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

森島 正二^{1,*}・田淵 研^{2,3,†}・伊藤 健二²・

水谷 信夫²・守屋 成一²

¹ 栃木県農業環境指導センター

² 中央農業総合研究センター

³ 千葉大学園芸学部

Effect of Feeding on the Attractiveness of *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Heteroptera: Alydidae) Males to Conspecific Individuals. Masaji MORISHIMA,^{1,*} Ken TABUCHI,^{2,3,†} Kenji ITO,² Nobuo MIZUTANI² and Seichi MORIYA² ¹Tochigi Prefectural Sustainable Agriculture Extension Center; 1030-2 Takebayashimachi, Utsunomiya, Tochigi 321-0974, Japan. ²National Agricultural Research Center; 3-1-1 Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8666, Japan. ³Faculty of Horticulture, Chiba University; 648 Matsudo, Chiba 271-8510, Japan. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 49: 262-265 (2005)

Abstract: We investigated the effect of the feeding conditions of *Riptortus clavatus* (Thunberg) males on their attractiveness to conspecific individuals as part of a preliminary study to clarify the adaptive significance of the attraction. Males allowed to take food were found to attract a significantly larger number of conspecific adults than those not allowed. Moreover, males allowed to take food were found to have a significantly more developed fat bodies than those not allowed. The close relationship between the feeding conditions of *Riptortus clavatus* males and their release of attractants suggests that the attractants might play a key role in the food exploitation strategy of the bugs.

Key words: *Riptortus clavatus*; attractiveness; soybean; food exploitation

多くのカメムシ類では雄成虫が誘引物質を放出し、同種の成虫や幼虫を誘引することが報告されている (Harris and Todd, 1980; Moriya and Shiga, 1984; Yasuda, 1990; 守屋ら, 1993; 安田・鶴町, 1994; Leal et al., 1995; Higuchi and Nakamori, 1999 など)。ダイズの重要害虫であるホソヘリカメムシ *Riptortus clavatus* (Thunberg) においても、雄成虫が同種他個体を誘引することが報告されている (Numata et al., 1990)。この誘引物質は同定され、3成分の混合物からなることが明らかにされている (Leal et al., 1995)。

これらカメムシ類の誘引物質の機能については様々な見解が述べられている。Aldrich et al. (1984, 1991) は、移住性のカメムシでは雄成虫が好適な生息場所への最初のコロナイザーとなり、誘引物質を放出することによって、交尾繁殖の機会を高めるシステムが存在すると推察した。一方、ミナミアオカメムシ *Nezara viridula* (Linnaeus) では、誘引物質によって雄と雌が近づき、近

距離で有効に働く別のフェロモンや音声 (振動) による交信が行われる結果、交尾に至ると推察されている (Harris and Todd, 1980)。さらに、雄由来の空気捕集物が雌の長距離定位に関与することが示されている (Borges et al., 1987)。これに対し、チャパネアオカメムシ *Plautia stali* Scott では、雄成虫が餌資源の探索者としての役割を果たしており、栄養蓄積の不十分な雌雄成虫が誘引物質によって誘引されるとともに、誘引物質に飛来後直ちに配偶行動が観察された例はなく、誘引現象が交尾機会を高める可能性は低いと推察されている (志賀・守屋, 1989; 守屋, 1995)。また、ホソヘリカメムシでは、ほとんど交尾行動を示さない短日条件下で飼育した雄成虫も誘引物質を放出することから、誘引物質の機能が雌雄の配偶行動に直接関わっている可能性は低いと推察されている (和田ら, 1997)。Leal et al. (1995) は、ホソヘリカメムシでは摂食を開始する发育ステージである2齢幼虫が他の齢の幼虫より多く雄成虫に誘引されること、雄成虫の誘引物質の抽出は全て餌を与えた条件下で行っていることから、本誘引物質が非餌植物に産下された卵から孵化した幼虫の餌探索に機能していると推察している。しかし、Leal et al. (1995) では摂食行動が出来ない条件における誘引物質放出の有無が調査されておらず、摂食行動と誘引物質放出の関係は未だ明らかになっていないとも言えない。このように、カメムシ類の誘引物質の機能について一致した見解は得られていない。

そこで本研究では、誘引物質を放出しているホソヘリカメムシ雄成虫の適応的意義を明らかにするために、まず摂食行動との関係に着目し、野外において雄成虫の摂食条件が同種他個体に対する誘引性に及ぼす影響を検討した。

