

野菜の害虫Ⅳ 双翅目 ウリミバエ

誌名	野菜の害虫
ISSN	
著者名	農林水産省農林水産技術会議事務局
発行元	農林統計協会
巻/号	24号
掲載ページ	p. 166-199
発行年月	2001年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



1. ウリミバエ

ウリミバエ *Dacu* (*Zeugodacus*) *cucurbitae* (英名 melon fly) は熱帯・亜熱帯のウリ科果実の大害虫であるが、パパイヤやナス科植物にも寄生し、寄主として約100種類が報告されている³⁸⁾。本種は植物防疫法によって定められた侵入を警戒する害虫であり、寄主対象となる果実は本種が分布する地域からの移動が厳しく制限される。ニガウリ (ツルレイシ) のほか、日本ナシ、スモモ、オウトウ、アボカド、イチゴなどでも飼育でき⁵⁵⁾、ピタヤも好適な寄主植物である⁵⁶⁾。傷のあるオクラでも成虫に至る¹²⁷⁾。圃場調査ではインゲンマメへの寄生は僅かだったが、網室では比較的高い寄生率を示した¹⁸³⁾。

東南アジアから輸入されるマメ科及びウリ科の生果実からも本種がときに発見される^{134, 230)}。ミバエ類はわが国にも170種ほどが分布するが、農業上の害虫となる種は少ない^{19, 111, 230)}。しかし、検疫の場面や侵入時にはセグロウリミバエ (*Dacus tau*) や、ミスジミバエ (*Dacus scutellatus*)²¹⁸⁾、マレーシアミバエ (*Dacus latifrons*)²³⁰⁾ といった類似の近縁種との同定が必要であり^{22, 229)}、そのための検索表も作成された^{23, 24, 228, 252)}。外部形態だけでなく、性選択がかかりやすい生殖器官による検討もなされ⁵⁸⁾、フィリピンのマンゴー栽培地等では各種ミバエ類の分布が調査された¹⁴⁾。

ウリミバエは増殖のためのすべての条件が好適ならば1世代に245倍に増殖する¹⁸⁾。27°Cでは1世代は平均82.7日¹⁸⁾、内的自然増加率は0.067/雌/日である¹⁸⁾。卵～成虫の発育零点は10.5°Cで、これらから奄美大島以南では発育・生殖とも可能で¹⁸⁸⁾、奄美大島でも年間に8～9回発生すると推測される^{26, 188)}。13°Cでの平均寿命は230日で、400日生存する個体もある¹⁸⁸⁾。本土定着の可能性を調べるため、低温(7°C)で選抜した系統では低温での生存率が高くなった^{27, 193)}。冬期の短日条件では性成熟や卵巣発育が極端に遅延した^{143, 276)}。本種が発見された場合の調査・防除に必要な2世代相当期間を推定するための簡易早見表⁵⁷⁾や大量増殖時の世代数を簡易な推測法⁶³⁾も開発された。

海外や侵入地域からの本種の加害対象農産物に対する殺虫処理として、初期には二臭化エチレン⁷⁹⁾や臭化メチル²³⁵⁾によるくん蒸処理が検討されたが、その後、蒸熱処理による殺虫法に変わった²²⁰⁾。品目により条件はやや異なるが、生果実を44～46°Cで蒸熱処理し、果実中心部を43°Cにして数時間保てば本種を完全に殺虫

でき、果実への熱障害も認められないことがナス⁸⁾、ネットメロン⁶¹⁾、マンゴー²²¹⁾、ニガウリ²²²⁾、パパイヤ²²³⁾で確認された。植物検疫のさい問題になるウリ類果実の浅漬けでは食塩濃度や浸漬期間、温度がミバエ類の死亡率に与える影響が調べられた⁶⁰⁾。

本種は1919年に八重山群島で確認され、1970年には沖縄群島の久米島に侵入した²⁵⁾。1972年沖縄本島南部に侵入した際の誘殺虫数は、11～12月には1日千トラップあたり2.3頭だったが、翌年10月には14,505頭に達し、その後6年間、この水準で推移した⁴⁵⁾。1974年には奄美群島に侵入するに至り、根絶事業が開始された³⁹⁾。事業概要^{39, 43, 68, 70, 71, 106, 114, 116, 213)}や、根絶の経過に関する文献^{10, 40, 42, 68, 93, 100, 104, 106, 126, 204, 205)}は、その時点でさまざまな問題意識が色濃く反映されているためいずれも貴重であるが、『奄美群島ウリミバエ根絶記念誌』⁶²⁾、『沖縄県ミバエ根絶記念誌』¹⁸⁷⁾といった両県の根絶資料のほか、『虫を放して虫を滅ぼす』³³⁾、『よみがえれ黄金の島』¹⁰⁹⁾、『530億匹の戦い—ウリミバエ根絶の歴史』¹¹⁶⁾、『農薬なしで害虫とたたかう』⁴¹⁾、『害虫殲滅工場』¹⁰⁰⁾などの図書も、根絶事業にあたった研究者や行政担当者の苦闘を知るうえで必読である。根絶は、まず1975～1977年に久米島に2億8千万頭の不妊虫を放飼して達成され^{42, 44)}、寄生対象果の移動規制が解除された²⁰⁰⁾。ついで1985年に喜界島^{97, 181, 186)}、1987年に奄美大島^{129, 130, 190)}と宮古群島^{129, 130)}、1989年に沖永良部島と与論島¹⁰⁾、1990年に沖縄群島¹⁹⁹⁾と、順次根絶され、1993年の八重山群島¹⁰²⁾を最後にわが国からウリミバエは根絶された。根絶には22年の歳月、人件費を除いた直接防除費204億円、延べ44万人が投入され、不妊虫625億頭が放飼された^{277, 278)}。しかし、その後も再侵入対策がとられ、不妊虫は放飼されている²⁰⁶⁾。

根絶技術の開発の概論・総説も『ミバエの根絶—理論と実際』²⁸⁾をはじめとして多岐にわたるが^{33, 40, 41, 113-115, 187, 202, 203, 249, 268)}、『害虫総合防除の原理』⁹⁸⁾を著したKnippling, E.F.が不妊虫放飼法 (SIT: Sterile Insect Technique) を提唱して、南米の小島で家畜害虫のラセンウジバエ (*Cochliomyia hominivorax*) の根絶させたことに始まる¹¹⁶⁾。SITは現在加害している個体を殺すのではなく、その繁殖を阻害して次世代以降の密度を低下させ、被害を減らそうとするものであり¹¹³⁾、このため対象害虫の生理・生態学のほか行動学、遺伝学、さらには工学的知識までが要求される¹¹⁵⁾。遺伝的防除法の一種であり²⁰²⁾、また遺伝的防除で唯一実用的な成果を

取めている手法である²⁰³。不妊化はガンマ線照射によるため、放射線の平和的利用の典型的な事例ともいえる^{71, 249}。以下に、根絶に要した研究と開発された各種技術を紹介する。

まず、野外の個体数を適切に評価することが重要になる。そのために、野外虫を捕獲するトラップとその誘引剤が検討された。蛋白加水分解物 (= プロテイン剤) を誘引源とする場合の適正希釈倍率は10~50倍である^{135, 231}。マクファイルトラップには各種の双翅目昆虫が誘殺され、ミスジミバエやサタミバエ (*Bactrocera pernigra*) も誘殺される^{23, 198}。プラスチック製のガロントラップはマクファイルトラップより誘殺数が多く、他のハエ類の誘殺数が少なく、安価で、取り扱いも簡便であった³⁰。誘殺される対象外の動物相のうち、益虫の誘殺は概して少なかった¹⁵。キュールア10mgに対してウリミバエ雄成虫の約70%が反応したが、誘引効果は濃度とともに低下し、0.0001mgには反応しなかった⁵⁹。キュールアとスミチオン (またはダイアジノン) を含浸させた綿ロープ剤は8週後も誘引力・殺虫力を示したが、16週後には低下した^{53, 131, 137}。誘引力は高温下ではより速く低下した¹³⁷。キュールアはアセチル基が水素と置換した化合物に変質し、誘引性が消失する一因と考えられた⁸⁰。誘殺虫数は冬期に減少し⁴⁵、誘引剤の検出力低下も考えられたが、否定的な結果が得られた⁵³。サタミバエやミスジミバエはキュールアにも誘引された⁹⁸。カボチャの切片を誘引源にすると、キュールアを誘引源にした場合と、トラップの捕獲虫の性比や成熟度、捕獲時刻などが異なった¹⁶⁰。ミカンコミバエ (*Bactrocera dorsalis*) ではメチルユージニールに対する反応性の低下が懸念されたが、ウリミバエでの系統選抜試験ではキュールアに対する反応性の低下の程度は弱かった⁸⁹。

ペテルセン法や浜田法、ジャクソン法を用いた、標識放飼された個体のトラップへの捕獲率から個体数を推定する技術が開発され^{36, 172}、個体群密度が変化する場合の1回放飼・多数回再捕による個体数推定法も開発された²²⁴。このようにして例えば、沖縄本島南部には冬期に1haあたり622頭の雄が生息し¹⁷、沖縄群島には発生盛期に約3,800万頭の雄成虫が生存していると推測された¹⁰⁵。成虫の日齢を頭部のプテリジン量から判定する技術も試みられた¹⁵⁰。

野外個体の空間分布の把握もSITには重要である²⁰¹。喜界島では誘殺数はオキナワズメウリが密生する孤立した林で多く、集落内では少なかった²³⁶。卵巢発

育から見た野生虫の日齢の構成は季節と植生で異なっていた⁵²⁾。冬期には成虫の交尾場所と採餌場所のちがいが明確で⁵²⁾、日当たりのよい林縁部や野生ウリ科植物群落で観察され、雌成虫は産卵可能であった⁵⁴⁾。越冬雌は繁みに集中し、移動性は低く、産卵雌率と気温に一定の関係が見られなかった⁹⁰⁾。寄主植物のパッチ状分布を反映して野生虫も集中分布を示したが、放飼虫も放飼後の週が経過すると集中度が高まった⁵⁰⁾。ただし、放飼不妊虫と野生虫のトラップ誘殺の相関は低く、両者の空間分布が異なっている可能性も示唆された²⁰¹⁾。

野生虫に対してどの程度の不妊虫を放飼すれば根絶に至るのか、個体群根絶モデルが確立され^{32, 37)}、性的競争力が変化しないなら正常虫の10倍程度の不妊虫を放飼すれば根絶は可能であると推測された³²⁾。性行動が正常虫と決定的に異ならないかぎり、性的競争力の低下も放飼虫を増強すれば対応できると予測された³²⁾。

