

特集：フェロモン研究最近の話題

# 性フェロモンを利用したナシマダラメイガの発生予察用誘引剤

長野県南信農業試験場 <sup>みなみ</sup>南 <sup>しま</sup>島 <sup>まこと</sup>誠

## はじめに

ナシマダラメイガ *Acrobasis pyrivorella* (MATSUMURA) は、チョウ目メイガ科 (LEPIDOPTERA: PYRALIDAE) に属す害虫で、古くからナシオオシンクイガ、梨実虫蛾など多数の俗称で呼ばれ、ナシの害虫のうちでは重要なものの一つであり (真梶, 1969), ナシ (和・洋梨) を主として加害し, ヨネモモに寄生する (尾崎, 1943) とされ, 最近ではリンゴの害虫にもリストアップされている (応動昆, 2006)。寄生範囲の非常に狭い害虫とされ (真梶, 1969), 卵や蛹の発育零点や発育有効積算温量の報告はあるが (真梶, 1969), 幼虫の発育に関する報告は見当たらない。

真梶 (1969) は, 小田原市と静岡市で飼育により羽化消長を調査し, 小田原市の越冬世代出現時期は5月下旬～7月上旬, 同じく第1世代が7月下旬～8月下旬であると, 羽化時期は10日前後の年次変動があり, 静岡市の羽化消長は小田原市のそれより10日ほど早かったと報告している。このように, 成虫の発生時期は, 地域や年によって変動することがわかっている。さらに真梶 (1969) は, 福島県から鹿児島県の広範囲において, 一部の第1世代幼虫が越冬する可能性を示唆している。

近年のナシマダラメイガの被害はさほど多くないが, 長野県南部地域の受粉樹 (品種: '松島') では継続的に発生しており, 時によって無袋栽培品種である '幸水' や '豊水' の被害の発生が問題になることがある。

そこで2006～08年に, 地域や年による発生時期を明らかにするため (独) 農業環境技術研究所と信越化学工業 (株), 長野県南信農業試験場の3者で, 雄成虫の発生消長を簡単に把握できる発生予察用フェロモントラップ用の性誘引剤を共同開発した。今回は, 主に長野県飯田市およびその周辺の下伊那郡内で実施した, フィールドにおけるバイオアッセイの結果を中心に, 性誘引剤による雄成虫の誘殺消長について報告する。

性フェロモンを利用した発生調査では, 捕獲効率を一定にできるようにトラップの設置条件を管理することがポイントとなる (田付, 1996) と言われている。調査期間中の誘引力を常に一定に保つためには, 性誘引剤はその期間中, 性フェロモンの放出量を常に一定に保つ必要がある。しかし, 現在使用されているフェロモン担体 (ゴムセプタムやポリエチレンカプセルなど) では, 精密に放出量を一定にすることは不可能である。また一定量を放出するディスペンサーは高額で農業現場では使用が難しい。したがって性誘引剤のメーカーは, 担体の素材を工夫したり, 放出量を安定化するために, 誘引力に影響のない安定化物質を添加する場合もある。

これらの点から, 発生予察用フェロモントラップに利用する性誘引剤の開発には, おおむね以下のような手順が必要であると考えた。

- ①性フェロモン候補物質の構造決定
- ②性フェロモン候補物質の誘引性の確認 (性フェロモン物質の決定)
- ③担体 (ディスペンサー) の検討
- ④性フェロモン成分の混合比率の検討
- ⑤誘引阻害物質の検討
- ⑥性フェロモン含浸量の検討
- ⑦トラップの構造の検討

この中で担体の検討 (③) については, 担体は試験の当初から既に多くの害虫の性フェロモン担体として使用されているウエスト社製の灰色のゴムセプタムを当初から使用したところ, 誘引活性に関して問題となることはなかった。またトラップの構造検討 (⑦) についても, 現在日本国内の果樹害虫調査に最も多く使用されているであろう粘着板を使用したSEトラップで有用な捕獲が認められた。このため, 上記③と⑦の項目については特に詳細な検討を加えなかった。また上記①の構造決定に関しては, 共同研究者の (独) 農業環境技術研究所の田端氏が *Journal of Chemical Ecology* (2009): 35: 243～249 で報告しているため, 今回は紙面の都合上, 概要を記述するに止めた。

Sex Attractant for Seasonal Prevalence of Occurrence of the Fruit Moth Utilizing the Pheromone. By Makoto MINAMISHIMA

(キーワード: ナシマダラメイガ, 性フェロモン, 発生予察, 誘引剤 (ルアー))

