

マメハモグリバエの発生動態と寄生蜂による生物的防除

静岡県茶業試験場 お小 ざ澤 あ朗 ひ人

はじめに

マメハモグリバエ *Liriomyza trifolii* (Burgess) は、1990年に静岡県浜松市のキク産地で初めて発生が確認された侵入害虫で (SASAKAWA, 1993; 西東, 1992)、現在では我が国の施設野菜や花き類における代表的な害虫の一つとなっている (表-1)。静岡県では、キク、ガーベラやトマト、セルリーなど主要な施設作物で本種による甚大な被害が発生したことから、発生当初より国庫助成事業を受けながら本種の生態の解明と防除技術の開発に取り組んできた。その結果、本種の増殖能力や移動分散特性、モニタリング、寄生蜂による生物的防除の効果確認と現地実証など多くの成果が得られた。そこで本稿では、これらの成果を中心に、本種の発生動態と寄生蜂による生物的防除法に関する知見を紹介したい。なお、マメハモグリバエの発生の経緯や形態、海外における知見、薬剤防除と薬剤検定法 (西東, 1992, 1993, 1997a), 土着寄生蜂 (西東, 1997b; 杉本, 1998; 嶽崎ら, 1999)、寄生蜂の薬剤感受性と検定法 (小澤, 1999) については、既に本誌で解説があるのでそれらを参照されたい。

I 生態的特性

1 個体群の増殖能力

本種は、温度など環境条件が好適ならば爆発的に増殖し、瞬く間に被害が拡大することが観察されている。また、休眠性を有しないと考えられ (西東ら, 1995)、施設内では周年発生が見られる。こうした生態の特徴は、寄主範囲の多様さとあわせ、コナジラミ類やアザミウマ類など近年問題となっている微小施設害虫と共通するもので、特にその高い増殖能力は防除対策を講じるうえでの驚異となっている。

これまで、我が国で発生しているマメハモグリバエの増殖能力については不明な点が多かったが、筆者らは主要な寄主作物における本種の増殖能力をほぼ明らかにし

表-1 これまでにマメハモグリバエの発生が確認された都府県 (発生予察特殊報より)

確認年	都府県名
1990年	静岡, 愛知
1991	千葉, 東京, 三重, 和歌山, 長崎
1992	栃木, 神奈川, 長野, 山梨, 広島, 山口, 香川, 高知, 福岡, 大分, 佐賀, 鹿児島
1993	茨城, 埼玉, 岐阜, 大阪, 兵庫, 岡山, 宮崎, 熊本, 沖縄
1994	宮城, 福島, 群馬, 奈良
1995	岩手, 京都, 滋賀, 徳島, 愛媛
1996	山形
1997	石川
1998	福井
1999	青森, 島根
2000	秋田, 鳥取

た。まず、発育日数は、15・20・25・30°C条件下では卵から成虫までそれぞれ48.1・24.6・16.8・13.5日であり、35°C条件下では高温による発育抑制が認められた。また、発育零点は9.5°C (卵~蛹) であり、卵~成虫までの有効積算温度は257日度となった。寄主によって卵期間と幼虫期間の合計値はやや異なり、最も短いインゲンマメで6.5日、最も長いキクでは9.7日であった (西東ら, 1995)。次に、マメハモグリバエが加害する9種類の主な作物について産卵数を調べた結果、25°C条件下における1雌当たりの総産卵数は、最も少ないダイズで21.1個、最も多いチンゲンサイでは637.7個であり、寄主作物によって大きく異なった。成虫の生存期間は、最も短いトマトで3.8日、最も長いキクで27.5日となり、成虫にとって好適な寄主とあまり好適でない寄主作物があることが判明した。

25°C条件下における生存率と産卵数から計算された内的自然増加率 (r) は、トマトでは約0.16、ガーベラで約0.19/雌/日であった (表-2)。この数値から、1世代当たりの増殖率はトマトで25.2倍、ガーベラで56.8倍、1か月当たりではトマトで124倍、ガーベラで271倍と計算された。また、同様に15°C, 20°C, 30°C条件下におけるトマトを寄主とした内的自然増加率は、それぞれ、0.004, 0.06, 0.10/雌/日となり、25°C付近の温度が本種の増殖にとって最も好適な温度であることが判明した (小澤ら, 1999a)。

Population ecology and biological control by parasitoids of *Liriomyza trifolii*. By Akihito Ozawa

