

チャバネアオカメムシの飛来を予測する

—PSトラップの紹介—

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構
果樹茶業研究部門

とやま まさとし きしもと ひでなり みしろ こうじ
外山 晶敏・岸本 英成・三代 浩二・
なかの りょう いはら ふみお
中野 亮・井原 史雄

はじめに

チャバネアオカメムシ *Plautia stali* (口絵①) は、様々な果樹を被害する飛来性の難防除害虫である。被害果実は落果したり大きな凹みを生じたりと、商品価値を大きく損なう。分布は日本全土におよぶが、特に問題となるのは関東以西での大量発生・飛来である。

本種はもともと広食性で、各種植物を季節的に移動しながら世代をつなぐ生活史を持つ。しかし、現在の大量発生を支えるのは、もっぱら国土の19%を占めるヒノキヤスギの植林地である。これらの膨大な球果を餌にした増殖は、天敵など有力な密度抑制もないまま、球果を消費し尽くすまで続く。

防除は、生息地が広域にわたるため、発生源を絶つ根本的な個体群制御は難しく、飛来を認めてからの薬剤散布が基本となる。発生量の年次変動が甚だしく、果樹園に飛来する時期・量も年により大きく異なる。このため、環境負荷低減やリサージェンス抑制の観点からも薬剤の効果的・効率的な散布が課題となる。

防除戦略の基幹は、発生予察である。果樹園への飛来背景には餌不足があり、本来の生息地である山林で十分な餌を得られなくなった空腹の成虫が、餌探索の過程で果樹園にも飛来する。特に、夏以降の新成虫の飛来予測には、ヒノキヤスギ林(増殖地)での繁殖、そして餌状態やカメムシ個体群の摂餌状況の把握が重要となる。

これまで、新成虫の離脱時期の予測には、球果上に残された口針鞘数が使われてきた。口針鞘はカメムシが吸汁後に残す唾液が棘状に固まったもので、その数は球果の消費レベルを示す指標となる。平均で25本を超えるころから、球果の消耗で餌不足におちいった成虫の山林からの離脱が始まるとされる(堤, 2001)。本手法は経

験則に基づくが、十分な数の球果を調べれば、予測精度はかなり高い。課題は、作業負担の大きさで、口針鞘を酸性フクシン水溶液で染色し顕微鏡下でカウントする作業は、時間と根気を要す。

今回、我々は、個体群の摂餌状況を推定する、新しいモニタリングトラップ(PSトラップ)を用いた飛来予測手法(Toyama et al., 2015 a)を開発した。合成集合フェロモン剤への誘引消長から、飛来リスクを推測する方法で、非常に簡便で、調査に要する労力の軽減や予測精度の向上に貢献が期待できる。まだ開発後間もない技術だが、今後の発生予察事業における一つの可能性として、ご一読いただきたい。

なお本研究は、農林水産省「発生予察の手法検討委託事業・適期防除実施判断指標策定事業(H22~25年度)」の助成により行われた。

I PSトラップ

1 トラップ構造

①本体(ベース)、②粘着部、③チャバネアオカメムシ合成集合フェロモン剤(以下、集合フェロモン剤)の三つの要素から構成され(三代・大平, 2002)、集合フェロモン剤に誘引された成幼虫を粘着部で捕獲する(図-1, 口絵②)。

本体は塩化ビニール板などで作成し、針金により調査樹主幹に巻くように固定する。この際、樹との間に隙間が生じないように注意する。隙間が大きいと、歩行してきた虫がトラップ本体の下に潜り込み、粘着部による捕獲効率が低下する。

粘着部は、黄色粘着シートを、塩化ビニール板やポリプロピレンシートに両面テープで貼付して作成する。ダブルクリップなどで本体に留め、観察に際しては粘着部のみを交換する。

集合フェロモン剤(信越化学工業株式会社)は、本体上辺に吊し、定期的に交換する。

これですべてである。構造も仕組みも単純なので、部材は安価で作成も容易である。下敷きやクリアファイルなど、既存品を使って作成してもよい。ちなみに、下に紹介する長崎の調査では、本体(23 cm × 18 cm)と粘

