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

仲 盛 広 明

沖縄県農業試験場

Variation of Reproductive Characters in Wild and Mass-reared Melon Flies, *Dacus cucurbitae* COQUILLET (Diptera: Tephritidae). Hiroaki NAKAMORI (Okinawa Prefectural Agricultural Experiment Station, 4-222, Sakiyama-cho, Naha, Okinawa 903, Japan). *Jpn. J. Appl. Ent. Zool.* **31**: 309-314 (1987)

From the stand point of quality control, experiments were conducted to compare several reproductive characters in wild and mass-reared melon flies, *Dacus cucurbitae* COQUILLET. The mass-reared strain used in these experiments was obtained from the mass-rearing culture maintained on artificial diet at the mass-production facility of Okinawa Prefectural Fruit Flies Eradication Project Office. This culture had been reared through about 20 generations from initial laboratory colonization. Individuals of the wild strain were obtained as larvae from infested fruits in fields. The characters compared in these experiments included the pre-oviposition period, total number of eggs oviposited per female flies throughout the lifespan, frequency of oviposition, rate of oviposition (number of flies which oviposited /time when the artificial eggging device was set), post-reproductive period, frequency of mating and longevity in male and female flies. The pre-oviposition period, post-reproductive period and longevity in the male and female flies of the mass-reared strain were shorter than those of the wild one. The total number of eggs oviposited throughout the lifespan and the rate of oviposition of the mass-reared strain were higher than those of the wild one. Frequency of oviposition and mating for the mass-reared strain were higher than those for the wild one. The coefficient of variation of the pre-oviposition period, total number of eggs oviposited per female throughout the lifespan, rate of oviposition, post-reproductive period and frequency of mating for the wild strain were higher than those for the mass-reared one. But the coefficient of variation of the pre-mating period, longevity in males and females for both strains showed approximately similar values. It was concluded that the mass-reared strain shows a shorter maturation period, higher fertility, shorter longevity and lower variation in reproductive characters when compared with the wild one.

は じ め に

昆虫を室内で長時間累代飼育すると交尾、産卵などの繁殖にかかわる諸形質のみならず、飛翔力や野外条件での分散力などが変化することが知られている (HIGTOWER et al., 1972; TSIROPOULOS, 1980; JORDAN, 1980; REMUND et al., 1977; FLETCHER and ECONOMOPOULOS, 1976)。

添盛・仲盛 (1981) はウリミバエ *Dacus cucurbitae* COQUILLET の野生虫を採集し、羽化後3週目に産卵された卵のみを次世代虫とするような早産個体の選抜をくり返すことによって、産卵効率の高い系統の育成に成功した。またその系統が野生系統と比較して早熟、短命で

あることも明らかにした。

室内条件下で長期にわたって累代飼育した大量増殖系統と野生系統のウリミバエの繁殖特性を比較することは、大量増殖系統の品質を評価するのに重要であるばかりでなく、不妊虫放飼法によって害虫を防除する際の放飼虫の品質管理 (quality control) においても基礎資料として役立つ。

本報告は、大量増殖系統と野生系統の交尾、産卵にかかわる諸形質を個体別の飼育結果を基に比較した。

本文に先立ち研究を行うにあたって終始ご指導いただいた沖縄県農業試験場ミバエ研究室の志賀正和博士、農林水産省四国農業試験場の小山重郎博士に感謝の意を表する。

1987年3月18日受領 (Received March 18, 1987)

材料および方法

実験に供した系統は添盛・仲盛 (1981) の方法で育成された大量増殖系統と野生系統である。大量増殖系統は実験に供されるまでに約 20 世代を経過していた。野生系統は沖縄本島南部の糸満市から、1981 年 6 月にニガウリに寄生した幼虫を採集し、室内飼育によって得た成虫である。両系統とも羽化後 3 日目に小型飼育箱 (10×12×10 cm) に雌雄 1 対をいれ、蛋白加水分解物と砂糖を 1 対 5 に混合した成虫の餌と水を与えて飼育した。

