ウリミバエの大量採卵法の検討

杉 本 渥¹⁾

熱帯農業研究センター沖縄支所

(1977 年 11 月 21 日 受 領)

Egg Collection Method in Mass Rearing of the Melon Fly, *Dacus cucurbitae* COQUILLET (Diptera: Tephritidae). Atsushi SUGIMOTO (Okinawa Branch, Tropical Agriculture Research Center, Ishigaki, Okinawa 907-01). *Jap. J. appl. Ent. Zool.* **22** : 60~67 (1978)

An artificial substrate for oviposition, a cylindrical plastic container perforated with small holes and lined with a sheet of tissue paper wetted with squash juice, was found to be highly effective in stimulating oviposition of wild flies collected from field-infested fruits. However, because of a slow rate of development of wild flies in fecundity, it was necessary to select a colony with efficient egg production and a short preovipositional period. A mixture of sugar and protein-hydrolysate was found to be a better adult food for increasing fecundity than the individual components separately presented. An increase in the protein-hydrolysate content in the mixed food and in the number of flies per cage increased the amount of excremental deposit in the cage, but also caused an increase in egg production within a short period after emergence. A large cage for 50,000 individuals producing 4.5 millions eggs within 7 weeks after emergence was designed based on tests of egg production. The oviposition substrate mentioned above was further improved by substituting the tissue paper with a polyethylene net.

緒 言

久米島における不妊虫放飼法によるウリミバエ *Dacus cucurbitae* の根絶実験 (IWAHASHI *et al.*, 1976 ; IWAHASHI, 1977) のためのウリミバエ大量飼育法の設定にあたっては、次の問題があった。すなわち、わが国ではこれまで本種の大量飼育法については、東・多良間 (1965) のほかには研究・経験がほとんどなかったため、主として海外で開発された方法を参考とせねばならなかった。しかし、海外の方法は基礎資料がほとんど公表されていないため外見的な点しか参考とならず、また、飼育個体群を人工的飼育条件に適応させる傾向が強い点に問題があると思われた。このため、改めて基礎実験を行なって方法を開発するほかはなかった。

筆者は上述のことから、まず実験室規模の飼育法を再検討し、その生産能率を確かめることによって大量飼育法設定への道を見出そうとした。本報告では大量採卵法の検討の結果について述べる。

本文にさきだち、有益なご助言を賜った沖縄県農業試

験場 伊藤嘉昭博士、農林省植物防疫課 児島司技官 (現在横浜植物防疫所)、横浜植物防疫所 尊田望之技官、那覇植物防疫事務所 一戸文彦技官、ならびに供試虫の入手にご助力を賜った那覇植物防疫事務所平良出張所・石垣出張所、沖縄県農業試験場病虫害室の方々に厚くお礼を申し上げる。

材料および方法

供試虫

宮古島産と石垣島産のウリミバエを交配した 1 個体群を用いたほか、それより後に入手した石垣島産、沖縄本島糸満産のものを実験の一部に用いた。以下これら 3 個体群をそれぞれ個体群 A, B, C と呼ぶ。これらを累代飼育して実験に供した。幼虫飼育法は別報 (杉本, 投稿中) に述べるが、蛹の羽化率は 95% 内外であった。

飼育室

室温 $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 50~80%、照明は窓(北)からの採光と蛍光灯によった。蛍光灯は 14 時間照明したが日没の約 1 時間前に消して、成虫に交尾行動上必要な薄暮状態 (BACK and PEMBERTON, 1917) を与えた。ただし、採卵日 (週 2 回) は終夜照明した。

1) 現在 熱帯農業研究センター

成虫飼育箱

飼育の大部分には採卵用小型飼育箱 (Fig. 1 A) を用いた。このほか一部には、前面にそで口を付けた小型飼育箱 (間口 25 cm, 奥行 22 cm, 高さ 30 cm, 底と左右側面が板, 前面上半・上面・後面は網張り) と, 大型飼育箱 (Fig. 7, 試作型) を用いた。いずれも板面は合板, 網はステンレス 20 メッシュで, 箱の前面か側面に採卵器挿入口を設けた (Fig. 1 A 参照)。