キュウルアは発生量を推測するだけでなく、密度抑圧防除にも有効であった。テックス板散布による防除では、メチルユージノール（ミカンコミバエ誘引剤）との混用による同時防除が可能であった^{31, 240)}。キュウルアによる密度抑圧防除で野外の成熟雄の9割以上が除去されたが、交尾率は低下せず、野外個体群の増殖率の低下をもたらすほどの期待はできなかった^{51, 132)}。そのほかの密度抑圧防除法が検討されるなかから、病原糸状菌 *Strongwellsea castrans* が同定された¹⁾。また、1932年に台湾から石垣島に導入された幼虫寄生蜂ウリミバエコマユバチ (*Opius fletcheri*) は、一時被害果を皆無にするほどの成果を示し⁹⁶⁾、沖縄本島や宮古島、石垣島で再確認されたが^{21, 96)}、寄生率は低かった⁹⁶⁾。本種は単寄生蜂で⁶⁾、寄主の発育を3日ほど遅延させ⁶⁾、6~7月に比較的多く見られた¹⁰³⁾。Knipling, E.F.は1992年刊行の『寄生虫放飼による害虫防除法の原理』で、侵入した熱帯ミバエの寄生者を用いた根絶モデルを示したが⁹⁹⁾、1993年には我が国からウリミバエは根絶され、本種による根絶が可能かどうかは不明のままとなった。物理的防除法による抑圧防除も検討された。ウリミバエ成虫は雌雄とも冴えた黄色によく誘引され、黄色粘着テープによる捕殺ではニガウリの被害果率が半減した²²⁵⁾。シルバーマルチも被害果率を減少させた²²⁵⁾。白、銀色への産卵器では産卵数が20%以下になった²²⁵⁾。

大量増殖では生産性と品質管理に関して詳細な検討がなされた。成虫の最適飼育密度は1頭あたり18.6~14.4cm³である¹⁷⁶⁾。性比を雌に偏らせると飼育個体数あ

たりの採卵量は増加した¹⁵⁸⁾。トマト果汁では品種‘鉄かぶと’への産卵数が多かった⁷³⁾。産卵後6時間以降の卵なら、10~20℃で1~3日水中に保存しても悪影響はなく、卵の保存に利用できると思われた²⁾。幼虫人工飼料培地への卵摂取量は1リットルあたり1.0~1.5ml(1~1.4万卵)が最適であった¹⁶⁾。

幼虫用飼料として、外国産の蛋白加水分解物に替わる国産品が検索された⁷⁶⁾。幼虫培地や飼育箱が開発され、飼育密度も設定された²¹⁶⁾。高密度の飼育では成虫が小型化し、羽化率も低下し、産卵数もやや低下したが、過密状態でも十分な次世代を残しようと、大量増殖初期には判断された⁸⁸⁾。幼虫培地や飼育箱も開発され、最適飼育密度も設定された²¹⁶⁾。羽化率や生存率、卵巣発達には34℃以上、交尾率には32℃以上で、高温障害が見られた²⁴²⁾。10℃で保存した蛹は低温障害を示した²⁴³⁾。蛹期、とくに初期の低湿度で羽化率は低下した²⁵⁷⁾。湿度は80%以上が良好であった^{75, 257)}。冬期に短日の自然日長下で雌を飼育すると性成熟が遅延し、しかも個体間のばらつきが大きかった¹⁴³⁾。老熟幼虫のとび出しは明期開始期に集中し、羽化は明期開始4~5時間後にピークをもち、産卵は明期に限られる、といった日周リズムが認められ^{92, 233)}、天秤とパソコンを用いた羽化リズムの簡易測定法が開発された²³³⁾。

蛹化後5日未滿に蛹のふり分けを行うと飛翔筋が退化して(droopy wing)、羽化率や飛翔能力が低下したが、蛹化後5日以降のふり分けでは問題がなかった²¹¹⁾。新型篩別機による3日齢の蛹の篩別では、振幅を2.4mmとすれば羽化率と飛翔力への悪影響が少なかった²³⁹⁾。雄成虫だけを放飼する目的で、蛹重と成虫の大きさ、幼虫回収日と蛹の大きさの相関から雌雄分別が試みられたが^{7, 157)}、実際に応用されることはなかった。

増殖虫を不妊化するためのガンマ線照射量は、妊性と性的競争力のからみで決定する必要がある²⁶⁰⁾。300Gray(=30krad)の照射では雄成虫の性的競争力は有意に低下したが、70Grayでは悪影響は小さかった²⁴⁴⁾。コンベア方式の照射でも70Grayで不妊化と性的競争力の維持ができた¹⁷⁵⁾。不完全不妊になる30~50Grayの照射では、照射虫の次世代の産卵数と蔵卵数に悪影響がなかった²⁴⁸⁾。低温条件での照射や²⁵⁰⁾照射線量率のちがいは²⁵¹⁾、成虫の妊性と性的競争力に影響を与えなかった。照射虫と未照射虫との外部及び内部形態を比較し、照射の有無が判断できるか、照射に伴う虫体への影響が検討された^{11, 260)}。照射によって精巣が小型化し、

精原細胞と精母細胞は著しく退化し、生殖細胞の大部分は崩壊した^{184, 195}。残った精子は授精に参与したものの、胚子発生過程を停止させる異常精子で、100%が不妊になった¹⁸⁴。中腸上皮にも異常が生じ、栄養欠乏のため短命になった^{184, 195}。照射後の日齢が経過すると照射雄の授精能力はある程度回復したが、70Grayの照射ではSITへの悪影響はなかった²⁴⁶。放飼不妊虫のマークが脱落し、かつ精巢生殖細胞が再生する確率は0.000001程度で、SN比（Sterile/Non-sterile比）調査に影響はなかった¹⁹²。雌も、70Grayのガンマ線照射により不妊化され、卵形成が完全に抑制されることが光学及び電子顕微鏡の観察で確認された^{196, 197}。雌も中腸に障害を生じ、短命化した^{196, 197}。小型ケージでは見落とされていた照射雄の短命化は、大型ケージで検出された²⁴⁷。照射線量に伴い、風洞中での飛翔の時間と距離は短くなった¹⁶⁷。

不妊虫の蛹を鋸屑で保管する場合、鋸屑は未使用のラワン材がよかった⁷⁵。炭酸ガス麻酔は成虫に悪影響を与えた^{117, 232}。低温による麻酔には5℃以下が必要だったが¹⁶⁴、0℃以下の保存は悪影響を与えた²³⁴。覚醒は遅れたものの¹¹⁷、0.5℃で保存24時間未満では、回復率と寿命に悪影響はなかった²³⁴。ただし、低温麻酔では羽化箱を改良する必要があった¹⁶⁴。蛹のポリ袋密閉による酸素欠乏処理では、悪影響を与えずに蛹を保管・輸送できた²⁶⁹。放飼前の成虫には粗糖と水が重要で、全暗・低温が好適であった¹¹⁷。不妊化雄の輸送のための温度条件と蛹容器及び輸送用コンテナも検討された²⁷⁰。保冷車に蛹を入れて輸送すると、マーキングによって羽化率は低下した⁷⁴。低温麻酔した不妊虫を空中散布しても、SITに問題が生じるほどには生存率は低下しなかった¹⁷¹。

これらの知見を蓄積・総合したうえでウリミバエ大量増殖・不妊化システムが確立され^{6, 57, 69, 161, 163, 173, 263}、大量増殖施設が那覇市^{65, 66}と名瀬市^{4, 5}に建設された。

宮古島の放飼では生存虫率と飛び出し率が低下したため、効果が上がらなかった¹⁷⁰。原因となる羽化箱の仕切りが、これ以降、格子状に改善された²⁴¹。放飼前の成虫の餌としては粗糖と水が重要であった^{117, 241}。日齢が経過した成虫には蛋白加水分解物を与えると、とくに雄で飛翔時間が長くなった¹⁶⁹。

不妊虫をかごで放飼する場合、放飼後4日間の平均気温が15～16℃以下になると脱出率が極端に低下した¹⁸⁰。かごの浸水も問題であった¹⁸⁰。奄美大島では1キロ四方に1地点ずつバケツで不妊虫が放飼された¹⁸²。根絶事業が進行し、対象面

積が拡大すると不妊虫放飼にはヘリコプターも用いられるようになった^{62, 187)}。放飼虫は生息場所選択によって、飛翔分散の方向と距離が異なった⁹⁾。喜界島で放飼された不妊虫は奄美大島でも確認されたが、その50%は梅雨期に集中した⁷⁷⁾。不妊虫が多く回収されるトラップでは野生虫も多く誘殺された²³⁷⁾。不妊虫の長距離移動は5~6月に多かった⁷⁸⁾。不妊虫の死亡率は夏期よりも春期に高かった⁷⁸⁾。久米島で放飼した不妊虫は沖縄本島まで⁸⁷⁾、そして約200km離れた沖永良部島までの飛来が確認された¹³⁶⁾。不妊虫の長距離移動は、野生虫の移動距離や不妊虫の活力の観点からも考察された¹⁰¹⁾。

不妊虫と野生虫の交尾行動も、径路解析を含め¹²⁾、詳細に検討された^{12, 121, 227)}。野生虫の雄はウリ科作物の畑の周辺に生える非寄主の上で午後に集合してレックを形成し^{47, 119)}、羽を震わせ、雌を呼んだ⁴⁷⁾。性成熟した雌成虫は性成熟した雄成虫に強く誘引された¹¹⁸⁾。雄はコーリング場所を他の雄から守るために戦い、雌にマウントした^{47, 120)}。高密度では縄張りが干渉され、雄成虫の交尾成功度は低下した¹⁴⁵⁾。飼育虫の雄が求愛する場合、雌に拒絶される頻度が野生虫より高かった¹²⁾。非求愛型の雄に対する雌成虫の受容性は加齢とともに高まった¹²⁾。雌に遭遇しても雄は61回に1回しか交尾に成功せず、雌の配偶者選択が示唆された⁴⁷⁾。雌雄成虫の大きさは交尾成功度に影響を与えなかった¹⁴⁵⁾。交尾は薄暮時に²²⁶⁾、おもに葉表で行われ、果実上では行われなかった¹¹⁹⁾。求愛時の雄の羽音(求愛ソング)は^{217, 227)}、品質管理への利用も試みられた⁸¹⁻⁸³⁾。羽音を解析し、各成分に分け⁸¹⁾、多変量解析した結果、野生虫や大量増殖虫、照射虫が別集団として判別され⁸³⁾、ハワイ産と奄美大島産の個体も判別が可能であった⁸⁴⁾。

ミバエ類の性フェロモンは誘引剤として、包括的に検討された^{112, 122, 125)}。求愛時にウリミバエの雄が発するフェロモンは最初、「発煙」現象として報告された²¹⁷⁾。雄が葉表でレックを形成し、羽ばたきと腹部たたきをして性フェロモンを放出すると、雌が誘引され、前方から雄に接近した^{118, 120, 123)}。雄成虫の直腸腺からの揮発物質として主成分 propyl 4-hydroxy-benzoate と methyl 4-hydroxy-benzoate など、数成分が同定された¹⁷⁸⁾。エチルエステルは未熟雄では少なかったが、性成熟すると増加した¹⁷⁸⁾。キュウルアを摂食した雄成虫はその加水分解物である4-(4-hydroxy-phenyl)-2-butanoneを直腸腺に選択的に蓄積した¹⁷⁸⁾。キュウルア(4-(p-acetoxy-phenyl)-2-butanone)の香りがするセッコクの一様 *Dendrobium superbum*

の花はウリミバエやミスジミバエの雄成虫も誘引し²⁰⁾、雄成虫は花を舐めて、これを直腸腺から誘引物質として分泌した¹⁷⁹⁾。雄がフェロモン生産のために前駆体をもつ植物に誘引される可能性は、ハワイでも検討された¹⁷⁷⁾。