調査の対象とした形質は交尾前期間、交尾回数、産卵前期間、産卵回数、産卵数、産卵間隔、産卵後期間および生存日数である。交尾の観察は羽化後 3 日から 100 日まで毎日 20:00~22:00 の間に行った。本種の交尾時間は夕方の薄暮期から翌朝まで長時間にわたるので、この観察時間帯で交尾個体の見落しはないものと考えられる。交尾の観察を 100 日で打ち切ったのは添盛 (1980) の報告でそれ以後の交尾が起こらないことが予想されたためである。産卵調査は、薄いプラスチック製のコップを短く切り、2 個を重ね合わせ、上側のコップの中央にピンで穴を開け、下側のコップにカボチャの切片と寒天を置いて人工採卵器とし、これを用いて行った。採卵は 3~4 日間隔で、週 2 回行った。そのときに死亡虫は取り出し、雌雄を確認し、生存日数を記録した。観察期間中雌雄のどちらかが死亡した場合に、その補充は行わなかった。交尾せずに産卵をした個体が野生系統において 1 匹みられたが、それは解析の対象から除外した。くり返しは両系統とも 52 対である。

結 果

産卵前期 (第 1 図) は野生系統が羽化後 20~30 日齢で、大量増殖系統が 10~20 日齢でそれぞれ最も高く、また前者が 10~160 日齢と広い分布域を示したのに対し、後者は羽化後 30 日齢までにほとんどの個体が産卵を開始した。この結果は、大量増殖系統は野生系統と比較して産卵前期間が短く、その変動域が狭いことを示している。なお、生存期間中にまったく産卵しなかった個体が野生系統において 4 対確認されたが、それらの個体は解析の対象から除外した。

野生系統における生存期間中の産卵数の頻度分布 (第 2 図) はそのピークが 0~50 卵にあり、産卵数の増加とともにその頻度が低下したのに対し、大量増殖系統では 600 卵前後にピークがあった。両系統の頻度分布には明らかな差が認められ、また野生系統における変動係数が

第 1 図 野生系統と大量増殖系統の産卵前期間の頻度分布.

第 2 図 野生系統と大量増殖系統の 1 雌当りの総産卵数の頻度分布.

97.2 に対し、大量増殖系統では 49.7 となり、野生系統の変動係数は大量増殖系統より大きかった。

ウリミバエは一般に産卵した後一定期間の休止期において再び産卵する傾向がある。今回の実験では 3~4 日間隔で産卵を確認したため正確な生存期間中の産卵回数を知ることができないが、便宜的に採卵器をセットした日に産卵が認められた回数の合計値を生存期間中の産卵回数とすると、野生系統では生存期間中に 0~5 回しか産卵をしない個体の頻度が最も高かったのに対し、大量増殖系統ではモードが 15~30 回の間にあり、その前後

第3図 野生系統と大量増殖系統の産卵回数の頻度分布。

第4図 野生系統と大量増殖系統の産卵個体率 (産卵回数 / 採卵器設置回数) の頻度分布。

で減少した (第3図)。一方、採卵器をセットした各個体ごとの産卵数の頻度分布は、野生系統が10~20卵にピークがあったのに対して、大量増殖系統では15~30卵の間に認められた。

産卵個体率 (産卵を行った回数 / 採卵器設置回数) (第4図) は、野生系統が0~10にピークがあり、大量増殖系統では70~80の間に認められ、大量増殖系統の産卵個体率は野生系統よりも高かった。これらの結果と生存

第5図 野生系統と大量増殖系統の産卵後期間の頻度分布。

第6図 野生系統と大量増殖系統の交尾前期間の頻度分布。

期間中の産卵回数および生存日数の頻度分布から大量増殖系統は野生系統よりも産卵間隔が短いことが推測される。

産卵後期間 (post-reproductive period) においても、

第 7 図 野生系統と大量増殖系統の交尾回数の頻度分布.

第 8 図 野生系統と大量増殖系統の雌雄における生存日数の頻度分布.