採卵用小型飼育箱と大型飼育箱は上面だけが網張りであり, 成虫の出し入れ口を設けない簡易な構造とした。収容虫数は蛹数で決め, 蛹は箱底にばらまき, 乾燥防止のため湿ったオガクズをかぶせ, さらに水で濡らした木毛 (乾燥後は羽化直後の成虫の足場となる) を薄くかぶせた。なお, 網張りを上面だけとしたのはハワイの新型飼育箱 (一戸の私信による) を参考としたほか, 飼育経験から, 成虫は網よりも木の面にとまりやすいと認め, 同一容積でも板張りが多いほうが収容能力が大きくなると考えたものである。

成虫の飼料

HAGEN and FINNEY (1950) や MITCHELL *et al.* (1965) に従い, 乾燥状態の蔗糖とたん白質加水分解物を, 水を添えて与えた。ただし, たん白質加水分解物はフィトンと粉末酵母エキスの等量混合物 (尊田の教示による) を用い, 給与方法は次のように簡易化した。すなわち, たん白質加水分解物は初めは蔗糖 (角砂糖) と並べて与えたが, 個体群 A 第 5 世代以降は後述の実験結果に基き, 湿りを与えたグラニュー糖 5 に対して 1 の割合で混合して給与した。小型飼育箱では飼料を MONRO (1968) にならって箱上面の網上に置き, 水は台所用のスポンジ (10 × 7 × 3.5 cm) 1 個に約 160 ml 含ませて, これも網上に置いた (Fig. 1 A 参照)。大型飼育箱では, 給水法は上記同様にしたがスポンジ 4 個を用い, 飼料は箱内の飼料皿に盛った。なお, 給水スポンジは週 2 回, 洗って交換した。

人工採卵器

直径 6.5 cm, 長さ 20 cm の透明な円筒形プラスチック容器の半周に, 直径 0.5 mm の小孔を 330 個 (6 個 1 群, 55 か所) あけたものを採卵器とした。産卵刺激手段としては, 採卵器にカボチャ果汁で濡らしたちり紙を内張りして (Fig. 1 B 参照), 器表の小孔を果汁で潤した。カボチャ果汁は電気ジューサーによって果実 1 kg から約 0.5 l 採り, その粕に水を加えてしぼった汁と合せて 1 l とし, ナイロンゴースでろ過し, 微生物繁殖抑制のため濃塩酸を 2 ml 添加して使用した。

上述の産卵刺激手段は, 次のことから着想したものである。すなわち, 果面を傷付けたカボチャに産卵させた場合に, 成虫がまず傷口を盛んになめてから, そこに産卵することが観察された。それ以前には東・多良間 (1965) や MITCHELL *et al.* (1965) の方法を追試したが, ほとんど採卵できなかった。

実験の一部では採卵器の内張りを網に変えたほか, 採卵器使用方法の簡易化を検討した。この場合には採卵器の小孔数を仲盛ら (1976) の検討結果を参考として 55 個に減らした。

採卵は週 2 回行った。採卵器を 13 時ごろ成虫飼育箱に挿入し, 翌朝 10 時ごろ抜き取り, 器内に産みこまれた卵 (Fig. 1 B) を洗い出し, 夾雑物を洗い去ってからメスシリンダーに移し, 水底に沈澱させて容量を測ることによって採卵の多少を調べた。この場合, 容量 1 ml 当り卵数はほぼ 9,000 個であった。

個体別産卵数調査

実験の一部では KECK (1951) を改変した方法により, 個体別産卵数を調べた。Fig. 1 C に示したように, 成虫を雌雄 1 対ずつ直径 3.6 cm, 長さ 13.5 cm の幼虫採集管に収容して, 乾燥防止のため水を含んだスポンジ片上に置いた厚さ 1~1.5 cm のキュウリ薄片に産卵させた。

