

二種類のチャノコカクモンハマキ用交信かく乱剤のかく乱効果

信越化学工業(株)
独立行政法人農業環境技術研究所

もち
望
の
野

づき
月
ぐち
口

ふみ
文

あき
昭
ひろし
浩

はじめに

交信かく乱剤の有効成分には、対象害虫の性フェロモン交信を阻害する能力が求められる。鱗翅目害虫では、性フェロモン組成をそのまま交信かく乱剤として用いれば、程度差はあるものの必ず交信かく乱現象を確認することができる。しかし、性フェロモンの一部や性フェロモンと異なる組成比の化合物などが、性フェロモン組成より高い交信かく乱効果を示す事例も多く（MINKS and CARDÉ, 1988）、交信かく乱剤の開発には、数種のかく乱剤を比較し、対象害虫に対する成績が最もよいものを選抜する作業が必要となる。国内で市販されている12種の交信かく乱剤のほとんどがこのようなスクリーニングを経ている。

チャノコカクモンハマキ（*Adoxophyes honmai*）用交信かく乱剤は、1983年にテトラデセニルアセテート剤として農薬登録を取得し、茶の大産地である静岡県島田市を中心に使用され続けてきた。しかし、1990年代中ごろに抵抗性が確認され（野口, 1999）、2001年には、従来と異なる有効成分（トートルルアー剤）で再登録されている（望月ら, 2001）。本稿では、チャノコカクモンハマキ用交信かく乱剤の成分を変えることになった背景とともに、含有成分とかく乱効果の違いについて説明する。

なお、本文では性フェロモンの化合物名を表-1に示した略号で表記する。

I テトラデセニルアセテート剤

1 開発の経緯

チャノコカクモンハマキの性フェロモンは、表-1に示した4成分の混合物である（TAMAKI et al., 1971; 1979）。本種における最初の交信かく乱剤のスクリーニングは玉木ら（1975）により実施され、ガラス容器内に閉じ込めた雌雄に対してZ11-TDAを処理すると、誘

表-1 チャノコカクモンハマキとチャハマキの性フェロモン成分と組成比

成分(略号)	チャノコカク モンハマキ	チャハマキ
(Z)-9-テトラデセニルアセテート (Z9-TDA)	63	—
(Z)-11-テトラデセニルアセテート (Z11-TDA)	31	88
(E)-11-テトラデセニルアセテート (E11-TDA)	4	—
10-メチル-ドデシルアセテート (10 Me-DDA)	2	—
(Z)-9-ドデセニルアセテート (Z9-DDA)	—	9
11-ドデセニルアセテート (11-DDA)	—	3

表-2 チャノコカクモンハマキの性フェロモン組成(ナチュラル組成)を交信かく乱剤として処理した圃場とZ11-TDAを処理した圃場に設置したフェロモントラップの雄成虫の誘殺数と交信かく乱率(静岡県島田市, 1986)

交信かく乱剤	フェロモントラップ への誘殺数	交信かく乱率 ^{a)} (誘引阻害率)
Z11-TDA ^{b)}	51	96%
ナチュラル組成 ^{c)}	26	98%
無処理	1214 ^{d)}	—

^{a)} ((無処理圃場の誘殺数)-(かく乱圃場の誘殺数))÷(無処理圃場の誘殺数)×100, ^{b)} 不純物として3~6%のE11-TDAを含んでいる, ^{c)} Z11-TDA(31):Z9-TDA(63):E11-TDA(4):10 Me-DDA(2), ^{d)} 無処理圃は共通。

引に不可欠なZ11-TDAとZ9-TDAの混合物よりも低濃度で交尾阻害が起こることが示された。その後、本種の性フェロモン4成分すべてを用いたかく乱剤（以降、これをナチュラル組成と記す）とZ11-TDAを用いた圃場試験が行われ、Z11-TDAはナチュラル組成と同等の効果をもつことがわかった。表-2には、フェロモントラップを用いた両者の交信かく乱率を比較した圃場試験結果の一部を示す。いずれの処理でも95%以上の高い交信かく乱率を示している。