(キーワード: マメハモグリバエ, 天敵, 寄生蜂, 生物的防除, 生態, 個体群動態)

表-2 様々な寄主作物におけるマメハモグリバエの増殖能力

寄主作物 (品種)	純繁殖率	平均世代期間	内的自然増加率 (/雌/日)	1か月当たり 増殖率
インゲンマメ (キーストンつるなし)	227.8倍	22.8日	0.238	1,275.1倍
チンゲンサイ (青帝)	272.0	24.7	0.227	902.5
トマト (サンロード)	25.2	20.1	0.161	124.2
ミニトマト (キャロルセブン)	33.5	20.9	0.168	156.2
セルリー (コーネル619)	84.0	22.1	0.201	412.8
ガーベラ (ラブリネル)	56.8	21.6	0.187	270.3
キク (秀芳の力)	69.1	24.8	0.171	168.6
メロン (PF 70)	29.1	29.1	0.143	72.7

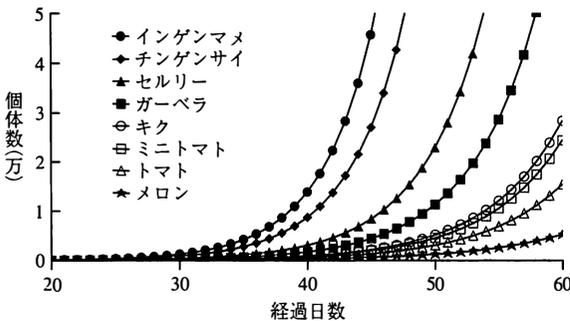


図-1 種々の寄主作物における内的自然増加率に基づくマメハモグリバエの個体群成長
注) 25°Cにおける最初の1頭からの増殖過程。

以上のことから、本種の増殖能力は、オンシツコナジラミ ($r=0.09$: トマト, 矢野, 1989) やミナミキイロアザミウマ ($r=0.13$: キュウリ, 河合, 1985), ミカンキイロアザミウマ ($r=0.14$: キク, 片山, 1997) といった他の難防除施設害虫と比べても高く、また、寄主作物によっても増殖率が大きく異なることが判明した。図-1には内的自然増加率に基づいた25°Cにおけるマメハモグリバエの個体群成長(理論値)を示した。好適な寄主では、極めて短期間に個体数が急増することがわかる。なお、ミニトマトにおける個体群成長の過程を実験データを元にシミュレーション計算した結果は、圃場における実測値データとほぼ一致した(小澤, 2001)。

2 発生活消長

筆者らは、浜松市のキク産地で、黄色粘着トラップを用いて2年間にわたって本種の発生活消長を調べた(小澤ら, 1995)。その結果、6月下旬から7月上旬をピークとした1山型の発生活消長パターンを示すケースが多く、9月から10月の秋期にも小さなピークを示す2山型のパターンも見られた(図-2)。成虫の初誘殺の時期は、2月23日~5月26日で、12月中旬には誘殺は認められなくなったことから、野外における成虫の移動分散は2月下旬頃から12月上旬までと考えられた。同じ地域内で

もトラップの設置場所により消長パターンはやや異なり、調査圃場における防除の影響もあると考えられた。

施設トマト(抑制栽培)における発生活消長では、山と谷が比較的はっきりしたパターンを示し、世代の重なりは少なかった。これは、トマトにおける成虫の寿命の短さ(約4日)に起因していると思われる。なお、成虫の誘殺ピーク間の有効積算温度は、実験室内で得られた卵から成虫までの有効積算温度とほぼ等しく、発生活消長の山は各発生世代を表していると考えられた。9月から翌年1月までの栽培期間では4回の成虫の誘殺ピークが見られたことから、施設内では3~4世代を経過すると考えられた(小澤ら, 1998)。

3 野外における成虫の移動分散

本種の分布拡大の要因として、本種の移動分散能力の高さが考えられるが、野外における本種の移動分散に関する報告は極めて少ない。そこで、野外における本種の移動分散実態を解明するため、現地の多発圃場の周辺で複数の黄色粘着トラップを垂直方向と水平方向に設置して、これらに誘殺される成虫数を調べた。

