

ミカンハモグリガの発生生態と 合成性誘引物質の利用と展望

神奈川県病害虫防除所 ^{すず} 鈴 ^き 木 ^{まこと} 誠

はじめに

ミカンハモグリガ (*Phyllocnistis citrella* STANTON) は、前翅長 2 mm 内外の白い小さな蛾であり、成虫はカンキツ類葉裏の葉脈沿いに産卵する。ふ化幼虫は新梢や新葉などの表皮細胞を不規則に食害し (氏家, 1988), この食害痕が白くぬけて絵を描いたような状態になることから別名エカキムシと呼ばれている。著しく加害された新梢や葉は変形・萎縮し、その生育が阻害され、さらに加害痕はカンキツ類の重要病害であるかいよう病の侵入口となる。

本種の防除には合成ピレスロイド系薬剤が広く使用されていたが、1997 年ごろから同系統の薬剤の効果が劣ってきているとの情報が生産者から上がってきた。そこでミカンハモグリガに対する各種薬剤の感受性検定を行ったところ、有機リン系と合成ピレスロイド系薬剤抵抗性個体群が確認され、本種の防除にはこれらの薬剤の実用性がなくなったことを報告した (鈴木・片木, 2001)。

現在本種の防除には主にネオニコチノイド系薬剤が使用されている。しかし、薬剤を用いて防除するにも本種の発生予察法が十分に確立されていないため、散布開始時期を的確に判断することができず、被害が認められてから防除する場合が多い。また夏場の過酷な時期に薬剤を連続散布するのを回避するためにも、発消長を把握することは重要なことである。

1985 年に本種の雄成虫に対して強い誘引力をもつ物質の存在が明らかとなり、その有用性が示唆された (Ando et al., 1985)。そこで、この合成性誘引物質を利用した発生予察法と防除技術を構築するため、ミカンハモグリガの発消長を明らかにすることが可能かどうか検討するとともに、本種の飛翔行動および大量誘殺技術への展開を図るため試験を行ったので紹介する。

本文に先だって、合成性誘引物質を合成・提供され、試験に対して種々のご教授をいただいた、富士フレイバー(株)の鈴木郁男氏、村田泰弘氏、篠田一孝博士と、継

続してデータの収集をしていただいた神奈川県農業技術センター根府川分室の真壁敏明氏に深謝する。

I 合成性誘引物質

本種の合成性誘引物質である (Z, Z)-7, 11-hexadecadienal は、キバガ科のワタアカミムシの性フェロモンの構成成分の一つであるが (Hummel et al., 1973; BIERL et al., 1974), この物質のアルデヒド体がミカンハモグリガの雄成虫に対して強い誘引力をもつことが明らかにされた (Ando et al., 1985)。その後、この合成性誘引物質を利用したミカンハモグリガの発生消長および雄成虫の行動特性が検討されている (氏家, 1990; 檜原ら, 1991)。さらに近年、本種の雌抽出物を GC-EAD および GC-MS で分析したところ、本物質は本種の真の性フェロモン成分であることが確認された (Shaban et al., 2003)。

今回供試した性誘引物質は、富士フレイバー(株)で合成し、主成分が (Z, Z)-7, 11-hexadecadienal (87%) で、その他安定剤 (2%) と、異性体および他の不純物から構成されている。この性誘引物質の 1 mg をセルロースとポリエチレン混合体のディスクに吸着し、ポリエチレンフィルムでカバーした直径約 2 cm のものを供試した。

II 誘引剤の効果確認

合成性誘引物質が含まれたデバイスをハウス型トラップの屋根裏に 1 個貼り付け、開口部が地上 1.5 m の高さになるように設置した。設置場所は 2 地点 (A, B) とし、A 地点は傾斜のある圃場の内部、B 地点は平坦な苗置き場である。

試験初年度の 2000 年は 8 月 11 日からの調査であったため、設置した翌日には既にミカンハモグリガ成虫が誘引され、12 月末日までに A 地点で 9,103 頭誘引された。また、他の昆虫の混入も非常に少なかったことから、富士フレイバー(株)製の合成性誘引物質は本種の発消長を調査するのに十分に利用できることがわかった。

