

小笠原父島および奄美大島産ミカンコミバエ の生理的特性の比較

石川 光一*・一戸 文彦・新井 茂**

横浜植物防疫所調査研究部害虫課

Comparative studies of the properties in the Ogasawara and the Amami populations of the oriental fruit fly, *Dacus dorsalis* HENDEL. Kôichi ISHIKAWA, Fumihiko ICHINOHE (Division of Entomology and Nematology, Yokohama Plant Protection Station) and Shigeru ARAI (Tokyo Agricultural Experiment Station). *Res. Bull. Pl. Prot. Japan* 17: 19-24 (1981).

Abstract: Comparisons were made between oriental fruit flies collected from Chichi-jima of the Ogasawara Islands and Amami-ôshima of the Amami Islands to know if there were any geographical differences in their physiological properties and behavior.

Crosses between the Ogasawara and the Amami populations carried out for three generations yielded healthy progeny. Furthermore, from parents through F_1 and F_2 progeny, no consistent differences were observed in longevity, preovipositional period, fecundity, egg hatchability and sex ratio of adults among the two populations and their hybrids.

In order to ascertain whether there is any sexual isolation between the two strains, further laboratory tests were conducted using male choice, female choice and multiple choice methods. In all cases, however, the isolation indices calculated from results of direct observations on copulating pairs between and within the two populations showed no sexual isolation.

Susceptibility to organophosphorus insecticides of the two populations of adult flies were tested by topical application using naled (BRP) and diazinon. At the LD_{50} level, both the Ogasawara and the Amami populations were even sensitive to chemicals tested.

ま え が き

1964年、ミカンコミバエ *Dacus dorsalis* HENDEL の強力な雄誘引剤として知られるメチルユージノールとBRP剤の混合剤の散布によって南太平洋ロタ島において本種の根絶が初めて成功した (STEINER *et al.*, 1965)。日本でも、この方法を参考として昭和43年(1968)以来奄美群島で鹿児島県が本種の根絶を開始し、昭和54年、本群島全域において本種の根絶に成功し、現在、沖縄県全域で引き続いて作業が実施中である。一方、小笠原諸島においては、昭和35年(1960)から2年間、当時同島を管轄していた米軍によって同種の誘殺防除が行われたが、結果は失敗に終わった。その後、東京都によって昭和50年(1975)以来、再三にわたってその試みが継続されたが、本種の密度がある一定のレベルより降下せず、本諸島においてはこの方法による根絶は不能と結論され、現在は不妊虫放飼法による防除が展開中である。

同一種に対して、同一方法による防除がきわめて対照的な異なる結果を生じた原因について、多くの仮説は考えられるもののまだその結論は出されていない。少なくとも誘殺剤の薬量については奄美群島より小笠原諸島の方が大量に投入され、散布むらを含めて、これが原因とは考えがたい。

筆者らは、残された問題のひとつである奄美群島および小笠原諸島のミカンコミバエは種または系統を異にするか否かの疑問を解明するための一連の研究を実施中である。筆者らの調査の範囲内において両産地の本種間には形態的な差異は認められていない。本小稿は筆者らの実験で一応の結論を得た交配による生理的特性の比較および殺虫剤感受性の比較結果をとりまとめたものである。

本文に入るに先立ち、有益な御助言、御指導を賜った農業技術研究所病理昆虫部昆虫科長梅谷猷二博士、東京都立大学理学部助教北川修博士並びに国立予防衛生研究所衛生昆虫部安富和男博士に対し感謝の意を表す。また、本試験に関し、種々御援助を頂いた東京都農林水産部農芸緑生課梅澤幸治氏、大川篤氏、当所池上雅春調