## I 性フェロモン候補物質の構造決定

構造決定に必要な個体を得るために、2007年8月に長野県飯田市、同下伊那郡松川町・高森町・豊丘村・阿智村の一般農家ナシ園の受粉樹（品種：‘ヤーリー’、‘ツリー’、‘松島’等）から、幼虫や蛹が食入している被害果を採集した。被害果から蛹を回収し、それから羽化した成虫を実験に用いた。性フェロモン候補物質の抽出は、コーリング時刻に、処女雌腹部末端部のフェロモン腺を切り取り、ヘキサンに浸漬して行った。

抽出物は、ガスクロマトグラフィー（GC）とGC-Electroantennographic detector（GC-EAD）により検出した。検出された物質について、GC-質量分析計（GC-MS）により構造決定したところ、(Z)-9-pentadecenyl acetate (Z9-15:OAc) と、pentadecyl acetate (15:OAc) であり、その比率は100:7であることが判った（TABATA, 2009）。このほかに、微量ではあるが、(Z)-7-pentadecenyl acetate (Z7-15:OAc) のある可能性が示された。

## II 誘引性のある性フェロモン物質の決定

GC-EADを用いた分析により物質の構造を決定しても、それが雄成虫を誘引するかは不明である。そこで、その誘引性を確認するため、それぞれ純度99%以上のZ9-15:OAc (300 $\mu$ g) と15:OAc (21 $\mu$ g) をウエスト社製の灰色合成ゴムセプタムに含浸した誘引剤（ルーア）を作成し、2006年の8月21日～9月1日の間に、長野県南信農業試験場内および高森町、松川町の一般農家の果樹園、計3箇所誘引数を調査した。トラップはSEトラップとそれ用の粘着板（サンケイ化学社製）を用いた。傾斜のあるナシの枝に設置しても粘着面をほぼ水平を保つために、プラスチックの棒を水平になるように枝から銅のビニール被服線を用いて設置した。また、粘着面を水平に維持しながら、トラップ位置を替えやすくするために、トラップ上部の二つの穴の位置に、トマト栽培用のクリップを取り付けた（図-1）。以下の野外誘引試験でも同様に設置した。

調査は毎日行ったが、11日間の合計で、場内4頭、高森町5頭、松川町24頭の雄成虫が誘殺され、Z9-15:OAc と15:OAcの誘引性が確認されたので、この2物質をナシマダラメイガの性フェロモン成分であるとした（図-2）。

## III 各成分の誘引活性と幾何異性体の影響

複数の性フェロモン成分をもつ昆虫は、単独の成分で



図-1 ナシマダラメイガのルーア野外誘引試験の様子

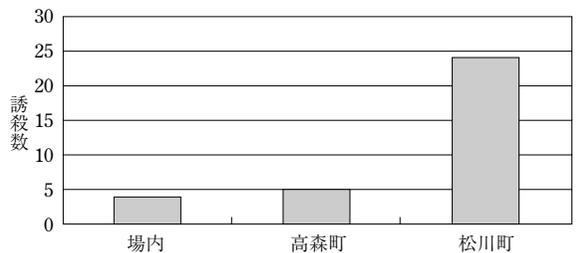


図-2 Z9-15:OAc (300 $\mu$ g)+15:OAc (21 $\mu$ g) の総誘殺数 (2006)

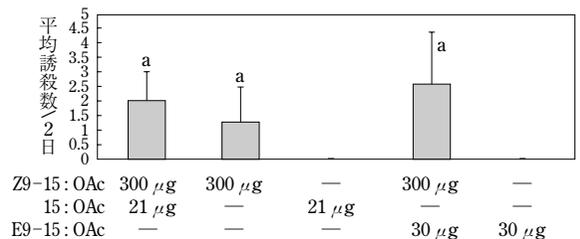


図-3 単独成分および幾何異性体の影響評価 (2007)

も誘引する場合と誘引しない場合のあることが知られている。また、幾何異性体が誘引に影響のある可能性もあった。そこで2007年の6～7月に、単独の成分の誘引活性と幾何異性体の影響について誘引試験した。その結果主成分であるZ9-15:OAcは、単独でも誘引活性があるが、15:OAcは単独では誘引活性がないことがわかり、主成分の協力成分ではないかと考えられた。また幾何異性体のE9-15:OAcは単独で誘引活性はなく、主成分の誘引活性にも影響のないことがわかった（図-3）。なお調査は、3箇所同時に実施し、3箇所の平均値に0.5を加えて、Tukey法による多重検定を行い、その結

果を図中にアルファベットで示した（以下同じ）。

#### IV 類縁化合物の影響

GC-MS 分析により微量に存在する可能性のあった Z7-15 : OAc は、誘引活性に影響する可能性もあった。そこで 2007 年の 8 月 11 ~ 31 日の間に、幾何異性体である E7-15 : OAc とともに、その影響について調査した。その結果、Z7-15 : OAc はほぼ影響がなかったが、E7-15 : OAc は主成分の誘引活性を阻害する可能性が示唆された（図-4）。

