視覚刺激を付加した新しいタイプのアリモドキゾウムシ防除用フェロモン剤

安田 慶次¹・本郷 智明²・江藤 奈穂子¹

¹ 沖縄県農業試験場

² サンケイ化学株式会社

A New Type of Pheromone Formulation with Visual Stimulation for Control of Sweet Potato Weevil, *Cylas formicarius* (Fabricius). Keiji YASUDA,¹ Tomoaki HONGO² and Nahoko ETOO¹ ¹ Okinawa Prefectural Agricultural Experiment Station; 4-222 Sakiyama, Naha, Okinawa 903-0814, Japan. ² Sankei Chemical Corporation; 1-13 Hatara, Fukaya, Saitama 366-0032, Japan. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 48: 87-93 (2004)

Abstract: A new pheromone formulation was developed to increase exposure time to insecticide for control of the sweet potato weevil. The formulation was a combination of sex pheromone, (Z)-3-dodecenyl(E)-2-butenate, and an insecticide (MEP) impregnated into a blue ball (2 mm in diameter) made of the diatomaceous soil. The male weevils were attracted to the visual stimulation in addition to the sex pheromone. The attracted males located and tried to mate with the ball. They were thereby efficiently exposed to the insecticide for a longer time. The concentration of the new formulation was extremely low compared to the conventional formulations and therefore lower the cost of application.

Key words: Pheromone formulation; *Cylas formicarius*; visual stimulation

緒 言

アリモドキゾウムシ *Cylas formicarius* (Fabricius) はサツマイモ *Ipomoea batatas* の重要害虫である (杉本, 1990; Janson and Mason, 1991; 安田, 1998). 日本では沖縄県全域, 鹿児島県の奄美群島および東京都の小笠原諸島のみに分布している. 雄成虫は雌の放出する性フェロモン (Z)-3-dodecenyl(E)-2-butenate に強く誘引されることが知られており (Coffelt et al., 1978; Heath et al., 1986; Proshold et al., 1986; 安田ら, 1992), 合成された性フェロモン 0.001% と殺虫剤 MEP 5% の混合剤はアリモドキコール[®]として市販されている (サンケイ化学 (株), 2000). 瀬戸口ら (1991) は 1989 年に奄美大島でアリモドキコールを用いて, アリモドキゾウムシの野外誘殺試験を行った. この試験では, ミバエ類の防除で用いられたテックス板 (さとうきびの繊維やラワン材屑を原料とした内装用建材, 60×60×9 mm) にアリモドキコール 10 g を吸着させた剤が 3~5 枚/1 ha という密度で配置されたが, 十分な防除効果は認められなかった. その後行われた散布数を増やした試験においても期待した効果は得られていない (安田ら, 未発表). 西岡ら (2000) も大規模な防除事業において, 十分な効果が期待できないことを報告している. さらにアリモドキコールを吸着させたテックス板が, 1 枚数百円と高価なことも散布量を増やす際の障害になっている.

アリモドキゾウムシ雄成虫の移動は主に歩行によるもの

であるため (安田ら, 1992), 飛翔によって移動するミバエ類 (伊賀, 1982) と比較して誘引剤の有効距離が短くなると考えられる (安田ら, 1992). そのためミバエ類の防除に用いるテックス板のような大きな剤を少数散布するよりも, 小さな誘引剤を多数散布する方がより有効であると考えられる.

Fukaya and Honda (1996) は, キボシカミキリの接触性フェロモンの研究の中で, 雄成虫の配偶行動が正常に進むためには, フェロモンの成分や量だけではなくそれを塗った対象の形や大きさが重要であることを示した. アリモドキゾウムシ雄成虫の複眼が雌に比較して大きく (Christopher and Wilson, 1997), このことはアリモドキゾウムシでも雄による交尾相手の認識において視覚刺激が重要な役割を持っていることを示唆している. この視覚刺激の詳細を明らかにし, それを防除剤に付加すれば, より誘殺効率の高い剤を作ることが可能になる.

本研究では, アリモドキゾウムシ雄成虫の交尾行動における視覚刺激の重要性を明らかにするとともに, これに基づいて, 小型で安価な誘殺効率の高いフェロモン誘殺剤を開発することが出来た. 既存の誘殺剤との比較試験を通して, アリモドキゾウムシ防除における新規開発フェロモン剤の今後の利用と可能性について検討を加えたのでここに報告する.