* 現在、横浜植物防疫所東京支所

** 東京都農業試験場病理昆虫研究室

査研究部長、同じく尊田望之害虫課長、供試薬剤を恵与下さった(株) トーメン化学品第2部山下功氏、日本化薬(株) 研究所大森薫氏の方々に対し厚く御礼申し上げます。

材料および方法

1. 交配飼育試験

小笠原父島産と奄美大島産(以下、小笠原産と奄美産と略す) 個体群との間の交配及び飼育は $26 \pm 1^\circ\text{C}$, 80% R.H., 14時間照明(明期の前後各1時間は薄明) 条件下のバイオトロン内で行った。最初の交配(親世代の交配)には1979年8月に小笠原父島の野外から採集された蛹(農水省指命54横植第2011号で移動許可)から得た次世代である室内飼育第1世代成虫と1977年11月に奄美大島で採集され、門司植防名瀬支所にて維持されてきた室内飼育第11世代成虫(農水省指命54横植第1142号で当課に移管許可)とを供試した。奄美産個体群は室内で11世代を経過してはいるが、人工飼育による影響を少しでも軽減させるよう、すべてバナナ等の生果実による採卵及び幼虫飼育を継続してきたものである。親世代の交配組合せは異産地間の奄美産♀×小笠原産♂、小笠原産♀×奄美産♂及び対照区として同産地間の奄美産同士、小笠原産同士との4通り(以下、 A_m ♀× O_g ♂, O_g ♀× A_m ♂及び A_m ♀× A_m ♂, O_g ♀× O_g ♂のように略示、図表においても同じ)である。各組合せとも飼育ケージ(5面寒冷紗張り、 $30 \times 30 \times 45\text{cm}$)に羽化後1日後の雌雄を30対ずつ収容し、成虫用飼料[Phytone(1): Yeast Extract(1): 砂糖(4)]と水を十分与え、数日置きに新しい餌と交換し、全個体が死亡するまで飼育を続けた。飼育室内の温湿度分布の影響を除去するため、各ケージの位置は無作為に交換した。飼育期間中、羽化後5日目から採卵器(直径7cm, 高さ16.5cmのプラスチック筒にピンホールを88個あけ、内部にバナナ片を入れたもの)による採卵を行い、産卵の有無を調べ、産卵前期間、産卵数及びふ化率を調査した。産卵が認められた後1週間は連日採卵、以後は数日置きに随時採卵した。1回の採卵時間は20時間とした。羽化後18日以後は3~5日間隔で数回、バナナに直接産卵させ、そのまま飼育容器に移して幼虫を飼育し、得られた老熟幼虫は砂の中で蛹化させ、次世代成虫の羽化数と性比をも調べた。また、後代の妊性等を調べるため、各親世代の交配飼育中、産卵最盛期の卵から飼育して得た次世代成虫30対ずつを用いて子世代の交配を行い、さらに同様に次の各孫世代同士の交配飼育を行い、親世代と同様の調査を行った。

2. 選択交配法による性的隔離の調査

成虫の羽化直後に産地別に雌雄を分離し、1の交配試験と同様の条件下で飼育を行い、性的に十分成熟した20日後に雌雄を3つの選択交配法による組合せで供試した。交配用のケージは交尾観察を容易にするため、透明プラスチック容器($33 \times 17 \times$ 高さ 24cm)を用いた。両産地の成虫は形態的に区別できないため、交配開始前日に一方の産地の成虫胸背部に螢光色素(Blaze Orange)でマークを付けた。交尾の観察は 26°C 下、薄暮状態開始後3~4時間後に行い、供試した雌雄対数の約半数が交尾した時点で打切った。マークの確認は薄明下で紫外線ランプの照明下で行った。雄選択法、雌選択法及び雌雄選択法による交配はすべてマーキングを逆にし、2回ずつ反復して行った。交配結果からの隔離指数等の算法はSTALKER(1942)、北川(1979)によった。