III 神奈川県における早春期の発消長

2001 ~ 04 年の 3 月から 5 月 3 半旬までのミカンハモグリガの平均誘引数を図-1 に、また表-1 にミカンの発芽と本種の初誘引日の関係を示した。初誘引日は 3 月中旬以降であり、春の気温が高く発芽の早い年ほど早くな

Estimation of Seasonal Occurrence of the Citrus Leafminer (*Phyllocnistis Citrella*), using the Sex Attractant in Kanagawa Prefecture. By Makoto Suzuki

(キーワード: ミカンハモグリガ, 合成性誘引物質, 発生消長, 発生予察)

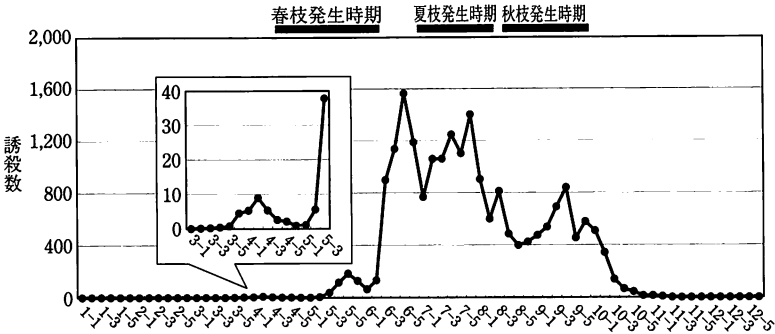


図-1 神奈川県におけるミカンハモグリガ成虫の発生消長と、ミカンの新枝の伸長時期

る傾向にあった。その後、3月下旬から4月中旬にかけて半月値で10～20頭程度の小さい最初のピークが認められた。神奈川県におけるミカンの発芽は毎年3月下旬から4月中旬であり、最初のピークはこの時期と合致していた。つまり、この時期以前にはミカンハモグリガが選好するミカンの新梢はありえないので、この春季に誘引された個体は越冬世代か、形態が類似した別種が誘引されたと考えるのが妥当である。しかし、年間を通して外観的には同一種しか誘引されておらず、合成誘引物質はミカンハモグリガの真の性フェロモン成分であることが確認されているので、別種が誘引された可能性は低いと考えられる。

一方、本種の越冬については不明な点が多いが、宮崎県（山本，1967），高知県（川村，1972；1975），瀬戸内地帯（浜村，1980）においては成虫で越冬していることが確認されている。また、静岡県では蛹で越冬するという報告（吉田ら，1967）もあるが、神奈川県において数年間圃場を調査したところ、冬期に越冬している成虫や蛹を観察することはできなかった（鈴木，未発表）。氏家（1990）は中国・四国地域での発生はそれ以西からの移動虫が起源である可能性が強く、本種が数世代をかけてシーズン中に1,000 km以上移動することを考察している。これらのことから春期に誘引される個体は県内で越冬したものではなく、県外より飛来した可能性が高いと考えられる。

この越冬世代と考えられるピークの後に、ほとんど誘引が途絶える期間が観察された。この現象は長崎県（氏家，1990），大分県（植原ら，1991）でも観察されており、春葉に寄生する第1世代の幼虫期と考えるのが妥当である。しかし、本県では5月中の露地での被害をまだ確認していないことから、今後詳細な調査が必要である。

IV 神奈川県における年間の発生消長

2001～04年の4年間の平均誘引数を図-1に示した。

表-1 ミカンの発芽時期と、合成性誘引物質に対するミカンハモグリガ成虫の誘引日

	ミカンの 発芽 (大津4号)	初誘引日		最終誘引日	
		A地点	B地点	A地点	B地点
2001年	4月10日	3月26日	—	11月6日	11月16日
2002年	3月25日	3月25日	3月11日	11月21日	10月28日
2003年	4月15日	3月28日	4月11日	11月25日	11月21日
2004年	4月5日	4月6日	3月16日	11月1日	11月15日

