

特集：フェロモン研究最近の話題

フジコナカイガラムシの性フェロモン

福岡県農業総合試験場 ^{てしば}手柴 ^{まゆみ}真弓・^{つつみ}堤 ^{たかふみ}隆文
 農業環境技術研究所 ^{すぎえ}杉江 ^{はじめ}元・^{たばた}田端 ^{じゅん}純・^{ひらだて}平館 ^{しゅんたろう}俊太郎
 島根県農業技術センター ^{ならい}奈良井 ^{ゆたか}祐隆・^{さわむら}澤村 ^{のぶお}信生

はじめに

フジコナカイガラムシ *Ploanococcus kraunhiae* (KUWANA) (Homoptera : Pseudococcidae) は本州、四国、九州に分布し、中国や北アメリカにも発生する体長約 4 mm (雌成虫) の虫である (河合, 1980)。雌成虫の形状はワラジ型で、体表面は白色粉状のロウ物質で覆われている (口絵①)。本種はナシやブドウ、カンキツなど様々な果樹に寄生する (河合, 1980)。福岡県では特にカキでの被害が増加しており、発生圃場率は 2000 年以降ほぼ毎年 9 割を超えている (福岡県, 2007)。本種によるカキの被害は、吸汁により果実が変色する火ぶくれ症や、排泄物にカビが発生するすす病である (口絵②)。本種に対する防除法として主に薬剤散布が実施されているが、発生圃場率からも推測できるようにその効果は十分ではない。その要因として、本種の生息場所である果実とヘタの隙間や粗皮の隙間などに薬剤が到達しにくいこと、薬剤散布はふ化幼虫に対して防除効果が高いが、その幼虫は微小であるため防除適期であるふ化時期がわかりにくいことなどが挙げられる。現地では防除に苦慮しており、防除効率の向上や新しい防除技術の開発が求められている。

これまでの研究により、クワコナカイガラムシやミカンヒメコナカイガラムシなどのコナカイガラムシ類で性フェロモンの存在およびその成分が明らかになっている (NEGISHI et al., 1980 ; ARAI et al., 2003)。ナシヒメシンクイやハマキムシ類などのチョウ目害虫ではフェロモントラップによる防除適期の予測や、交信かく乱などによる防除法に性フェロモン剤が利用されている。そこで、防除技術開発の資材として性フェロモンに着目し、フジコナカイガラムシの性フェロモンの存在を明らかにすると

ともに、その有効成分を解明した。なお、この試験の一部は 2001 年から 05 年に取り組んだ持続型農業技術開発試験「天敵等を利用したカイガラムシの環境保全型制御技術の開発」の中で実施した。

I フェロモンの捕集方法

フジコナカイガラムシはハマキムシ類などのチョウ目害虫に比べて体サイズが小さいことから、雌成虫 1 頭から得られるフェロモン量は比較的少ないと予想され、性フェロモンの解明に必要な量を集めるためには大量の未交尾雌を確保する必要がある。そこで、福岡県内のカキ園から採集したフジコナカイガラムシをカボチャ果実に寄生させ、実験室内で累代飼育して増殖し、フェロモンの捕集に用いた。未交尾雌を得るためには、雌成虫が羽化する前に雄から隔離する必要がある。フジコナカイガラムシは、汁液を吸収するためふ化後すぐに寄主植物に口吻を挿入し定着する。この状態の雌を無理に動かすと口吻を損傷するおそれがあるうえ、作業が煩雑である。そこで、集団飼育個体群から羽化前の雄を除去する方法で未交尾雌を得た。雌は 1 齢幼虫から成虫まで大きさは異なるものの同形で蛹化しない。一方、雄成虫は幼虫と形態が異なり有翅である (口絵①)。雄は 2 齢幼虫後半から綿状の分泌物で体表面を覆い蛹化するため、この時期に雌と区別できる。カボチャ果実上で蛹化している雄を面相筆で除去することによってカボチャ果実 1 個当たり約 1,000 頭の未交尾雌を得ることができた。

この方法で得られた未交尾雌をカボチャ果実ごとデシケータに入れた。外気を取り込みながらデシケータ内の空気をポンプで吸引して吸着剤 (Tenax TA) に通し、空気中に放出された物質を吸着剤に吸着させた (図-1)。吸着した物質を吸着剤からヘキサンで抽出した。得られた抽出物に雄成虫が誘引されることが確認されたので、性フェロモンの成分を解明するため本格的にフェロモンの捕集を開始した。この時点で活性成分の同定には 1,000,000 雌日当量 (FDE) の捕集物が必要と推定された。そこで、島根県農業技術センターと協力して捕集を行った。なお、島根県ではフェロモンの捕集のため、ソ