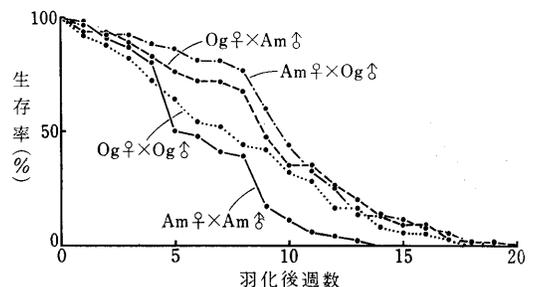
3. 有機リン剤に対する感受性の比較

有機リン剤にはBRP剤(ジプロム)及びダイアジノンを用い、ミバエは両産地とも羽化後20日の成虫を供試し、殺虫試験を行った。各薬剤はアセトンに溶媒に用いて調整し、各々4/5段階希釈で6段階とった。薬剤の施用は局所施用法で行い、微量注射器(Arnold hand Microapplicator: BURKARD社)を使用して、1成虫当たり薬液 $1.16 \mu\text{l}$ を低温麻酔した成虫胸部に施用した。両薬剤の各濃度処理区は雌雄別に各20頭ずつ供試した。処理後の成虫は各区毎に塩ビ容器に入れ、成虫用餌と水分を与え、 26°C 前後で保管し、24時間後に生死判定を行った。両薬剤における濃度と致死率の関係についてBlissのプロビット法(菅原: 1959)を用いて計算し、中央致死量(LD_{50})を求めた。

結 果

1. 交配飼育試験

1) 生存曲線: 第1図に飼育調査から得られた親世代成虫の生存曲線を示した。死虫数を毎日調査し、羽化後1週間毎の生存率を雌雄合計して表わした。供試虫数

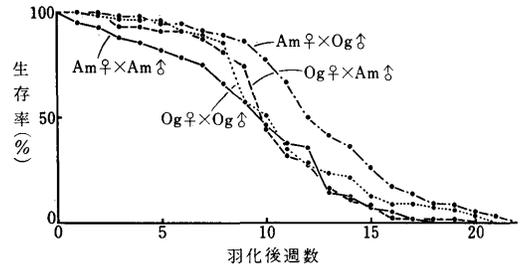


第 1 図 親世代の生存曲線

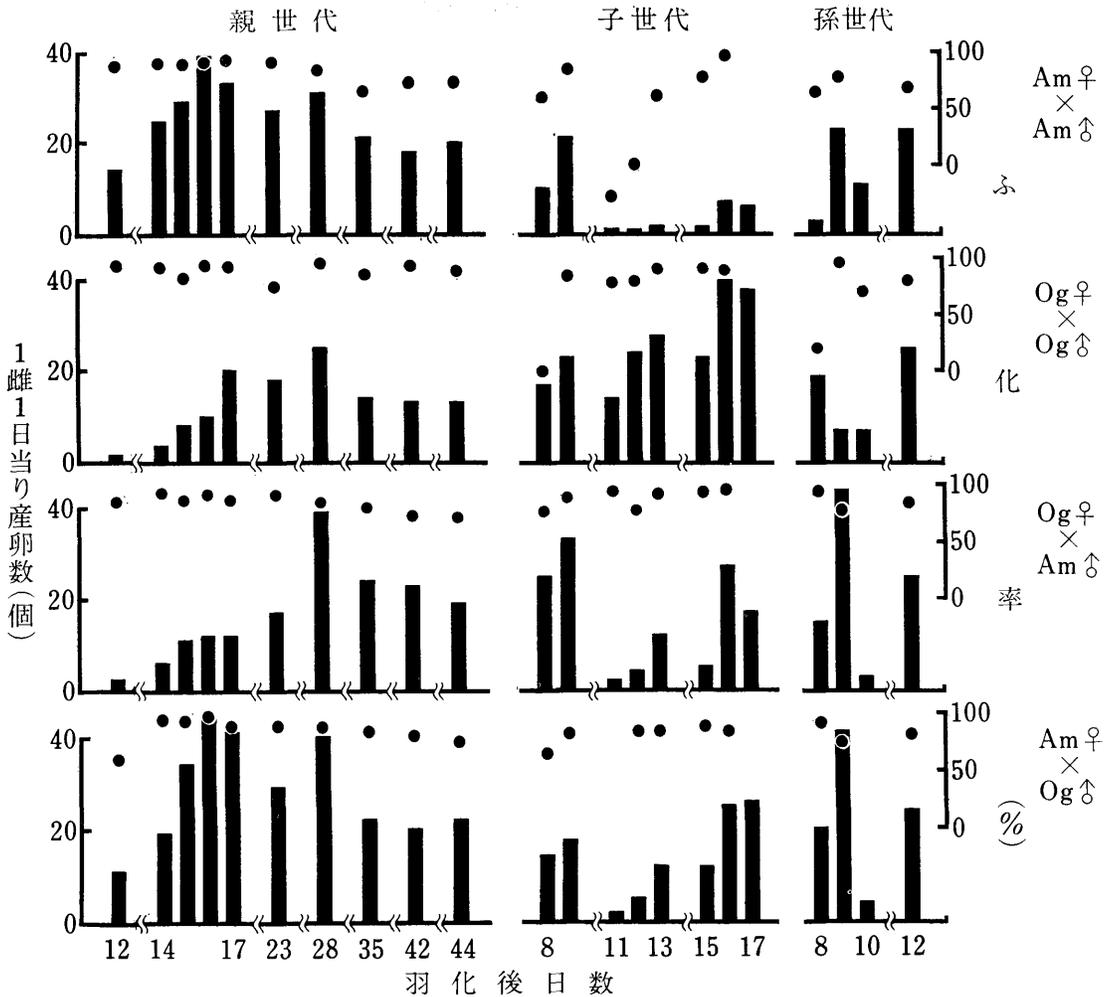
は30対であったが、実験終了後、飼育ケージの床下に潜入して死亡していた個体が発見されたため、これを補正してまとめた。奄美同士の交配区では5週目で生存率が激減したが、これは餌容器のミスによる事故死が原因である。その他の交配区の生存曲線についてもある程度のバラツキが認められるが、過去のミバエ成虫の飼育観察から考えて、特に問題視する程の差はないと判断した。子世代の生存曲線については第2図に示した。親世代とほぼ同様の曲線が得られ、各区間に有意差は認められなかった。