大量増殖照射虫の性的競争力は、まず標識放飼法によって生存率や分散・移動能力を調べることで評価された²⁵⁵⁾。飛び出し容器や「宙ぶり餌」法による室内での品質管理が検討された²⁵⁶⁾。性的競争力を交尾能力自体で評価する場合は、できるだけ広い環境で評価することが必要であった^{46, 48, 133, 209)}。例えば、野外では大量増殖開始後5~10世代の不妊虫の性的競争力は約0.8で、18世代では約0.2に低下したが、室内試験ではこの低下を検出できなかった⁴⁶⁾。第36~37世代の雄成虫の性的競争力は17~18世代のそれと差がなかった²⁵³⁾。大量増殖の過程で雄の性的競争力が低下すると判明したが、増殖虫の交尾行動ばかりでなく^{48, 49)}、野生雌が雄成虫をえり好みして「不妊虫抵抗性」をもつことも一因と考えられた^{13, 38, 48, 49, 85)}。これらの変化を考慮した野外個体と放飼個体の反応モデルによって、雌成虫の配偶者選択の影響は比較的小さいため、性的競争力が低下しても不妊虫の放飼数を増強すれば性的競争力の低下は克服できると判断された^{32, 49, 265, 267)}。

雄が雌の卵を授精させるには30分以上、高い孵化率を得るには80分以上の交尾が必要で、交尾時間が160分以内の雌成虫は1~2日後に再交尾した¹²⁴⁾。平均交尾時間は10時間40分に及んだ¹²⁴⁾。雌成虫の再交尾を抑制するには長時間、交尾しつづけることが必要であった³⁸⁾。交尾後30分ではほぼゼロであった雄成虫から雌成虫への精子量は交尾後4時間まで増加したが、その後は増加しなかった^{264, 271)}。精子量と交尾時間の増加に伴って、精子優先度も高まった²⁶⁴⁾。複数回交尾させた雌成虫の産卵数から、照射雄の性的競争力はやや劣るものの有効に機能していると判断された²⁴⁵⁾。雌成虫が複数回交尾すると精子は攪拌されたが、精子の寿命は比較的短く、最後に交尾した精子が優占された^{35, 38)}。照射虫の精子の競争力は低かったが、SITには有効であると結論された³⁵⁾。交尾直後に再交尾した雌成虫のP2値はほぼ0.5であったが、この間隔が開くにつれてP2値は増加した²⁷³⁾。雌に渡された精子は貯精囊から日ごとに消失し、日あたり生存率は94.2%であった^{266, 272)}。既交尾雌の産下卵の孵化率は減少しつづけて、80日後にはゼロになった²⁷²⁾。精子の受精効率は0.05と低かった²⁷⁴⁾。以上の結果から、本種は精子置換を行っていないと結論された^{273, 274)}。

雌の卵巣発育と雄に対する受容性との間には相関が認められた²²⁶⁾。雌成虫は交尾によって産卵が促進された²⁷⁴⁾。産卵促進物質の移送は交尾後2時間までに開始され、4時間後までに完了した²⁷⁴⁾。産卵は明期に限られた⁹²⁾。産卵された果実からは他個体の定位や産卵に影響を与える物質は検出されなかったが、雌成虫は幼虫の寄生果を識別して産卵を控えた¹⁹¹⁾。高密度の寄生果からは羽化個体数が少なく、成虫も小さかった¹⁹¹⁾。ガンマ線照射された雌成虫も産卵行動を行うため、放飼雌によって作物に産卵痕がつけられる可能性も懸念されたが^{138, 259)}、野外調査によるウリ科作物の被害果率は1%未満と低く¹⁴⁰⁾、刺傷が成熟果率に影響を及ぼさなかったため²⁵⁹⁾、経済的被害は生じないと結論された。不妊虫を放飼してもなかなか個体数が減らない、いわゆる「ホットスポット」の出現地域には、冬～春に野生寄主、夏～秋に栽培寄主が豊富に存在することが判明した¹⁷⁴⁾。

SITの効果判定にはトラップ調査と寄主植物調査が用いられた^{181, 186)}。トラップに捕獲される不妊虫と野生虫を識別するため、不妊虫は検出力の高い橙色、赤色、黄色、白色の蛍光色素で標識(マーキング)された¹⁸⁹⁾。標識によって羽化率はやや低下した⁷⁴⁾。標識された個体を大量に検出するための押しつぶし機も試作された²⁷⁵⁾。色素の有無によって判断されるM/U比(=Marked/Unmarked比)はS/N比の指標になるが、色素が脱落すると差を生じる。そのため、精巢の観察によって野生虫との識別を可能にし、マーク脱落率を知る方法が開発された^{194, 254)}。寄主植物調査には野生のオキナワスズメウリがよく利用された。奄美大島では群落の密度や規模が小さいため、オキナワスズメウリが植栽された⁹⁵⁾。オキナワスズメウリ果実への寄生率は5～11月に多かった¹⁰³⁾。寄生果率はトラップ誘殺数とほぼ同様の傾向を示したが、キュウリやニガウリといった、より好適な寄主があると寄生果率が低下した¹⁸⁵⁾。喜界島などでは根絶確認のために、寄生果率に加えて採集した雌成虫の産下卵の孵化率調査も行われた²³⁸⁾。根絶確認を容易にするため、ゼロ・サンプルの連続数に基づく、有限母集団の母集団サイズに応じた、効率の高い簡易逐次検定法が開発された¹²⁸⁾。

根絶が確認されても、未根絶地域などからの再侵入が考えられる場合にはこれを防止する対策が必要である¹²⁶⁾。例えば、久米島では1977年に根絶が達成された後も1982年までに4回の再発生が確認された¹⁰⁸⁾。SITによる再侵入防止対策を続けるかぎり大量増殖虫を飼育し続けるための品質管理は不可欠である^{107, 116, 160)}。そ

のため、増殖系統のさまざまな形質が調べられ、系統が維持された。すでに示した雄の求愛ソングのほか、エステラーゼのアイソザイム・パターン⁹⁴⁾や形態的相違⁸⁶⁾、温度反応⁹¹⁾、蛹期間⁹¹⁾等々が調べられた。例えば、沖縄島個体群は石垣島個体群と形態的にやや異なり、弱い隔離が認められた⁸⁶⁾。喜界島個体群は石垣島個体群とは温度反応はさほど分化していないものの、蛹期間には差を生じた⁹¹⁾。突然変異系統を用いた交雑試験も行われ、常染色体上に位置する劣性遺伝子によって生じる赤さび色の眼の系統²⁹⁾や紫眼系統²⁶²⁾を利用して、交尾行動や配偶者選択に関わる遺伝的要因が調べられた^{219, 261)}。

大量増殖を容易にするため、はじめは増殖に有利な形質が重視され、選抜された。増殖系統ははじめ果汁濃度100%のカボチャジュースによく産卵したが、約10世代を経過すると濃度50%でも差がなくなった⁷³⁾。发育速度への人為選抜はおもに幼虫期間の長さにかかった¹³⁹⁾。大量増殖系統の幼虫期間と蛹期間は野生虫より短くなった^{141, 142)}。また、羽化後早くから交尾を行い¹¹⁰⁾、交尾率も高くなった²⁰⁸⁾。産卵前期間が短く¹⁶¹⁾、産卵量も多い系統も育成された²¹⁰⁾。その後、増殖系統によるさまざまな形質の変化が認識されはじめた¹⁶³⁾。例えば、産卵パターン³⁾、幼虫跳出し行動^{3, 215)}、二酸化炭素排出リズム⁶⁴⁾、飛翔距離^{159, 162)}、飛翔速度¹⁵⁹⁾、飛翔時間^{165, 212)}が大量増殖によって変化した。さらに、大量増殖系統は早熟・多産・短命になった^{72, 73, 151, 162, 168)}。これは初期繁殖力と寿命との間に遺伝的なトレードオフが存在し¹⁵⁰⁾、大量増殖の過程で发育が速い個体を選抜した結果、第24世代頃までにこれらの形質が固定され、60~70世代では遺伝率がゼロに近くなったためである¹⁵⁵⁾。发育の早い系統と遅い系統とを作出した人為選抜試験では、发育の遅い系統は選抜が容易で、蛹期間ではなく、幼虫期間が遅延した¹⁴⁴⁾。发育の遅い系統は大型になり、生存率が低下した¹⁴⁴⁾。大量増殖の採用時にはこうした遺伝的トレードオフを考慮しなければならないと考えられた^{147, 148)}。

SIT においては大量増殖個体の性的競争力を維持することがなによりも大事である³⁴⁾。増殖系統の性的競争力の品質管理に関して、求愛ソング⁸¹⁻⁸⁴⁾や飛翔能力^{255, 256)}のほか、雌成虫の選好性⁸⁵⁾、精子間競争^{264-267, 271-274)}、等々が検討された。室内系統では野外個体より強光下でも交尾行動を行う傾向が認められた²²⁶⁾。また、室内系統の交尾前期間は野生虫のそれより短かった²²⁶⁾。成虫の行動の日周リズムには約8時間の幅があり、发育が速い系統では自由継続周期が24時間より短く、

発育が遅い系統では24時間より長く、すなわち発育期間と体内時計との間に相関が認められた²⁰⁷⁾。発育が遅い系統では交尾開始も遅く^{149, 214)}、大量増殖系統では野生系統より交尾行動が早く開始されるなど^{110, 118)}、生活史形質と行動学的形質に遺伝的なトレードオフが存在し¹⁵⁴⁾、発育速度だけを追求すると増殖虫と野生虫の交尾時間が異なり、生殖隔離を引き起こしかねない可能性が指摘された¹⁵⁴⁾。性的競争力確保のうえからも、大量増殖時には遺伝的トレードオフを考慮しなければならないと結論された^{152, 153)}。

事業としてのSITにはさまざまな障害が出現し、その都度、問題解決が図られてきた。伊藤(1995)はSITによって本種を琉球列島から根絶できた技術的要因として、①野外の生活に必要なゲノムの保持を可能とした大量増殖法の採用、②交尾競争力の推定とこれを勘案したモデルによる放飼個体数の決定、③不妊化法抵抗性の進化に対応した追加放飼、④ホットスポットへの集中放飼をあげた⁴⁰⁾。照屋(1990)は研究者と実施者の員数、予算、定期的な会議、段階的な規模の拡大、トラブル発生時の現地での原因究明、生産ラインでの品質管理といった管理的側面も重要であったと指摘した²⁵⁸⁾。さらに、伊藤(1995)が主張するように「SITプロジェクトにおいては狭い応用中心の見方を捨て、つねに基礎的な生態学的、行動学的、遺伝学的研究を進めるべき」⁴⁰⁾で、こうした研究態度が根絶成功の隠れた要因であったことも根絶に携わった多くの研究者・行政担当者が認めている。数多くの研究と現場での努力が実ったわが国のミバエ根絶は、世界、とくにアジア諸国を刺激し、いまは各国でミバエ類の防除事業が開始されている¹¹⁴⁾。

文 献

- 1) Aoki, J. and M. Shiga. *Strongwellsea castrans* Batko and Weiser (Zygomycetes: Entomophthorales) attacking *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae). Appl. Entomol. Zool. 23, 206-208 (1988)
- 2) Arakaki, N., H. Kuba and H. Soemori. The effect of water storage and storage temperature on the hatching rate of melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett, eggs. Bull. Okinawa Agric. Exp. Sta. 9, 113-118 (1984)
- 3) 樗木直也・上和田秀美・田中 章・末永 博・鳩野哲也・山口卓宏. 不妊虫