#### V 構成比率

複数の成分が性フェロモンを構成しているチャノコカクモンハマキヤリングコカクモンハマキでは、成分の構成比の違いによって誘引活性に差のあることが知られている（野口, 1985）。今までの試験基準にした構成比は、GC-MS によるフェロモン腺内の物質を分析した結果である 300 : 21 であったが、フェロモン腺内に存在する比率と、実際に雌成虫が空气中に放出している比率が同じである保証はない。

そこで 2008 年の 6 ~ 7 月に、長野県南信農業試験場内と長野県飯田市の一般農家のナシ園において、第 2 成分の添加量が異なる 3 種類のルアーについて、誘引試験を行った。その結果、添加量が多いほど誘殺数が多かったが、10.5  $\mu\text{g}$  と 21.0  $\mu\text{g}$  では統計的に有意な差は認められなかった（図-5）。結果的には 300 : 41 の誘引数が多かったが、発生予察として利用することを考えると 300 : 21 でも十分に使用可能であると考えられた。

#### VI 含浸量

ルアーの誘引力には、フェロモンの含浸量も影響することが知られている。また現在、生産現場で一般的に行われている調査間隔は半旬すなわち 5 ~ 6 日に 1 回である。この期間中の総誘引数が少なすぎる場合には、明確な誘殺ピークの把握が難しく、逆に誘引数が多すぎると期間の途中でトラップによる捕獲数の上限を超えて、これも明確な誘殺ピークの把握が難しくなり、どちらも利用が困難となる。すなわち現場で使用するためには、使用に合った適切な含浸量が求められる。そこで、2008 年の 8 月に、構成比は 300 : 21 のままで、その含浸量を 0.1, 0.3, 1.0, 3.0, 10 mg の五つの含浸量の異なるルアーの誘引力を評価した。その結果、誘殺数は量が増加するにつれ多くなったが、0.1 mg と 1.0 mgの間では統計的に有意な差があったが、1.0 mg と 3.0 mgの間には統計的に有意な差は認められなかった（図-6）。

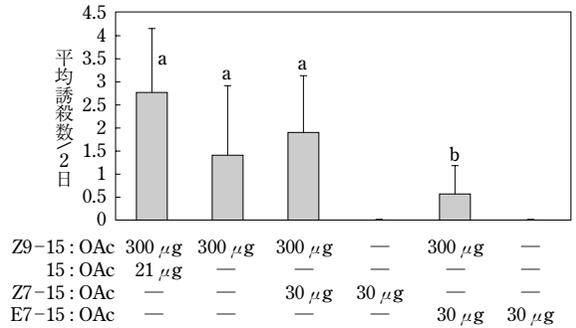


図-4 類縁化合物の影響評価（2007）

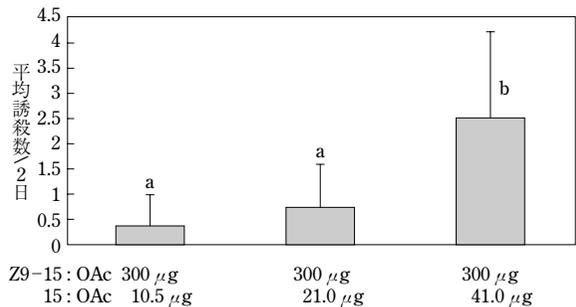


図-5 成分の構成比率の評価（2007）

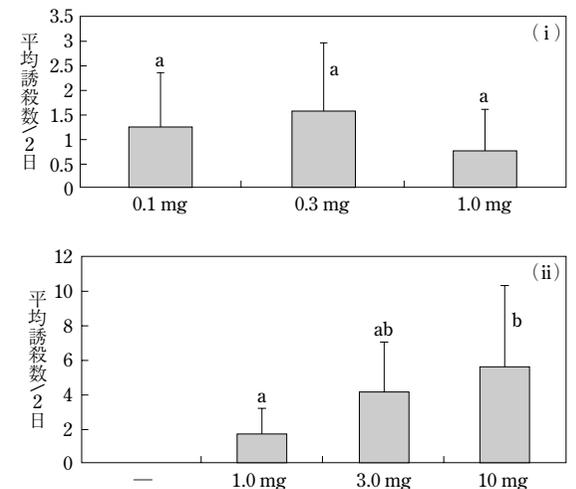


図-6 含浸量の異なるルアーの誘引数（2008）

#### VII 誘引有効期間

含浸量は、ルアーから放出される性フェロモンの量に影響し、その結果、ルアーの誘引有効期間を左右する。現在、生産現場において、一般的に使用されているルア

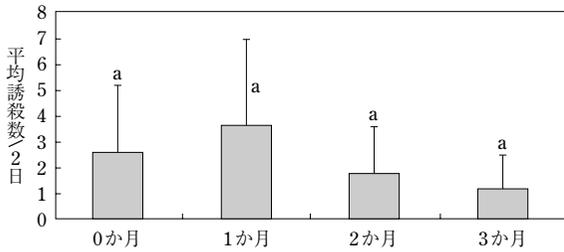


図-7 野外放置期間の異なるルアーの誘引数 (2008)