2) 産卵前期間、産卵数及びふ化率：親世代、子世代及び孫世代での各交配による1雌1日当り産卵数とふ化率は第3図にグラフで示した。棒グラフで示された産

卵数は断続的な採卵により得られた値であり、自由な産卵による産卵曲線とは必ずしも一致しない。しかし、産



第2図 子世代の生存曲線



第3図 親、子及び孫の各世代の交配による産卵数とふ化率

卵開始日の調査のためには羽化後 5 日目から連日の採卵を試みた結果、親世代の産卵前期間は各区とも 11 日となった。親世代において、羽化後 12 日目から 44 日目までの間に行った 10 回の採卵から求めた 1 雌 1 日当り平均産卵数は、 $A_m \text{♀} \times A_m \text{♂}$ 12.9 個、 $O_g \text{♀} \times O_g \text{♂}$ 7.1 個、 $O_g \text{♀} \times A_m \text{♂}$ 10.2 個及び $A_m \text{♀} \times O_g \text{♂}$ 14.2 個であった。小笠原同士の交配区は奄美同士の場合よりも産卵数が少なく、また、産卵する雌の側からみた場合も、小笠原産雌の 2 区では奄美産雌の 2 区より産卵数が少ない傾向が認められた。平均ふ化率は奄美同士 81.5%、小笠原同士 88.3%、 $O_g \text{♀} \times A_m \text{♂}$ 83.8% 及び $A_m \text{♀} \times O_g \text{♂}$ 85.5% であり、差はなかった。親世代と同様の方法で調査した子世代の産卵前期間は各区とも 7 日で、親世代の場合より短くなった。そして羽化後 8 日目から 10 日目までの間に行った 3 回の採卵から得た 1 雌 1 日当り平均産卵数は、奄美同士 17.3 個、小笠原同士 20.7 個、 $O_g \text{♀} \times A_m \text{♂}$ 15.4 個及び $A_m \text{♀} \times O_g \text{♂}$ 15.7 個となり、小笠原同士の交配区での産卵数が他区のものより若干多い値となった。なお、奄美同士の区で 13 日以後の産卵が極端に減少した原因は不明である。子世代の平均ふ化率はそれぞれ 78%、86%、96% 及び 93% と格別の差は認められなかった。孫世代の産卵前期間は各区とも 7 日であった。羽化 13 日以後の採卵調査は打切ったが、羽化後 8 日目から 12 日目までの間の 4 回の採卵から求めた 1 雌 1 日当り平均産卵数は、奄美同士 26.8 個、小笠原同士 20.5 個、 $O_g \text{♀} \times A_m \text{♂}$ 34.4 個及び $A_m \text{♀} \times O_g \text{♂}$ 28.2 個となり、異産地間交配の孫世代での産卵数が多くなった。