その結果、垂直方向に設置したトラップでは、地表面に近いほど誘殺数は多く、3m以上の高さでは誘殺数は少なかった。しかし、発生のピーク時には高さ5.5mのトラップにもわずかながら誘殺され(全トラップ誘殺総数の0.1%)、成虫は5m以上の高さにおいても飛翔していることが確認された(図-3)ことから、ハウス天窓からの成虫の侵入の可能性が示唆された。一方、水平方向に設置したトラップでは、多発圃場に近いほど多く誘殺されたが、東方48mのトラップにも少なからず誘殺が認められ、成虫は発生源から数十mの範囲で分散していることが推測された(小澤ら, 1999b)。

4 黄色粘着トラップによるモニタリング

マメハモグリバエの成虫は黄色に強く誘引されることから、成虫のモニタリング手段として黄色粘着トラップが広く使われている。モニタリングの目的は、発生時期

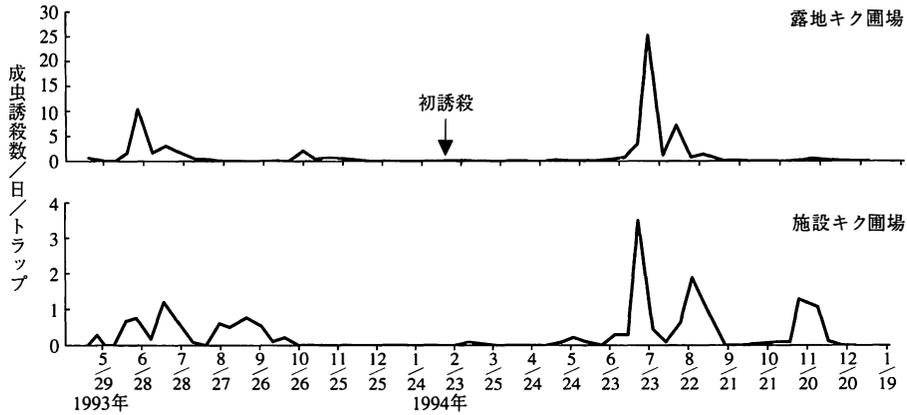


図-2 現地キク圃場における黄色粘着トラップへの成虫誘殺数の推移 (静岡県浜松市)

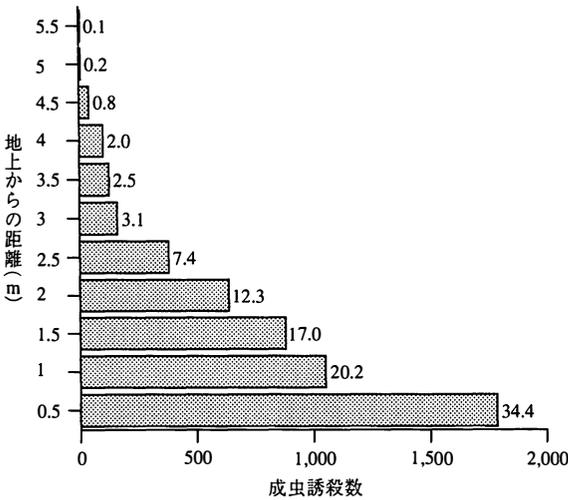


図-3 発生ピーク時期 (7月5~12日) における垂直方向に設置した黄色粘着トラップへのマメハモグリバエの成虫誘殺数
棒横の数値は、総数に対する百分率%

の把握や圃場密度の推定であるが、黄色トラップを防除の要否を決める手段として考えた場合、誘殺数とその後の幼虫の発生密度との関係を明らかにしておく必要がある。そこで、筆者らは、施設トマトにおけるトラップへの成虫誘殺数と幼虫密度との関係について検討した。

試験場内の小型ハウスにおける黄色トラップによる成虫誘殺数と幼虫密度との関係では、日当たりトラップ当たりの成虫誘殺数とその1週間後の株当たり幼虫数との間には $r^2=0.40$ の有意な正の相関関係が認められた。さらに、調査期間を高温期 (9月~10月) と低温期 (11月~1月) に分けてそれぞれの関係を見てみると、高温期は $r^2=0.38$ と有意な相関関係は認められなかったが、低温期では $r^2=0.76$ とより高い有意な正の相関関係が認められた (小澤ら, 1998)。次に、農家のハウスにお

ける黄色粘着トラップによる成虫誘殺数とその1週間後の幼虫密度との関係を検討した。その結果、日当たりトラップ当たりの成虫誘殺数とその1週間後の葉当たり幼虫数との間には、慣行防除ハウスにおいては $r^2=0.64\sim0.95$ の有意な正の相関関係が認められた。しかし、生物防除ハウスでは、有意な相関関係は認められなかった。この理由は、寄生蜂の寄生率の変動が幼虫密度に影響してばらつきが大きくなったためと思われる。