材料および方法

試験は中央農業総合研究センター (茨城県つくば市) 内のダイズ圃場近くの雑草地で行った。

誘引源のホソヘリカメムシ雄成虫は、16L-8D, 25°C の条件下で乾燥ダイズ種子とアカクロバ種子および水を与えて累代飼育している個体群を用いた。和田ら (1997) は、本種の雄成虫は羽化後7日頃から羽化後30日以上経過した成熟成虫と同等の誘引物質を放出すると報告している。このことから、試験には羽化後7日以上経過した個体を供試した。試験開始時点で羽化後7日以上経過した状態になるように、予め成虫を飼育個体群より取り出し、供試前6日間は給水のみの絶食状態で飼育した。これら雄成虫8~10頭 (Fig. 1, A) を水 (Fig. 1, C, D) と餌 (乾燥ダイズ種子) (Fig. 1, G) とともに円筒形のステンレス製かご (直径10cm 高さ10cm) (Fig. 1, B) に入れ、一方は餌を摂取できる状態 (以下、

* E-mail: ktgc0301@sp.jppn.ne.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

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

日本応用動物昆虫学会誌 (応動昆) 第49巻 第4号: 262-265 (2005)

http://odokon.ac.affrc.go.jp/

2005年2月7日受領 (Received 7 February 2005)

2005年7月13日登載決定 (Accepted 13 July 2005)

DOI: 10.1303/jjaez.2005.262

Fig. 1. Schematic diagram of the cage used as an attractant. A: Male bean bug; B: Stainless steel mesh cage; C: Cotton soaked with water; D: Vial; E: Transparent plastic sheet; F: Nylon mesh; G: Dry soybeans. The plastic sheet (E) was used only in the non-feeding treatment.

摂食区), 他方は餌を摂取できない状態 (以下, 非摂食区) とした。摂食区については, 餌をナイロン製のネット (Fig. 1, F) に10粒ずつ入れ, かごの外部からカメムシに吸汁されないように固定した。非摂食区については, 透明なプラスチックシート (Fig. 1, E) で餌と雄成虫を隔離し, かごの中の雄成虫からも吸汁されないようにした。これら誘引源を両面粘着板 (18 cm×25.5 cm: フィールド・キャッチ, 富士フーバ (株) 社製) の下部に固定し, 地上約1mの高さに設置したものをトラップとした。1回の試験にはトラップを摂食区と非摂食区に各4個ずつ合計8個を設置し, 3回くり返した。各トラップは15m以上離してランダムに配置した。これらトラップを第1回目は2004年9月13日~9月16日に, 2, 3回目はそれぞれ9月21日~9月24日, 9月28日~10月1日に設置した。雄成虫を入れたかごは毎日観察し, 必要に応じて水の補給をした。設置期間中に死亡した個体は1頭以下で, 各誘引源で大きな違いはなかったことから補充は行わなかった。トラップ回収後, 粘着板に捕獲されたホソヘリカメムシ成虫数を調査するとともに, 誘引源として試験に供試した雄成虫を解剖して栄養状態を調べた。栄養状態の項目として脂肪体の発達状況と消化管の内容物を程度別に調査した。脂肪体の発達状況の指標はよく発達 (+), 発達が見られる (±), 発達が見られない (-) の3段階とし, 消化管の内容物の指標も内容物があり膨らんでいる (+), 内容物があるが膨らみはない (±), 内容物が見られない (-) の3段階とした。試験に用いたかごは第1回目及び第2回目の試験の回収後に洗浄して乾熱処理 (120°C 約3時間) をかけた。

粘着板に捕獲された成虫数は, 対数値 ($\log(x+0.5)$) に変換後, 2元配置の分散分析によって摂食区と非摂食区での捕獲数の平均値を比較した。また誘引源とした雄成虫の栄養状態については χ^2 -検定により発達程度を比較した。

結 果

1. 捕獲数

摂食区のトラップでは非摂食区よりも有意に多数のホソヘリカメムシ成虫が捕獲された (対数値に変換後分散分析, $p < 0.01$ Table 1)。ブロック (試験日) の違いには有意な差が認められなかったが, 3回の試験のうち, 2回目では, 捕獲数が他の2回より

Table 1. Number of *Riptortus clavatus* adults caught by sticky traps baited with male adults in the field

Attractant	Replication			Mean $\pm$ SE ^a
	1	2	3	
Males with food ^b	0.75	4	2.25	2.33 $\pm$ 0.94
Males without food ^c	0.5	0.5	0	0.33 $\pm$ 0.17

Factor ^d	df	F-value	p-value
Attractant (treatment)	1	23.95	0.0001
Block (replication)	2	2.75	0.0908
Interaction	2	2.49	0.1106

^a Mean number of adults captured/trap/3 d.