- 放飼事業におけるウリミバエの大量増殖—II. 新系統と旧系統の育成方法の相違と産卵パターンおよび幼虫跳出し行動. 九病虫研会報. 33, 244(1987)
- 4) 團野皓文. 不妊虫放飼によるウリミバエ防除 [1]. 農及園. 56, 1351-1355 (1981)
 - 5) 團野皓文. 不妊虫放飼によるウリミバエ防除 [2]. 農及園. 56, 1464-1468 (1981)
 - 6) 古澤幹士. ウリミバエコマユバチ *Opius fletcheri* Silvestri に関する 2、3 の調査. 植防研報. 18, 53-55(1982)
 - 7) 古澤幹士・金城早苗・杉本民雄. ウリミバエの蛹重と成虫の大きさとの関係について. 植防研報. 19, 93-95(1983)
 - 8) 古澤幹士・杉本民雄・我謝徳光. ナスの蒸熱処理によるウリミバエの殺虫及び障害試験. 植防研報. 20, 17-24(1984)
 - 9) Hamada, R. Studies on the dispersal behavior of melon flies, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae), and the influence of gamma-irradiation on dispersal. Appl. Entomol. Zool. 15, 363-371(1980)
 - 10) 浜砂武久・永吉正昭. 徳之島、沖永良部島及び与論島におけるウリミバエの根絶の経過と駆除確認調査. 植物防疫. 44, 71-73(1990)
 - 11) 林 幸治・小山重郎. ウリミバエ成虫の外部及び内部形態に対するガンマー線照射の影響. 応動昆. 25, 141-149(1981)
 - 12) Hibino, Y. and O. Iwahashi. Mating receptivity of wild type females for wild type males and mass-reared males in the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae). Appl. Entomol. Zool. 24, 152-154(1989)
 - 13) Hibino, Y. and O. Iwahashi. Appearance of wild females unreceptive to sterilized males on Okinawa Is. in the eradication program of the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae). Appl. Entomol. Zool. 26, 265-270(1991)
 - 14) 平尾重太郎・梅谷猷二. フィリピンのマングロー栽培地におけるミバエ類調査報告. 熱研資料. 28, 1-21 (1974)
 - 15) Ichinohe, F., T. Hashimoto and S. Nakasone. Faunal survey of insects and spiders killed by protein hydrolysate insecticide bait for control of melon fly. Res. Bull.

- Plant Prot. Jap. 14, 64-70(1977)
- 16) 一戸文彦・仲宗根早苗・橋本敏彦. ウリミバエ幼虫の人工飼料育における最適密度. 植防研報. 15, 43-44(1978)
 - 17) Ichinohe, F., K. Tanaka, M. Miura and Y. Ito. An estimation of the winter population destiny of *Dacus cucurbitae* Coq. in southern Okinawa and effect of gamma radiation on the released male flies. Appl. Entomol. Zool. 13, 316-318(1978)
 - 18) 一戸文彦・仲宗根早苗. ウリミバエとミカンコミバエの室内における内的自然増加率. 応動昆. 23, 42-43(1979)
 - 19) 一戸文彦. 侵入が警戒される重要ミバエ類. 植物防疫. 36, 305-308(1982)
 - 20) 一戸文彦・田中健治・石川光一・溝渕三必. ラン科セッコク属の1種 *Dendrobium superbum* の花のウリミバエ雄成虫 (*Dacus cucurbitae* Coquillett) に対する誘引性について. 植防研報. 19, 1-6(1983)
 - 21) 一戸文彦・津止健市・豊川善亮. 沖縄県で採集されたミカンコミバエ及びウリミバエのコマユバチ科寄生蜂について. 植防研報. 20, 63-67(1984)
 - 22) 一戸文彦・金田昌士. 輸入検疫で発見されるミバエ類. 植物防疫. 42, 194-197(1988)
 - 23) 一戸文彦・金田昌士. 横浜市内でマクファイトラップに誘殺された双翅目昆虫. 植防研報. 25, 71-74(1989)
 - 24) 一戸文彦・金田昌士. わが国の植物検疫で重要なミバエ類とその識別法. 植防研報. 28, 69-74(1992)
 - 25) 井上 亨. ミバエ類の北上と根絶防除一広域対象の防除の成功に期待. 化学と生物. 19, 297-299(1981)
 - 26) 石塚義彦・井出敏和・吉田 隆・奥村正美. 奄美大島におけるウリミバエの時期別発育状況調査. 植防研報. 19, 7-11(1983)
 - 27) 石塚義彦・奥村正美・吉田 隆. ウリミバエ成虫の低温順応に関する試験. 植防研報. 20, 55-61(1984)
 - 28) 石井象二郎・桐谷圭治・古茶武男(編). ミバエの根絶—理論と実際. 391pp. 農林水産航空協会. 東京(1985)
 - 29) Ishikawa, K. and T. Sugimoto. A rust-eyed mutant of the melon fly. Res. Bull. Plant Prot. Jap. 16, 91-93(1980)

- 30) 伊藤 登・羽生道則・真野 勝・山崎英明・広瀬秀六・山口憲一. プラスチックガロントラップとマクファイルトラップのウリミバエ誘殺試験の比較—ミバエ類発生調査におけるプラスチックガロントラップの実用性について. 植防研報. 27, 127-130(1991)
- 31) Ito, Y., T. Teruya, and M. Sakiyama. Attractiveness of fibre-blocks containing mixture of methyleugenol and cue-lure on *Dacus dorsalis* and *Dacus cucurbitae*. Bull. Okinawa Agric. Exp. Sta. 2, 38-43(1976)
- 32) Ito, Y. and H. Kawamoto. Number of generations necessary to attain eradication of an insect pest with sterile insect release method.: A model study. Res. Popul. Ecol. 20, 216-226(1979)
- 33) 伊藤嘉昭. 虫を放して虫を滅ぼす—沖縄・ウリミバエ根絶作戦私記. 183pp. 中央公論社. 東京(1980)
- 34) Ito, Y. and J. Koyama. Eradication of the melon fly: Role of population ecology in the successful implementation of the sterile insect release method. Rrotec. Ecol. 4, 1-28(1982)
- 35) Ito, Y. and M. Yamagishi. Sperm competition in the melon fly, *Dacus cucurbitae* (Diptera: Tephritidae): Effects of sequential matings with normal and virgin or non-virgin sterile males. Appl. Entomol. Zool. 24, 466-477(1989)
- 36) Ito, Y. Population assessment: adults. p.175-183. In: Robinson, A. S. and G. Hooper (eds.) World crop pests, vol.3B. Fruit flies, their biology, natural enemies and control. Elsevier Sc. Publ., Amsterdam, Netherlands(1989)
- 37) Ito, Y., S. Miyai and R. Hamada. Modeling systems in relation to control strategies. p.267-279. In: Robinson, A. S. and G. Hooper (eds.) World crop pests, vol.3B. Fruit flies, their biology, natural enemies and control. Elsevier Sc. Publ., Amsterdam, Netherlands(1989)
- 38) Ito, Y., M. Yamagishi and H. Kuba. Mating behaviour of the melon fly: sexual selection and sperm competition. p. 441-452. In: Management of insect pests: nuclear and related molecular and genetic techniques. IAEA. Vienna, Austria(1993)
- 39) Ito, Y. and H. Kakinohana. Eradication of the melon fly (Diptera: Tephritidae) from Ryukyu archipelago with the sterile insect technique: Possible reasons for its

- success. p.215-229. In: Morse, J. G. et al. (eds) The medfly in California: Defining critical research. Univ. California, Riverside, U.S.A. (1994)
- 40) 伊藤嘉昭・垣花広幸. 不妊虫放飼法による琉球列島からのウリミバエの根絶—なにが成功の理由か. 琉球大学紀要. 12, 99-114(1995)
 - 41) 伊藤嘉昭・垣花廣幸. 農薬なしで害虫とたたかう. 208pp. 岩波書店. 東京 (1998)
 - 42) Iwahashi, O. Eradication of the melon fly, *Dacus cucurbitae*, from Kume Is., Okinawa with the sterile insect release method. Res. Popul. Ecol. 19, 87-98(1977)
 - 43) Iwahashi, O. and Y. Ito. Present status of sterile insect release method against *Dacus cucurbitae* in Japan. Bull. SROP. 2, 50-59(1979)
 - 44) 岩橋 統. 不妊虫放飼法によるウリミバエ, *Dacus cucurbitae* Coquillett, の根絶に関する生態学的研究. 沖縄農試特研報. 1, 1-72(1979)
 - 45) 岩橋 統・千木良芳範. 沖縄本島南部に侵入したウリミバエ, *Dacus cucurbitae* Coquillett, の個体数変動. 沖縄農試研報. 5, 65-68(1980)
 - 46) Iwahashi, O, Y. Ito and M. Shiyomi. A field evaluation of the sexual competitiveness of sterile melon flies, *Dacus (Zeugodacus) cucurbitae*. Ecol. Entomol. 8, 43-48(1983)
 - 47) Iwahashi, O and T. Majima. Lek formation and male-male competition in the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae). Appl. Entomol. Zool. 21, 70-75(1986)
 - 48) Iwahashi, O. Decreased sexual competitiveness of sterile males through mass rearing in the melon flies, *Dacus cucurbitae*. p.161-170. In: Kawasaki, K. et al. (eds). Proc. Int. Symp. Biol. Cont. Fruit Flies. Ginowan, Okinawa(1991)
 - 49) Iwahashi, O. Problems encountered during long-term SIT in Japan. p.391-398. In: McPherson, B. A. and G. J. Steck (eds.): Fruits fly pests: a world assessment of their biology and management. St. Lucie Press. Delray Beach (Florida), U.S.A. (1996)
 - 50) Iwaizumi, R. and M. Shiga. Spatial relationship between wild and released sterile melon flies, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae). Appl. Entomol. Zool. 24, 147-149(1989)
 - 51) 岩泉 連・佐伯政裕・橋本浩明. 野外におけるウリミバエ密度抑圧防除の評

- 価. 植防研報. 25, 43-46(1989)
- 52) Iwaizumi, R. Physiological age and mating status of the female melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett, in the field. p.285-289. In: Kawasaki, K. et al.(eds). Proc. Int. Symp. Biol. Cont. Fruit Flies. Ginowan, Okinawa (1991)
- 53) 岩泉 連・澤木雅之・小林貴芳・前田朝達・豊川善亮・伊藤正夫・川上隆志・松井正春. 各種キュウリア剤によるウリミバエの誘引効果試験. 植防研報. 27, 75-78(1991)
- 54) Iwaizumi, R. Habitat and reproduction in a winter population of the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae) in the southern part of Okinawa island. Res. Bull. Plant Prot. Jap. 29, 19-25(1993)
- 55) Iwaizumi, R., M. Kumagai and S. Katsumata. Research of infestation to several kinds of fruits the melon fly, *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) and the oriental fruit fly, *B. dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae). Res. Bull. Plant Prot. Jap. 30, 93-97(1994)
- 56) 岩泉 連・熊谷正樹・加藤利之. ミカンコミバエおよびウリミバエの寄主植物としてのピタヤ *Hylcoereus undatus* の植物検疫重要性. 植防研報. 31, 101-104(1995)
- 57) 岩泉 連. ミバエ 3 種の日本における世代期間推定のための簡易早見表. 植防研報. 31, 129-131(1995)
- 58) Iwaizumi, R., M. Kaneda and O. Iwahashi. Correlation of length of terminalia of males and females among nine species of *Bactrocera* (Diptera: Tephritidae) and differences among sympatric species of *B.dorsalis* complex. Ann. Entomol. Soc. Am. 90, 664-666(1997)
- 59) 岩本順二・佐土嶋敏明. ウリミバエ *Dacus cucurbitae* (Coquillett)雄成虫に対するキュウリア (Cue-lure) の反応限界量. 植防研報 28, 47-49(1992)
- 60) 岩田雅頭・高嶺朝淳・伊藤正夫. 低温塩水浸漬されたウリミバエの生存一生存率に影響を及ぼす要因の分析. 植防研報. 30, 43-46(1994)
- 61) 岩田雅頭・砂川邦男・久米加寿徳・石川昭彦. ネットメロンの蒸熱処理一ウリミバエの殺虫とネットメロンの熱障害. 植防研報. 26, 45-49(1990)
- 62) 鹿児島県農政部・大島支庁ウリミバエ防除対策室. 奄美群島ウリミバエ根絶