以上のように、成虫誘殺数と幼虫数の間にはばらつきはあるものの、条件によっては有意な正の相関関係が認められた。いずれにしても、黄色トラップに誘殺された成虫数から幼虫の絶対密度を推定することは必ずしも不可能でなく、条件を揃えてデータを蓄積すれば、黄色トラップは発生時期の把握だけでなく幼虫の密度推定にも利用できると考えられた。

次に、黄色トラップを用いたモニタリングによって被害量の指標である潜孔数を予測することを想定して、黄色トラップによる成虫誘殺数と潜孔数との関係を検討した。本種の幼虫による潜孔は必ず葉に残るため、各調査時の潜孔数は最初に幼虫が寄生したときからその時点までの潜孔数の累積値となっている。このことから、トラップによる成虫誘殺数も調査開始時から各調査時点までの累積値を算出して両者の関係を検討したところ、小型ハウスではトラップ当たりの累積成虫誘殺数とその1週間後の株当たり潜孔数との間には $r^2=0.93$ の有意な正の相関関係が認められた (図-4)。また、農家ハウスにおいても同様に、 $r^2=0.68\sim0.96$ の有意な正の相関関係が認められた (小澤ら, 1998)。

II 寄生蜂による生物的防除

1 輸入寄生蜂による防除

1997年に、本種に対してイサエアヒメコバチとハモ

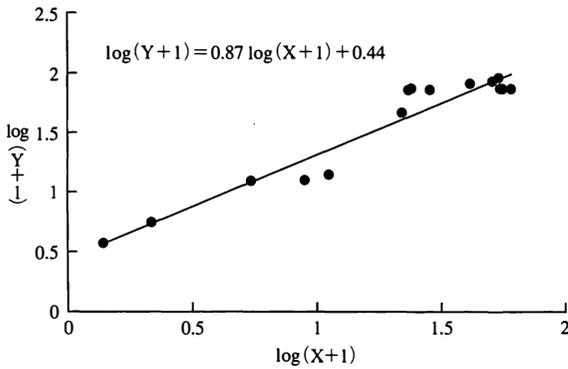


図-4 施設トマトにおける黄色トラップによる累積成虫誘殺数 (X) とその1週間後の潜孔数 (Y) との関係

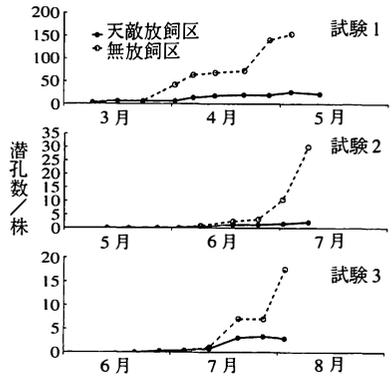


図-5 施設トマトのマメハモグリバエに対するイサエヒメコバチの防除効果

グリコマユバチの2種類の輸入寄生蜂製剤が農薬登録された。これらの寄生蜂はヨーロッパでは既に実績のある天敵資材であるが、北ヨーロッパとは環境や栽培条件を異にする我が国の施設でも同様に実用性があるかどうかについては不明であった。筆者らは、寄主の増殖率が他作物より低いことや加害部位が商品とならないことから生物防除が導入しやすいと考えられるトマトを対象に、試験場内の温室と農家ハウスにおいて寄生蜂の放飼試験を繰り返し実施し、輸入寄生蜂が我が国の施設トマトにおいても十分実用性があることを確認した。

図-5には、高温条件に適しているとされるイサエヒメコバチの場合温室における放飼試験の結果を示した。春、初夏、夏期と気温の異なる時期に放飼したが、いずれの試験でも無放飼区に比べてマメハモグリバエ密度をよく抑制した。ただし、初夏の試験では土着寄生蜂が施設内に侵入してこれらが放飼種と入れ替わる現象が観察されたが、温室の開口部に設置した0.4 mm目合いのネットにより土着寄生蜂の侵入を阻止した放飼試験においても本寄生蜂はハモグリバエをよく抑制した。これらの試験や海外の試験事例から、イサエヒメコバチの適正放飼密度は寄生蜂成虫と寄主幼虫の比率で1:15以上、もしくは寄生蜂放飼数で0.15頭/株程度の複数回放飼が妥当と考えられた(小澤ら, 1999)。