^b Males were allowed to take food.

^c Males were not allowed to take food.

^d Data were transformed to $\log(x+0.5)$ and analyzed using ANOVA.

も多い傾向が認められた。摂食区のトラップには多いもので8頭が捕獲され, ほとんど全てのトラップで成虫の捕獲が確認された。摂食区, 非摂食区のいずれの処理区にも雌雄の成虫が捕獲されたが, 捕獲数は雌の方が若干多かったものの統計的に有意な差はなかった (雄/雌成虫の捕獲数, 摂食区: 11頭/17頭, 非摂食区: 1頭/3頭)。また, 毎日の観察でトラップには捕獲されないものの, 粘着板以外の部位に誘引された個体が確認され, 非摂食区よりも摂食区で多い傾向が認められた。これらの個体のほとんどはかごの外側にとまっていた。幼虫の捕獲については, 1回目の摂食区の一部でのみ確認され, いずれの個体も2齢幼虫であった。

2. 誘引源として用いた雄成虫の栄養状態

3回の試験期間 (ブロック間) で, 誘引源として用いた雄成虫の体内状態に差異は認められず, 摂食区では脂肪体が発達したものが多く, 消化管には内容物が認められた (Table 2)。一方, 非摂食区の個体は脂肪体の発達程度が悪く, 消化管の内容物もほとんど確認できなかった。さらに非摂食区の個体の多くは消化管内に気泡が見られた。これら雄成虫の脂肪体の発達程度及び消化管の内容物の有無には摂食区と非摂食区の間で有意な差が認められた (χ^2 検定 $p < 0.01$)。ただし同じ処理区内の個体間にも栄養状態に個体差が認められた (Table 2)。

考 察

カメムシ雄成虫が誘引物質を放出する現象の多くは, 誘引源の雄成虫を摂食させた条件でのみ確認されている (Harris and Todd, 1980; Aldrich et al., 1984; Moriya and Shiga, 1984; Numata et al., 1990; Leal et al., 1995; Higuchi and Nakamori, 1999 など)。また, 餌摂取が放出側で誘引物質生成の鍵となっている例が, 捕食性のカメムシ *Oplomus dichrous* などで知られている (Aldrich and Lusby, 1986)。本試験において, 摂食区で非摂食区より有意に多数の個体が誘引されたこと, また, 誘引源とした雄成虫の栄養状態が摂食区の個体では非摂食区のものよりも有意に脂肪体が発達し, 消化管の内容物が多かったことから, ホソヘリカメムシ雄成虫による誘引物質の放出は摂食行動と密接な関係があると考えられる。

Table 2. Physiological condition of *Riptortus clavatus* males used as the source of attractant to the conspecific adults

Condition	n	Fat-body development ^{a,c}						χ^2 ^d
		+		±		−		
Males with food ^e	109	24	I (6) II (10) III (8)	78	I (25) II (24) III (29)	7	I (0) II (4) III (3)	27.82 $p<0.01$
Males without food ^f	108	8	I (2) II (4) III (2)	65	I (17) II (21) III (27)	35	I (12) II (12) III (11)	
	n	Appearance of stomach ^{b,c}						χ^2 ^d
		+		±		−		
Males with food ^e	109	100	I (30) II (33) III (37)	8	I (1) II (5) III (2)	1	I (0) II (0) III (1)	173.81 $p<0.01$
Males without food ^f	108	5	I (2) II (1) III (2)	14	I (5) II (1) III (8)	89	I (24) II (35) III (30)	

^a +; well developed, ±; partially developed, −; undeveloped.^b +; expanded with food, ±; containing food but not expanded, −; empty.^c Values in parentheses indicate the number of males categorized in each replication (I–III).^d χ^2 -values calculated from the sum of each replication.^e Males were allowed to take food.^f Males were not allowed to take food.