- 記念誌. 122pp. 鹿児島県農政部・大島支庁ウリミバエ防除対策室. 名瀬
(1991)
- 63) 垣花廣幸・川本 均・岩橋 統. 大量増殖されたウリミバエ, *Dacus cucurbitae* Coquillett, の世代数の簡便計算法. 沖縄農試研報. 4, 50-55(1979)
 - 64) Kakinohana, H. Qualitative change in the mass reared melon fly, *Dacus cucurbitae* Coq. p.27-36. In: Proc. Symp. Fruit Fly Problems. NIAS, Tsukuba(1980)
 - 65) Kakinohana, H. A plan to construct the new mass production facility for the melon fly, *Bactrocera cucurbitae* Coquillett, in Okinawa, Japan. p.477-482. In: Sterile insect technique and radiation in insect control. IAEA, Vienna, Austria(1982)
 - 66) 垣花廣幸・山岸正明・村上昭人. ウリミバエの大量増殖一週2億頭生産の達成. 植物防疫. 43, 20-24(1989)
 - 67) Kakinohana, H. and M. Yamagishi. The mass production of the melon fly: Technique and problems. p.1-10. In: Kawasaki, K. et al. (eds). Proc. Int. Symp. Biol. Cont. Fruit Flies. Ginowan, Okinawa(1991)
 - 68) 垣花廣幸. 沖縄県におけるウリミバエ根絶防除事業. 植物防疫. 47, 542-543 (1993)
 - 69) 垣花廣幸. ウリミバエの大量増殖に関する研究. 沖縄農試研報. 16, 1-102 (1996)
 - 70) Kakinohana, H., H. Kuba, T. Kohama, K. Kinjo, M. Taniguchi, H. Nakamori, A. Tanahara and Y. Sokei. Eradication of the melon fly, *Bactrocera cucurbitae* Coquillett, by mass release of sterile flies in Okinawa prefecture, Japan. JARQ. 31, 91-100(1997)
 - 71) 垣花廣幸. 不妊虫放飼法によるウリミバエの根絶. 日本原子力学会誌. 40, 91-100(1998)
 - 72) 上門隆洋・樗木直也・上和田秀美. 不妊虫放飼事業におけるウリミバエの大量増殖一I. 大量増殖虫の産卵経過および成虫寿命の変化. 九病虫研会報 33, 164-166(1987)
 - 73) 上和田秀美・田中 章・中川耕人. 喜界島における不妊虫放飼によるウリミバエ根絶事業一2. 大量増殖虫の産卵経過. 九病虫研会報. 29, 92-95(1983)
 - 74) 上和田秀美・田中 章・西岡稔彦・中村孝久. 喜界島における不妊虫放飼に

- よるウリミバエ根絶事業—4. 不妊化した蛹のマーキングから輸送までの方法. 九病虫研究会報. 30, 140-143(1984)
- 75) 上和田秀美・鳩野哲也・向江義久. 喜界島における不妊虫放飼によるウリミバエ根絶事業—7. 蛹化時ののこくず水分と蛹保管における湿度の検討. 九病虫研究会報. 31, 235(1985)
- 76) 上和田秀美・田中 章. 異なる蛋白加水分解物で飼育したウリミバエ成虫の産卵の比較. 九農研. 47, 116(1985)
- 77) 上和田秀美・田中 章・西岡稔彦. 喜界島における不妊虫放飼によるウリミバエ根絶事業—11. 奄美群島への不妊虫の分散. 九病虫研究会報. 32, 230(1986)
- 78) Kamiwada, H. and A. Tanaka. Dispersal and long distant flight of the sterile melon fly in Kagoshima Prefecture, Japan. p.291-296. In: Kawasaki, K. et al. (eds). Proc. Int. Symp. Biol. Cont. Fruit Flies. Ginowan, Okinawa (1991)
- 79) 金田昌士・杉本俊一郎・大久保邦彦. サヤインゲンに寄生したウリミバエの低濃度エチレンジイブロマイドくん蒸. 植防研報. 22, 105-106(1986)
- 80) 金子圭一・永吉秀光・鈴木啓介. ミバエ類誘殺剤浸漬物の分析. 農薬検査所報告. 20, 64-65(1980)
- 81) Kanmiya, K., K. Nakagawa, A. Tanaka and H. Kamiwada. Comparison of acoustic properties of tethered flight sounds for wild, mass-reared, and irradiated melon flies, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae). Appl. Entomol. Zool. 22, 85-97(1987)
- 82) Kanmiya, K., A. Tanaka, H. Kamiwada, K. Nakagawa and T. Nishioka. Time-domain analysis of the male courtship songs produced by wild, mass-reared, and by irradiated melon flies, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae). Appl. Entomol. Zool. 22, 181-194(1987)
- 83) Kanmiya, K., K. Nakagawa, A. Tanaka and H. Kamiwada. Selection of effective ages and parameters for qualitative discrimination between wild, mass-reared and irradiated strains through comparison of tethered flight sounds of the melon flies, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae). Appl. Entomol. Zool. 22, 316-324(1987)
- 84) Kanmiya, K., K. Y. Kaneshiro, K. M. Kanegawa and T. S. Whittler. Time-domain

- acoustic analysis on the male melon fly mating songs between populations of Hawaii and Japan. p.297-301. In: Kawasaki, K. et al. (eds). Proc. Int. Symp. Biol. Cont. Fruit Flies. Ginowan, Okinawa (1991)
- 85) Kasuya, E. Female mate preference and offspring fitness in the melon fly. Ecol. Res. 7, 277-281(1992)
- 86) Kasuya, E. Incipient post-copulatory isolation and morphological divergence in the melon fly, *Bactrocera cucurbitae*. Zool. Sci. 12, 485-489(1995)
- 87) Kawai, A., O. Iwahashi and Y. Ito. Movement of the sterilized melon fly from Kume Island to adjacent islets. Appl. Entomol. Zool. 13, 314-315(1978)
- 88) 河合 章. ウリミバエの発育・増殖に及ぼす幼虫飼育密度の影響. 九病虫研会報. 25, 109-112(1979)
- 89) 河合 章. ウリミバエのキュールアに対する弱反応性淘汰. 九病虫研会報. 26, 138-142(1980)
- 90) 河合 章. ウリミバエの越冬成虫について. 九農研. 43, 102(1981)
- 91) 河合 章・葭原敏夫. ウリミバエの2地域個体群間での発育・増殖の比較. 野菜試研報. C5, 63-73(1981)
- 92) 河合 章・葭原敏夫. 飼育条件におけるウリミバエの日周リズム. 野菜試研報. C5, 75-78(1981)
- 93) Kawasaki, K. Eradication of fruit flies in Japan. p.22-31. In: Kawasaki, K. et al. (eds). Proc. Int. Symp. Biol. Cont. Fruit Flies. Ginowan, Okinawa(1991)
- 94) 川崎建次郎・山岸正明・宮竹貴久. ウリミバエのエステラーゼの飼育系統間比較. 九病虫研会報. 39, 106-107(1993)
- 95) 木村秀徳・桐野 嵩・阪之内踐行・荒牧弥弘・佐土嶋敏明・福島 満・石塚義彦・吉田 隆・大戸謙二・鹿児島県大島支庁ウリミバエ防除対策室. 奄美大島におけるウリミバエの寄生果率調査. 植防研報. 22, 93-95(1986)
- 96) 金城早苗・杉本民雄・溝渕三必・一戸文彦・仲座正義・高嶺朝淳・豊川善亮・田盛直一. 沖縄県におけるウリミバエコマユバチ (*Opius fletcheri* Silvestri) の分布と寄生率. 植防研報. 17, 109-111(1981)
- 97) 桐野 嵩・向江義久. 喜界島におけるウリミバエの根絶の経過と駆除確認調査. 植物防疫. 40, 444-447(1986)

- 98) Knippling, E. F. (小山重郎・小山晴子訳). 害虫総合防除の原理. 357pp. 東海大学出版会. 東京(1989)
- 99) Knippling, E. F. (小山重郎・小山晴子訳). ミバエ個体群の抑圧. p.59-95. 寄生虫放飼による害虫防除法の原理. 東海大学出版会. 東京(1996)
- 100) 小林照幸. 害虫殲滅工場. 294pp. 中央公論新社. 東京(1999)
- 101) Kohama, T. and H. Kuba. Movement of the sterile melon flies in the Ryukyu Islands. p.415-423. In: McPherson, B. A. and G. J. Steck (eds.). Fruits fly pests: A world assessment of their biology and management. St. Lucie Press, Delray Beach (Florida), U.S.A. (1996)
- 102) 古波津 章・金城邦夫. 八重山群島におけるウリミバエの根絶. 植物防疫. 47, 534-538(1993)
- 103) 小山重郎・岩橋 統・千木良芳範. 被害果実から見たウリミバエ個体群の季節的変動. 沖縄農試研報. 6, 35-45(1981)
- 104) 小山重郎. ミバエ類防除の現状と将来. 植物防疫. 36, 245-250(1982)
- 105) Koyama, J., Y. Chigira, O. Iwahashi, H. Kakinohana, H. Kuba and T. Teruya. An estimation of the adult population of the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae), in Okinawa Island, Japan. Appl. Entomol. Zool. 17, 550-558(1982)
- 106) Koyama, J. The Japan and Taiwan Projects on the control and/or eradication of fruit flies. p.39-51. In: Sterile insect technique and radiation in insect control. IAEA, Vienna, Austria(1982)
- 107) Koyama, J. Quality problems in the mass-rearing the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett. JARQ, 16, 181-187(1982)
- 108) 小山重郎・田中健治. 沖縄県久米島におけるウリミバエ根絶後の再発生と対策. 応動昆. 28, 63-67(1984)
- 109) 小山重郎. よみがえれ黄金の島—ミカンコミバエ根絶の記録. 232pp. 筑摩書房. 東京(1984)
- 110) Koyama, J., H. Nakamori and H. Kuba. Mating behavior of wild and mass-reared strains of the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae), in a field cage. Appl. Entomol. Zool. 21, 203-209(1986)

