8% であった (Table 2)。

考 察

自動トラップによる自動カウント数と実際の誘殺数は同様の消長を示す (Fig. 3) もの、その誤差は平均 87.7% と大きかった (Fig. 4)。これまでに本試験と同様な自動トラップを用いたチョウ目害虫の試験では、自動カウントと実際の誘殺数で誤差が数~30% 以下の結果が得られており、誘殺消長はほとんど一致した (上和田, 2002; 福田, 2004; 金子・片山, 2004; 佐藤, 2004)。上記の先行研究では、今回用いた自動トラップ (ムシダス 2000) も含まれている (上和田, 2002; 福田, 2004)。チョウ目害虫で使用された誘引源は性フェロモンであり、誘引力が強くピンポイントに雄成虫が定位する。福田 (2004) は、誘殺対象害虫が誘引源へピンポイントに誘引されないこの自動トラップは効力を発揮しないと考察している。これに対して、今回使用したホソヘリカメムシ合成誘引物質は性フェロモンほど誘引力が強くなく、トラップ周囲などに成虫が定位することが報告されている (守屋・水谷, 2003; 森島ら, 2005)。今回もトラップ周囲に定位している成虫が数多く観察された。また、一般的な性フェロモンを用いたトラップではピーク時に 1 日あたり数百もの個体が誘殺されるのに対し、本試験では 1 日あたり多くても 30 個体しか誘殺されなかった。対象外昆虫は物理的に衝突板に当たってトラップに捕獲されるため、ホソヘリカメムシの密度に関係なく一定の割合で捕獲される。本試験ではホソヘリカメムシの日当たり誘殺数が比較的少なかったため、対象外昆虫の飛び込み割合が相対的に増加し、誤差の一因となったことが考えら

れる。

自動カウントと実際の誘殺数の差は有意であり、自動カウント数の方が多いことが示された。これは、計数用ローラー電極に引っかかって詰まった昆虫が複数回カウントされたことが原因の 1 つとして考えられる。誤差を減らすためには、短時間の複数回カウントを集計ソフトウェア側で補正するなどの改良が必要である。また、実誘殺数より少なく自動カウントされる場合も確認された (Fig. 4)。計数用ローラーの隙間はホソヘリカメムシの体サイズを基に設定してあるため、計数されずに回収用の箱に入ったことは考えにくい。ファネルと計数用ローラーの接合部分にわずかな隙間があったため、そこから回収用の箱にホソヘリカメムシが入り、殺虫剤の揮発成分によって死亡したことが原因の 1 つとして考えられる。実用時には回収用の箱と殺虫剤を使わないのでこのような計数誤差はなくなると考えられるが、隙間をなくすようトラップを改良すべきである。また、計数用ローラーがほこりなどで汚れると虫体が入っても通電せず、捕獲された昆虫類がカウントされない場合がある (守屋, 私信)。このため、計数用ローラーの汚れを定期的に清掃するようなメンテナンスが必要になるだろう。

自動トラップの誘殺消長は水盤トラップと同じ傾向を示し (Fig. 3)、特に誘殺数の増える 9 月中旬~下旬の消長が同調した。さらに、誘殺数の上昇の仕方が異なるものの、ピークの時期も両トラップは一致した。自動トラップのデータに誤差は認められたが、トラップを複数設置することでデータが補完され、水盤トラップと同様の消長が得られたと考えられる。以上のことから、トラップを複数設置することで個体群密度のモニタリングが重要な時期に自動トラップを利用できることが示された。また、自動トラップの誘殺数は水盤トラップより少なかった (Table 1) もの、自動トラップが誘殺するファネル部分の面積は水盤トラップの半分以下であることから、自動トラップの誘殺効率は水盤トラップに勝ることが示された。水盤トラップでは衝突板から水盤に落下して溺れた個体のみを捕獲するのにに対し、自動トラップでは落下した個体をローラーで強制的に巻き込んで感電させるため、誘殺効率が良かったと考えられる。

誘殺数の日周変化から、本種は昼行性で気温の上昇する

Table 2. The number of *Riptortus clavatus* and arthropods collected by each automatic counting trap

	Trap # ^a						
	1	2	3	4	5	6	7
No. of <i>Riptortus clavatus</i> (%)	316 (90.0)	74 (77.1)	185 (90.7)	179 (96.2)	170 (98.8)	203 (64.2)	505 (96.7)
No. of automatically counted arthropods	351	96	204	186	172	316	522

^a Traps #1, 2 worked from June 14 to December 27, and traps # 3-7 worked from August 13 to December 27, 2004.