野生系統と大量増殖系統とはその頻度分布のピークに多少の違いが認められた。変動幅は野生系統が大量増殖系統より広がった (第 5 図)。

野生系統における交尾前期間の頻度分布 (第 6 図) は、10～15 日齢にピークがあったのに対し、大量増殖系統では 5～10 日齢であった。また、野生系統の変動幅は大量増殖系統よりも広がった。観察期間中に交尾しなかった個体は、野生系統が 11 対、大量増殖系統では 3 対が認められ、野生系統は大量増殖系統と比べて、室内条件下

第 1 表 野生系統 (WS) と大量増殖系統 (LS) における各繁殖形質の平均値と変動係数

形 質	平均値 ^{a)}		t_0	変動係数 (%)	
	WS	LS		WS	LS
産卵前期間 (日)	47.6	19.4	4.96***	81.6	64.9
総産卵数/雌	193.2	514.1	7.39***	97.2	49.7
産卵回数	14.4	24.9	6.85***	44.9	38.0
産卵個体率 ^{b)}	11.6	20.7	5.04***	82.8	42.8
繁殖後期間 (日)	27.1	15.3	2.77**	88.6	104.1
交尾前期間	22.3	13.0	3.88***	65.2	66.0
交尾回数	1.4	2.1	3.63***	67.3	46.6
生存日数: 雌	175.2	120.2	5.01***	35.4	35.6
: 雄	164.0	119.8	3.33**	49.1	44.6

^{a)} 平均値の計算法は本文参照, ^{b)} 産卵回数 / 採卵器設置回数.
** $p < 0.05$ (t -検定), *** $p < 0.01$ (t -検定)

で交尾しない個体の多いことが確認された。なお、観察期間中に交尾しなかった個体については解析の対象から除外した。

観察期間中の交尾回数 (第 7 図) のピークは両系統とも 2 回であるが、2 回以上交尾をした組の数は野生系統が 26 組であるのに対し、大量増殖系統では 41 組となり、大量増殖系統における交尾頻度が高かった。

野生系統における生存日数の頻度分布 (第 8 図) は、雄では 125～225 日、雌では 75～200 日の間にその頻度が高かった。一方、大量増殖系統では雄が 100～150 日、雌では 100～125 日の間に個体数が高かった。両系統の生存日数の変動幅は雌雄ともほぼ等しかった。

以上の結果を一括して第 1 表に示した。両系統の各形質の平均値と変動係数をみると、大量増殖系統は野生系統に比べて産卵前期間、交尾前期間、産卵後期間および雌雄の生存日数が短縮していることが認められた。また総産卵数、産卵回数、交尾回数が増加した。いずれの形質においても両系統間で $p < 0.01$ ないし $p < 0.05$ の水準で有意差が認められた。変動係数の値は産卵前期間、総産卵数、産卵回数および交尾回数のいずれの形質においても野生系統のほうが大量増殖系統より大きかった。交尾前期間と雌の生存日数の変動係数は両系統ともほぼ同じ値を示し、雄の生存日数においても大差が認められなかった。

以上の結果、大量増殖系統は早熟、多産、短命であり、全体的に繁殖にかかわる諸形質の変異性が低いことが示唆された。

考 察

昆虫を室内条件下で累代飼育すると、飼育規模が小さい場合、野生系統を導入してから 4～5 世代ごろから繁

殖力が著しく低下し、子孫が取れなくなることが知られている。このような現象は同系交配によって遺伝子プールが単純化されるためにおこるといわれる (MACKAUER, 1976)。これを避けるためあらかじめいくつかの系統を保持しておき、循環交配 (rotationnal breeding) を行うという手法がとられる (釜野・深谷, 1965; KAMANO, 1966)。しかし、ミバエ類やラセンウジバエ (*Cochliomyia hominivorax*) においては累代飼育による増殖率の低下の問題を指摘した報告はない。

大量増殖系統と野生系統の繁殖特性の分布の平均値と変動幅を比較した結果、大量増殖系統の産卵前期間の平均値は明らかに短縮しておりその変動幅も小さかった。この変化は大量増殖系統の育成に際して、早期産卵個体を選抜した結果と思われる (添盛・仲盛, 1991)。長期間室内条件下で累代飼育をした大量増殖系統の産卵前期間が野生系統よりも短いという現象はウリミバエのみならずラセンウジバエ (HIGHTOWER et al., 1972)、オリーブミバエ (*Dacus oleae*) (TSIROPOULOS, 1980) においても報告されている。