実験結果

1. 累代飼育による産卵消長の変化

i) 累代飼育個体群における採卵量

供試個体群 A および B の累代飼育は, 常に産卵開始直後 (羽化 20~27 日後) の採卵によって行なった。その間, いくつかの世代について羽化 7 週間後までの採卵量を調査した結果は, Fig. 2 に示したとおりである。両個体群とも第 1 世代は産卵の開始が遅く, 増加もきわめて緩慢であったが, 世代を重ねるほど採卵量が増し, 個体群 A では特に第 7 世代以降は産卵前期間が短くなり, 産卵が開始後ただちに増加するようになった。

ii) 野生成虫の人工採卵器への産卵の難易

上述のような累代飼育による採卵量増加に, 成虫の採卵器への適応が関係したか否かを知るため, 野生の成虫について人工採卵と個体別産卵数調査を併行した。供試成虫は個体群 C の増殖源で, ヘチマ被害果から脱出した老熟幼虫を集め, 雌雄 256 対を得た。これをそで口付き飼育箱 1 個 (羽化 46 日後以降は 2 個に等分) に収容して飼育し, 羽化後種々の時期に毎回 30 対を個体別調査に供し, 箱に残った成虫から人工採卵を行なった。個体別調査の供試虫は毎回, 調査後は箱に戻した。供試虫

Fig. 1. Equipment. A : Small cages for egg collection, 25×32cm and 30cm high, with lamps of mixed food (f) and watering sponges(w) on screened tops. Right cage is under egg collection. B : View of inside of an artificial substrate for oviposition. Eggs are deposited in from the outside through small holes perforated on the container. C : Testing individual oviposition to a cucumber slice (c) put on a wet sponge (s) holding a female with a male per tube.

Fig. 2. Egg production in some generations of colony A and B of the melon fly reared for successive generations, tested by the use of the small cages holding 2,000 individuals per cage.

の生存率は羽化 70 日後に雌 95.7%, 雄 94.2% であった。人工採卵はごく少量だったので、幼虫培地に植え付けてから採卵数を調べた(杉本, 投稿中)。

結果は Fig. 3 に示したとおりで、個別別調査には個体群 A 第 12 世代も供試したが、野生虫はそれに比べて産卵前期間が長く、産卵雌率の上昇が緩慢であった。個体ごとの産卵数は図示を省略したが、野生虫の平均産卵数が低いのは、産卵個体でも少数産卵のものが多かったためである。しかし、野生虫の人工採卵における平均産卵数と個別別調査のそれは大差なく、キュウリ薄片と比べて採卵器に産卵し難い傾向は認められなかった。この

Fig. 3. Oviposition of wild flies, origin of colony C, in the artificial egg-collection method and the individual test. Individual test was also performed with 12th generation of colony A. t: the artificial substrate was applied with tomato juice instead of squash juice.

結果から、累代飼育による採卵量増加の主因は産卵前期間および産卵数の個体変異のとう汰であり、採卵器によるとう汰はほとんどなかったと考えた。なお、人工採卵の一部では缶詰トマトジュースを用いたが、その場合ほとんど採卵できなかった (Fig. 3 上, 記号 t)。

2. 飼料給与方法と採卵量との関係

成虫飼料の給与方法には、蔗糖とたん白質加水分解物を別々に用いるもの (MITCHELL *et al.*, 1965; TANAKA *et al.*, 1970; CHAMBERS, 1972) と、混合して用いるもの (NADEL, 1970) とがあり、両成分の量の割合も 2:1~5:1 の範囲で異なるが、給与方法と採卵能率との関係は不明である。

Fig. 4. Cumulative food consumption by 2,000 individuals of 3rd generation of colony A. Sugar and protein-hydrolysate were separately presented. ● ○ × : replication.

Fig. 5. Egg production of 4th generation of colony A fed with mixed foods prepared in different ratio of sugar and protein-hydrolysate (3:1~10:1). Cage used and population density were same as Fig. 2.

そこで、まず両成分を分別給与して摂食量を調べたところ、Fig. 4に示したように羽化37日後の累積摂食量は6.5:1となり、前記の割合以上に蔗糖が多く摂食された。次に両成分の配合比を変えた混合物を与えて採卵量を調べたところ、Fig. 5に示したように、たん白分配合量を増すほど採卵量が増した。これらの結果から、筆者が飼育した個体群は蔗糖を好む傾向が強いが、混合物給与法を採れば、選好に関わりなくたん白分を多量摂取させて、産卵能力を増強することができると認めた。

しかし、Fig. 5ではたん白分配合量が多いほど、採卵の持続状態が悪化した。採卵調査終了後に飼育箱を開いて見ると、たん白分配合量が多いほど成虫の排泄物による箱内壁面の汚れがひどく、この汚れが成虫の生存を阻害して採卵量の減少を招いたと考えられた。

3. 飼育箱の収容虫数と採卵量との関係

飼育経験上、採卵用小型飼育箱では収容蛹数を2,000匹よりも増すと、採卵の持続状態が悪化することがうか

Fig. 6. Egg production of 12th generation of colony A in different population density in the small cage.