本文に先立ち, 御助言と御校閲をいただいた清水徹博士 (琉球産経株式会社) に感謝の意を表する.

2003 年 3 月 7 日受領 (Received 7 March 2003)

2004 年 1 月 15 日登載決定 (Accepted 15 January 2004)

材料および方法

1. 誘殺剤モデルの検討

フェロモンに反応したアリモドキゾウムシ雄成虫の視覚刺激に対する反応を解析し、誘殺剤の形状を決定するため、風洞を使って合成性フェロモンを含浸させた様々な視覚モデルに対する雄成虫の誘引および接触試験を行った。

試験には長さ 60 cm、幅と高さが 20 cm の立方体透明プラスチック製の風洞（安田，1996）を用いた。活性炭フィルターで濾過した空気を毎秒 5 cm の速さで風上側より送り込んだ。合成性フェロモンを試験直前に塗布した様々な形状や色のモデルを直径 5 cm の濾紙に乗せ、風上から 5 cm の位置に置いた。室内試験ではすべて羽化後 10～20 日目の成熟した未交尾の雄を用い、雄は供試剤から 50 cm の風下より放した。事前の調査で、フェロモン量 $1 \mu\text{g}$ にほとんどの個体が反応することが明らかになっていたので特に明記しない場合はこれを供試モデルへの塗布量とした。モデルは試験ごとに新しいものに取り替えた。すべての風洞実験は日長 16L8D、温度 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 、湿度 $60 \pm 10\%$ の条件下で行い、雄成虫の行動の観察は消灯 1 時間後より、10 分間ないしは 18 分間、1 ルックスの赤色ライトのもとで行った。

1) 立体の重要性

直径 2 mm のガラス玉を 3 個連ねてデンプン糊で接着し、雌成虫の頭部、胸部および腹部をイメージしたモデルを製作した（第 1 図（A））。対照区として $18 \times 18 \text{ mm}$ 、厚さ約 0.12 mm のカバーガラスを用いた。風洞内の風上側にガラス玉モデルかカバーガラスモデルの 1 個のいずれか 1 つを入れた。風下側から雄成虫 1 匹を放飼し、18 分間にモデルとの接触の有無を調べた。何らかの接触が確認された個体は時間内であっても直ちに風洞内より取り出した。供試虫はそれぞれ 50 匹とした。

2) 大きさの検討

直径 6, 4, 3, 2 および 1 mm の乳白色の珪藻土玉を基剤とした。事前の調査で雄成虫が暗い色を好むことが示唆されたので、水性塗料（ペンテル水彩絵具[®]）を用いて基剤を濃紺に着色し（以下、水性塗料着色の blue ball を略して BB 剤 a とする）、カバーガラスに張り付けたものをモデルとした。この 5 種類のモデルの内いずれか 1 個を風洞内の風上に置いた。供試成虫数は各モデルそれぞれ 30 匹で、成虫は 1 匹ずつ風洞に入れ 10 分間観察した。モデルに乗り 3 秒以上そこに止まった個体（第 1 図（B））をマウント行動を示した個体として記録した。一方、直線的に歩いて、その延長線上にあるモデルに偶然接触した個体は無反応個体とした。また、マウント行動の後、さらにモデルを抱え込んだ状態で腹部末端をモデルの下側に曲げる行動を腹曲げ行動として、その個体数を記録した。接触後、引き続き腹

第 1 図 3 連のガラス玉にマウントするアリモドキゾウムシ雄成虫（A）、着色したガラス玉に腹曲げ行動を行う雄成虫（B）、BB 剤 b（散布後 1 週間経過）と雄成虫（C）

曲げ行動した成虫は観察時間 10 分の終了を待たずに直ちに風洞の外に取り出し試験を終了した。

3) 剤の長さの検討

直径 2 mm のガラス玉を 1 個から 4 個（8 mm）連ねてデンプン糊で接着したものをモデルとした（第 1 図（A））。この 4 種のモデルの中から第 1 表に示した 6 つの組み合わせで 2 種類のモデルを選んで風洞内の風上に置き、いずれ