本種と同時に発生するチャの重要害虫としてチャハマ

Disruption Effect in Two Kinds of Communication Disruptants for the Smaller Tea Tortrix Moth, *Adoxophyes honmai*. By Fumiaki MOCHIZUKI and Hiroshi NOGUCHI
(キーワード: 性フェロモン, 害虫防除)

キ (*Homona magnanima*) が知られている。チャハマキの性フェロモン成分の88%を占める主成分はZ11-TDAであることから (NOGUCHI et al., 1979, 表-1), チャノコカクモンハマキの交信かく乱成分としても有望であるZ11-TDAを用いれば, チャ害虫2種を同時に防除する交信かく乱剤が開発できると考えられた。実際, 玉木ら (1983) は, 野外ケージ内で交尾阻害を指標としたスクリーニングにより, 両種の同時交信かく乱剤としてZ11-TDAの有効性を確認した。その後, Z11-TDAは圃場試験に移され, 両種の防除剤としての実用性も確認された (大泰司, 1986; 古野, 1986)。以上の試験成績をもって, Z11-TDAを有効成分とするテトラデセニルアセテート剤は, 1983年に農薬登録された。

2 抵抗性の発現

テトラデセニルアセテート剤は, 農薬登録以降, 静岡県島田市の茶産地では広く使用されていたが, 1995年に当地のチャノコカクモンハマキに対して効きが悪いと農協を通じて報告があった。そこで翌年, JA大井川の協力を得て実態調査を行った。その際のフェロモントラップの結果を図-1に示す。処理圃場に設置したフェロモントラップには春先から多数の雄蛾が誘殺され, 9月には無処理圃とほぼ同数の誘引が認められるなど, 本剤の交信かく乱効果は完全に喪失していた (MOCHIZUKI et al., 2002)。

しかし, 同剤を過去に使用していない他県の茶園に処理すると, 明確な交信かく乱効果が認められ, 交信かく乱効果が消失したのは10年以上使用し続けた島田市だけであった。島田市の茶園では, テトラデセニルアセテート剤を継続的に使用したため, 殺虫剤の抵抗性発現と同様に, 本剤の薬効に対する感受性が極めて低い個体が優占的になったのではないかと考えられる。この現象をチャノコカクモンハマキにおけるZ11-TDAを有効成分とした交信かく乱剤 (テトラデセニルアセテート剤) に対する“抵抗性”と称することを提案している

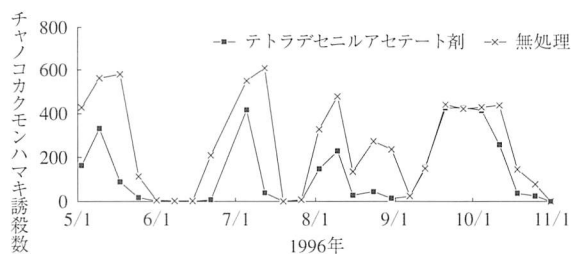


図-1 テトラデセニルアセテート剤処理と無処理圃場それぞれに設置したフェロモントラップへのチャノコカクモンハマキの誘殺数 (静岡県島田市, 1996)

(MOCHIZUKI et al., 2002)。

II 抵抗性対策

1 交信かく乱剤の作用機構

島田市のチャノコカクモンハマキは, テトラデセニルアセテート剤に対する抵抗性を, なぜ獲得できたのであろうか。そのメカニズムを調べるためには, 有効成分であるZ11-TDAの作用機構を知る必要がある。Z11-TDAおよびナチュラル組成をかく乱剤とした際の作用機構に関しては, HIYORI et al. (1986) の明快な実験結果があるので, 以下にそれを簡単に紹介したい。