がわかれたので、実験的に調査した。結果はFig. 6に示したとおりで、収容蛹数1,000匹では持続的な採卵が得られたのに対して、蛹数を増すほど採卵量のピークが高まったが、その持続状態は悪化した。これは、収容虫数を増すと飼育箱内の汚れが増し、前述(実験結果2)と同じ問題が起るためと考えられた。

4. 大量採卵実験と大型飼育箱の設計

i) 採卵実験

大量採卵の可能性を確かめるため、試作大型飼育箱(Fig. 7, 試作型)による採卵実験を行なった。採卵用小型飼育箱1個をあわせて供試し、大小の箱にそれぞれ個体群A第8世代の蛹25,000匹および3,600匹を収容し、採卵器5個および1個を使用した。なお、大小の箱は容積比が約13:1、内壁面積比が約7:1であったが、上記収容蛹数はほぼ内壁面積に比例させたものである。大型の箱内には飼料混合物1.5kgを収容した。

採卵結果はFig. 8に示したとおりで、羽化7週間後までの全採卵量は大型の箱で254.2ml、小型の箱で46.1ml、比は5.5:1であった。大型での採卵量は小型と比べて、収容蛹数比から見てやや劣ったが、採卵器数の比から見れば劣らず、箱の大型化によって採卵能率が著しく低下する傾向はなかった。なお、大型では羽化後7週目の採卵量はピークのほぼ半分に減少したが、小型でも同様であった。したがって、大小の箱での成虫生息密度条件はほぼ等しかったと考えられ、この条件が前記の収容蛹数によって得られたことから、箱の収容能力はその内壁面積に比例すると推測された。

ii) 飼育箱の設計

久米島での不妊虫放飼のための大量飼育は当初、週200万蛹が目標とされ(岩橋ら, 1975)、そのためには卵一蛹収率を70%内外と見て(杉本, 投稿中)他の損失も考慮すると、少なくとも週400万個の採卵が必要と考えられた。これに対して試作大型飼育箱での採卵結果から、同飼育箱7個を使用し、その1個ごとに1週間ずつ

Fig. 7. Prototype and practical-use models of a large cage. d : door with holes for inserting the artificial substrate for oviposition (h) covered with shutters (s), e : edge for sitting the door, n : net, p : partition, r : rack for putting mixed food, v : screened opening for ventilation.

Fig. 8. Egg production of 8th generation of colony A by the use of the prototype large cage holding 25,000 individuals and the small cage holding 3,600 individuals.

羽化日が異なる成虫を飼育すれば、毎週の採卵量は箱 1 個からの全採卵量 (前記 254.2 ml) と同じ量、卵数にして 230 万個弱となる。そうして、飼育を倍加すれば週 450 万個の採卵が可能となると考えた。この試算に基づき、大量飼育実施用の成虫飼育箱は試作型 2 個を連結して 1 個とした形に設計し、採卵量の向上 (考察参照) を予測して採卵器を 1 室に 10 個まで挿入できるようにし

た (Fig. 7, 実用型)。

5. 採卵器使用方法の簡易化

採卵器使用方法の簡易化をはかるため、使用方法と産卵刺激力との関係について実験した。この実験には、小孔数 55 個の採卵器を用いた。

供試した採卵器使用方法と、採卵結果は Fig. 9 に示したとおりである。まず個体群 C 第 1 世代 (野生虫の次世代) にカボチャ果汁に浸したスポンジ (10×3.5×3.5 cm) を用いた場合ほとんど採卵できず (Sd), 器内面を果汁で潤すと採卵できるようになったが (Sw), それでもちり紙内張り (P) には及ばなかった。他の 2 個体群は Sd でもかなり採卵できたが、やはりちり紙には劣った。しかし、器内にポリエチレン網 (約 50 メッシュ) の円筒をはめこみ、それを果汁で潤す方法 (N) はちり紙に勝るとも劣らなかった。この結果から、器表の小孔を果汁でよく潤すことが産卵刺激上重要なことと、内張りを網に変えることによって採卵器がそのまま反覆使用可能となり、取り扱いが簡易化され、採卵能率は低下させずにすむと認めた。採卵器 1 個当りの果汁量もちり紙で約 30 ml, スポンジでは約 80 ml を要したが、網では約 15 ml に節減された。