Introduction to PS Trap for Monitoring of the Brown-winged Green Stink Bug, *Plautia stali* (Hemiptera: Pentatomidae): A Simple Sticky Trap Baited with Synthetic Aggregation Pheromone. By Masatoshi Toyama, Hidenari Kishimoto, Koji Mishiro, Ryo Nakano and Fumio Ihara

(キーワード: チャバネアオカメムシ, 果樹害虫, 予察, 合成集合フェロモン剤, 粘着板トラップ)



図-1 PSトラップ

着部 (20 cm × 15 cm) を白色塩化ビニール板で作成し、本体上辺幅 2 cm ほどのひさしに集合フェロモン剤を吊り下げた (図-1, 口絵②)。黄色粘着シートには IT シート (サンケイ化学株式会社) を用いた。

2 モニタリングのポイント

集合フェロモン剤に誘引される成幼虫は、空腹から飢餓状態にあることが証明されている。よって、PSトラップに捕獲された個体の状態を、あらためて評価する必要はない。つまり、捕獲虫をカウントするだけでよい。ポイントは次の三つである。

① 2 齢幼虫をモニタリングすることで、山林の餌事情を把握する。本齢の捕獲状況は、球果を巡る競争の厳しさをいち早く反映する。よって、2 齢幼虫の捕獲数増加が見られたら、球果の消耗に注意する。

② 3 齢以上の幼虫をモニタリングすることで、山林からの離脱を予測する。成長・発育にともない球果の利用も成虫のそれに近づく。3 齢以上の幼虫の捕獲が見られたら、新成虫の果樹園への飛来を警戒する。

③ 成虫をモニタリングすることで、新成虫の飛来量、飛来の終了時期を予測する。成虫の捕獲数が多いときは、その後の果樹園への多飛来を警戒する。逆に捕獲数が少なければ、飛来リスクも小さいと考えられる。

II 調査事例：長崎県雲仙市での調査

事例として、本手法の開発にあたり 2010～12 年に実施した 3 年間の調査を以下に紹介する。

1 調査方法

調査は、長崎県雲仙市内のヒノキ林で実施した。30～50 m の間隔をもってヒノキ 5 樹を選定し、各主幹の約 1.5 m の高さに PS トラップを設置した。1 週間ごとに粘着シートを交換し、トラップに捕獲されたチャバネアオカメムシ成虫と幼虫を計数した。また、同日に 30～40 個の球果を採集し、口針鞘数を調べた。集合フェロモン剤は約 3 週間ごとに新しいものと交換した。調査は、カメムシによる球果利用が始まる初夏からトラップでカメムシが捕獲されなくなるまで続けた。

2 背景～餌事情

図-2 が結果である。年により捕獲数も捕獲消長も大きく異なる。まず背景にある各年の餌事情を整理しておこう。

ヒノキやスギの球果結実量は年により大きく変動し、豊作だった翌年は着果量が減少しやすいという隔年結果の傾向が見られる。また、前年夏の気象条件も強く影響し、花芽形成期の夏に晴れの日が多く気温が高いと、翌年の結実量は多くなる。広域を対象とした結実量の調査は行われていないが、同様な傾向は雄花でも見られ、球果結実量と花粉飛散量との間には高い相関が認められる (森下ら, 2007)。

この関係から各年の豊凶傾向を推測すると、2009 年と 2011 年が豊作で、2010 年と 2012 年は平年並みか、それ以下だったと考えられる。

餌の消費を示す口針鞘数の推移を見ると、2010 年は早い時期から増加が始まり、8 月中旬には山林からの離脱目安となる 25 本を超えた。本種の夏の繁殖は、前年に産まれた越冬世代に始まる。2010 年は越冬世代に対して球果量が少なく、餌を巡る競争が厳しい年だったと推測される。

これに対し、2011 年は立ち上がりが遅く、増加が見られたのは 8 月中旬だった。しかし、その後急増し、8 月下旬～9 月上旬に 25 本を超えた。少ない越冬世代からスタートしたものの、豊富な餌を背景に繁殖が進み、後半に球果の消費が加速したと考えられる。

2012 年は 8 月上旬から緩やかな増加が見られ、25 本を超えたのは 8 月下旬～9 月上旬だった。2010 年に増加パターンは似るが、立ち上がりが遅かったことから、越冬世代に対して、球果量にやや余裕があったと考えられる。