しかし、本研究の実験設定では、ホソヘリカメムシの誘引の要因について、誘引源である雄成虫そのものに由来するものなのか、あるいは摂食時に放出される餌自体の成分に由来するのかは明らかにすることはできなかった。後者の影響の程度についてはこれまでの研究でも触れられておらず、雄成虫による誘引現象を解明するためには今後明らかにされる必要がある。一方、非摂食区においても一部で誘引個体が確認された。その誘引源の雄成虫の中には試験期間中も絶食させていたにもかかわらず、脂肪体がよく発達した個体が一部存在していたことから、誘引物質の放出については単に摂食の有無だけではなく、脂肪体の発達程度、すなわち体内の生理状態と何らかの関連をもつかもしいない。志賀・守屋 (1989) は、チャバネアオカメムシにおいて、雄成虫が餌資源の探索者としての役割を果たしており、好適な餌を求めて移動中の栄養蓄積の不十分な雌雄成虫が誘引物質によって誘引されるといふ餌資源の探索・利用システムが成立していると考察した。ホソヘリカメムシにおいても、誘引物質は餌探索・利用システムとして機能している可能性が示唆された。ただし、なぜ誘引源となる雄成虫がコストをかけてまで誘引物質を放出しているかという進化生態学上の疑問は解決されておらず、今後さらに解明されるべき点が残されている。

本試験ではトラップに捕獲された雌雄の個体数に有意な差は認められなかったが、本種は近距離で雌成虫が雄成虫を誘引する可能性が示唆されている (沼田, 1990)。この雌による誘引は、雄に

よる誘引とはメカニズムが異なると思われるが、雄成虫による誘引のメカニズムの解明と併せて今後詳細に検討する必要がある。

本試験では摂食区で非摂食区より多数の成虫が捕獲されたが、摂食区においてもトラップによって捕獲数に差がみられた。これは場所の違いによる捕獲数の差以外に、誘引源の雄成虫個体間で誘引物質の放出量に差がある可能性を示唆しており、今後放出量の個体間差も検討する必要がある。

引用文献

- Aldrich, J. R., M. P. Hoffmann, J. P. Kochansky, W. R. Lusby, J. E. Eger and J. A. Payne (1991) *Environ. Entomol.* 20: 477–483.
- Aldrich, J. R., J. P. Kochansky and C. B. Abrams (1984) *Environ. Entomol.* 13: 1031–1036.
- Aldrich, J. R. and W. R. Lusby (1986) *Comp. Biochem. Physiol.* 85B: 639–642.
- Borges, M., P. C. Jepson and P. E. Howse (1987) *Entomol. Exp. Appl.* 44: 205–212.
- Harris, V. E. and J. W. Todd (1980) *Entomol. Exp. Appl.* 27: 117–126.
- Higuchi, H. and H. Nakamori (1999) *Appl. Entomol. Zool.* 34: 455–458.
- Leal, W. S., H. Higuchi, N. Mizutani, H. Nakamori, T. Kadosawa and M. Ono (1995) *J. Chem. Ecol.* 21: 973–985.
- 守屋成一 (1995) 沖縄農試特別研報 5: 1–135. [Moriya, S. (1995) *Bull. Okinawa Pref. Agric. Exp. Stn., Suppl.* 5: 1–135.]
- 守屋成一・馬淵正人・志賀正和 (1993) 果樹試報 24: 73–90.

- [Moriya, S., M. Mabuchi and M. Shiga (1993) *Bull. Fruit Tree Res. Stn.* 24: 73–90.]
- Moriya, S. and M. Shiga (1984) *Appl. Entomol. Zool.* 19: 317–322.
- 沼田英治 (1990) 植物防疫 44: 308–311. [Numata, H. (1990) *Plant Prot.* 44: 308–311.]
- Numata, H., M. Kon and T. Hidaka (1990) *Appl. Entomol. Zool.* 25: 144–145.
- 志賀正和・守屋成一 (1989) 果樹試報 A16: 133–168. [Shiga, M.

- and S. Moriya (1989) *Bull. Fruit Tree Res. Stn.* A16: 133–168.]
- Yasuda, K. (1990) *Trop. Agric. Res. Ser.* 23: 229–238.
- 安田耕司・鶴町昌市 (1994) 応動昆 38: 161–167. [Yasuda, K. and M. Tsurumachi (1994) *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 30: 160–167.]
- 和田 節・水谷信夫・樋口博也 (1997) 九病虫研究会報 43: 82–85. [Wada, T., N. Mizutani and H. Higuchi (1997) *Proc. Assoc. Pl. Prot. Kyusyu* 43: 82–85.]