- 111) Koyama, J. South-east Asia and Japan. p.63-66. In: Robinson, A. S. and G. Hooper (eds.) World crop pests, vol.3B. Fruit flies, their biology, natural enemies and control. Elsevier Sc. Publ., Amsterdam, Netherlands(1989)
- 112) Koyama, J. Mating pheromones: tropical dacines. p.165-168. In: Robinson, A. S. and G. Hooper (eds.) World crop pests, vol.3B. Fruit flies, their biology, natural enemies and control. Elsevier Sc. Publ., Amsterdam, Netherlands(1989)
- 113) 小山重郎. 害虫を自滅させる防除法—不妊虫放飼法の歩み. 化学と生物. 31, 137-139(1993)
- 114) 小山重郎. 世界におけるミバエ類防除の現状. 植物防疫. 47, 544-547(1993)
- 115) 小山重郎. 日本におけるウリミバエの根絶. 応動昆. 38, 219-229(1994)
- 116) 小山重郎. 530億匹の戦い—ウリミバエ根絶の歴史. 217pp. 築地書館. 東京(1994)
- 117) 久場洋之・淵野英二・小山重郎. ウリミバエの不妊成虫放飼法に関する研究. 1. 成虫の餌と麻醉法の検討. 沖縄農試研報. 7, 101-108(1982)
- 118) Kuba, H. and J. Koyama. Mating behaviour of the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae): Comparative studies of one wild and two laboratory strains. Appl. Entomol. Zool. 17, 559-568(1982)
- 119) Kuba, H., J. Koyama and R. J. Prokopy. Mating behavior of wild melon flies, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae) in a field cage: distribution and behavior of flies. Appl. Entomol. Zool. 19, 367-373(1984)
- 120) Kuba, H. and J. Koyama. Mating behavior of wild melon flies, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae) in a field cage: courtship behavior. Appl. Entomol. Zool. 20, 365-372(1985)
- 121) 久場洋之. ミバエ類の配偶行動. 植物防疫. 40, 25-30(1986)
- 122) 久場洋之. ミバエ類の性フェロモン. 植物防疫. 41, 597-603(1987)
- 123) Kuba, H. and Y. Sokei. The production of pheromone clouds by spraying in the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae). J. Ethol. 6, 105-110(1988)
- 124) 久場洋之・添盛 浩. ウリミバエの交尾継続時間, 卵のふ化率および再交尾間隔についての二, 三の知見. 応動昆. 32, 321-324(1988)

- 125) Kuba, H. Sex pheromone and mating behavior of *Dacinae*. p.214-223. In: Kawasaki, K. et al.(eds). Proc. Int. Symp. Biol. Cont. Fruit Flies. Ginowan, Okinawa (1991)
- 126) Kuba, H., T. Kohama, H. Kakinohana, M. Yamagishi, K. Kinjo, Y. Sokei, T. Nakasone and Y. Nakamoto. The successful eradication programs of melon fly in Okinawa. p.543-550. In: McPherson, B. A. and G. J. Steck (eds.). Fruits fly pests: A world assessment of their biology and management. St. Lucie Press, Delray Beach (Florida), U.S.A.(1996)
- 127) Kumagai, M., T. Tsuchiya and H. Katsumata. Larval development of *Bactrocera dorsalis* (Hendel) and *B.cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae) on okra. Res. Bull. Plant Prot. Jap. 32, 95-98(1996)
- 128) Kuno, E. Verifying zero-infestation in pest control: A simple sequential test based on the succession of zero samples. Res. Popul. Ecol. 33, 29-32(1991)
- 129) 前田朝達・桐野 嵩・垣花廣幸・永吉正昭. 宮古群島・奄美大島におけるウリミバエの根絶の経過と駆除確認調査. 植物防疫. 42, 155-158(1988)
- 130) 牧野伸洋. 奄美群島におけるウリミバエ根絶防除事業. 植物防疫. 47, 539-541(1993)
- 131) 升田武夫・遠藤正造. 綿ロープに含浸させたミバエ誘引剤と殺虫剤の圃場における消失. 日農薬誌. 6, 227-230(1981)
- 132) 松井正春・仲盛広明・小濱継男・長嶺由範. 沖縄群島伊平屋島における雄除去法によるウリミバエの抑圧防除. 応動昆. 34, 315-317(1990)
- 133) 松井正春. ウリミバエ野生虫および大量増殖不妊虫の網室における交尾競争試験. 沖縄農試研報. 14, 41-45(1993)
- 134) 松本 工・山下 均・村上輝義・愛原悦二. 大阪国際空港において輸入を阻止した輸入禁止生果実に寄生していたミバエ類について. 植防研報. 28, 21-25(1992)
- 135) 松本信弘・崎山健二・山本正宗. ミバエ類の侵入警戒調査で使用する蛋白加水分解物の適正濃度に関する調査. 植防研報. 23, 21-25(1987)
- 136) Miyahara, Y. and A. Kawai. Movement of sterilized melon fly from Kume Is. to the Amami Islands. Appl. Entomol. Zool. 14, 496-497(1979)

- 137) 宮原義雄・小林正弘・河合 章. ウリミバエ防除用綿ロープ剤の有効期間. 九州農試報告. 21, 99-111(1981)
- 138) 宮竹貴久・岩橋 統・日比野由敬. γ 線照射されたウリミバエ *Dacus cucurbitae* の産卵行動. 応動昆. 33, 64-96(1989)
- 139) Miyatake, T. Responses to artificial selection for development time in the melon fly. p.317-321. In: Kawasaki, K. et al. (eds). Proc. Int. Symp. Biol. Cont. Fruit Flies. Ginowan, Okinawa (1991)
- 140) 宮竹貴久・伊良部忠夫・比嘉良次. ウリミバエ *Bactrocera cucurbitae* Coquillett 不妊雌によるウリ類果実への刺し傷の特徴と被害. 九病虫研会報. 39, 102-105(1993)
- 141) Miyatake, T. Difference in the larval and pupal periods between mass-reared and wild strains of the melon fly, *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae). Appl. Entomol. Zool. 28, 577-581(1993)
- 142) Miyatake, T. Active quality control in mass reared melon flies: quantitative genetic aspects. In: Management of insect pests: nuclear and related molecular and genetic techniques. IAEA. Vienna, Austria(1993)
- 143) Miyatake, T. and O. Iwahashi. Delayed and asynchronous sexual maturity during the winter season in wild melon fly females *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae). Biol. Mag. Okinawa. 32, 1-5(1994)
- 144) Miyatake, T. Two-way artificial selection for developmental period in *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 88, 848-855(1995)
- 145) Miyatake, T. and D. Haraguchi. Mating success in *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae) under different rearing densities. Ann. Entomol. Soc. Am. 89, 284-289(1996)
- 146) Miyatake, T. Comparison of adult life history traits in lines artificially selected for long and short pupal developmental periods in the melon fly, *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae). Appl. Entomol. Zool. 31, 335-343(1996)
- 147) Miyatake, T. Artificial selection experiments in the melon fly: the status quo and problems. p.437-443. In: McPherson, B. A. and G. J. Steck (eds.): Fruits fly pests: A world assessment of their biology and management. St. Lucie Press.

Delray Beach (Florida), U.S.A. (1996)

- 148) 宮竹貴久・山岸正明・垣花廣幸. 根絶後のウリミバエ大量増殖虫の虫質管理：人為選択実験からの示唆. 沖縄農試研報. 18, 9-17(1997)
- 149) Miyatake, T. Correlated responses to selection for developmental period in *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae): time of mating and daily activity rhythms. Behav. Genet. 27, 489-498(1997)
- 150) Miyatake, T. Genetic trade-off between early fecundity and longevity in *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae). Heredity 78, 93-100(1997)
- 151) Miyatake, T. Genetic variation in pre-mating period of the mass-reared melon fly, *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae). Appl. Entomol. Zool. 33, 29-33(1998)
- 152) Miyatake, T. Genetic changes of life history and behavioral traits during mass-rearing in the melon fly, *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae). Res. Popul. Ecol. 40, 301-310(1998)
- 153) Miyatake, T. Genetic correlations among life history and behavioral traits in the melon fly. Bull. Okinawa Exp. Sta. 20, 1-131(1998)
- 154) Miyatake, T. and T. Shimizu. Genetic correlations between life-history and behavioral traits can cause reproductive isolation. Evolution 53, 201-208(1999)
- 155) Miyatake, T. and M. Yamagishi. Rapid evolution of larval development time during mass-rearing in the melon fly, *Bactrocera cucurbitae*. Res. Popul. Ecol. 41, 291-297(1999)
- 156) Mochizuki, A., M. Shiga and O. Imura. Pteridine accumulation for age determination in the melon fly, *Bactrocera (Zeugodacus) cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae). Appl. Entomol. Zool. 28, 584-586(1993)
- 157) 村上昭人. ウリミバエの蛹サイズと幼虫及び蛹期間と性比の関係. 沖縄農試研報. 14, 47-52(1993)
- 158) 村上昭人. ウリミバエの採卵の効率化—人為的に性比を調節した飼育集団の利用. 沖縄農試研報. 15, 51-62(1994)
- 159) 中川耕人・上和田秀美・田中章. 喜界島における不妊虫放飼によるウリミバエ根絶事業—6. フライトミルによる野生虫と増殖虫の飛翔力比較.

- 九病虫研会報. 30, 148-152(1984)
- 160) 仲盛広明. 大量増殖昆虫の虫質管理法 (quality control) —不妊虫放飼法への利用法を中心に. 植物防疫. 33, 264-268(1979)
- 161) Nakamori, H. and H. Kakinohana. Mass-production of the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett in Okinawa, Japan. Res. Bull. Plant Prot. Jap. 13, 37-53 (1980)
- 162) Nakamori, H. and H. Soemori. Comparison of dispersal ability and longevity for wild and mass-reared melon flies, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae), under field conditions. Appl. Entomol. Zool. 16, 321-327(1981)
- 163) 仲盛広明・垣花廣幸. 昆虫の大量増殖の機械化とその問題点. 植物防疫. 35, 196-201(1981)
- 164) 仲盛広明・西村 真・小山重郎. ウリミバエの不妊成虫放飼法に関する研究. 2. 低温麻醉技術の開発. 沖縄農試研報. 7, 109-118(1982)
- 165) Nakamori, H. and K. Simizu. Comparison of flight ability between wild and mass-reared melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae), using a flight mill. Appl. Entomol. Zool. 18, 371-381(1983)
- 166) 仲盛広明・添盛 浩. 異なる生殖場所におけるウリミバエ誘殺数の日周変化. 応動昆. 29, 216-222(1985)
- 167) 仲盛広明. ウリミバエの飛翔力に及ぼす γ 線照射の影響. 応動昆. 31, 134-137(1987)
- 168) 仲盛広明. ウリミバエの大量増殖系統と野生系統の繁殖特性の変異性. 応動昆. 31, 309-314(1987)
- 169) 仲盛広明. ウリミバエの飛翔力と繁殖力におよぼす非遺伝的要因の解析. I. 成虫の餌条件および交尾・産卵経験. 応動昆. 31, 315-320(1987)
- 170) 仲盛広明・河野伸二・谷口昌弘・久場洋之・垣花廣幸・狩俣良幸. 宮古群島へのウリミバエの不妊虫放飼初期における放飼虫の評価. 沖縄農試研報. 13, 59-69(1989)
- 171) Nakamori, H. and H. Kuba. Aerial distribution of sterile melon flies, *Dacus cucurbitae* Coquillett, anesthetized by chilling (a pest insect to *Cucumis melo*). JARQ. 24, 31-36(1990)