Sex Pheromone of *Ploanococcus kraunhiae* (KUWANA) (Homoptera : Pseudococcidae). By Mayumi TESHIBA, Takafumi TSUTSUMI, Hajime SUGIE, Jun TABATA, Syuntaro HIRADATE, Yutaka NARAI and Nobuo SAWAMURA

(キーワード：性フェロモン, フジコナカイガラムシ, *Ploanococcus kraunhiae* (KUWANA), 2-イソプロピリデン-5-メチル-4-ヘキセン-1-イルブチレート)

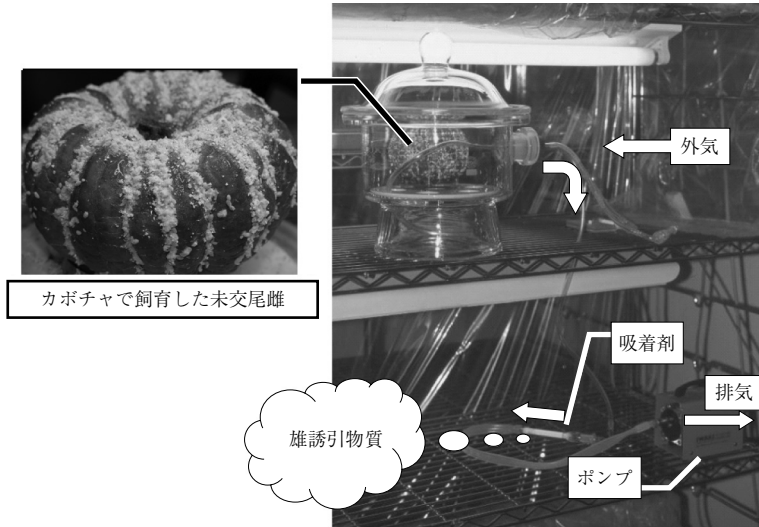


図-1 空気中に放出された雄誘引物質の捕集方法 (図中の矢印は空気の流れを示す)

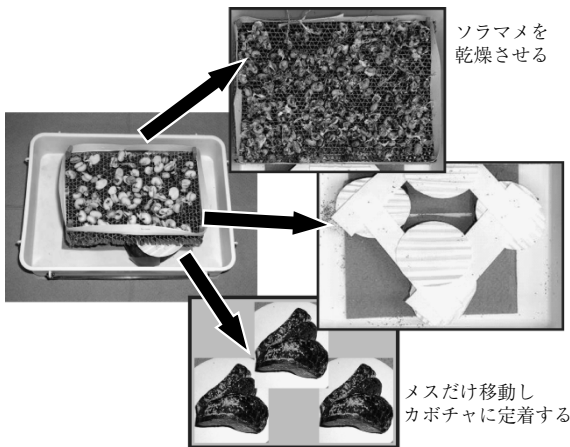


図-2 フジコナカイガラムシの雌雄分離法 (鳥根県農業技術センター)

ソラマメの催芽種子で飼育したフジコナカイガラムシに、雄蛹化直前にカボチャ果実を与える方法で雌雄を分離した。雄は蛹化に伴い摂食・移動を停止するが、雌は依然として餌を必要とするためソラマメの乾燥に伴い餌を求めてカボチャ果実上へ移動する。こうして雌をカボチャ果実上へ移動させて未交尾雌を得た (図-2) (SUGIE et al., 2008)。