午後に活動性が高まり、誘殺されやすいことが確認された。誘殺数は明け方にも多かったが、このピークは見かけ上だけの可能性がある。すなわち、日没前後にトラップに飛来・定位していた個体が日の出と共に活動をはじめ、計測開始直後に誘殺されたのが主な原因だと推察される。

本種の合成誘引物質には、イチモンジカメムシが誘引されることが知られており（遠藤ら，2003），今回も複数の自動トラップで本カメムシが誘殺された。しかし，実際には（誘引源に誘引されたのではなく）単なる飛び込みと考えられる昆虫がホソヘリカメムシ以外に捕獲された昆虫の大部分を占めた。今回の試験ではミスジミバエが多く捕獲されたが，防風林下に設置した4，6号で冬期に虫数計測部以外の隙間に多くの個体が観察されたことから，このミバエが越冬場所としてトラップを利用したものと思われる。ホソヘリカメムシがダイズへ加害する時期とミスジミバエが捕獲される時期がずれているために大きな問題とはならないが，捕獲された個体の約半分がカウントされたため，林床に自動トラップを設置する際には飛び込みに注意すべきであろう。トラップに誘殺されたホソヘリカメムシの割合は平均で88%であり，ミスジミバエ以外のその他昆虫類では誘殺時期に顕著な偏りは見られなかった。このため，林床以外の場所において自動トラップを利用する際には対象外昆虫類の飛び込みは致命的な問題とはならないと考えられる。

自動トラップの設置と運用に際しては，費用についても考慮すべきである。本トラップは，改造費込みで1台約100万円かかるため，今後は1台あたりの単価を下げてコストの軽減を図ることが必要になる。また，データ通信には携帯電話を使用しており，1台あたり年間35,000円の通信料がかかるが，フィールドサーバ（平藤，2004）と連携することによってこの費用は大幅に軽減可能である。自動トラップは付属の太陽電池パネルによる電力で設置後の連続運転が可能であり，野外調査へ赴くことなくデータの取得が可能である。トラップに更なる改造を施すなどいくつか解決すべき問題があるが，調査にかかる労力の軽減および電子メールを利用したほぼリアルタイムでのリモートデータ通信という点では，自動トラップによるホソヘリカメムシのモニタリングは十分に利用価値があると考えられる。

摘 要

ホソヘリカメムシの発生量調査にかかる労力を軽減するため，太陽電池によって連続稼働する自動トラップを用いて本種のモニタリングを行い，その利用可能性を検討した。誘引源には本種雄成虫由来の合成誘引物質を用いた。調査には比較対象として水盤トラップによるモニタリングを実施した。自動トラップの自動カウント数と実際の誘殺数の

間には誤差が認められた。これは現計測システムの技術的な制約から，対象外の大型昆虫の飛び込みにうまく対処できないことなどが原因であると考えられた。誤差は大きかったものの水盤トラップと自動トラップの誘殺消長は概ね一致した。このため，今回の結果を基にさらに改造を施せば省力的な調査を目的とした本自動トラップは十分に利用価値があると考えられる。

引 用 文 献

- Arbogast, R. T., P. E. Kendra, D. K. Weaver and D. Shuman (2000) Insect infestation of stored oats in Florida and field evaluation of a device for counting insects electronically. *J. Econ. Entomol.* 93: 1035–1044.
- 遠藤信幸・和田 節・千葉三男 (2003) ホソヘリカメムシ集合フェロモンに含まれるイチモンジカメムシ誘引成分。九病虫研会報 49: 88–91. [Endo, N., T. Wada and M. Chiba (2003) An attractant for *Piezodorus hybneri* (Heteroptera: Pentatomidae) contained in the aggregation pheromone of *Riptortus clavatus* (Heteroptera: Alydidae). *Kyushu Pl. Prot. Res.* 49: 88–91.]
- 福田 健 (2004) 自動計数機能付昆虫誘殺装置「ムシダス」の各種害虫に対する活用事例。今月の農業 48(7): 41–44. [Fukuda, K. (2004) Applications for several pests of automatically counting trap “Mushidas”. *Jpn. Agr. Tech.* 48(7): 41–44.]
- 平藤雅之 (2004) フィールドサーバによるセンサネットワークとユビキタス環境。農業機械学会誌 66: 4–9. [Hirafuji, N. (2004) Advanced wireless sensor network and ubiquitous computing with field servers. *J. Soc. Agr. Mach.* 66: 4–9.]
- 石倉秀次・永岡 昇・小林 尚・田村市太郎 (1955) 大豆害虫に関する研究 (第3報)。カメムシ類によるダイズの被害，カメムシ類の生態及び防除法について。四国農業試験場報告 2: 147–195. [Ishikura, H., N. Nagaoka, T. Kobayashi and I. Tamura (1955) Studies on insect pests of soy bean crop III: on the damages by stink bugs, their ecology and control measures against them. *Bull. Shikoku Agr. Exp. Stn.* 2: 147–195.]
- 上和田秀美 (2002) 昆虫自動計数装置「ムシダス」の計数精度，誘殺パターン解析と今後の利用。今月の農業 46(12): 72–77. [Kamiwada, H. (2002) Analysis of precision and recording patterns of pest occurrences, and the future prospects of automatically counting trap “Mushidas”. *Jpn. Agr. Tech.* 46(12): 72–77.]
- 金子修治・片山晴喜 (2004) 池田理化製自動カウントフェロモントラップの鱗翅目害虫3種に対する実用性。今月の農業 48(7): 36–40. [Kaneko, S. and H. Katayama (2004) Application of the monitoring of occurrence for three lepidopteran pests by an Ikeda scientific-made automatically counting pheromone trap. *Jpn. Agr. Tech.* 48(7): 36–40.]
- 片山晴喜 (1999) 自動カウント及び送信ができるフェロモントラップを活用した発生予察。植物防疫 53: 22–24. [Katayama, H. (1999) Forecasting pest population applied with pheromone trap to count and transmit automatically. *Plant Prot.* 53: 22–24.]
- 河野 哲 (1991) ダイズを加害するカメムシ類の発生生態と防除に関する研究。兵庫中農技特別研究報告 16: 1–181. [Kono, S. (1991) Ecological studies of stink bugs injuring soybean seeds for developing effective control measures. *Special Bull. Hyogo Pref.*

