

ナミハダニ被害インゲンマメ葉の匂いに対するオオメカメムシ およびヒメオオメカメムシの反応

下田武志・後藤千枝・矢野栄二
(中央農業総合研究センター)

Olfactory Responses of the Big-eyed Bugs *Piocoris varius* (Uhler) and *Geocoris proteus* Distant towards Kidney Bean Leaves Infested with Two-spotted Spider Mites (*Tetranychus urticae* Koch) in an Olfactometer

Takeshi SHIMODA¹, Chie GOTO and Eizi YANO

Abstract

The olfactory responses of the big-eyed bugs *Piocoris varius* and *Geocoris proteus* towards kidney bean leaves infested with *Tetranychus urticae* were observed in an olfactometer. Adult females of *P. varius* showed a significant preference for *T. urticae*-infested leaves over clean air. Neither predator showed any significant preference for uninfested leaves, artificially damaged leaves or spider mites plus their products over clean air. Second-instar nymphs of *P. varius* and adult females of *G. proteus* did not discriminate between *T. urticae*-infested leaves and clean air, irrespective of previous exposure to odors from *T. urticae*-infested leaves. These results indicated that adult females of *P. varius* exploit herbivore-induced plant volatiles in their search for prey, whereas this was not true for 2nd-instar nymphs of *P. varius* or adult females of *G. proteus*.

オオメカメムシ *Piocoris varius* (Uhler) (以下, オオメ) とヒメオオメカメムシ *Geocoris proteus* Distant (以下, ヒメオオメ) は, 農業害虫を含む各種小動物の捕食者であり (安永ら, 1993; 大井田, 私信), ハダニやアザミウマ等の微小害虫を対象とした広食性の土着性天敵資材として期待されている。両種とも鱗翅目昆虫の卵などを餌とした室内飼育法が確立されており (大井田, 2002), 放飼を前提とした利用が考えられている。しかし, 野外での発生例 (Watanabe, 1981; Hirose et al., 1999; 中谷・石井, 2002) などの断片的な知見がわずかにあるだけで, 両種の生態に関する知見は極めて乏しい。

放飼を前提とした両天敵の利用を行う上で, 放飼個体がどのような手掛かりを用いて害虫や害虫被害作物を探索するかを解明する必要がある。害虫被害作物の探索に利用可能な手掛かりの一つとして, 作物上の害

虫や害虫の生産物 (排出物など) からの揮発性情報化学物質が考えられる (Turlings et al., 1993)。また, ハダニの天敵であるカブリダニ類や鱗翅目害虫の天敵寄生蜂について数多く報告されているように, 害虫の食害によって誘導される作物由来の特殊な匂い [Herbivore-induced plant volatiles (植食者誘導性植物揮発物質): 以下, 匂い物質と便宜的に呼ぶ] も利用可能な揮発性情報化学物質である (塩尻ら, 2002)。

本研究では, ナミハダニ (以下, ハダニ) の被害を受けたインゲンマメ (以下, マメ) を害虫被害作物のモデルとして, 害虫被害作物の匂いに対するオオメ (幼虫・雌成虫) およびヒメオオメ (雌成虫) の反応性を調査したので, その結果を報告する。本試験実施にあたり, 天敵の提供とご助言を頂いた上遠野富士夫博士・大井田寛氏 (千葉県農業総合研究センター), 天敵の飼育にご協力頂いた斉藤奈都子氏 (京都大学生

¹ Address: National Agricultural Research Center, Kannon-dai 3-1-1, Tsukuba, Ibaraki 305-8666, Japan
2003年5月9日受領

態学研究センター)・阿久津元氏(千葉大学園芸学部)に厚くお礼申し上げます。なお本研究は、先端技術を活用した農林水産研究高度化事業「環境にやさしい在来天敵オオメカメムシ類を用いた園芸作物害虫防除に関する研究」の一環として実施したものである。