次に、1994~96年にかけて静岡県浜岡町と清水市の農家トマト圃場でイサエヒメコバチとハモグリコマユバチの同時放飼による防除効果を検証した。なお、現地では複数の病害虫が発生するため様々な農薬が散布されているが、天敵放飼区では先に寄生蜂に対する影響の少ないことが判明している IGR 剤など(小澤, 1999)を主体に使用した。定植直後から1週間間隔でイサエヒメコバチとハモグリコマユバチを各178~500頭/10a、

計3~9回放飼した結果、浜岡町の天敵区におけるマメハモグリバエの幼虫密度は、1994年の試験では慣行区より多かったが、95年および96年では慣行区とほぼ同等に抑制された。一方、清水市の天敵区における幼虫密度は、1994年、95年ともに慣行区より高かったが、天敵区におけるマメハモグリバエ幼虫の死亡率は、両地区とも100%近くに達した。浜岡町の天敵区における潜孔密度は、1994年は慣行区より多かったが、1995年では慣行区と同等、1996年は慣行区より少なかった。清水市の天敵区では、1994年、1995年ともに慣行区より多く推移したが、実害はなかった。

寄生蜂の優占種は、浜岡町では放飼されたイサエヒメコバチとハモグリコマユバチであったが、清水市ではハモグリミドリヒメコバチ *Neochrysocharis formosa*、カンムリヒメコバチ *Hemiptarsenus varicornis* などの土着寄生蜂が優占種で、放飼されたイサエヒメコバチとハモグリコマユバチの寄生率は低かった(図-6)。寄生蜂群集による寄生率は、浜岡町では100%、清水市では96.7%以上に達した。なお、寄生蜂群集の種構成の違いは、ハウス周辺の植生に起因する土着寄生蜂の密度の違いが考えられた。

天敵区における殺虫剤の散布回数は、浜岡町の1994年と95年は慣行区とほぼ同数、96年は慣行区の2/3であった。マメハモグリバエに対する散布回数は、いずれの年も慣行区の1/2以下であった。一方、清水市では、天敵区の薬剤散布回数は慣行区とほぼ同数であったが、ハモグリバエを対象とした散布回数は1994年は慣行区の1/3、95年は0回と少なかった。これらの結果から、施設トマトのマメハモグリバエに対する寄生蜂による生物的防除法は現地圃場においても実用性があり、寄生蜂の導入により殺虫剤の散布回数の削減が可能と考えられた(小澤ら, 2001)。

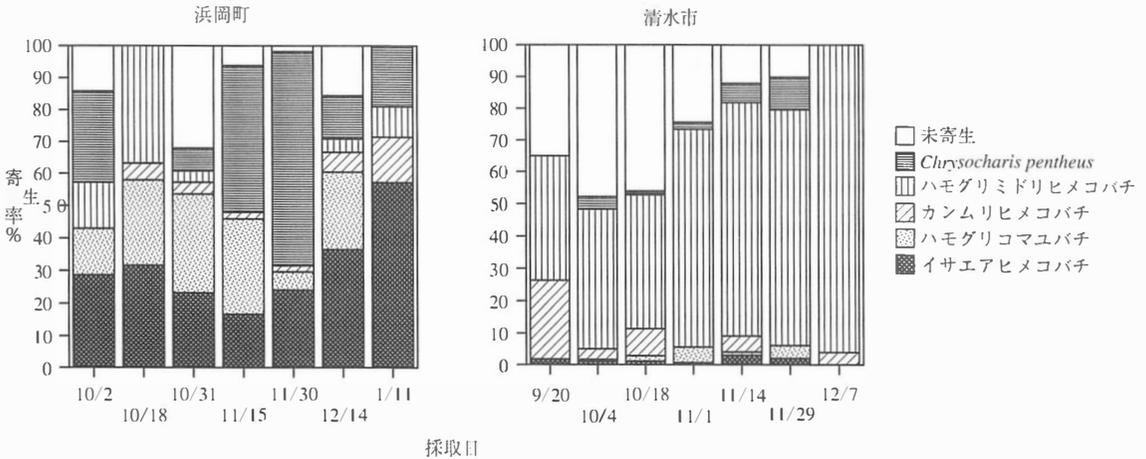


図-6 農家トマト圃場の天敵放飼区における寄生蜂種構成の推移 (1995年の試験)