第1表 1個~4個連ねたガラス玉に1 μ gのフェロモンを塗ったモデルに対するアリモドキゾウムシ雄成虫の反応

玉数の組み合わせ	供試虫数	接触した雄の割合 (%)	χ^2 検定の p 値
1:2	50	18:20	0.841
1:3	50	20:34	0.283
1:4	50	44:50	0.883
2:3	50	30:34	0.797
2:4	50	18:34	0.211
3:4	50	58:38	0.683

第2表 珪藻土（乳白色）玉を赤，黒，黄，白，青に着色し，1 μ gのフェロモンを塗ったモデルに対するアリモドキゾウムシ雄成虫の反応

色の組み合わせ	供試虫数	接触した雄の割合 (%)	2項検定の p 値
赤：珪藻土	50	50:32	0.160
黒：珪藻土	60	43.3:35.0	0.466
黄：珪藻土	55	38.2:34.5	0.752
白：珪藻土	55	23.6:34.5	0.289
青：珪藻土	50	48.0:28.0	0.105
黒：赤	70	32.9:31.4	0.881
青：黄	60	43.3:33.3	0.376
青：黒	60	38.3:36.7	0.881
青：赤	60	38.3:33.3	0.647

のモデルに最初に接触するかを観察する選択試験を行った。供試虫数は各処理 50 匹で，1 匹ずつ風洞内に入れ，10 分間観察した。ただし，いずれかのモデルに接触が確認されたら調査を終了した。

4) 色の検討

2mm の珪藻土玉の基剤を油性ペイント（三菱ペイント マーカー[®]）で白，濃紺，黄，赤または黒に着色したものをモデルとした（第1図（B））。供試虫数は 50 匹~70 匹とし（第2表），3）と同様，観察時間 10 分の選択試験を行った。

2. フェロモン含浸量の検討

フェロモンの適量を知るため，フェロモン含浸量の異なる BB 剤に対する野外試験を行った。供試した BB 剤は農薬登録および環境負荷を考慮して食品添加物の青色 1 号（三栄源 FFI 製）を基剤に含浸させて着色した（以下 BB 剤 b とする）。試験は 1999 年 10 月 14 日より沖縄本島中部の読谷村のサツマイモ畑で行った。合成性フェロモン 1,000, 100, 10, 1, 0.1, 0.01 μ g をそれぞれ含浸させた BB 剤 b と対照としてフェロモンを含浸させない BB 剤 b を加えた 7 種の実験区を設けた。いずれかの剤 1 個を 10 cm $\times$ 10 cm の粘着トラップ（安田ら，1992）の中央に取り付けた。この 7 種のトラップを半径約 2 m の円周上に等間隔に配置した。同様な配置を同時に同一のサツマイモ畑内にそれぞれ

20~30 m の間隔で 5 つ作り，2 日間放置した。終了時に各粘着トラップに捕獲された誘引虫数を調べた。

3. 殺虫剤濃度の検討

殺虫剤は本種成虫に有効な MEP を用いた（瀬戸口ら，1991）。MEP は住友化学工業（株）製の純度 96.8% のものを使用した。直径 2 mm の BB 剤 b に MEP を 2.0, 1.5, 1.0, 0.5, 0.1 mg 含浸させた。合成性フェロモンの含浸量はすべて 100 μ g とした。比較のため市販のテックス板（45 $\times$ 45 $\times$ 9 mm）に MEP 500mg と合成性フェロモン 100 μ g を含浸させた剤の殺虫力を調べた。MEP だけを含浸させた BB 剤 b 1 個を試験管（直径 2 cm，長さ 15 cm）に入れ，その中に雄成虫 10 匹を入れて 5 秒間剤と接触させた。テックス板の試験では雄成虫 10 匹にテックス板の表面を 5 秒間歩行・接触させた。別に，いずれの剤にも接触させない無処理区を設けた。それぞれの処理の繰り返しは 5 回とした。各剤との接触処理後，成虫を円筒形スチロール容器（直径 10 cm，高さ 5 cm）の中に餌のサツマイモ塊根と共に入れて 7 日間飼育し，その間に死亡する成虫数を調べた。