材料および方法

1. 供試虫

千葉県農業総合研究センター(千葉県東金市)で継代飼育中の両天敵を、中央農業総合研究センター(茨城県つくば市)の恒温室(25±2℃, 16L/8D)で引き続き累代飼育した。スジコナマダラメイガ *Ephestia kuehniella* Zellerの冷凍卵(以下、スジコナ卵)を約1週間ごとに両種の成虫や幼虫に与え、ポリエチレン容器(14cm×20cm×5cm)内で10~30頭ずつ集団飼育した。産卵基質にはカット脱脂綿(10cm×5cm)を用いた。その他については、大井田(2002)に準じた。

2. 室内検定

活性炭で浄化した空気を、匂い源が入ったガラス瓶(1l)を経由させて、Y字型オルファクトメーターの各アームにポンプを用いて一定流量で(2.5 l/min)送り込んだ。天敵を1頭ずつオルファクトメーター内のワイヤーに導入し、いずれかのアームの末端に到達した時点で、匂い源を選択したとみなした。導入後5分間継続観察した時点で末端まで到達しなかった個体については、非選択個体とみなした。各観察終了時にワイヤーを新品と交換し、3分間以上空気を流してから次の観察を実施した。5個体の観察ごとに、匂い源が入ったガラス瓶とアームとの接続を交換した。調査は実験室内(25±2℃)で実施した。その他については Takabayashi and Dicke (1992) に準じた。

検定用の匂い源を選択した天敵個体数と、対照区の匂い源を選択した個体数とを2検定で比較することで、前者の匂いに対する誘引性の有無を評価した。

以下に検定用の匂い源を示す。1) ハダニ被害葉: マメ本葉(3小葉で構成)7枚に葉当たり約50頭のハダニ雌成虫を3日間接種した。各葉の葉柄を切断し、水を含ませた脱脂綿(3cm×3cm)で包んでから実験に用いた。2) 未被害葉: 濡れた脱脂綿で茎を包んだ未被害のマメ本葉7枚を用いた。3) 機械傷葉: 濡れた脱脂綿で包んだマメ本葉7枚を紙ヤスリで傷を付けてから用いた。4) ハダニ: ハダニ成虫(約350頭)および残さ(吐糸や排出物等)を濡れた脱脂綿(10cm×10cm)上に小筆で払い落とす。5) エア

ー: 濡れた脱脂綿(10cm×10cm)を用いた。

オオメ雌成虫を対象とした実験(実験1~4)では、スジコナ卵で飼育中の羽化後2週間以降の既交尾個体を用いた。各実験で用いた匂い源(検定用vs.対照区)は以下の通りである(実験1: 未被害葉vs.エア、実験2: ハダニ被害葉vs.エア、実験3: 機械傷葉vs.エア、実験4: ハダニvs.エア)。オオメ2齢幼虫に関しては、孵化後4日間にわたりスジコナ卵で飼育した個体(実験5: ハダニ被害葉vs.エア)、孵化後4日間にわたりハダニ食害マメ葉上で飼育した個体(実験6: ハダニ被害葉vs.エア)をそれぞれ用いた。いずれの実験においても、水で湿らせた濾紙片(5mm×5mm)を入れたサンプルチューブ(アシストチューブ: 2ml)に天敵を1頭ずつ導入し、実験前の1日間、恒温室内で絶食させた。

ヒメオオメの実験(実験7~9)では、スジコナ卵で飼育中の羽化後2~4週間の既交尾雌成虫を用いた。これらの個体を、上記の方法で1日間(実験7)または7日間(実験8)絶食させるか、あるいはハダニ食害マメ葉上で3日間飼育後、1日間絶食(実験9)させてから用いた。各実験で選択させた匂い源の組み合わせは同じであった(ハダニ被害葉vs.エア)。