II 性フェロモンの成分

雌が空気中に放出した性フェロモンの成分を明らかに

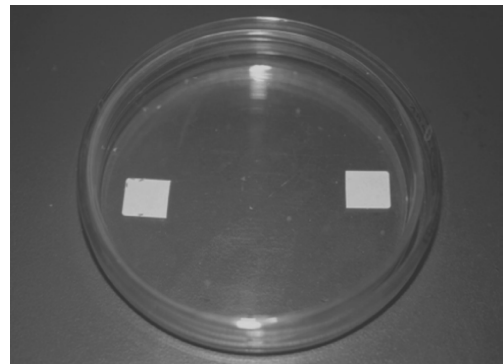


図-3 ガラスシャーレを用いた生物検定 (室内試験) の様子

するため、得られた抽出物をフロリシルカラムクロマトグラフィー、高速液体クロマトグラフィー等によって分画し、各画分に対する雄の反応を調べた。

生物検定は ARAI (2000) に準じて室内 (室温 25℃, 自然日長) で行った。すなわち、直径 9 cm, 深さ 1.5 cm のガラスシャーレに 1 cm 角のろ紙を 2 枚置き、片方に検定試料のヘキサン溶液を、もう片方にヘキサンのみを 5 μ l ずつ滴下した (図-3)。ろ紙上のヘキサンを完全に蒸発させた後、シャーレ内に累代飼育で得た雄成虫約 20 頭を放飼した。5 分後、ろ紙に集まった雄成虫数を調べ、誘引雄率を算出した。分画を繰り返すことで活性成分は単離され、その化学構造は 2-イソプロピリ

デン-5-メチル-4-ヘキセン-1-イルブチレートと推定された (SUGIE et al., 2008)。

III 合成性フェロモンの活性

2-イソプロピリデン-5-メチル-4-ヘキセン-1-イルブチレートがフジコナカイガラムシの性フェロモン成分であることを確認するために、この化学構造の物質を合成する必要がある。ところが、活性成分の分画の際に目安として使っていたラバンデュロール (ラベンダーの香料) のブチルエステルにこの物質が含まれることが判明し、精製が行われた。この物質は核磁気共鳴分光法による分析などにより前述の化学構造であることが確認された。この物質 (以下、合成物) の雄成虫に対する誘引性を前出の室内試験で検定したところ、雌成虫から単離された活性成分 (以下、雌由来物) と同等の誘引性が認められた (図-4)。さらに、野外条件での誘引性を調べるため ARAI (2000) に準じて粘着トラップを用いた野外試験を福岡県内のカキ園で行った (図-5)。ARAI (2000) では黄色粘着トラップを用いたが、フジコナカイガラムシ雄成虫に対する色の影響および黄色に誘引されるその

他の虫の誘殺を防ぐため、粘着板は白色のものを用いた。誘引源は、合成物および雌由来物それぞれ $1\mu\text{g}$ および $10\mu\text{g}$ をゴムセブタムに含浸させたものを使用した。これらの誘引源を設置した白色粘着トラップ ($10\text{cm} \times 22\text{cm}$) を地上約 1m の高さで同一樹内に 1m 以上離して設置した。トラップの設置期間は、フェロモン量 $1\mu\text{g}$ では6月22日から6月30日、 $10\mu\text{g}$ では8月23日から9月1日で、粘着板回収後、誘殺された雄数を調べた。いずれの濃度においても合成物は野外雄成虫に対して雌由来物と同等の誘引性を示した (表-1)。このことから前述したフジコナカイガラムシの性フェロモンの化学構造は野外誘引活性からも確認された。

IV 防除への利用

性フェロモンを利用した防除技術を開発するため、新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業 (旧 先端技術を活用した農林水産研究高度化事業) 「ダブルフェロモンと多機能型トラップによるカキ害虫 IPM の確立」(2006 ~ 08 年) において試験に取り組んだ。

発生予察への利用に関しては、福岡農総試験内の無防除カキ園に誘引剤 (0.1mg の合成物) を誘引源とした粘着トラップを設置したところ、発生時期を通して誘引が行われること、誘引剤 (合成物) を設置した場合のみ雄が誘引されることが示された (図-6)。

交信かく乱法への利用に関しては、今後性フェロモンの大量合成が可能になれば、利用できる可能性があることが示唆され、現在その防除効果を再確認する試験が計

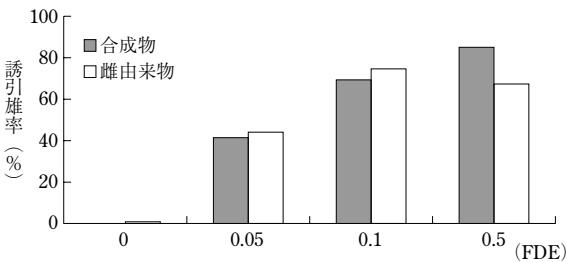


図-4 由来の異なる性フェロモンに対するフジコナカイガラムシ雄成虫の反応 (室内試験)



図-5 粘着トラップを用いた生物検定 (野外試験) の様子 (右下はゴムセブタム)

表-1 由来の異なる性フェロモンに対するフジコナカイガラムシ雄成虫の反応 (野外試験)