大量増殖系統の生存期間中の1雌当りの総産卵数は野生系統よりも多かった。これは大量増殖系統では産卵回数と1回当り産卵数が増加し産卵間隔が短縮したことによる。大量増殖系統の産卵数が野生系統のそれよりも多いという現象はウリミバエのほかミカンコミバエ (*Dacus dosalis*)、チチュウカイミバエ (*Ceratitidis capitata*)、(MITCHELL et al., 1965)、オリーブミバエ (ECONOMOPOULOS et al., 1975) などのミバエ類、ラセンウジバエ (DEVANEY and GARCIA, 1975)、ツエツエバエ (*Glossina moritans moritans*) (JORDAN, 1980) においても認められており、長期間にわたって累代飼育された大量増殖系統における共通の性質になっているように思える。

大量増殖系統の交尾前期間は野生系統に比べて短く、また交尾回数も増加した。交尾前期間と交尾回数は前述した産卵前期間と総産卵数に関与することが考えられる。なぜならば、未交尾雌は既交尾に比べて産卵前期間が長くなる傾向があり、交尾が産卵の刺激として作用していることが考えられるからである (仲盛, 未発表)。また、大量増殖系統の交尾回数の増加は大量増殖系統の産卵数の増加に関係していることが考えられる。ECONOMOPOULOS et al. (1975) はオリーブミバエの産卵数と交尾の関係についての実験を行い、交尾を数回行った雌は1回しか交尾しなかった個体に比べて産卵数が多いことを述べている。これはウリミバエにおいても同様の特徴と思われる。

交尾前期間と交尾回数に雌雄のいずれかの性質、または両性の性質が反映しているかについては、今回の実験が羽化日の同じ雌雄を組にして行われたため明らかにすることができなかった。しかし、性的成熟と深い関係のあるウリミバエの誘引剤キュールアに対する反応が大量増殖系統では野生系統に比べてより早い日齢から始まること (浜田, 未発表) から、雌と同様、雄の性的成熟も野生系統より大量増殖系統が早いものと考えられる。一方、交尾回数は雄が多回交尾を行う (岩橋, 1979) ことから、雌の雄を受け入れる頻度によって決定されと考えられる。

大量増殖系統の平均生存日数は雌雄とも野生系統より短いことが認められた。雄については野外における標識再捕獲法による実験結果とも一致している (NAKAMORI and SOEMORI, 1981)。同様の現象はオリーブミバエ (TSIROPOULOS, 1980)、ラセンウジバエ (DEVANEY and GARCIA, 1975) およびツエツエバエ (JORDAN, 1980) においても認められている。

以上述べてきたウリミバエの繁殖にかかわる諸形質の変異性を変動係数を用いて比較したところ、産卵後期間を除いたほとんどの形質において、大量増殖系統の変動係数は野生系統よりも低い値を示した。これは大量増殖系統が野生系統に比べて繁殖にかかわる諸形質についてより狭い変異幅をもった集団であることを意味する。大量増殖系統の変異性の減少は、大量増殖系統の育成過程における意図的な淘汰のほかに、限られた個体群内での近親交配や比較的安定した環境条件下で長期間累代飼育を行ったことにより生じたものと思われる。

大量増殖系統のもつ早熟、多産という性質は室内条件下では高い適応度を示すものである。しかし、不妊虫放飼法では野外での雄の適応度が問題である。この観点からすると、生存期間が短いという性質は不利な要因となりうる。一方、交尾開始が早いという性質は一見有利とも考えられる。しかし、これはあくまでも室内の小さな飼育箱内での結果であり、野外条件下で野生虫とよく交尾をするという保証はない。添盛ら (1980) は、いろいろな空間容積においての大量増殖系統の交尾競争実験を行い、一匹当りの空間が小さいと大量増殖系統がより多く交尾をするが、空間を大きくすると野生系統の交尾競争力が明らかに高まることを示している。このことは今回使用した大量増殖系統においてもあてはまるものと思われる。今後室内条件下と同様、野外条件下でも高い適応度を示す個体群の維持に関する研究の進歩が望まれる。

摘 要

ウリミバエの大量増殖系統と野生系統の繁殖と生存にかかわる諸形質の変異性を比較した。大量増殖系統は1979年12月に野外より採集し、羽化後3週目の卵のみを次世代虫とする方法で、産卵効率の高い個体を選択し、育成したものである。実験に供するまでに約20世代累代飼育されている。野生系統はニガウリの寄生果を採集し、羽化させた直後の成虫である。比較の対象にした形質は産卵前期間、生存期間中の総産卵数、産卵回数、産卵個体率、産卵後期間、交尾前期間、交尾回数、および雌雄の生存日数である。