彼らは, 風上に交信かく乱剤を処理した風洞 (図-2 ①) を用いて, その中央部に誘引源を備えた粘着トラップを置き, さらに風下からチャノコカクモンハマキ雄を放飼し, 5分後に雄蛾が (粘着トラップ上, 風上部, 中央部, 風下部) のいずれに移動したかを調べた (図-2 ②~④)。その結果, かく乱剤としてZ11-TDAやナチュラル組成を処理すると, 粘着トラップに捕獲された雄蛾は5%以下となり (図-2 ③, ④), 無処理 (55%, 図-2 ②) に比べ低くなった。これは, Z11-TDAやナチュラル組成による交信かく乱 (誘引阻害) 効果が風洞で再

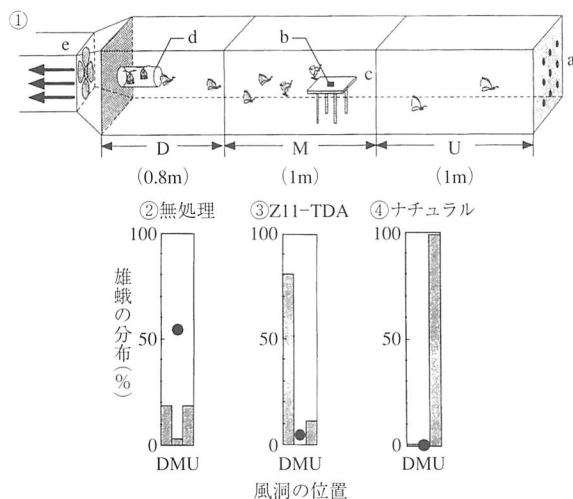


図-2 HIYORI et al. (1986) より改変。①: 風洞 (a: 交信かく乱物質, b: チャノコカクモンハマキ誘引源, c: 粘着トラップ, d: 雄蛾の放飼ケージ, e: ファン, U: 風上部, M: 中央部, D: 風下部), ②: かく乱剤無処理における雄蛾の移動先, ③: かく乱剤 (Z11-TDA) 処理における雄蛾の移動先, ④: かく乱剤 (ナチュラル組成) 処理における雄蛾の移動先。②~④のグラフにおいて, 縦軸は放飼5分後 (風上部, 中央部, 風下部) に移動した雄蛾の割合 (%) を示し, ●は粘着トラップに捕獲された雄蛾の割合 (%) を示している。

現されていることを意味する。一方、交信かく乱剤の影響を受けて粘着トラップに捕獲されなかった雄蛾の移動先は、Z 11-TDA とナチュラル組成処理では全く異なり、前者では風下に (図-2 ③)、後者では風上に集中した (図-2 ④)。つまり、Z 11-TDA は雄蛾が風上へ飛翔する行動を阻害する作用をもち、ナチュラル組成は誘引源をカモフラージュする作用などをもつため交信かく乱現象を起こしていた。Z 11-TDA とナチュラル組成は、いずれも誘引源に雄蛾を寄せ付けない効果をもつが、これらの作用機構は明らかに異なることが示された。

2 ナチュラル組成による再試験

殺虫剤の交差抵抗性は、作用機構が類似した薬剤間においてのみ認められる。ナチュラル組成の作用機構が Z 11-TDA と異なるのであれば、テトラデセニルアセテート剤に対して抵抗性を獲得したチャノコカクモンハマキに対しても、ナチュラル組成はかく乱効果を示す可能性が高い。そこで、1997 年に、島田市の茶園約 1 ha を使って、ナチュラル組成をかく乱剤として処理し交信かく乱率を調査した (表-3)。その結果、ナチュラル組成処理圃場での交信かく乱率は 99% となり、近隣のテトラデセニルアセテート剤処理圃場の交信かく乱率 (26%) に比べ明らかに高い値を示した。