4月下旬～5月上旬のほとんど誘引されない時期を経て、5月4～6半旬に第2のピークが認められる。その後誘引数は一時減少し、6月5半旬に誘引数の一番多い第3のピークが認められた後誘引数は約半減し、次いで7月6半旬の第4ピークが認められる。このピークの後、誘引数は約4分の1に激減し、9月4半旬と9月6半旬に第5・第6ピークが認められる。これらの発生ピークは年次変動が大きく、平均値と2～3半旬の差が認められる年もあった。これはミカンの生育や気象条件と関連していると考えられる。

それぞれの幼虫期はこれらのピークの前に相当するので、第2・第3ピークが春枝、続く第4ピークが夏枝、残る二つのピークが秋枝の伸長期と重なっており（図-1），この時期の防除が最も効果的と考えられる。また、年間の総誘引数も年次変動が激しく2001年が最大の誘引数となり、次いで02年、04年であった。最小値の03年は01年の約半分の誘引数であり、ミカン果実生産量の表裏との関係は認められなかった。

最終誘引日を表-1に示したが、年や場所により差があるものの10月下旬～11月下旬の間に終息し、12月以降も誘引される九州地区よりは明らかに早い終息であった。また、この日以降暖かい日でも誘引されなかったことから、本県での成虫越冬の可能性は低いものと考えられる。

各世代の成虫発生時期の推定に、山本（1971）の算出した発育零点 12.1℃、有効積算温度 238.2 日度を使用し、越冬世代と考えられる 4 月上旬のピークを起点として計算したところ、2001～03 年は 7 世代、猛暑であった 04 年は 8 世代が繰り返された計算となった。計算上、2003 年の推定発生ピークは 5/29、6/24、7/18、8/8、8/28、9/15 および 10/22 であり、2004 年は 5/24、6/20、7/8、7/25、8/11、8/30、9/18 および 10/18 であった。2003 年における実際の発生消長と計算結果を比較検証してみると、計算上 8 月に見られる二つのピークが消失していた。このピークの消失は 2003 年に限ったことではなく、調査したすべての年で認められており、8 月中下旬に成虫の発生が見られなくなるこの時期を境にして双塔の形になるのが本県の発生パターンである。

ミカンハモグリガの発生はカンキツ新梢の有無に支配されており、硬化した状態の葉には被害を及ぼさないことが知られている。本県では夏枝と秋枝の間には厳密な端境期はないため、産卵・発育に適した新梢は連続して供給されている。このため、食樹が原因となる可能性は低いことから、本種自身が夏場の発生を抑制している可能性も考えられる。葉の硬化状態と圃場における幼虫生息数調査とともに、夏眠等の生理的な可能性を含めて今後検討する必要がある。

V ミカンハモグリガの飛翔行動

合成性誘引物質を用いた発生予察や防除を行うためには、本種の飛翔行動を解明することが重要である。そこで、ハウス型トラップをその開口部の高さが地上から 50、150、250、350 および 450 cm になるように設置し、各高さにおけるミカンハモグリガの誘引数を調査した。

図-2 にトラップの高さとミカンハモグリガ成虫の誘引数との関係を示した。誘引数は地面に近づくほど多くなる傾向にあり、調査した両地点とも地上 50 cm の誘引数が全体の 5 割を占めていた。氏家（1990）は、果樹

園の上空約 4 m のトラップにも樹間に設置されたトラップと同等か、または 2 分の 1 程度の年間誘引数が見られ、垂直的にかなりの高度まで飛翔することを述べている。今回の結果からも 4.5 m の高度まで飛翔していることは確認されたが、誘引数は氏家が指摘するほど多くはなかった。

揮発した合成性誘引物質が徐々に沈降し、下部に集まったことも考えられるので、異なる場所の異なる高さにトラップを設置し、誘引数を比較した。その結果、樹冠上部で最多の誘引数となり、次いで樹冠内、斜面の地表面、150 cm 高の順に誘引数が少なくなり、先程と異なる結果となった。しかし、本種の産卵はカンキツの新梢であり、トラップを設置した樹の夏枝発生量は非常に多く、既に高率でミカンハモグリガの寄生が認められていたため、樹冠部では羽化後の成虫が誘引された可能性が高いと考えられた。