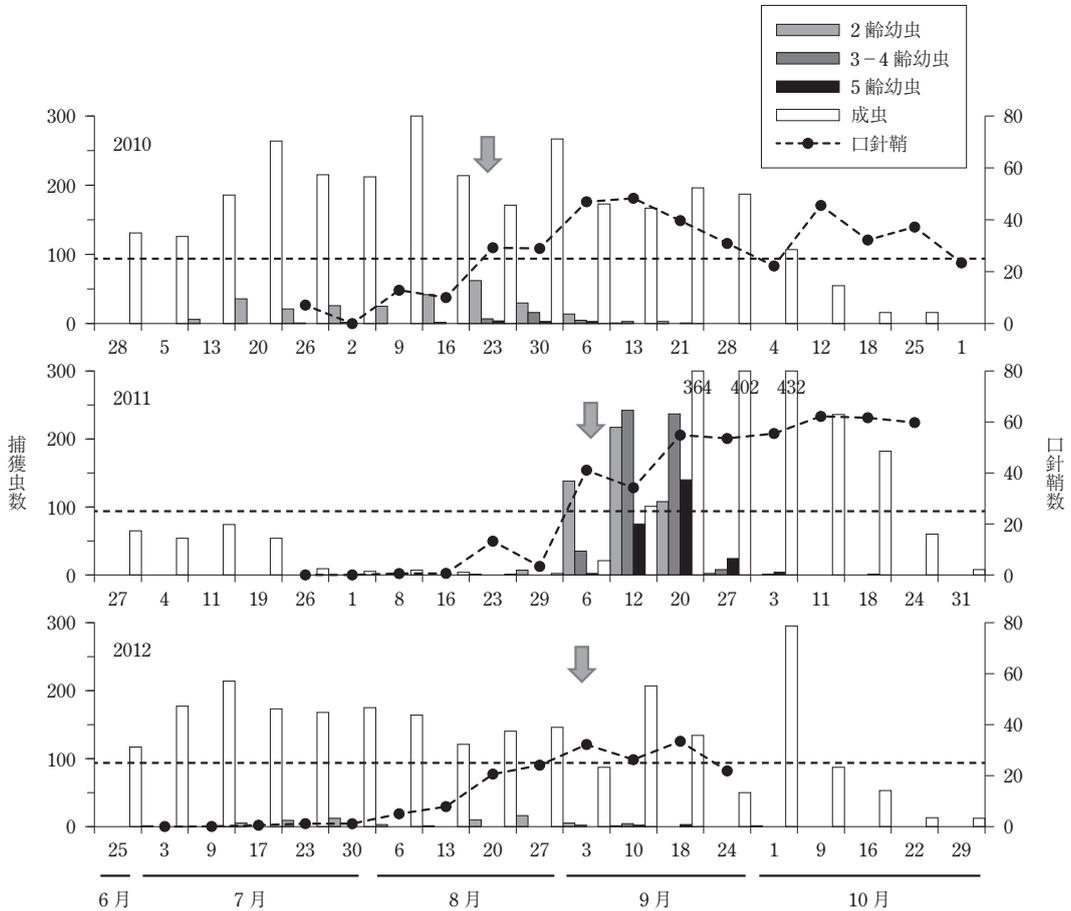


図-2 長崎県雲仙市での調査におけるPSトラップ捕獲消長
 図内の点線は、山林から果樹園へのカメムシの離脱・飛来の目安となる平均口針鞘数25本を示す。
 矢印は、PSトラップにおける3齢以上の幼虫の初見日を示す (TOYAMA et al., 2015 a より改図)。

3 トラップ捕獲結果

2 齢幼虫では、かなり早い時期からトラップへの誘引・捕獲が見られた。本齢については、集合フェロモン剤への誘引と空腹との関係を示す研究事例はないが、その捕獲消長は口針鞘数の増加と同期していることから、餌資源を巡る競争が背景にあり、餌事情をいち早く反映していると考えられる。2 齢幼虫は口針が短く吸汁できる球果に限られるため、特に競争の影響を受けやすいのかもしれない。

これに対し、3 齢以上の幼虫の捕獲初見日は、球果の口針鞘数が新成虫の離脱目安となる25本を越える時期と、ほぼ一致していた。我々の研究から、3 齢以上の幼虫については、集合フェロモン剤に誘引される個体は著しい飢餓状態にあり、捕獲結果は球果の消耗を反映することが明らかになっている (IV 章参照)。二つの指標の一致は、発育・成長に伴い、球果の利用や状態の影響が