- Agr. Ins.* 16: 1–181.]
- Leal, W. S., H. Higuchi, N. Mizutani, H. Nakamori, T. Kadosawa and M. Ono (1995) Multifunctional communication in *Riptortus clavatus* (Heteroptera: Alydidae): conspecific nymphs and egg parasitoid *Ooencyrtus nezarae* use the same adult attractant pheromone as chemical cue. *J. Chem. Ecol.* 21: 973–985.
- 水谷信夫・守屋成一・本多健一郎 (2002) ホソヘリカメムシのダイズ圃場における発生消長と合成フェロモントラップによる誘殺消長の差異. 関東東山病虫研報 49: 105–107. [Mizutani, N., S. Moriya and K. Honda (2002) Difference between seasonal abundance of the bean bug, *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Heteroptera: Alydidae) in a soybean field and seasonal prevalence of the number of bean bugs caught by synthetic pheromone traps. *Ann. Rept. Kanto Pl. Prot. Soc.* 49: 105–107.]
- 森島正二・田淵 研・伊藤健二・水谷信夫・守屋成一 (2005) 摂食の有無がホソヘリカメムシ雄成虫の同種他個体に対する誘引性に及ぼす影響. 応動昆 49: 262–265. [Morishima, M., K. Tabuchi, K. Ito, N. Mizutani and S. Moriya (2005) Effect of feeding on the attractiveness of *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Heteroptera: Alydidae) males to the conspecific individuals. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 49: 262–265.]
- 守屋成一・水谷信夫 (2003) ホソヘリカメムシ合成集合フェロモントラップの形状の検討. 関東東山病虫研報 50: 139–141. [Moriya, S. and N. Mizutani (2003) Examination of the form of synthetic aggregation pheromone traps for the bean bug, *Riptortus clavatus* (Thunberg). *Ann. Rept. Kanto Pl. Prot. Soc.* 50: 139–141.]
- 中村和雄 (1980) 性フェロモン・トラップによる害虫の発生予察. 植物防疫 34: 223–228. [Nakamura, K. (1980) Forecasting of the occurrence for pest using sex pheromone and pheromone trap. *Plant Prot.* 34: 223–228.]
- 西本佳子・水谷信夫・守屋成一 (2003) ホソヘリカメムシ合成集合フェロモントラップに捕獲されるホソヘリカメムシと他種昆虫に及ぼすトラップ色の影響. 九病虫研会報 49: 92–95. [Nishimoto, Y., N. Mizutani and S. Moriya (2003) Effect of trap color on the number of bean bugs, *Riptortus clavatus* (Thunberg), and other insects caught in traps baited with synthetic aggregation pheromone of the bean bug. *Kyushu Pl. Prot. Res.* 49: 92–95.]
- Pickens, L. G. (1991) Battery-powered, electrocuting trap for stable flies (Diptera, Muscidae). *J. Med. Entomol.* 28: 822–830.
- Pickens, L. G. and G. D. Mills (1993) Solar-powered electrocuting trap for controlling house-flies and stable flies (Diptera, Muscidae). *J. Med. Entomol.* 30: 872–877.
- 佐藤安志 (2004) 電撃型自動計数フェロモントラップによる茶害虫の発生予察. 今月の農業 48(7): 45–50. [Sato, Y. (2004) Monitoring of occurrence in tea pests by an automatically counting electrocution pheromone trap. *Jpn. Agr. Tech.* 48(7): 45–50.]
- Shuman, D., J. A. Coffelt and D. K. Weaver (1996) A computer-based electronic fall-through probe insect counter for monitoring infestation in stored products. *Trans. Am. Soc. Agr. Engr.* 39: 1773–1780.
- 田淵 研・守屋成一・水谷信夫 (2005) ホソヘリカメムシ合成誘引物質を用いたトラップによる誘殺消長. 応動昆 49: 99–104. [Tabuchi, K., S. Moriya and N. Mizutani (2005) Seasonal trap catches using synthetic attractants in the bean bug, *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Heteroptera: Alydidae). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 49: 99–104.]