また、傾斜地の地表面に設置したトラップでは、粘着板の下半分（谷側）の部分に多くの成虫が誘引されており、樹冠内では奥半分より手前側で多く誘引され、150 cm 高では谷側半分に多く誘引された。すなわち、前方が開けて風通しが良好なオープンスペースに面した場所、つまり傾斜地では下から、樹冠では外側から、斜面の空間では谷側から、多くのミカンハモグリガ成虫が飛翔することが示唆された。田中（1967）は、ミカンハモグリガの分散は風に大きく影響されることを報告しており、このことから、海沿いの傾斜地にある今回の調査地点では、海に面したオープンスペースから飛翔していると考えられる。

以上のことから、ミカンハモグリガの飛翔行動を推察した。すなわち、傾斜地では地表面近くを斜面に沿って飛翔し、好適なカンキツ樹があればその樹冠の周囲を飛翔し、樹冠内に侵入し産卵するものと推察される。そして適当な樹がない場合は地表面近くを飛翔し、産卵植物と出会うまでこれを繰り返すものと思われる。

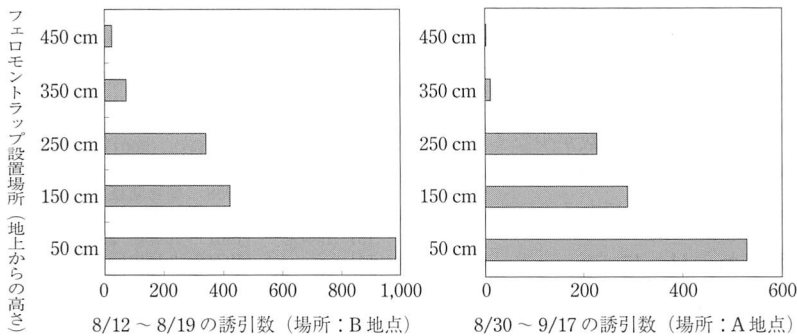


図-2 トラップ設置高とミカンハモグリガ誘引数

VI 合成性誘引物質の濃度が誘引数に及ぼす影響

合成性誘引物質を用いた発生予察法の確立や大量誘殺などの防除技術への展開を図るために、誘引物質の濃度を決定することは重要なことである。そこで、誘引物質の量が 1, 2, 5, 10 mg のトラップを作成し、各トラップ間の距離を 50 m 以上離れるように設置した。1 箇所における誘引期間を 3～6 日とし、4 箇所をローテーションして、7 月 14 日～9 月 1 日の間にこれを 3 回繰り返した。設置場所や期間、圃場や気象条件などによる個体群密度の差異を実験データから除去するため、結果は各ローテーションごとの捕獲虫比率の合計値と総誘引数で示した (図-3)。

捕獲比率の合計および総誘引数は、各濃度間で統計的な有意差は認められなかったものの、捕獲比率の合計は合成性誘引物質の濃度が 1 mg では最低となり、5 mg までは濃度に依存して増加する傾向にあった。しかし、2～10 mg 間では誘引数に大差はほとんどないことから、大量な誘殺を必要とする場合は誘引物質の濃度は 2 mg で十分であり、発消長調査や発生予察に用いる場合は 1 mg で十分な濃度であると考えられた。なお、1 mg の誘引剤で 1 年間継続して発消長を調査できることを確認している (鈴木, 未発表)。