成虫のそれに近似してくるためと考えられる。

一方、成虫の捕獲数は、幼虫に比べはるかに多い。シーズンを通して捕獲が見られ、トラップの結果は必ずしも餌状態を反映していない。捕獲消長からして、成虫密度を反映していると考えられる。成虫でも、集合フェロモン剤に誘引される個体は空腹状態にあることが知られているが (志賀・守屋, 1989), 増殖地では、餌の状態のみならず、繁殖活動なども成虫の生理状態に影響するのかもしれない。

III 予察での利用

繰り返しになるが、チャバネアオカメムシの発生量や飛来リスクは、年により大きく変わる。このことは、生産現場における予察の重要性や目標も年により変わることを意味する。

新成虫の飛来で、特に予察が重要になるのは、球果結

実量が多く、多発生が予測される年である。長崎の例では2011年がそれにあたる。こうした年は、多飛来の危険がある一方で、餌の枯渇を見る前に繁殖シーズンが終わる可能性もある。飛来があるのかないのか、あるとすればいつなのか、予察に対する期待は大きい。

この点に関して、2011年のPSトラップはよい感度を示している。飢餓状態の幼虫に対する、集合フェロモン剤の誘引性は非常に強い(IV章参照)。また、多発生環境下では捕獲数も多くなる。劇的に進む球果の消耗を見逃すことはまずないだろう。

一方、2010年や2012年のように結実量がそれほど多くない年は、発生量も少なく、潜在的飛来リスクもあまり高くない。基本的に、多発生時のような厳しい情報の提供は求められず、予測のフォロー、つまりリスクの低さを保証することが調査の主要な目標になる。

この点についても、虫を直接見るPSトラップは情報量が多く有用である。密度を反映していると考えられる成虫の捕獲数を見ることで、発生量、そして飛来リスクを評価することができる。

また、リスク評価という点では、飛来がいつまで続く

のかという問いに対しても、情報を提供できる。不要な薬散を避けるうえでは、防除を止める時期も、始める時期と同じく重要である。

当面の利用にあたっては、口針鞘数調査との併用が現実的だろう。

PSトラップ法は非常に簡単で、1箇所の調査に要する時間的・労力的負担を大きく減らせる。このため調査規模を拡大しやすい。広範囲での調査も可能で、発生源が広域に及ぶ本種の予察精度の向上を期待できる。

一方、調査法としての精度については、カメムシの大きな年次変動を考えれば、検証にはさらなるデータの蓄積が必要である。その点、長年の実績に裏付けられた口針鞘数調査は、信頼性に優れる。

PSトラップで概況を把握し、飛来リスクが高まってきたら、確認に口針鞘数調査を用いるなど、メリハリをつけた調査法のデザインが望まれる。

具体は今後の課題となる。各調査地点におけるトラップ設置数は、今回の5個が一つの目安になるが、トラップ間でのばらつきが小さかったことを考えれば、精度的には調査地点を増やしたほうがよいかもしれない。試行