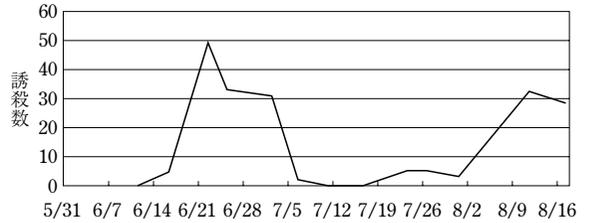


図-8 ナシマダラメイガのフェロモントラップ誘殺消長 (2007)

一の試用期間は1～2か月がほとんどである。そこで2008年の第1世代成虫発生期に、VI章の結果から含浸量を1.0 mgとしたルアーを、野外の日陰に一定の間放置したルアーを用い、その誘殺数を比較した。

その結果、誘殺数は0か月>1か月>2か月>3か月の順で放置期間の短いほど多かったが、統計的に有意な差は認められなかった(図-7)。これらのVI・VII章の結果から、含浸量は1.0 mgを適切な量と判断した。

### VIII ま と め

前章までの試験結果を考慮して、長野県産のナシマダラメイガの発生予察用の性誘引源として、ウエスト社製の灰色ゴムセプタムに、Z9-15:OAcと15:OAcを300:21の割合で、1.0 mg含浸したルアーが1か月間以上にわたって有効であると結論した。また2007年の成虫発生期間中に、長野県下伊那郡豊丘村において同じルアーを使って誘殺消長を調査したところ、越冬世代雄成虫の誘殺時期は6月12日～7月6日、第1世代雄成虫の誘殺時期は7月17日～8月17日以降(多発により摘果のため調査中断)、となり、真梶(1967)が小田原市で行った5月下旬～7月上旬、および7月下旬～8月下旬と似た消長が得られた(図-8)。

### お わ り に

発生予察用の性誘引剤やトラップの開発、特に研究の進んでいるチョウ目の害虫については、ルーチンワーク的な内容の仕事が主で、学術的な見地からは新発見が少なくなっている。しかし現実の農業生産に目を向けると、化学合成殺虫剤を削減した総合的な害虫管理(IPM)技術や、交信かく乱防除などのような標的生物を害虫の

みに絞った超選択性防除技術、天敵に影響の少ない防除技術や天敵の利用技術の開発が盛んに進められている。そのためには、ターゲットである害虫や天敵の生態を詳しく知ることが重要と考えられる。また近年は、地球温暖化の進展に伴う害虫の発生動向の変化も注目されている。いずれにせよ、現在、そして今後変化しうる生物の生態を簡単に知るための手段であるフェロモントラップは、その重要性をさらに増していると考えられる。

特に学術的な新発見は少なくとも、そのトラップから得られる情報は多様な地球生物の個々の生態系を解明するうえで貴重なデータになることは疑いのないことである。たとえ研究に費やす費用は少なくとも、今までに蓄えた知識と設備を使って、地道ではあるが、将来的に必要なフェロモンの研究に、今一度“光”が当たらんことを切に期待する。

この技術開発に当たって、バイオアッセイを行うフィールドの選定や調査などにご協力いただいた下伊那農業改良普及センターやJAみなみ信州の技術指導者の方々、フェロモンの抽出・構造決定・ルアーの製作・試験設計・評価などについてご協力・ご指導いただいた(独)農業環境技術研究所の杉江博士・田端博士のお二人に謝意を表します。

### 引用文献

- 1) 日本応用動物昆虫学会編集 (2006): 農林有害動物・昆虫名鑑(増補改定版), 日本植物防疫協会, 東京, p. 168.
- 2) 尾崎重夫 (1943): 農作害虫精説, 朝倉書店, 東京, p. 340～344.
- 3) 真梶徳純 (1967): 園芸試験場報告A(平塚), 第6号: 133～201.
- 4) TABATA, J. (2009): *Journal of Chemical Ecology* 35: 243～249.
- 5) 田付貞洋 (1996): 植物防疫 50: 464～467.