また、傾斜地圃場の同じ段に約 5 m 間隔でトラップを 4 箇所設置し、各濃度のトラップを 3～4 日間隔でローテーションさせた。調査期間は 9 月 12 日～10 月 24 日で、この間に 3 回繰り返した。その結果、誘引数と捕獲比率の合計は 10 mg と 5 mg で高く、2 mg と 1 mg で少ない傾向にあった。しかし、濃度差よりも場所の差が大きく影響し、高濃度の誘引物質で捕獲比率が多くなるにもかかわらず、中央に設置した 2 箇所のトラップより両端の 2 箇所で捕獲比率が有意に多くなった (表-2)。両端からミカンハモグリガが特異的に飛来することや、風向により外側のトラップで多く誘引されたことも考えられる。しかし、前述したように本種は前方が開けて風通しの良好なオープンスペースから飛来するため、調査地点では等高線に沿って風が吹くことは少ない。これらのことから、5 m 間隔にトラップを設置することで、中央の 2 箇所では交信かく乱が生じて誘引数が少なくなったことが考えられる。今後は、同濃度における試験や大規模な試験など、さらなる検討が必要である。

お わ り に

ミカンハモグリガの合成性誘引物質を利用することで、本成虫の発消長を把握することができ、これによ

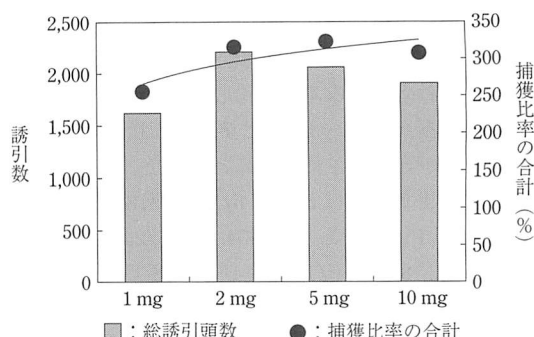


図-3 合成性誘引物質の濃度がミカンハモグリガ成虫の誘引数に及ぼす影響

表-2 合成性誘引トラップの設置場所がミカンハモグリガ成虫の捕獲比率に及ぼす影響

	設置期間	期間中の捕獲比率の合計	
		両端部のトラップ	中央部のトラップ
ローテーション 1	9/12 ~ 9/26	252.2%	147.8%
ローテーション 2	9/26 ~ 10/10	247.8	152.3
ローテーション 3	10/10 ~ 10/24	222.0	177.9
平均		240.7 ^{a)}	159.3

a) : student の t-test で有意差あり (p < 0.01)。

って越冬世代のピークを確認できれば次世代以降の発生予察が可能になることがわかった。さらに、本物質を用いて本種の越冬や夏眠の可能性等、生理、生態、行動の解明に利用できる可能性が示唆された。また、さらなる検討が必要ではあるが、本物質を用いた大量誘殺法や交信かく乱技術の開発も、今後の大きな課題であると考えられる。薬剤抵抗性個体を作らないためにも、高齢化した生産者のためにも技術開発を急がなければならないと考えている。

引用文献

- 1) ANDO, T. et al. (1985): Agric. Biol. Chem. 49: 3633 ~ 3635.
- 2) BIERL, B. A. et al. (1974): J. Econ. Entomol. 67: 211 ~ 216.
- 3) 浜村徹三 (1980): 果樹試報 E.3: 99 ~ 112.
- 4) HUMMEL, H. E. et al. (1973): Science 181: 873 ~ 875.
- 5) 川村 満 (1972): 植物防疫 26: 347 ~ 353.
- 6) ——— (1975): 高知農林研報 7: 43 ~ 52.
- 7) 植原 稔・甲斐一平 (1991): 九病虫研会報 37: 160 ~ 162.
- 8) SHABAN, A. M. et al. (2003): 応動昆講要 47: 151.
- 9) 鈴木 誠・片木新作 (2001): 今月の農業 45(12): 60 ~ 64.
- 10) 田中 学・田中雅生 (1967): 九病虫研会報 13: 111 ~ 114.
- 11) 氏家 武 (1988): 植物防疫 42: 564 ~ 566.
- 12) ——— (1990): 果樹試報 18: 19 ~ 46.
- 13) 山本栄一 (1967): 九農研 29: 122 ~ 123.
- 14) ——— (1971): 九病虫研会報 17: 64 ~ 65.
- 15) 吉田正義・矢崎武雄 (1967): 関西病虫研会報 9: 35 ~ 41.