結果および考察

各種匂い源に対するオオメ雌成虫の反応を第1表に示す。未被害葉とエアとを匂い源として選択させた場合、前者が有意に多く選択されることはなく、未被害作物の匂いに対する誘引性は認められなかった(実験1)。一方、ハダニ被害葉とエアとを選択させた場合には、前者が有意に多く選択され、誘引性が確認された(実験2)。供試虫はスジコナ卵で飼育されており、ハダニ被害葉の匂いを過去に経験したことはない。このことは、嗅覚を利用して害虫被害作物を探索できる能力を生得的に有することを意味する。こうした能力は、放飼を前提とした天敵利用を考える上で、有利な行動特性と言える。

害虫被害作物からの匂いには、害虫の被害を受けた際に作物が生産・放出する匂い物質の他に、物理的な傷害によって作物から放出される緑の香りや、害虫由来の匂いも含まれる。これらのうち、機械傷葉(実験3)やハダニ(実験4)に対する行動反応の結果は、緑の香りやハダニ由来の匂いにオオメ雌成虫に対する誘引活性がないことを示唆している。そのため、ハダニ被害葉からの匂い物質に誘引されたと考えるのが妥

当であろう。匂い物質に対する捕食性カメムシの誘引性については、ハナカメムシ科 (Anthocoridae) で最も良く知られており、例えばナシ・キジラミの一種・*Anthocoris nemoralis* (Scutareanu et al., 1997) や、ナス・ミナミキイロアザミウマ・ナミヒメハナカメムシ *Orius sauteri* (望月・矢野, 未発表) の各3者系を用いた研究例がある。

ハダニ被害葉とエアートとを匂い源として選択させた場合、スジコナ卵で飼育したオオメ2齢幼虫は両者を区別せず (第1表, 実験5), 前者に対する誘引性は認められなかった。これを説明する一つの仮説として、彼らが未経験の匂いに対しては誘引されないという可能性が考えられた。しかしながら、ハダニ被害葉上で育ったオオメ幼虫に関しても誘引性が認められなかった (第1表, 実験6) ことから、ハダニ被害葉の匂いに対する反応は過去の匂い経験の有無とは無関係であったことが分かる。オオメ雌成虫については、未経験であるハダニ被害葉の匂いに誘引されることから、幼虫から成虫への発育過程において、害虫被害作物からの匂い物質に対する反応性が何らかの理由で変化していると考えられる。

各種匂い源に対するヒメオオメ雌成虫の反応を第2表に示す。ハダニ被害葉とエアートとを選択させた場合、スジコナ卵で飼育した本種雌成虫 (1日間絶食) は両者を区別せず (第2表, 実験7), 前者の匂いに対する誘引性は認められなかった。また、ハダニ被害葉で3日間飼育した個体 (1日間絶食) でも同様の現象が観察された (第2表, 実験9) ことは、本種雌成虫の行動反応が過去の匂い経験によって変化しない可能性を示唆している。一方、スジコナ卵で飼育した個体 (7日間絶食) は、ハダニ被害葉よりもエアートを有意に多く選択した (第2表, 実験8)。この結果は、エアートに対する誘引性とは考えられず、むしろハダニ被害葉の匂いに対する忌避反応と解釈できる。しかし、延長された絶食期間が忌避行動をもたらす理由については、その適応的意義を含めて不明であり、今後の研究によって検討すべき課題である。

ナミハダニ被害インゲンマメを害虫被害作物のモデルとした本研究の結果から、オオメ雌成虫は害虫被害作物からの匂い物質を餌探索の手掛かりとして積極的に利用しているが、オオメ幼虫やヒメオオメ雌成虫は全く利用していないか、あるいは少なくとも積極的に

Table 1 Responses to various odors in an olfactometer for females (Adult) of the big-eyed bug *Piocoris varius* reared on frozen eggs of *Ephestia kuehniella*.