考 察

ミバエ類の大量飼育上、採卵を能率的に行なうには成虫を飼料に適応させて産卵前期間を短縮し (MITCHELL et al., 1965; STEINER and MITCHELL, 1966), 人工採

Fig. 9. Egg production of three colonies by the use of artificial substrates for oviposition applicated with squash juice in different methods. Sd: a sponge soaked with the juice was put in the container. Sw: same as Sd but inner surface of the container was wetted with the juice. P: the container was lined with tissue paper wetted with the juice. N: the tissue paper was substituted with a polyethylene net. C: 1st generation of colony C. B: 4th generation of colony B. A×C: 1st generation of a hybrid of 12th generation of colony A and 1st generation of colony C.

卵器に適應させ (TANAKA, 1965 および私信; PELEG and RHODE, 1967), 飼育箱に高密度で収容して飼育せねばならない。しかし、このような人工的飼育条件に適應するようとう汰された個体群は遺伝的に劣勢化し、習性が変化するおそれがあり、特に野外放飼用個体群の大量飼育には、とう汰をそう必要としない方法が望ましい (BOLLER, 1972)。

ウリミバエ成虫の産卵消長については、野生虫についての調査例は少ないが、MESSENGER and FLITTERS (1954) や、筆者の調査結果 (Fig. 3) と長嶺・与儀 (1970) との比較によれば、本種はミカンコミバエ *D. dorsalis* に比べて産卵前期間、産卵期間ともに長く、1日当りの産卵数は少ない。MITCHELL *et al.* (1965) は本種とミカン

コミバエのいずれも産卵前期間をわずか7日内外に短縮し、採卵期間は羽化4週間後までと短期多産化しているが、本種がどのようにとう汰されたかは不明である。しかし、筆者の実験結果 (Fig. 2, Fig. 8) から見て本種の大量採卵上、産卵前期間短縮のためのとう汰はやむを得ないと考えられる。

ただ筆者の場合は、さらに人工採卵器によるとう汰を重ねることは避けられたといえよう。すなわち、Fig. 3 と Fig. 9 の実験結果から見て、MITCHELL *et al.* (1965) や CHAMBERS (1972) が本種に用いた缶詰トマトジュースに浸したスポンジを器内に入れる方法は、野生成虫に対する産卵刺激力が低く、とう汰なしに成立したとは思えない。これに対して筆者の採卵器は生カボチャの果汁を用いる点で作業能率が劣るが、野生成虫からもよく採卵できた。この採卵器は使用方法の簡易化によって (実験結果 5), 大量飼育実施面にも適用可能なものとなった (仲盛ら, 1976)。なお、卵のふ化率は実験結果に述べなかったが、幼虫飼育の結果 (杉本, 投稿中) から見て 80% 以上と考えられる。

大量採卵を限られた広さの飼育室で能率的に行うためには、いうまでもなく成虫飼育箱からの1日または1回当りの採卵量ができるだけ多いことが望ましい。そのためには前述の産卵前期間や人工採卵器の効率のほか、成虫の飼料や飼育箱の収容虫数が重要な要因となる。その設定の根拠については、従来の大量飼育法の報告にはあまり述べられていないが、筆者の実験結果からは次のことが指摘できる。すなわち、1) 成虫はたん白質加水分解物を多く摂食させれば産卵が増し、そのためには蔗糖とそれを分別給与するより、混合して与えたほうがよい。2) 飼料のたん白分と飼育箱の収容虫数を増すほど、成虫の排泄物による箱内の汚れが増して長期間の飼育採卵は困難となるので、飼料の配合・収容虫数・採卵期間は相互関連のもとに検討されねばならない。しかし、大量採卵上は採卵量のピークをなるべく高め、採卵期間を比較的短くするのが得策で、前述 MITCHELL *et al.* (1965) の短期間採卵する方法は、すでにこの考えかたに基いたものであろう。Fig. 6 の 4,000 匹区についていえば、採卵を羽化5週間後程度で打ち切って成虫を更新するのがよいといえよう。3) MITCHELL *et al.* (1965) は本種成虫は、飼育箱容積 1 ft³ 当り 3,000 匹収容可能としているが、同一容積でも板張りの面積が多いほど収容能力が増すと思われ、また収容能力は箱の容積よりも内壁面積に比例すると考えられる。