4. BB 剤の室内効果試験

1~3 の試験結果をもとに BB 剤 b の形状を次のように決定し，室内でその効果試験を行った。BB 剤 b に合成性フェロモン 100 μ g，MEP 2 mg を含浸させたものを供試剤とした。シャーレ（直径 10 cm，深さ 1 cm）に含水率約 15% の石灰岩土壌（島尻マージ）を詰め，その上に上記の BB 剤 b を置いた。シャーレをサツマイモの塊根（餌）と共に，ポリプロピレン製容器（31 $\times$ 25 cm，高さ 10 cm，上部ゴース張り）に入れ，その中に雄成虫を 50 匹放した。放飼後 1 日目より 7 日目まで毎日，死亡した虫を数えた。対照区として直接雄成虫が接触しないように，BB 剤 b をステンレス製の網籠（5 $\times$ 3 $\times$ 2 cm）に入れた非接触区を設けた。さらに剤を置かないシャーレのみの無処理区を設けた。それぞれの処理の繰り返しは 5 回とした。

5. BB 剤 b の野外効果試験

BB 剤 b と透明ガラス玉剤，BB 剤 b とテックス板での組み合わせで野外での比較試験を行った。試験は，アリモドキゾウムシが発生しているサツマイモ畑の畝の上に，交互にそれぞれの剤を各 5 個，合計 10 個を 1 m 間隔で置いていった。観察は 3 名で行い，それぞれの玉に接触した成虫数を記録した。一度接触した雄成虫は重複をさけるため，直ちに取除いた。

BB 剤 b と透明ガラス玉剤の組み合わせでは 1 μ g の合成性フェロモンを塗布し，何れかのモデル 1 個を直径 9 cm のろ紙の中央にデンプン糊で張り付け供試した。調査場所は，沖縄本島中部の読谷村で 1998 年 7 月 13 日，日没後の午後 8 時 13 分より 30 分間行った。

BB 剤 b とテックス板の比較では，フェロモン含浸量を市販のテックス板に合わせて共に 100 μ g とした。試験は本

種が多発している沖縄本島中部の読谷村のサツマイモ畑で、1999年11月10日、日没後の午後7時30分より2時間行った。

結 果

1. 誘殺剤の形状の検討

1) 立体の重要性

3連ガラス玉への接触個体数は48匹で供試雄成虫の96%が接触した(第2図)。一方、カバーガラスへの接触個体数は25匹(50%)であり、接触率において両モデル間で有意な差が認められた(χ^2 検定, $p < 0.0001$)。なお、カバーガラスへの接触の際には、ガラスの厚み(0.12 mm)による段差は雄成虫の行動に影響を及ぼすことはなかった。3連ガラス玉はカバーガラスと比べて雄をよく誘引したが、さらに3連ガラス玉に対してはマウント行動(第1図(A))を取る雄も認められた。モデルに接触する時間も3連ガラス玉の方が長い傾向があった。

2) 大きさの検討

直径6, 4, 3, 2および1 mmのBB剤aに対する接触個体数を比較した結果を第3図に示す。玉の大きさ(直径)によって接触した雄の割合は異なった(分割表による χ^2 検定, $p < 0.05$)。最も多く雄が接触したのは直径2 mmの玉で、10分間に供試虫30匹の内、17匹(56.7%)の個体が接触した。直径1 mmの玉でも2 mmより大きい玉でも接触率は低くなり、特に1 mmと2 mmの間には有意差(Bonferroni-Holm法, $p < 0.01$)が認められた。また、直径2 mm玉に接触した17匹の内13匹(76.4%)だけが腹曲げ行動(第1図(B))を示した。

3) モデルの長さの検討

玉を連ねてモデルの長さを変えても、雄が2種のモデルのいずれかを有意に選択して接触するという結果は得られなかった(第1表)。そのため、単に玉数を増やしても雄の反応の有意な増大は見られないため、玉は1個で十分と考えられた。

4) 色の検討

雄成虫は傾向として明るい色より暗めの色の玉に好んで接触し、着色したモデルと基剤の乳白色との比較では特に濃紺を好んだ(2項検定, $p = 0.105$; 第2表)。しかし、色の異なる2種の玉のいずれかに有意に接触するという結果は得られなかった。

2. フェロモン含浸量の検討

異なるフェロモン含浸量からなるBB剤bを取り付けた、粘着トラップ間の誘引力比較試験の結果を第4図に示す。フェロモンの含浸量が増加するに伴い、誘殺虫数は増加の傾向を示したが、100 μg をピークに減少傾向を示した。100 μg 以上の濃度と100 μg 未満の濃度で、誘殺虫数に有意な差が認められた(FisherのPLSD, $p < 0.05$)。