抵抗性を獲得した個体群に対して有効な交信かく乱剤の開発には、ナチュラル組成をベースにし、あらためてスクリーニングが必要であることが示唆された。

3 新規かく乱剤

新規かく乱剤の有効成分がチャノコカクモンハマキの性フェロモン組成のままであれば、チャハマキに有効な成分が少なく (表-1)、チャハマキに対する交信かく乱効果が低く実用性がない (玉木ら, 1983)。その後さらにチャノコカクモンハマキ用交信かく乱剤を検討したところ、ナチュラル組成中には Z 11-TDA の約 2 倍含まれている Z 9-TDA の含有量を 5 分の 1 に減らしても、ナチュラル組成と同等のかく乱効果が得られることなどがわかり (特開平 11-139904)、最終的に、Z 11-TDA (76) : Z 9-TDA (15) : 10 Me-DDA (2) : Z 9-DDA (4) : 11-DDA (2) : (Z)-11-テトラデセノール(1)の混合物が抵抗性個体群にも有効な交信かく乱剤 (一般名: トートリルアー剤) として 2001 年に農薬登録された (望月ら, 2001)。なお、E 11-TDA は、Z 11-TDA の不純物としてトートリルアー剤に含まれている。

おわりに

チャノコカクモンハマキ性フェロモンの一部を利用し

表-3 チャノコカクモンハマキ性フェロモン組成(ナチュラル組成)を交信かく乱剤として処理した圃場とテトラデセニルアセテート剤を処理した圃場に設置したフェロモントラップへの雄成虫の誘殺数と交信かく乱率 (静岡県島田市, 1997)

交信かく乱剤	フェロモントラップへの誘殺数		交信かく乱率 ^{a)} (誘引阻害率)
	かく乱剤処理圃場	無処理圃場	
テトラデセニルアセテート剤 ^{b)}	1455	1971	26%
ナチュラル組成 ^{c)}	19	2727	99%

^{a)} ((無処理圃場の誘殺数) - (かく乱圃場の誘殺数)) ÷ (無処理圃場の誘殺数) × 100, ^{b)} 有効成分は Z 11-TDA (不純物として 3~6% の E 11-TDA を含んでいる), ^{c)} Z 11-TDA (31) : Z 9-TDA (63) : E 11-TDA (4) : 10 Me-DDA (2)。

たテトラデセニルアセテート剤は約 14 年で抵抗性が発現したが、これ以外の性フェロモン組成をベースにした交信かく乱剤において抵抗性は報告されていない。このような交信かく乱剤中には対象害虫の誘引に不可欠な成分がすべて含まれている。害虫が雌雄間の性フェロモン交信と同時に、それよりはるかに高濃度の同一化合物にかく乱されない生理学的な形質は考えにくく、テトラデセニルアセテート剤のように十数年で抵抗性が発現するとは思えない。しかし、性フェロモン組成をベースにした交信かく乱剤といえども、防除効果という淘汰圧を野外虫にかけている点で殺虫剤と同じであり、生物の能力の限界は予測がつかない。今後も注意深く圃場を観察してゆきたい。

謝辞 筑波大学の戒能洋一博士には、図-2 に使用したすべての図を提供していただき、また、本文に対するご意見をいただいた。この場を借りお礼申し上げる。

引用文献

- 1) 古野鶴吉 (1986) : 植物防疫 40 : 55~58.
- 2) HIYORI, T. et al. (1986) : Appl. Entomol. Zool. 21 : 153~158.
- 3) MINKS, A. K. and R. T. CARDÉ (1988) : Entomol. Exp. Appl. 49 : 25~36.
- 4) 望月文昭ら (2001) : 応動昆島根大会講演要旨, p 148.
- 5) MOCHIZUKI, F. et al. (2002) : Appl. Entomol. Zool. 37 : 299~304.
- 6) 野口 浩 (1999) : 植物防疫 53 : 398~402.
- 7) NOGUCHI, H. et al. (1979) : Appl. Entomol. Zool. 14 : 225~228.
- 8) 大森司誠 (1986) : 植物防疫 40 : 51~54.
- 9) 玉木佳男ら (1975) : 応動昆 19 : 187~192.
- 10) ————ら (1983) : 同上 27 : 124~130.
- 11) TAMAKI, Y. et al. (1971) : Appl. Entomol. Zool. 6 : 139~141.
- 12) ———— et al. (1979) : ibid. 14 : 101~113.