3) 次世代の羽化虫数及び性比：親世代の交配から得た子世代の羽化虫数及び性比の調査結果を第 1 表に示した。羽化虫数は 3~5 日間隔の計 7 回の採卵による飼育調査からの合計羽化数で、性比は 7 回の平均値で示した。また、子世代の交配による孫世代の羽化虫数及び性比の調査は 2 回で打切ったが、親から子世代へ、子から

孫世代への次世代の羽化に際しての異常は認められなかった。羽化虫の性比についても、ある程度のバラツキはあるもののほぼ 1 前後の値となった。

第 1 表 親世代及び子世代の交配による次世代成虫の分離

交配組合せ	次世代		子世代 ^{a)}		孫世代 ^{b)}	
	羽化総数	♂/♀	羽化総数	♂/♀	羽化総数	♂/♀
$A_m \text{♀} \times A_m \text{♂}$	1765	0.97	282	0.74		
$O_g \text{♀} \times O_g \text{♂}$	1181	1.15	565	1.24		
$O_g \text{♀} \times A_m \text{♂}$	2126	1.06	226	1.29		
$A_m \text{♀} \times O_g \text{♂}$	2951	1.20	450	0.96		

a) 親世代の交配で 7 回採卵

b) 子世代の交配で 2 回採卵

なお、各交配区間には、親から孫世代まで 3 代の飼育を通じて、幼虫及び蛹期間の差もまったく認められず、ふ化幼虫は 8~10 日で老熟し、砂の中で蛹化し、蛹は 9~10 日で成虫となった。

2. 選択交配法による性的隔離の調査

先に行った交配試験は特定の異性しかいないので選択の余地のない、言わば無選択法によったものである。そこで、同種内の異った産地の集団間に心理的、行動的に自由な交配を妨げるような性的隔離が存在するかどうかを調べるため、選択交配法による試験を行った。交尾の観察結果から得られた数値を第 2 表に示した。表中の供試虫数及び交尾数などはすべて 2 回の試験結果の合計数である。試験区の A は一方の産地の雌がどちらの雄を選ぶかを調べる雄選択法による結果であり、試験区 B は逆に雄がどちらの雌を選ぶかという雌選択法である。その結果、A-1 区では小笠原の雌 29 頭と小笠原及び奄美の雄をそれぞれ 19 頭ずつ組合せたところ、合計 16 組の交

第 2 表 選択交配法による性的隔離の測定

試験区 ^{a)}	交配組合せ 及び供試虫数 ^{b)}	交尾総組 数	交尾率 (%)	同系交配の交尾		異系交配の交尾		隔離指数 I. I.	χ^2 値
				♀数(同%)	♀数(同%)	♀数(同%)	♀数(同%)		
A-1	$O_g \text{♀} 29 \times \begin{cases} O_g \text{♂} 19 \\ A_m \text{♂} 19 \end{cases}$	16	55.2	7(36.8)	9(47.4)	-0.126	0.432		
A-2	$A_m \text{♀} 29 \times \begin{cases} A_m \text{♂} 20 \\ O_g \text{♂} 20 \end{cases}$	16	55.2	10(50.0)	6(30.0)	0.250	1.667		
B-1	$\begin{cases} O_g \text{♀} 20 \\ A_m \text{♀} 20 \end{cases} \times O_g \text{♂} 27$	12	44.4	5(25.0)	7(35.0)	-0.167	0.476		
B-2	$\begin{cases} A_m \text{♀} 20 \\ O_g \text{♀} 20 \end{cases} \times A_m \text{♂} 30$	18	60.0	11(55.0)	7(35.0)	0.222	1.616		