第2図 ガラス玉とカバーガラスに1 μg のフェロモンを塗ったものに対するアリモドキゾウムシ雄成虫の反応。**: χ^2 検定で有意差あり ($p < 0.001$). $N = 50$ 。

第3図 フェロモンを塗布した異なる大きさの珪藻土粒子に対するアリモドキゾウムシ雄成虫の反応。粒子の直径と接触率に有意差あり ($p < 0.05$). $N = 30$. 異なるアルファベット間(直径1 mmと2 mm)で有意差あり(比率の差による Bonferroni-Holm 法による多重比較 ($p < 0.01$)).

第4図 BB剤bのフェロモン量と誘引力の関係。プロットは平均誘引虫数 ± 標準誤差, $N = 5$ 。

3. 殺虫剤濃度の検討

BB剤bに含まれる殺虫剤の含浸量が増加するに伴い、平均死亡率も増加する傾向を示した(第5図)。市販のテックス板(殺虫剤含有量500 mg)との比較では1および2 mgを含浸させたBB剤bの方が殺虫率が高くなった。

第5図 BB剤に含浸させる殺虫剤(MEP)の量と殺虫率の関係およびBB剤bとテックス板の殺虫率の違い。プロットは平均死亡率 $\pm$ 標準誤差。*: FisherのPLSDによる検定でテックス板に対し有意差あり($p < 0.05$)。N=5。

第6図 BB剤bによる室内でのアリモドクソウムシ雄成虫に対する殺虫効果。プロットは平均値 $\pm$ 標準誤差。*: FisherのPLSDによる検定で有意差あり($p < 0.05$)。

(FisherのPLSDによる検定, $p < 0.05$)。

4. BB剤bの室内効果試験

第6図に室内効果試験の結果を示す。BB剤b処理区は処理1日後に70%, 2日後に95%, 5日後にはすべての個体が死亡した。BB剤区と網かけによる非接触区および無処理区との死亡率の差は処理1日後より有意であった(χ^2 検定, $p < 0.05$)。網かけ区と無処理区では7日後にそれぞれ1匹(2%)が死亡しただけであった。

5. BB剤bの野外効果試験

BB剤bと透明ガラス玉剤に1 μ gの合成性フェロモンを含浸させたものに対する野外誘引試験の結果を第7図に示す。BB剤b1個に誘引された雄は平均10.4 $\pm$ 3.7匹($n=5$)で、透明ガラス玉剤の5.6 $\pm$ 4.6匹より有意に多かった(t 検

第7図 野外に設置したBB剤bとガラス玉に対するアリモドクソウムシ雄成虫の反応。平均値 $\pm$ 標準誤差。*: t 検定で有意差あり($p < 0.05$)。N=5。

第8図 BB剤bとテックス板に100 μ gのフェロモンを含浸した場合の野外での接触虫数。平均値 $\pm$ 標準誤差。**: t 検定で有意差あり($p < 0.001$)。N=5。

第3表 BB剤対テックス板の1剤当たりの性能比較

項目	BB剤	テックス板 (45×45×9 mm)
野外誘引虫数(第8図)	17	2.5
殺虫力(第4図)(%)	60	20
有効期間(月)	2 ^b	2 ^c
剤の容積(ml)	0.0042	18.2
重量(g)	0.012	15.2
フェロモン量(μ g)	100	100
殺虫剤(MEP)量(mg)	2	500

^a ただし殺虫力を求める方法が異なる。

^b 安田ら(2001)。

^c 瀬戸口ら(1991)。

定, $p < 0.05$)。

BB剤bとテックス板に同量のフェロモンを100 μ gを含浸させた野外誘引試験の結果を第8図に示す。BB剤bに誘引された雄数は平均16.7匹($n=8$)でテックス板への平均誘引雄数2.1匹に比較して有意に多かった(t 検定, $p < 0.01$)。

6. テックス板とBB剤bとの性能比較

上記の結果を元にさらに容積、重量を加えたテックス板とBB剤bとの性能を比較した結果を示した(第3表)。BB剤bはテックス板と比較して雄成虫誘引数で6.8倍、殺虫力で3倍、容積では約1/4,300, MEPの量は250分の1