1) 大量増殖系統の産卵前期間、産卵後期間、および雌雄の生存日数はいずれも野生系統よりも短かった。

2) 大量増殖系統の総産卵数は野生系統よりも多く、また産卵個体率も高かった。

3) 産卵回数および交尾回数はいずれも大量増殖系統において野生系統よりも多かった。

4) 野生系統の産卵前期間、総産卵数、産卵回数、産卵個体率、産卵後期間および交尾回数の変動係数は大量増殖系統よりも高かった。

5) 交尾前期間、および雌雄の寿命の変動係数は両系統とも近似していた。

以上の結果、大量増殖系統は野生系統に比べて早熟、多産、早死であり、一般に繁殖と生存にかかわる形質の変異性の低いことが示唆された。

引 用 文 献

- DEVANEY, J.A. and J.J. GARCIA (1975) Longevity, oviposition and fertility of several strains of the screwworm, *Cochiliomya hominivorax*: Effect of age and sex. J. Med. Entomol. 12: 511—513.
- ECONOMOPOULOS, A.P., G. HANIOTAKIS, N. AVIZIS, J. TSITSIPIS, G. ZERVAS and A. MONOUKAS (1975) Performance of normal and γ -ray sterilized laboratory reared *Dacus oleae* flies in the field. An attempt to suppress the native population in semiisolated area by sterile male method. Proceedings of the IAEA panel on "Sterile Male Technique for Control of Fruit Flies" Vienna, pp. 121—122.
- FLETCHER, B.S. and A.P. ECONOMOPOULOS (1976) Dispersal of normal irradiated laboratory and wild strain of the olive fly, *Dacus oleae* in an olive grove. Ent. Exp. Appl. 20: 83—90.
- HIGHTOWER, B.G., J.J. OGRADY and J.J. GARCIA (1972) Oviposition behavior of wild-type and laboratory-adapted strains of screwworm flies. Environ. Entomol. 1: 227—229.
- 岩橋 統 (1979) 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. 沖縄農試特別研究報告 1: 1—72.
- JORDAN, A.M. (1980) Fortygeneration of inbreeding of *Glossina moritans moritans* WESTWOOD (Diptera: Calliphoridae). Bull. Ent. Res. 70: 557—562.
- KAMANO, S. (1966) Studies on artificial diets of the rice stem borer, *Chilo suppressalis* WALKER. Bull. Nat. Ins. Agric. Sic. Sries C. No. 25: 1—45.
- 釜野静也・深谷昌次 (1965) 人工飼料によるニカメイガの累代飼育に関する研究. IV. 同型交配 (Inbreeding) と循環交配 (Outbreeding) について. 応動昆 9: 89—93.
- MACKAUER, M. (1976) Genetic problems in the production of biological control agents. Ann. Rev. Entomol. 21: 369—385.
- MITCHELL, S., N. TANAKA and L.F. STEINER (1965) Method for mass cultureing oriental, melon and mediterranean fruit flies. USDA, ARS 33: 1—22.
- NAKAMORI, H. and H. SOEMORI (1981) Comparison of dispersal ability and longevity between wild and mass-reared melon fly, *Dacus cucurbitae* COQUILLETT (Diptera: Tephritidae), under the field conditions. Appl. Ent. Zool. 16: 321—327.
- REMUND, E.F., E.F. BOLLER and A.P. ECONOMOPOULOS (1977) Flight performance of *Dacus oleae* on olive and artificial diet. Z. ang. Entomol. 82: 310—339.
- 添盛 浩 (1980) 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. 沖縄農試報告 5: 69—71.
- 添盛 浩・仲盛広明 (1981) 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.
- 添盛 浩・塚口茂彦・仲盛広明 (1980) 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.
- TSIROPOULOS, G.L. (1980) Quality problems associated with the mass-production of *Dacus oleae* (GMEL.) (Diptera: Trypetidae). Z. ang. Entomol. 90: 413—420.