クサギカメムシはスギ球果を餌として 繁殖しているか

舟山 健*

秋田県果樹試験場

Does the Brown-marmorated Stink Bug, *Halyomorpha halys* (Stål) (Heteroptera: Pentatomidae) Reproduce by Feeding on the Cones of Japanese Cedar, *Cryptomeria japonica* D. Don? Ken FUNAYAMA* Akita Fruit-Tree Experiment Station; Hiraka, Akita 013-0102, Japan. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 49: 265–268 (2005)

Abstract: The sexual maturation of adults and development of the larvae of *Halyomorpha halys* reared on Japanese cedar cones were investigated in Akita Prefecture, in the northern part of Japan in 2002 and 2003. Adult females reared on cones in the laboratory and in the field laid no eggs, and died shortly thereafter. Second-instar larvae reared on the cones never developed into the 3rd-instar both in the field and in the laboratory, except for only a few individuals in the field. All 3rd-instar and most 4th-instar larvae reared on the cones died without further development, although some 4th-instar larvae reared on cones collected after late July developed into the 5th-instar. In contrast, many 2nd-instar larvae fed the seeds that were taken out of cones collected after late July developed into the 3rd-instar. These results suggest that the mature seeds of cones are suitable for the development of *H. halys* larvae, but that indehiscent cones are not. Because most cones do not dehisce until October in Akita Prefecture, it is considered that most *H. halys* in this area cannot lay eggs and develop into adults by feeding on Japanese cedar cones.

Key words: *Halyomorpha halys*; Japanese cedar cone; reproduction; larval development

クサギカメムシ *Halyomorpha halys* (Stål) は日本全域に分布し、古くから果樹類、野菜類、マメ類などの重要な害虫として知られている (安永ら, 1993)。秋田県では 1996 年と 2001 年に本種成虫が多発生し、リンゴやナシなどの果実に著しい被害を与えた (舟山, 2003)。本種は、果樹園外で繁殖した成虫が果樹園に飛来して果実を加害する典型的な飛来性害虫である。しかし、本種の寄

主範囲は広く (川沢・川村, 1975; 堤, 2001)、成虫は季節的に餌植物を移動し (柳・萩原, 1980; 川田・北村, 1983)、また活動期には低密度の個体群しか形成しない (川田・北村, 1983) などの生態的特性から、個体群動態の調査が容易でなく、生活史は断片的にしか明らかになっていない。

果樹の果実を加害するチャバネアオカメムシ *Plautia crossota stali* Scott とツヤアオカメムシ *Glaucias subpunctatus* (Walkaer) の発生量は、寄主植物の中で植栽面積の広いスギやヒノキの球果量に関連して変動していることが示されている (小田ら, 1981; 森下ら, 2001)。スギとヒノキの樹上ではクサギカメムシの卵塊、幼虫および成虫も見出され (小田ら, 1980)、小田ら (1982) はスギとヒノキを合わせた当年球果量と本種の翌春の越冬世代成虫数との間に正の相関を認めている。しかし、クサギカメムシに対するスギ球果やヒノキ球果の餌としての好適性は十分に検討されておらず、実際に本種がこれらを餌として繁殖しているかどうかは明確でない。

秋田県にはスギは広く栽植されているが、ヒノキはほとんど栽植されていない (藤原, 1997)。そこで、秋田県でスギ球果がクサギカメムシの主要な寄主植物になっているかどうかを明らかにするため、スギ球果を用いて成虫の産卵ならびに幼虫の発育を調査した。

本文に入るに先立ち、本稿のご校閲を賜った独立行政法人果樹研究所の足立礎博士、並びにスギの生態についてのご教示と文献を紹介いただいた秋田県森林技術センターの和田覚氏に深謝する。

材料および方法

1. スギ球果で飼育した成虫の産卵と生存日数

2002 年と 2003 年に秋田県で、野外と室内でクサギカメムシ成虫にスギ球果を与えて飼育した。両年とも 4 月 1 日に秋田県雄勝郡稲川町の家屋から採集した越冬後成虫を冷蔵庫 (5°C, 自然光) 内で保管し、実験に供した。2002 年は 5 月 28 日から 7 月 23 日まで、2003 年は 6 月 2 日から 7 月 28 日まで 2 週間毎に、秋田県平鹿郡平鹿町に栽植されたスギ樹上の結実枝 (球果数は 10 果程度)

* E-mail: funayamak@pref.akita.lg.jp

日本応用動物昆虫学会誌 (応動昆) 第 49 巻 第 4 号: 265–268 (2005)

http://odokon.ac.affrc.go.jp/

2005 年 5 月 11 日受領 (Received 11 May 2005)

2005 年 8 月 24 日登載決定 (Accepted 24 August 2005)

DOI: 10.1303/jjaez.2005.265