a) A区：雄選択法，B区：雌選択法

b) O_g ：小笠原父島産， A_m ：奄美大島産，供試虫数は各々 2 回の試験での合計

第3表 選択交配法（雌雄選択法）による性的隔離の測定

交尾組合せ 及び供試虫数 ^{a)}	交尾総組 数	交尾率 (%)	組合せ別交尾組数				隔離指数 $Z_1 \pm S.E.$
			Og♀×Og♂	Og♀×Am♂	Am♀×Og♂	Am♀×Am♂	
Og♀ 20 × Og♂ 20 Am♀ 20 × Am♂ 20	23	57.5	5	6	6	6	0.913±0.391

a) 供試虫数は2回の試験での合計

第4表 ミカンコミバエ成虫の有機リン剤に対する感受性

産地	性別	平均生体重 (mg)	各薬剤の中央致死量 LD ₅₀ (μg/1頭)	
			BRP剤	ダイアジノン
小笠原産	♂	14.03±2.61	0.0080	0.0369
	♀	17.61±3.19	0.0057	0.0330
奄美産	♂	16.65±2.25	0.0111	0.0467
	♀	19.96±3.30	0.0083	0.0407

尾が観察され、そのうち同じ小笠原産雄と交尾したものは7頭、奄美産雄と交尾したものは9頭であった。これから隔離指数を計算したところ -0.126 という値となった。同様に A-2, B-1 及び B-2 についても観察結果から隔離指数を求めた。これらの値は χ^2 -検定の結果すべて確率 P は 0.05 以上で、指数 0 から有意に偏っておらず、いずれの組合せでも性的隔離がなく任意交配である 0 に近い値となった。

第3表は雌雄選択法による試験結果を示した。両産地の成虫を各 20 対ずつ同一ケースに放飼した結果、23 対の交尾が観察され、その内訳はこの表に示したように、各交配組合せがほぼ同数となった。この場合の隔離指数 Z_1 とその標準誤差を計算したところ、 0.913 ± 0.391 となり、性的隔離が存在しない場合の値である 1 に近いと判断された。

3. 有機リン剤に対する感受性の比較

BRP 剤及びダイアジノンを用いた殺虫試験の結果から得られたミバエ成虫の致死率と薬剤濃度との関係から、各々の中央致死量 LD₅₀ 値を算出し、第4表に示した。両産地のミバエとも両薬剤に対し、ほぼ近い LD₅₀ 値となり、感受性も同程度と考えられた。たとえば、BRP 剤に対する雄個体の LD₅₀ 値は小笠原産 0.0080 に対し、奄美産は 0.0111 であったが、これらを生体重 1mg 当りに換算するとそれぞれ 0.0006 と 0.0007 と近似した値が示された。

考 察

小笠原産、奄美産及び両産地間の交配飼育の結果、第

1図及び2図で示したとおり、親世代及び子世代とも、各交配組合せ区間での成虫の寿命には特に差が見られなかったと考える。第3図で示された産卵数のグラフにおいて、Og♀×Og♂、Og♀×Am♂の2区のように小笠原産雌を交配させた親世代では奄美産雌の他の2区より産卵数が少ない傾向が見られたが、これは産卵開始後初期の産卵が少なかったことに起因するものと考えられる。しかし、この差は小笠原産雌と奄美産雌との産地を異にすることによる特性の差と考えるより、野生虫に近い、室内飼育第1世代と室内累代飼育第11世代成虫との差に起因すると考える方が妥当と思われる。また、この傾向は次の子世代及び孫世代の交配では認められなかった。また、興味あることとして、異産地交配の2区の孫世代では初期の産卵数が同産地交配のものより多くなる傾向が認められ、1種のヘテロシスの現象として、室内累代飼育虫へ野外虫の遺伝子を導入してやることの意義が示唆された。産卵前期間は親世代ではすべての交配区で11日だったが、次の子世代及び孫世代では7日と短縮された。その原因は定かではないが、いずれにしても同じ世代の各交配区間での比較では全く差が認められなかった。また、第1表で示したとおり、両産地間の交配により健全な次世代として子世代及び孫世代の成虫が得られ、それらの性比にも異常は認められなかった。結局、小笠原産と奄美産の個体群間における無選択的な交配により得られた交雑第1代及び第2代成虫には生存力や妊性の低下が認められなかったと考える。さらに、第2及び第3表で示した3つの選択交配法による試験結果からは、供試虫数が少ないものの、いずれも両産地の個体群間に性的隔離が生じておらず、自由な任意交配が行