2 土着寄生蜂による防除

マメハモグリバエは元々我が国には存在しなかった侵入害虫ではあるが、在来のハモグリバエ類を寄主とする様々な土着寄生蜂が寄生することが明らかになっている。特に、殺虫剤を散布していない圃場においては、土着寄生蜂による寄生率が100%近くに達し、土着寄生蜂が重要な密度抑制要因となっていることが示唆された(西東ら, 1996)。寄生蜂の種類も多様で、静岡県ではこれまで16種類の土着寄生蜂の寄生が確認されており(西東ら, 1996)、全国では28種類以上の土着寄生蜂が見つかっている(小西, 1998)。

そこで、近年、こうした土着寄生蜂を積極的に有効利用しようとする研究が始まり、有望な土着天敵としてハモグリミドリヒメコバチ *N. formosa* (大野ら, 1999)、や *N. okazakii* (嶽崎ら, 1999)、コガタツヤヤドリタマバチ *Gronotoma micromorpha* (ABE, 2001)などが着目されている。静岡県では県内の施設内で優占種となっていること(西東ら, 1996)や、輸入種より高温適応性が高いこと(西東ら, 1997)から、ヒメコバチの1種のカンムリヒメコバチを選抜し、ハモグリバエ類の防除資材として国内特許を取得している。一方、最近の研究では寄生蜂の放飼量を抑制して土着寄生蜂をできるだけ活用する方法(松村, 2001)やバンカープラントを用いて土着寄生蜂の活動を増強する方法も検討されており(嶽崎ら, 2001)、施設周辺の環境条件によってはこうした方法も有効と考えられる。

おわりに

マメハモグリバエは発生当初、各地で甚大な被害を発

生させた大害虫であるが、近年は有効な防除対策が確立して現場ではごく普通の害虫となってきた。今後は、化学薬剤に依存せず、天敵類を活用した総合防除体系を確立し、現場に普及させる必要がある。そのためには、土着天敵の活用法の確立と併せて天敵の最適放飼戦略などの理論的な裏付けを進め、より効率的な防除体系を構築する必要がある。筆者らは、機能的反応など寄主と寄生蜂間の相互作用を明らかにし、これらの関係をモデル化してモデル・シミュレーションによる最適放飼戦略の策定をすすめている(矢野ら, 2001)。

引用文献

- 1) ABE, Y. (2001): Appl. Entomol. Zool. 36: 479~482.
- 2) 片山晴喜 (1997): 応動昆 41: 225~231.
- 3) 河合 章 (1985): 同上 29: 140~143.
- 4) 小西和彦 (1998): 農環研資料 22: 27~76.
- 5) 松村美小代 (2001): 第11回天敵利用研究会講演要旨: 19.
- 6) 大野和朗ら (1999): Jpn. J. Ent. 2 (1): 1~9.
- 7) 小澤朗人 (1999): 植物防疫 53: 464~469.
- 8) ——— (2001): 静岡農試特別報告 23: 77.
- 9) ———ら (1995): 関東東山病虫報 42: 223~225.
- 10) ———ら (1998): 応動昆 42: 141~147.
- 11) ———ら (1999 a): 同上 43: 41~48.
- 12) ———ら (1999 b): 同上 43: 49~54.
- 13) ———ら (1999 c): 同上 43: 161~168.
- 14) ———ら (2001): 同上 45: 61~74.
- 15) 西東 力 (1992): 植物防疫 46: 103~106.
- 16) ——— (1993): 同上 47: 123~124.
- 17) ——— (1997 a): 同上 51: 337~340.
- 18) ——— (1997 b): 同上 51: 530~533.
- 19) ———ら (1995): 応動昆 39: 127~134.
- 20) ———ら (1996): 同上 40: 127~133.
- 21) ———ら (1997): 同上 41: 161~163.
- 22) SASAKAWA, M (1993): Jpn. J. Ent. 61: 149~155.
- 23) 杉本 毅 (1998): 植物防疫 52: 358~362.
- 24) 嶽崎 研ら (1999): 同上 53: 355~358.
- 25) ———ら (2001): 第45回応動昆大会講要: 134.
- 26) 矢野栄二 (1989): 応動昆 33: 122~127.
- 27) ———ら (2001): 第45回応動昆大会講要: 135.