となった。一方有効期間、フェロモン量は同等である。

考 察

アリモドキゾウムシ雄成虫の配偶行動にはフェロモンが重要な役割を果たしており (Coffelt et al., 1978), 雌の周囲十数 m にいる雄はこのフェロモンに反応して雌の存在を確認し, 雌に近づく。本研究の結果から, フェロモンによる雌の認知・定位の後, 雌が交尾に至るまでの過程で化学的な刺激に加えて, 視覚的な刺激が重要な役割を果たしていることが示された。風洞を使った試験において, フェロモン源に立体 (ガラス玉) があれば, ほぼすべての雄 (96%) が接触行動を見せた。一方, カバーガラスでは, 中央部にほぼ直径 5 mm の範囲でフェロモン源が塗布されているが, 50% の雄がカバーガラスと接触したものの, ほとんどが立ち止まることなく素通りした (第 2 図)。このことは雄の接触行動が解発されるためにはフェロモン源に何らかの一定の大きさの交尾対象として雄が認識するような物体が必要であることを示している。大きさの異なる玉を選択させた試験では, 雄は雌成虫の腹部の大きさに近い直径 2 mm の球型モデルに最も良く反応した。さらに, このモデルに対してだけ 80% 近くの雄が腹曲げ行動を見せた (第 3 図) ので, 物体の大きさあるいは形状が, 接触後の腹曲げ行動の解発にも必要であると考えられる。当初 2 mm 玉を複数連結することで, 雌成虫の頭部, 胸部, 腹部をイメージした形状が有効なモデルと考えた。しかし玉 3 個モデルと玉 1 個の間には有意差はなかった (第 1 表)。加えて実用的な防除用剤を製造する場合, 玉 3 個からなる剤は玉 1 個の剤に比べて非常に多くのコストがかかることが予想される。また玉数を増やしても期待したほどの効果を得ることができなかった。さらに防除に際してはフェロモンが本種の生息場所にまんべんなく行き渡るように誘殺剤をより多く設置する必要がある (安田, 1998) ことから, 同量の散布量であれば玉 3 個からなる剤より玉 1 個の剤を用いて設置地点を増やした方がより高い防除効果が期待できるであろう。

Fukaya and Honda (1996) がキボシカミキリで示したようにアリモドキゾウムシ雄成虫が交尾対象を識別する際, 対象となる物体の曲率等が必要な刺激になっている可能性もある。

誘引された雄成虫は BB 剤 b を交尾対象として認識し, それに積極的に接触することによって, BB 剤 b に含まれる殺虫剤 MEP に触れ, 死亡した。そのため剤に含まれる殺虫剤と接触し作用するようなタイプの誘殺剤では, 虫と剤をより広い面積に対し, より長い時間接触させることによって, 多くの殺虫剤を虫に取り込ませることが殺虫率を高めるカギになるだろう。今回の試験によって腹曲げ行動まで解発した 2 mm 玉 BB 剤を基剤に使うことにより, 雄成虫を十分な時間殺虫剤に接触させることが可能になった

(第 6 図)。

色についての選択試験では, より暗い色のモデルを選ぶ傾向があった (第 2 表)。ガラス玉と BB 剤の誘引性を野外で調べた試験の結果 (第 7 図) でも, 色の濃い剤の方により多くの雄が集まっており, 雌に対する定位においてフェロモンによる化学的刺激と同時に視覚的情報が重要な役割を果たしていることがわかった。加えて, アリモドキゾウムシの前翅が紺色に近いことから, 誘引剤の色は濃紺としたほうが適当だと考えるが, 剤の色については今後さらに詳しい検討が必要であろう。

今回示した風洞を使った誘引試験および殺虫試験の結果をもとに, 直径 2 mm の珪藻土玉に食品添加物の青色 1 号で濃紺に着色し, さらに合成性フェロモン 100 μ g, 殺虫剤 (MEP) 2 mg を含浸させた剤は実用性の高い誘殺剤であると思われる。