Experiment	Predator (No.) ^{a)}	Sample	Control	NC ^{h)}	Probability (χ^2 test)
Exp. 1	Adult (60)	Uninfested leaves ^{d)} 23	Clean air 29	8	$\chi^2 = 0.692, p = 0.405$
Exp. 2	Adult (80)	Infested leaves ^{e)} 44	Clean air 26	10	$\chi^2 = 4.629, p < 0.05$
Exp. 3	Adult (60)	Damaged leaves ^{f)} 26	Clean air 25	9	$\chi^2 = 0.020, p = 0.889$
Exp. 4	Adult (60)	Spider mites ^{g)} 30	Clean air 26	4	$\chi^2 = 0.286, p = 0.593$
Exp. 5	Nymph A (60) ^{b)}	Infested leaves 33	Clean air 27	0	$\chi^2 = 0.600, p = 0.439$
Exp. 6	Nymph B (60) ^{c)}	Infested leaves 27	Clean air 26	7	$\chi^2 = 0.189, p = 0.891$

- a) Each predator had been starved for one day before each experiment.
- b) Nymph A: second-instar nymphs reared on *E. kuehniella* eggs.
- c) Nymph B: second-instar nymphs reared on kidney bean leaves infested with two-spotted spider mites *Tetranychus urticae*.
- d) Uninfested leaves: uninfested kidney bean leaves.
- e) Infested leaves: *T. urticae*-infested kidney bean leaves.
- f) Damaged leaves: kidney bean leaves artificially damaged with sandpaper.
- g) Spider mites: spider mites with their visible products removed from *T. urticae*-infested leaves.
- h) NC (No choice): the number of predators that did not respond to volatiles within 5 minutes.

Table 2. Responses of starved adult females of the big-eyed bugs *Geocoris proteus* to volatiles from kidney bean leaves infested with two-spotted spider mites *Tetranychus urticae* to clean air in an olfactometer ^{a)}

Experiment	Treatment (No. of predators)	Infested leaves	Clean air	NC ^{e)}	Probability
Exp. 7	1-day starved ^{b)} (80)	40	34	6	$\chi^2 = 0.486$, $p = 0.485$
Exp. 8	7-days starved ^{c)} (80)	24	41	15	$\chi^2 = 4.446$, $p < 0.05$
Exp. 9	3-days experienced ^{d)} (80)	42	32	6	$\chi^2 = 1.351$, $p = 0.245$

a) Each predator had been reared on frozen eggs of *Ephestia kuehniella* before each treatment.

b) 1-day starved: predators starved for one day.

c) 7-days starved: predators starved for seven days.

d) 3-days experienced: predators reared on kidney bean leaves infested with the spider mites for three days and subsequently starved for one day.

e) NC (No choice): the number of predators that did not respond to volatiles within 5min.

は利用していないと考えられる。おそらく後者に関しては、寄生蜂など多くの天敵昆虫で知られているように、害虫（害虫被害作物）由来の視覚的情報等（Turlings et al., 1993）がより重要な手掛かりとなっているものと思われる。実際、オオメおよびヒメオオメは、活動性の高い微小害虫（ハダニ、アブラムシ等）を視覚的に認識し、攻撃行動を示すことが経験的に知られている（阿久津，私信）。そのため、害虫や害虫被害作物からの視覚情報等に対する利用性なども考慮した、両種の餌探索行動メカニズムを今後調査していく必要がある。

引用文献

Hirose, Y. et al (1999) Appl. Entomol. Zool. 34 : 489 -

496 .

中谷至伸・石井 実 (2002) 応動昆 46 : 92 - 96 .

大井田 寛 (2002) 千葉の植物防疫 97 : 11 - 13.

Scutareanu, P. et al. (1996) J. Chem. Ecol. 23 : 259 - 282.

塩尻かおりら (2002) 応動昆 46 : 117 - 133 .

Takabayashi, J. and M. Dicke (1992) Entomol. Exp. Appl. 64 : 187 - 193.

Turlings, T. C. et al. (1993) Insect Learning (D. R. Papaj and A. C. Lewis eds.). Chapman & Hall. New York. pp. 51 - 78.

安永智秀ら (1993) 日本原色カメムシ図鑑. 全国農村教育協会, 東京. 380pp .

Watanabe, M. (1981) Res. Popul. Ecol. 23 : 74 - 93 .