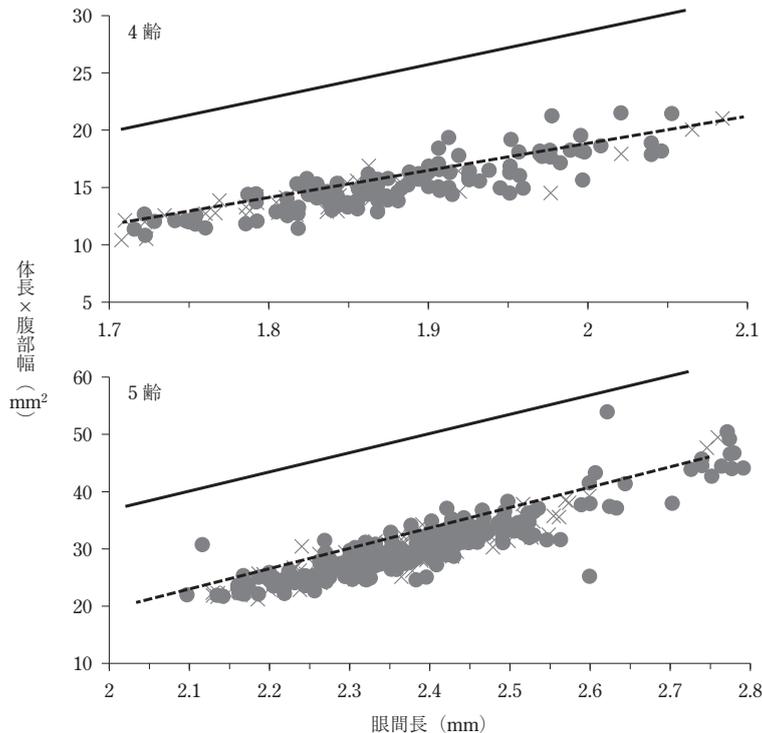


図-3 フェロモン剤に誘引された幼虫の摂餌状態
合成集合フェロモン剤に誘引された4, 5 齢幼虫の体型による摂餌状態の評価。
図中の点線は飢餓状態にあるとき(室内実験により脱皮直後の幼虫から算出)、
直線は満腹状態にあるとき(十分に給餌した幼虫から算出)の指標体型を示す。

のなかで、労力的配分も考慮に入れつつ、総合的に検討していく必要があるだろう。

IV 集合フェロモン剤と幼虫

最後に、集合フェロモン剤に誘引される幼虫の状態について調べた結果を紹介しておく。

幼虫の場合は、出現が新成虫に先んじる、口針が短く利用できる球果に限られる、飢餓耐性が低い、移動能力が低いなどの理由から、すでに上で見てきたように、より球果の状態に敏感で、反応も早いことが期待される。

しかし、集合フェロモン剤に誘引される幼虫が空腹状態にあることを裏付ける研究は、これまでなかった。

そこで、誘引された幼虫の摂餌状態を、形態指標を用いて調べた。脱皮直後など空腹状態にある幼虫の腹部は縮んでおり、採餌とともに膨らむことを利用した方法で、眼間長に対する体長×腹部幅により摂餌状態を推定する (TOYAMA et al., 2015 b)。実施においては、あらかじめ脱皮直後などいくつかの状態で両形質の関係 (単回帰式) を求めておき、それらを物差しに体型から採集個体の状態を評価する。

採集は、2011年と12年に、長崎県雲仙市のヒノキ林で、前述のPSトラップとは別に集合フェロモン剤を設置して行った。

図-3がその結果となる。2011年に誘引・採集された3齢から5齢の幼虫が、物差しの回帰直線とともにプロットされている。ほとんどの個体が、脱皮直後の幼虫から求めた直線周辺に位置している。このことは、これら

集合フェロモン剤に誘引された個体のお腹は、脱皮直後なみに空であったこと、つまり極度の空腹=飢餓状態であったことを示している。

一方、空腹状態にない個体 (正確には空腹状態とは言えない個体) の誘引は、季節や年にかかわらず、ほとんど見られなかった。

これらの結果は、集合フェロモン剤に誘引されるのは、空腹状態にある個体に限られることを示している。PSトラップに捕獲された幼虫も、常に空腹状態にあるとみなしてよい。

おわりに

果樹カメムシの予察は、「精度向上」と「省力」という二つの矛盾した課題を抱える。対策は容易ではないが、PSトラップは、その糸口になるかもしれない。現在の業務にプラスする形で試すことには抵抗があるかもしれないが、新しい方法に信頼を与えるのは、積み重ねしかない。また、予察のみならず、増殖地でのトラップデータの蓄積は、本種の動態の理解においても貴重な情報となる。予察手法の改良と基礎データの蓄積に、是非ともご協力をいただきたい。

引用文献

- 1) 三代浩二・大平喜男 (2002): 九病虫研究会報 48: 76 ~ 80.
- 2) 森下正彦ら (2007): 日本応用動物昆虫学会誌 51: 21 ~ 27.
- 3) 志賀正和・守屋成一 (1989): 果樹試報 A16: 133 ~ 168.
- 4) TOYAMA, M. et al. (2015 a): J. Econ. Entomol. 108: 2366 ~ 2372.
- 5) ——— et al. (2015 b): Bull. NARO Inst. Fruit Tree Sci. 19: 21 ~ 30.
- 6) 堤 隆文 (2001): 植物防疫 55: 560 ~ 562.