第 3 表に示した, 全項目において, 新剤型, BB 剤 b はテックス板と同等かそれ以上の性能を示している。BB 剤 b の殺虫率がテックス板に比べて高いのは, 剤は小さいものの含浸させた殺虫剤 MEP の濃度がテックス板の 5% に対して 20% と 4 倍の高濃度であることに加えて, BB 剤に対して雄成虫が示す, マウント行動や腹曲げ行動も殺虫剤 MEP との接触の頻度を高め, 時間を長くしていると考えられる。また, BB 剤における合成性フェロモンの誘引効果は野外放置後 60 日程度であり, 殺虫剤 MEP の殺虫効果も放置 60 日後で 70 % 程度まで維持されるので (安田ら, 2001), その有効期間は 60 日程度であると考えてよい。瀬戸口ら (1991) はテックス板を使った誘殺剤の有効期間を約 2 カ月と報告していることから, BB 剤の有効期間はこれとほぼ同等であると考えられる。

現在, 沖縄県, 鹿児島県で進行中の根絶事業では, 誘殺剤を広域に大量に散布するために航空機を利用することが考えられている。BB 剤は容積, 重量共にテックス板に比べてはるかに小さい。これによって航空機 1 フライト当たりの防除剤の積載数を増やし, 散布経費を大幅に低減することができる。また, 基剤となる珪藻土玉の単価は安価で, テックス板の 100 分 1 以下である, 基剤の価格が剤全体のコストのほとんどを占めているので 1 剤当たりの単価は著しく減少するだろう。また, 珪藻土玉は野外に放置した場合, 3 カ月程度で碎けて分解する環境低負荷型のフェロモン保持剤でもある。

合成性フェロモンを用いて本種の防除を行う際には防除, 対象となる地域に均一にフェロモンを行き渡らせることが重要である。これまでに行われたテックス板 (1 ha 当たり 3~5 枚) による防除や, 1 mg の合成性フェロモンを誘引源とするロート型トラップ (1 ha 当たり 83 個) を用いた大量誘殺試験 (Yasuda, 1995) では, 十分な防除効果が得られていない。これらの結果はフェロモン剤の設置地点数が不

十分で、防除対象となる全地域にくまなくフェロモンが行き渡らず、十分な雄成虫の除去が行われなかったためであると考えられる。特によく茂ったサツマイモ畑や、しばしば深い藪を作るノアサガオ群落では合成性フェロモンが雄成虫の生息場所に到達していない可能性がある。今回開発した誘殺剤（BB 剤 b）はテックス板よりも小型で、低価格であるため、多量に散布することが可能となり、これまでテックス板で得られなかった高い防除効果が期待できる。

摘 要

アリモドキゾウムシの誘引殺虫効果を高めた新規フェロモン剤を作製した。剤は直径 2 mm の珪藻土の粒子に合成性フェロモン 100 μ g と殺虫剤 MEP 2 mg を含浸させ、濃紺色に着色したものである。この剤は、性フェロモンによる化学的刺激に加えて、視覚刺激を有することで雄成虫を誘引すると同時に定位、交尾行動を引き起こし、従来の剤よりも長く殺虫剤に接触させることによって効率的に雄成虫を殺すことができる。また、基剤が極めて小さいため、剤の重量、容積が数千分の 1 に減少し、散布費用の低減を図ることができる。