MITCHELL *et al.* (1965) と筆者 (Fig. 8) の採卵能率

を比較すると、前者は蛹 25,000 匹を収容した飼育箱 1 個から羽化 4 週間後までに約 250 万個採卵しているのに対して、筆者は同じ蛹数で 230 万個弱を得るのに 7 週間を要した。しかし、成虫生存率は前者では羽化 4 週間後に 40~60% であるのに対して、筆者の箱 (Fig. 7, 実用型) の 1 室に蛹 30,000 匹を収容した場合、4 週間後に約 80%, 7 週間後に 62% と比較的高かった (仲盛ら, 1975)。したがって筆者の箱では、実験結果に示したよりも飼料のたん白分と収容虫数を増し、採卵期間を短くすれば、1 回当たりの採卵量を増す可能性があると考えられる。

大量採卵法はひとまず具体化されたが、将来における大量飼育の規模拡大を考えれば、能率面での種々の改良の余地があろう。また、飼育個体群のとう汰の軽減と遺伝形質・習性の劣化防止上、次の点が今後の課題となろう。すなわち、1) 成虫に乾燥飼料 (蔗糖とたん白質加水分解物) を与える方法は液状飼料よりも省力的であるが、それに適応させるためのとう汰が必要とされる (MITCHELL *et al.*, 1965; STEINER and MITCHELL, 1966)。オリーブミバエ *D. oleae* では、湿潤地産の個体群は乾燥地産よりも乾燥飼料に適応しにくいといわれる (TZANAKAKIS *et al.*, 1967)。ウリミバエやミカンコミバエでは、このような飼料による産卵の差異はまだ不明であるが、とう汰軽減の見地から液状飼料を見直す必要があるかもしれない。2) 飼育個体群に野生虫の遺伝形質を補給する手段や、大量採卵用とは別に遺伝形質保持のための飼育システムを設け、例えば成虫を広い空間で飼育することによって飛しょう能力の保持をはかること (CHAMBERS *et al.*, 1970) が検討されねばならない。

摘 要

久米島での不妊虫放飼実験のためのウリミバエ大量飼育法を設定するため、大量採卵法を検討した。

飼育個体群のとう汰を避けることに留意したが、野生の成虫は産卵開始が緩慢で、採卵能率上、とう汰して産卵前期間を短縮させることはやむを得なかった。しかし、従来は人工採卵器に適応させるためのとう汰も必要としたと考えられるが、筆者の採卵器はカボチャ果汁で濡らしたちり紙で内張りし、産卵孔を潤すことによって野生の成虫からもよく採卵できた。なお、この採卵器は内張り材料をポリエチレン網に変えることによって、使用方法を簡易化することができた。

成虫の飼料は蔗糖とたん白質加水分解物を分別給与するよりも、混合して与えるのが良いことを認めた。飼料

のたん白分および飼育箱の収容虫数を多くすることは、成虫の排泄物による箱内の汚れを増して長期間の飼育採卵を困難にするが、短期間に多量に採卵する上には得策と考えられた。

試作大型飼育箱による採卵実験によって大量採卵の可能性を確認するとともに、小型飼育箱との比較から、飼育箱の成虫収容能力は箱の容積よりも内壁面積に比例すると推測した。この結果に基づき、週 450 万個を採卵する方法を計画し、そのための成虫飼育箱を設計した。

今後の課題として能率面での改良のほか、個体群とう汰軽減の見地から成虫の液状飼料の使用方法を再検討すること、飼育個体群への野生虫の遺伝形質の補給手段、大量採卵用とは別に遺伝形質・習性保持のための飼育システムを設けることなどが重要と考えた。