- 172) Nakamori, H Field survey and population estimation of the melon fly *Dacus cucurbitae* Coquillett, in Okinawa, Japan. p.11-21. In: Kawasaki, K.et al.(eds). Proc. Int. Symp. Biol. Cont. Fruit Flies. Ginowan, Okinawa(1991)
- 173) Nakamori, H., H. Kakinohana and M. Yamagishi. Automated mass production system for fruit flies based on the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae). p.441-454. In T. E. Anderson and N. C. Leppla (eds.). Advances in insect rearing for research and pest management. Oxford & IBH Publ. Co. Pvt. Ltd. New Delhi, India(1992)
- 174) 仲盛広明・志賀正和・金城邦夫. 沖縄本島南部のウリミバエ不妊虫放飼下におけるホット・スポット出現地域の特徴. 応動昆. 37, 123-128(1993)
- 175) 中村孝久・西岡稔彦・田中 章・上和田秀美. 喜界島における不妊虫放飼によるウリミバエ根絶事業—8. 不妊化法. 九病虫研会報. 31, 235(1985)
- 176) 仲宗根早苗・一戸文彦. ウリミバエの成虫の室内飼育における最適密度について. 植防研報. 15, 45-46(1978)
- 177) Nishida, T. Food system of tephritid fruit flies (*Dacus dorsalis*, *Dacus cucurbitae*) in Hawaii. Proc. Hawaii Entomol. Soc. 23, 245-254(1980)
- 178) Nishida, R., K. H. Tan, S. Takahashi and H. Fukami. Volatile components of male rectal glands of the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae). Appl. Entomol. Zool. 25, 105-112(1990)
- 179) Nishida, R., O. Iwahashi, and K. H. Tan. Accumulation of *Dendrobium superbium* (Orchidaceae) fragrance in the rectal glands by males of the melon fly, *Dacus cucurbitae*. J. Chem. Ecol. 19, 713-722(1993)
- 180) 西岡稔彦・田中 章・上和田秀美・中村孝久. 喜界島における不妊虫放飼によるウリミバエ根絶事業—5. 蛹の放飼方法. 九病虫研会報. 30, 144-147(1984)
- 181) 西岡稔彦・中村孝久・田中 章・上和田秀美・桐野 嵩・福島 満. 喜界島における不妊虫放飼によるウリミバエ根絶事業—10. 効果調査法(2). 九病虫研会報. 31, 236(1985)
- 182) 西岡稔彦・田中 章・上和田秀美・山口卓宏. 奄美大島におけるウリミバエ不妊虫放飼方法. 九病虫研会報. 32, 231(1986)

- 183) 野原堅世・一戸文彦. インゲンマメの圃場におけるウリミバエ寄生調査. 植防研報. 16, 41-47(1980)
- 184) 小谷康弘・桜井宏紀・照屋 匡・伊藤嘉昭・武田 亨. ウリミバエの放射線不妊化の機構に関する研究. 岐阜大農研報. 56, 51-57(1991)
- 185) 岡本敏治・奥村正美・井出敏和・石塚義彦. 喜界島におけるオキナワズメウリのウリミバエ寄生果実調査. 植防研報. 18, 57-59(1982)
- 186) 岡本敏治・馬場興市・桐野 嵩・田代 好. 喜界島におけるウリミバエ駆除確認調査. 九病虫研究会報. 32, 230(1986)
- 187) 沖縄県農林水産部. 沖縄県ミバエ根絶記念誌. 349pp. 沖縄県農林水産部. 那覇(1994)
- 188) 奥村正美・高木 茂・井出敏和. ウリミバエの生育限界に関する調査. 植防研報. 17, 51-56(1981)
- 189) 大戸謙二・福島 満・桐野 嵩・岡本敏治・石塚義彦・吉田 隆. ウリミバエ放飼虫の標識に用いる蛍光色素について. 植防研報. 22, 23-34(1986)
- 190) Oshikawa, M., K. Enokizono, M. Torikai and A. Kamifukumoto. Eradication of the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett, from the Amami Islands, Kagoshima, Japan, by the sterile insect release method. p.322-326. In: Kawasaki, K. et al, (eds). Proc. Int. Symp. Biol. Cont. Fruit Flies. Ginowan, Okinawa (1991)
- 191) Prokopy, R. J. and J. Koyama. Oviposition site partitioning in *Dacus cucurbitae*. Ent. exp. & appl. 31, 428-432(1982)
- 192) 佐土嶋敏明・阪野内踐行・榎原則幸・武石博實・桐野 嵩・大戸謙二・西岡稔彦. ガンマ線を照射されたウリミバエ(*Dacus cucurbitae* Coquillett)の妊性回復について. 植防研報. 22, 11-21(1986)
- 193) 佐土嶋敏明・木村秀徳・岩本順二・吉田 隆. ウリミバエ低温選抜系統の生存・発育・生殖. 植防研報. 26, 37-44(1990)
- 194) 阪野内踐行・大戸謙二・佐土嶋敏明・福島 満. ウリミバエ雄生殖細胞の観察による不妊虫と野生虫の識別について. 植防研報. 21, 17-26(1985)
- 195) 桜井宏紀・白石礼子・伊藤嘉昭・照屋 匡・武田 亨. ウリミバエの精子形成に対するガンマ線照射の影響. 岐阜大農研報. 54, 59-69(1989)
- 196) 桜井宏紀・田畑幸司・照屋 匡. ガンマ線照射によるウリミバエ雌の不妊

- 化の機構に関する研究. 岐阜大農研報. 60, 35-42(1995)
- 197) 桜井宏紀・田畑幸司・照屋 匡・小濱継男. ガンマ線照射によるウリミバエ雌の不妊化機構の超微形態学的観察. 岐阜大農研報. 61, 31-38(1996)
- 198) 佐々木福美・福家清二・増田 博. 誘引剤に誘引されたミバエとその寄主植物調査で得た2・3の知見. 植防研報. 21, 11-16(1985)
- 199) 澤木雅之・垣花廣幸. 沖縄群島におけるウリミバエの根絶—根絶防除と駆除確認調査を中心として. 植物防疫. 45, 55-58(1991)
- 200) 関口洋一. 我が国におけるミバエ類根絶事業の概要. 植物防疫. 36, 243-244(1982)
- 201) Shiga, M. Analysis of spatial distribution in fruit fly eradication. p.387-398. In: Mangel, M. et al. (eds.) Pest control in fruit fly management (NATO ASI series, G11). Springer-Verlag, Berlin, Germany(1986)
- 202) 志賀正和. 昆虫の遺伝的防除法. p.422-439. 岡田斉夫ら編著. バイオ農薬・生物調節剤開発利用マニュアル. エル・アイ・シー. 東京(1987)
- 203) 志賀正和. 害虫の遺伝的防除. 植物防疫. 42, 530-534 (1987)
- 204) 志賀正和. 果樹害虫ミバエ類の根絶. 熱帯農業. 32, 61-65(1988)
- 205) Shiga, M. Current program in Japan. p.365-374. In: Robinson, A. S. and G. Hooper (eds.) World crop pests, vol.3B. Fruit flies, their biology, natural enemies and control. Elsevier Sc. Publ., Amsterdam, Netherlands(1989)
- 206) Shiga, M. Future prospect of eradication of fruit flies. p.126-136. In: Kawasaki, K. et al. (eds). Proc. Int. Symp. Biol. Cont. Fruit Flies. Ginowan, Okinawa(1991)
- 207) Shimizu, T., T. Miyatake, Y. Watari and T. Arai. A gene pleiotropically controlling developmental and circadian periods in the melon fly, *Bactrocera cucurbitae* (Diptera: Tephritidae). Heredity 79, 600-605(1997)
- 208) 添盛 浩. ウリミバエ, *Dacus cucurbitae* Coquillett の野生虫と大量増殖虫における交尾の比較. 沖縄農試研報. 5, 69-71(1980)
- 209) 添盛 浩・塚口茂彦・仲盛広明. ウリミバエの大量累代増殖系統と野生系統の交尾能力および交尾競争力. 応動昆. 24, 246-250(1980)
- 210) 添盛 浩・仲盛広明. ウリミバエの大量増殖における新系統育成とその増殖特性. 応動昆. 25, 229-235(1981)

- 211) 添盛 浩・久場洋之・辻 功. 人工大量増殖における蛹のふるい別けがウリミバエの羽化率および飛翔能力に及ぼす影響. 応動昆. 26, 196-198(1982)
- 212) 添盛 浩・久場洋之. ウリミバエの大量累代増殖2系統と野生系統の野外における分散能力の比較. 沖縄農試研報. 8, 37-41(1983)
- 213) 尊田望之・北島克己・末次哲雄・上地 穰. ミバエ類の撲滅作戦. 植物防疫. 39, 195-200(1985)
- 214) Suenaga, H. Correlated responses of mating behavior of *Dacus cucurbitae* to selections for early and late reproduction or short and long larval period. p.327-330. In: Kawasaki, K. et al. (eds). Proc. Int. Symp. Biol. Cont. Fruit Flies. Ginowan, Okinawa (1991)
- 215) Suenaga, H., H. Kamiwada, A. Tanaka and N. Chishaki. Difference in the timing of larval jumping behavior of mass-reared and newly-colonized strains of the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae). Appl. Entomol. Zool. 27, 177-183(1992)
- 216) 杉本 渥. ウリミバエ幼虫の大量飼育法の検討. 応動昆. 22, 219-227(1978)
- 217) 杉本 渥. ウリミバエの発煙現象. 応動昆. 23, 40-42(1979)
- 218) 杉本俊一郎・金田昌士・田中健治・田尾政博. ミスジミバエ *Dacus scutellatus* (Hendel)の生態. 植防研報. 24, 49-51(1988)
- 219) 杉本民雄・戸谷研二・一戸文彦. ウリミバエの赤さび色眼系統に関する研究. I. 雄成虫の性的競争力について. 植防研報. 21, 27-31(1985)
- 220) 杉本民雄・砂川邦男. 生果実の蒸熱処理によるミバエ類の殺虫方法. 植物防疫. 41, 124-128(1987)
- 221) 砂川邦男・久米加寿徳・岩泉 連. マンゴウの蒸熱処理—ウリミバエの殺虫およびマンゴウの障害. 植防研報. 23, 13-20(1987)
- 222) 砂川邦男・久米加寿徳・石川昭彦・杉本民雄・田辺和男. ツルレイシの蒸熱処理—ウリミバエの殺虫とツルレイシの熱障害. 植防研報. 24, 1-5(1988)
- 223) 砂川邦男・久米加寿徳・石川昭彦・岩泉 連・杉本民雄・田辺和男. パパイアの蒸熱処理—ウリミバエの殺虫とパパイアの熱障害. 植防研報. 25, 23-30(1989)
- 224) Suzuki, H. and Y. Ito. Estimation of biases in mark-recapture census with a