引 用 文 献

- Christopher, K. S. and D. D. Wilson (1997) Sexual dimorphism in the sweetpotato weevil, *Cylas formicarius* (F.) (Coleoptera: Brentidae). *Can. Entomol.* 129: 61–69.
- Coffelt, J. A., K. W. Vick, L. L. Sower and W. T. McClellan (1978) Sex pheromone of the sweetpotato weevil, *Cylas formicarius elegantulus*: laboratory bioassay and evidence for a multiple component system. *Environ. Entomol.* 7: 756–758.
- Fukaya, M. and H. Honda (1996) Reproductive biology of the yellow-spotted longicorn beetle, *Psacotha hilaris* (Pascoe) (Coleoptera: Cerambycidae). IV. Effects of shape and size of female models on male mating behaviors. *Appl. Entomol. Zool.* 31: 51–58.
- Heath, R. R., J. A. Coffelt, P. Sonnet, F. I. Proshold, B. Dueben and J. H. Tumlinson (1986) Identification of sex pheromone produced by female sweetpotato weevil, *Cylas formicarius elegantulus* (Summers). *J. Chem. Ecol.* 12: 1489–1503.
- 伊賀幹夫 (1982) ミカンコミバエにおけるメチルユーギノール・トラップ密度と捕獲効率. 応動昆 26: 172–176. [Iga, M. (1982) Density of methyl eugenol-traps for efficient trapping of adult males of oriental fruit fly, *Dacus dorsalis* Hendel (Diptera: Tephritidae), on Ogasawara Islands. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 26: 172–176.]
- Jansson, R. K. and L. J. Mason (1991) Use of sex pheromone for monitoring and managing *Cylas formicarius*. In *Sweetpotato Pest Management. A Global Perspective* (R. K. Jansson and K. V. Raman eds.). Westview Press, Boulder, pp. 97–138.
- 西岡稔彦・川崎修二・平岡俊三・上福本彰・桑原浩和・井手敏和・末吉澄隆・伊藤俊介 (2000) 近年におけるゾウムシ類の緊急防除(1)鹿児島県内各地. 植物防疫 54: 448–452. [Nishio, T., S. Kawasaki, S. Hiraoka, M. Kamifukumoto, H. Kuwahara, T. Ide, S. Sueyoshi and S. Ito (2000) Recent emergent controls of sweetpotato weevils 1. In Kagoshima Prefecture. *Plant Protect.* 54: 448–452.]
- Proshold, F. I., J. L. Gonzalez and C. Asencio (1986) A trap for monitoring the sweetpotato weevil (Coleoptera: Curculionidae) using pheromone or live females as bait. *J. Econ. Entomol.* 79: 641–647.
- サンケイ化学株式会社 (2000) 誘引殺虫剤アリモドキコール. 農薬要覧 179. [Sankei Chemical Corporation (2000) Attractancy insecticide Arimodoki Call. *Pesticide Catalogue 2000*, 179.]
- 瀬戸口脩・中村洋一・久保義昭 (1991) 合成性フェロモンと殺虫剤を混用したアリモドキゾウムシの誘殺板. 応動昆 35: 251–253. [Setokuchi, O., Y. Nakamura and Y. Kubo (1991) A fiberboard formulation of the sweet potato weevil, *Cylas formicarius*, sex pheromone and an insecticide for mass-trapping. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 35: 251–253.]
- 杉本 毅 (1990) アリモドキゾウムシの生物学. 植物防疫 44: 107–110. [Sugimoto, T. (1990) Biology of sweetpotato weevil. *Plant Protect.* 44: 107–110.]
- Yasuda, K. (1995) Mass trapping of the sweet potato weevil with synthetic sex pheromone. *Appl. Entomol. Zool.* 30: 31–36.
- 安田慶次 (1996) 風洞内におけるサツマイモの異なる器官と被害塊根のイモゾウムシ成虫に対する誘引性. 応動昆 40: 160–161. [Yasuda, K. (1996) Attractiveness of different plant organs of sweet potato and damaged tuber to West-Indian sweet potato weevil, *Euscepes postfasciatus* (Fairmaire) (Coleoptera: Curculionidae) in wind tunnel. *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 40: 160–161.]
- 安田慶次 (1998) イモゾウムシ・アリモドキゾウムシの総合的管理に関する研究. 沖農試研報 21: 5–21. [Yasuda, K. (1998) Studies on integrated pest management of West Indian sweet potato weevil, *Euscepes postfasciatus* (Fairmaire) and sweet potato weevil *Cylas formicarius* (Fabricius). *Bull. Okinawa Agric. Exp. Sta.* 21: 5–21.]
- 安田慶次・杉江 元・R. R. Heath (1992) アリモドキゾウムシの合成性フェロモンの野外条件下における誘引性. 応動昆 36: 81–87. [Yasuda, K., H. Sugie and R. R. Heath (1992) Field evaluation of synthetic sex-attractant pheromone of the sweet-potato weevil *Cylas formicarius* Fabricius (Coleoptera: Brentidae). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 36: 81–87.]
- 安田慶次・山田義智・江藤奈穂子・本郷智明・猪野正明 (2001) アリモドキゾウムシ防除用の新規フェロモン剤（BB 剤）の野外における合成性フェロモンおよび殺虫成分 MEP の残効期間. 九病虫研会報 47: 91–93. [Yasuda, K., Y. Yamada, N. Etoo, T. Hongo and M. Ino (2001) Attractancy and insecticidal residual effect of a new pheromone lure for the sweet potato weevil, *Cylas formicarius* (Fabricius). *Kyushu Pl. Prot. Res.* 47: 91–93.]