引 用 文 献

- 東 清二・多良間恵栄 (1965) ウリミバエ *Dacus cucurbitae* COQUILLETT に関する研究 (第二報) 人工大量飼育法について. 沖縄農業 4: 36~40.
- BACK, E. A. and C. E. PEMBERTON (1917) The melon fly in Hawaii. USDA Bull. No. 491: 1~64.
- BOLLER, E. (1972) Behavioral aspects of mass-rearing of insects. Entomophaga 17: 9~25.
- CHAMBERS, D. L. (1972) Outline of the USDA Hawaiian fruit flies investigations rearing program. Personal information to M. Sonda, 9 pp.
- CHAMBERS, D. L., K. OHNATA and R. T. CUNNINGHAM (1970) Recent research in Hawaii on the Mediterranean fruit fly. In "Sterile-male technique for control of fruit flies" IAEA, Vienna: 33~42.
- HAGEN, K. S. and G. L. FINNEY (1950) A food supplement for effectively increasing the fecundity of certain Tephritid species. J. econ. Ent. 43: 735.
- IWAHASHI, O. (1977) Eradication of the melon fly, *Dacus cucurbitae*, from Kume Is., Okinawa with the sterile insect release method. Res. Popul. Ecol. 19: 87~98.
- 岩橋 統・照屋林宏・照屋 匡・伊藤嘉昭 (1975) 久米島におけるウリミバエの個体数変動と抑圧防除. 応動昆 19: 232~236.
- IWAHASHI, O., Y. ITÔ, H. ZUKEYAMA and Y. YOGI (1976) A progress report on the sterile insect releases of the melon fly, *Dacus cucurbitae* COQUILLETT (Diptera: Tephritidae), on Kume Is., Okinawa. Appl. Ent. Zool. 11: 182~201.
- KECK, C. B. (1951) Effect of temperature on development and activity of the melon fly. J. econ. Ent. 44: 1001~1002.

- MESSENGER, P. S. and N. E. FLITTERS (1954) Bioclimatic studies of three species of fruit flies in Hawaii. J. econ. Ent. **47** : 756~765.
- MITCHELL, S., N. TANAKA and L. F. STEINER (1965) Method of mass culturing melon flies and oriental and Mediterranean fruit flies. USDA ARS **33~104** : 1~22.
- MONRO, J. (1968) Improvements in mass rearing the Mediterranean fruit-fly, *Ceratitis capitata* WIED. In "Radiation, radioisotopes and rearing methods in the control of insect pests" IAEA, Vienna : 91~104.
- NADEL, J. (1970) Current mass-rearing techniques for the Mediterranean fruit fly. In "Sterile-male technique for control of fruit flies" IAEA, Vienna : 13~18.
- 長嶺和亘・与儀喜雄 (1970) ミカンコミバエの大量飼育法. 沖縄農業 **9** : 31~37.
- 仲盛広明・垣花廣幸・添盛 浩 (1975) ウリミバエの大量飼育法 確立試験 1. 幼虫及び成虫の飼育密度. 沖縄農業 **13** : 27~32.
- 仲盛広明・垣花廣幸・添盛 浩 (1976) ウリミバエの大量飼育法 確立試験 2. 大量採卵法. 沖縄農業 **14** : 1~7.
- PELEG, B. A. and R. H. RHODE (1967) New methods in mass rearing of the Mediterranean fruit fly in Costa Rica. J. econ. Ent. **60** : 1460~1461.
- STEINER, L. F. and S. MITCHELL (1966) Tephritid fruit flies. In "Insect colonization and mass production" (SMITH, C. N. ed.), Academic press, New York and London : 555~583.
- 杉本 渥 (投稿中) ウリミバエ幼虫の大量飼育法の検討. 広動昆 投稿中.
- TANAKA, N. (1965) Artificial eggging receptacles for the three species of Tephritid flies. J. econ. Ent. **58** : 178.
- TANAKA, N., R. OKAMOTO and D. L. CHAMBERS (1970) Method of mass rearing the Mediterranean fruit fly currently used by the U. S. Department of Agriculture. In "Sterile-male technique for control of fruit flies" IAEA, Vienna : 19~23.
- TZANAKAKIS, M. E., J. A. TSITSIPIS and L. F. STEINER (1967) Egg production of olive fruit fly fed solids or liquids containing protein hydrolysate. J. econ. Ent. **60** : 352~354.