フェロモン量	フェロモンの種類	誘殺雄数/トラップ
$1\mu\text{g}$	合成物	7.7
	雌由来物	6.7
$10\mu\text{g}$	合成物	13.0
	雌由来物	8.7

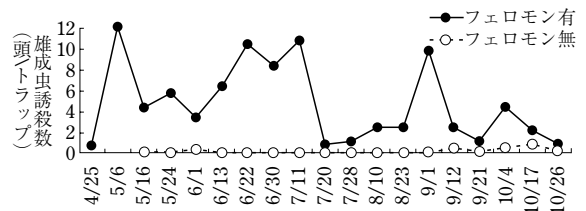


図-6 野外虫に対する性フェロモン (合成物) の誘引性 (福岡農総試験内・無防除カキ園, 2005 年)

画されている。

おわりに

近年、消費者の要望や環境保全などの観点から減農薬栽培への関心が高まっている。農薬は植物防疫において重要な役割を果たしているが、散布薬剤の周辺への飛散による残留基準値超過の問題や農薬価格上昇による経費の増加、担い手の高齢化による労働力の減少など、生産者にとっても使用が難しい背景がある。近年の社会的な要望に加え、生産者の経費および労力削減のためにも農

薬散布回数の削減が求められている。性フェロモン剤が防除効率の向上に加え、農薬散布回数の減少に貢献できることを期待している。

引用文献

- 1) ARAI, T. (2000): Appl. Entomol. Zool. **35**: 525 ~ 528.
- 2) ——— et al. (2003): J. Chem. Ecol. **29**: 2213 ~ 2223.
- 3) 福岡県 (2007): 果樹病害虫・雑草防除の手引き, 福岡県, 福岡, p. 137.
- 4) 河合省三 (1980): 日本原色カイガラムシ図鑑, 全国農村教育協会, 東京, p. 105.
- 5) NEGISHI, T. et al. (1980): Appl. Ent. Zool. **15**: 328 ~ 333.
- 6) SUGIE, H. et al. (2008): Appl. Entomol. Zool. **43**: 369 ~ 375.

新しく登録された農薬 (21.4.1 ~ 4.30)

掲載は、**種類名**、登録番号：**商品名**（製造者又は輸入者）登録年月日、有効成分：含有量、**対象作物**：対象病害虫：使用時期等。ただし、除草剤・植物成長調整剤については、**適用作物**、適用雑草等を記載。（登録番号：22362 ~ 22368）下線付きは新規成分。

「殺虫剤」

- フルベンジアミドくん煙剤
22364：フェニックスジェット（日本曹達）09/04/08
22365：日農フェニックスジェット（日本農薬）09/04/08
22366：新富士フェニックスジェット（新富士化成薬）09/04/08
フルベンジアミド：10.0%
トマト：オオタバコガ：収穫前日まで
いちご：ハスモンヨトウ：収穫前日まで
- クロチアニジン水和剤
22367：住友化学ダントツ EX フロアブル（日本グリーンアンドガーデン）09/04/08
クロチアニジン：20.0%
稲：イナゴ類，ウンカ類，ツマグロヨコバイ，カメムシ類：収穫14日前まで
稲：ツマグロヨコバイ，ウンカ類，カメムシ類：収穫14日前まで（空中散布）
稲：ウンカ類，カメムシ類：収穫14日前まで（無人ヘリコプターによる散布）
だいちず：アブラムシ類，カメムシ類，マメシクイガ：収穫7日前まで

だいちず：アブラムシ類，カメムシ類：収穫7日前まで（無人ヘリコプターによる散布）

ばれいしょ：アブラムシ類：収穫7日前まで

「除草剤」

- プロピネブ水和剤
22362：プロテクメートWDG（バイエルクロップサイエンス）09/04/08
プロピネブ：70.0%
西洋芝（ベントグラス）：藻類
- ベンチオカーブ乳剤
22363：ボレロンエース乳剤（クミアイ化学工業）09/04/08
ベンチオカーブ：90.0%
日本芝（こうらいしば）：一年生イネ科雑草
- プレチラクロール・ベンゾビスクロン水和剤
22368：ホクサンクサコントフロアブル（北海三共）09/04/22
プレチラクロール：7.6%，ベンゾビスクロン：3.8%
移植水稲：水田一年生雑草，マツバイ，ホタルイ，ミズガヤツリ（北海道を除く），ヘラオモダカ（北海道，九州），ヒルムシロ，シズイ（東北）