- modified Jackson' s method when the population density is changing. Appl. Entomol. Zool. 15, 275-284(1980)
- 225) 鈴木 寛・宮良安正. 色彩反応を応用したウリミバエの物理的防除法. 沖縄農試研報. 8, 31-36(1983)
- 226) Suzuki, Y. and J. Koyama. Temporal aspects of mating behavior of the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae): A comparison between laboratory and wild strains. Appl. Entomol. Zool. 15, 215-224(1980)
- 227) Suzuki, Y. and J. Koyama. Courtship behavior of the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae). Appl. Entomol. Zool. 16, 164-166(1981)
- 228) 高田昌稔・一戸文彦. 誘引剤に集まるミバエの簡易識別法—概説及び検索. 植物防疫. 36, 178-182(1982)
- 229) 高田昌稔・一戸文彦. 誘引剤に集まるミバエの簡易識別法(2) 一種の解説. 植物防疫. 36, 237-240(1982)
- 230) 武石博實. タイ産生果実から発見されたミバエ類の寄生状況について. 植防研報. 28, 75-78(1992)
- 231) 田盛直一・伊良波幸仁. 蛋白加水分解物によるウリミバエ誘引効果試験. 植防研報. 22, 91-92(1986)
- 232) 棚原 朗・桐原成元. 低温と各種ガスにより麻酔されたウリミバエ不妊化成虫の覚醒速度. 応動昆. 33, 99-101(1989)
- 233) 棚原 朗. 天秤とパーソナルコンピュータを用いたウリミバエ羽化リズムの簡易測定法. 応動昆. 33, 144-146(1989)
- 234) 棚原 朗・桐原成元・垣花廣幸. ウリミバエ成虫の低温麻酔による輸送技術の開発. 応動昆. 38, 245-250(1994)
- 235) 田中健治・砂川邦男・小田義勝・外間忠守. サヤインゲンに寄生したウリミバエの臭化メチルくん蒸による殺虫試験および南西諸島産サヤインゲンの葉害試験(第1報). 植防研報. 22, 67-78(1986)
- 236) 田中 章・嶋田治一・永島田義則. 喜界島におけるウリミバエの誘殺数からみた個体数変動と生息環境. 九病虫研会報. 24, 122-124(1978)
- 237) 田中 章・上和田秀美・西岡稔彦・中村孝久. 喜界島における不妊虫放飼によるウリミバエ根絶事業—3. 不妊虫の分散. 九病虫研会報. 29, 180

(1983)

- 238) 田中 章・上和田秀美・西岡稔彦・中村孝久・桐野 嵩・福島 満. 喜界島における不妊虫放飼によるウリミバエ根絶事業—9. 効果調査法(1). 九病虫研会報. 31, 236(1985)
- 239) 谷口昌弘・岩泉 連. 新型篩別機による蛹の篩別がウリミバエの羽化と飛翔力に及ぼす影響. 沖縄農試研報. 9, 107-111(1984)
- 240) 谷口昌弘・仲盛広明・垣花廣幸・余儀喜雄・端慶山 浩. キュールア・ロープによるウリミバエ雄個体群の抑圧. 応動昆. 32, 126-128(1988)
- 241) 谷口昌弘・久場洋之・仲盛広明・垣花廣幸. ウリミバエ羽化成虫の大量放飼における羽化箱の改善. 沖縄農試研報. 13, 51-58(1989)
- 242) 田尾政博・古澤幹士・砂川邦男. ウリミバエ蛹期の高温が成虫の生理的特性に及ぼす影響. 応動昆. 30, 167-172(1986)
- 243) 田尾政博・坂本哲朗・砂川邦男・武原清二・伊良波幸仁. ウリミバエ蛹の低温による影響. 植防研報. 22, 87-90(1986)
- 244) Teruya, T. and H. Zukeyama. Sterilization of the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett, with gamma radiation: Effect of dose on competitiveness of irradiated males. Appl. Entomol. Zool. 14, 241-244(1979)
- 245) Teruya, T. and K. Isobe. Sterilization of the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae), with gamma-radiation: mating behaviour and fertility of females alternately mated with normal and irradiated males. Appl. Entomol. Zool. 17, 111-118(1982)
- 246) Teruya, T. Sterilization of the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae), with gamma-radiation: recovery of fertility of flies irradiated as mature pupae. Appl. Entomol. Zool. 17, 586-589(1982)
- 247) Teruya, T. A method to detect deterioration of gamma-sterilized melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett. Bull. Okinawa Agric. Exp. Sta. 7, 119-122(1982)
- 248) Teruya, T. Sterilization of the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae), with gamma radiation: Fertility of F₁ progeny of flies treated with sub-sterilizing doses. Appl. Entomol. Zool. 18, 335-341(1983)
- 249) 照屋 匡. 放射線利用における有害ミバエ類の防除. 農業技術. 38, 153-

158(1983)

- 250) Teruya, T. Sterilization of the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae), with gamma-radiation: sterility of flies irradiated under a low temperature condition. Appl. Entomol. Zool. 19, 109-111(1984)
- 251) Teruya, T. Sterilization of the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera; Tephritidae), with gamma-radiation: Effect of dose rate on sterility and sexual competitiveness of irradiated males. Bull. Okinawa Exp. Sta. 9, 103-106(1984)
- 252) 照屋 匡・田尾政博・西村 真. 沖縄群島および奄美群島に産するミバエ科 *Dacus* 属の亜属および種の簡易同定法. 沖縄農業. 19, 15-21(1984)
- 253) Teruya, T. Sterilization of the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera; Tephritidae), with gamma-radiation: a reexamination of the mating competitiveness of irradiated males. Bull. Okinawa Exp. Sta. 10, 141-144(1985)
- 254) 照屋 匡・西田喜美子・田尾政博・久場洋之. ウリミバエ *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera; Tephritidae)の精巢による不妊虫と野生虫の識別法—精巢の外観による判別法の再検討と染色による識別について. 沖縄農業. 20, 31-37(1985)
- 255) Teruya, T. Trials to establish quality control method of mass-reared and irradiated flies in the field. p.211-224. In: Mangel, M. et al. (eds.) Pest control in fruit fly management (NATO ASI series, G11). Springer-Verlag, Berlin, Germany (1986)
- 256) 照屋 匡・西村 真. 大量増殖されたウリミバエ, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae)の羽化直後の給餌条件と飛翔力および寿命への影響. 沖縄農試研報. 11, 67-72(1986)
- 257) Teruya, T. Effect of relative humidity during pupal maturation on subsequent adult eclosion and flight capability of the melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillett (Diptera: Tephritidae). Appl. Entomol. Zool. 25, 521-523(1990)
- 258) Teruya, T., H. Kakinohana, H. Kuba, M. Yamagishi, T. Kohama, S. Kirihara, Y. Sokei and K. Kinjo. Fruit fly eradication programs in Okinawa, Japan(1972-1990). In: Fighting alien fruit flies in the unique Hawaiian environment. Hawaii fruit fly Invitation Symp., Kauai, U.S.A.(1990)

- 259) 照屋 匡. ガンマ線の処理線量とウリミバエ雄の産卵管挿入行動. 応動昆.
34, 97-103(1990)
- 260) 照屋 匡. ガンマ線照射によるウリミバエの不妊化法に関する研究. 沖縄
県特殊病害虫特別防除事業特別研究報告. 2, 1-66(1997)
- 261) Toda, S., E. Kasuya and O. Iwahashi. Artificial selection for female mate
preference in the melon fly, *Dacus cucurbitae*. p.331-334. In: Kawasaki, K. et al.
(eds). Proc. Int. Symp. Biol. Cont. Fruit Flies. Ginowan, Okinawa (1991)
- 262) Toda, S. and E. Kasuya. Purple eye-color mutant in the melon fly *Bactrocera*
cucurbitae. Kontyu 61, 816-818(1993)
- 263) Tokunaga, T., H. Suenaga and M. Oshikawa. Mass rearing of the melon fly,
Dacus cucurbitae Coquillett, in the sterile insect release method in the Amami
Islands of Kagoshima in Japan. p.335-339. In: Kawasaki, K. et al. (eds). Proc.
Int. Symp. Biol. Cont. Fruit Flies. Ginowan, Okinawa (1991)
- 264) Tsubaki, Y. and Y. Sokei. Prolonged mating in the melon fly, *Dacus cucurbitae*
Coquillett (Diptera: Tephritidae): Competiting for fertilization by sperm loading.
Res. Popul. Ecol. 30, 343-352(1988)
- 265) Tsubaki, Y. and S. Bunroongsook. Sexual competitive ability of mass-reared
males and mate preference in wild females: Their effects on eradication of melon
flies. Appl. Entomol. Zool. 25, 457-466(1990)
- 266) Tsubaki, Y. and M. Yamagishi. "Longevity" of sperm within the female of the
melon fly, *Dacus cucurbitae* (Diptera: Tephritidae). J. Insect Behav. 4, 243-250
(1991)
- 267) Tsubaki, Y. Quality of mass reared males and mate preference in wild females:
their effect on eradication of the melon fly. p.335-339. In: Kawasaki, K. et al.
(eds). Proc. Int. Symp. Biol. Cont. Fruit Flies. Ginowan, Okinawa (1991)
- 268) 梅谷献二・志賀正和. 先端技術による日本農業の展開—バイオ農業をどう
生かすか—不妊虫放飼法によるウリミバエの根絶計画. 農及園. 61, 1183-
1188(1986)
- 269) 牛牧 昭・浜口 正・大戸謙二・福島 満. ウリミバエ蛹の酸素欠乏処理
による輸送方法の実用化の検討. 植防研報. 20, 81-84(1984)

- 270) 薄 義雄・福島 満・岡本敏治・浜口 正. ウリミバエ不妊蛹の輸送試験.
植防研報. 19, 89-92(1983)
- 271) Yamagishi, M. and Y. Tsubaki. Copulation duration and sperm transfer in the
melon fly, *Dacus cucurbitae* Coquillet. Appl. Entomol. Zool. 25, 517-519(1990)
- 272) Yamagishi, M. Y. Ito. and Y. Tsubaki. Sperm competition in the melon fly,
Bactrocera cucurbitae: Effects of sperm mortality on sperm precedence. p.194-203.
In: Kawasaki, K. et al. (eds). Proc. Int. Symp. Biol. Cont. Fruit Flies. Ginowan,
Okinawa (1991)
- 273) Yamagishi, M. Sperm competition in the melon fly, *Bactrocera cucurbitae*
(Coquillet) (Diptera: Tephritidae): Effects of sperm "longevity" on sperm
precedence. J. Insect Behav. 5, 599-608(1992)
- 274) 山岸正明. ウリミバエの精子競争に関する研究. 沖縄県特殊病害虫特別防
除事業特別研究報告. 1, 1-66(1993)
- 275) 葭原敏夫・河合 章. 蛍光色素で標識されたウリミバエ検出のための押し
つぶし機の試作と奄美大島で捕獲されたウリミバエのマーク虫調査. 野茶
試久留米支年報. 4, 160-163(1979)
- 276) 葭原敏夫・河合 章・井手敏和. 短日条件によるウリミバエの産卵抑制.
野茶試久留米支年報. 5, 130-132(1980)
- 277) 吉澤 治. わが国において根絶に成功したミバエ類の根絶防除事業の概要.
植物防疫. 47, 527-533(1993)
- 278) Yoshizawa, O. Successful eradication programs on fruit flies in Japan. Res. Bull.
Plant Prot. Jap. 33(suppl.), 1-10(1997)

(東北農業試験場 榊原充隆)

2. マメハモグリバエ

マメハモグリバエ *Liriomyza trifolii* (Burgess) は、1990年に静岡県浜松市のキク
産地で初確認された新害虫^{44,59)}で、その後周辺地域¹⁰⁾はもとより、西南暖地を中
心に全国に分布を拡大し^{2,3,5,11,45)}、1999年には40以上の都府県で発生が確認されて
いる³²⁾。本種は米国フロリダ地方を原産 (Spencer, 1965) とする双翅目ハモグリ