われていると結論された。特に、室内の狭い閉鎖空間内の試験ではあるが、雌雄選択法による交尾能力の調査から両産地の雌雄がそれぞれ相互に選択することが可能であることが示唆された。

次に、現在ミバエの防除に使用されている BRP 剤に対する感受性の問題であるが、LD₅₀ 値での比較の限りでは、根絶防除実施中の小笠原父島の野外から導入した飼育第 1 代の成虫での値は室内で 11 代累代飼育した奄美大島産成虫のものと雌雄ともほぼ同じような値を示し、かつ、予想以上に高い感受性をもっていることが判明した。これにより、現在の小笠原父島産のミカンコミバエ野外個体群中に BRP 剤に対する感受性が明らかに低下しているものが混在している可能性は少ないと考えられる。

以上の検討結果に加えて、電気泳動法によるミカンコミバエ老熟幼虫の体液蛋白の分析比較から小笠原産、奄美大島産及び沖縄本島産の個体群間には特に差が認められなかったという報告(石川: 1977)をも併せ考えるならば、両産地の個体群間には生理的性質や行動等に差異が生ずるような系統の分化は起っていないと結論される。しかしながら、現実の小笠原父島での問題を仮りにミバエそのものに原因があると考えた場合には、すでに指摘されたように野外個体群中にメチルユージノール非反応性の個体が存在するとの可能性(東京都: 1973)が依然として残されている。

最後に、小笠原産と奄美産の個体群間での交配結果に少しも問題が生じなかったことから、近い将来への対応として、小笠原諸島でのミカンコミバエ根絶のために必要とあらば不妊虫放飼のための南西諸島産個体群の導入という道が開かれたと考えられる。

摘 要

現在東京都が小笠原諸島で実施しているミカンコミバエの根絶事業で、特に父島での防除効果が上がらないことが問題となった。そこで父島から野生虫を導入し、南西諸島産のミカンコミバエと生理、生態的な諸性質につ

いて比較を行った。

1. 父島産(室内飼育第 1 代)と奄美大島産(室内飼育第 11 代)ミバエとの間で交配飼育試験を行った。その結果、健全な子及び孫世代を得ることができ、それらについて成虫寿命、産卵前期間、産卵数、ふ化率及び性比を調査したが、対照の交配区との差は特に生じなかった。

2. 両産地の集団間に自由な交配を妨げるような性的隔離が存在するか否かを調べるため、交尾の相手を選択できる雄選択法、雌選択法及び雌雄選択法による交配試験を行った。その結果、いずれも両産地間のミバエには性的隔離は生じていないと考えられた。

3. 局所施用法による殺虫試験を行い、BRP 剤及びダイアジノンに対する感受性を LD₅₀ 値で比較した。両産地のミバエ成虫はほぼ同じような値を示し、特に小笠原産の感受性が低いことは認められなかった。

4. 以上の検討結果から、小笠原父島産と奄美大島産のミカンコミバエの間には生理的性質や行動等に差異が生ずるような系統の分化は起っていないと考えられた。

引用文献

- 石川光一(1977) ミバエ類の体液蛋白の比較. 応動昆虫第 21 回大会講演.
- 北川 修(1979) 性的隔離の測定法. ショウジョウバエの遺伝実習(森脇大五郎編), 東京: 培風館, pp. 105-110.
- STALKER, H.D. (1942) Sexual isolation studies in the species complex *Drosophila virilis*. *Genetics* 27: 238-257.
- STEINER, L.F., W.C. MITCHELL, E.J. HARRIS, T.T. KOZUMA, and M.S. FUJIMOTO (1965) Oriental fruit fly eradication by male annihilation. *J. econ. Entomol.* 58: 961-964.
- 菅原寛夫(1959) プロビットの計算. 昆虫実験法(深谷昌次他編), 東京: 日本植物防疫協会, pp. 700-707.
- 東京都(1973) 小笠原諸島におけるミカンコミバエの生態研究報告(昭和 48 年 3 月), 東京都経済局農林部農芸普及課, 59pp.