

ウリミバエ *Dacus cucurbitae* COQUILLET の 赤さび色眼系統に関する研究

I. 雄成虫の性的競争能力について

杉本 民雄・戸谷 研二・一戸 文彦

横浜植物防疫所調査研究部害虫課

Studies on the Rust-Eyed Strain of the Melon Fly, *Dacus cucurbitae* COQUILLET. I. Sexual Competitiveness of the Males. Tamio SUGIMOTO, Kenji TOTANI and Fumihiko ICHINOHE (Division of Entomology and Nematology, Yokohama Plant Protection Station). *Res. Bull. Pl. Prot. Japan* 21: 27-31 (1985).

Abstract: Sexual competitiveness of males of a rust-eyed melon fly strain (R), reported by ISHIKAWA and SUGIMOTO (1980), was compared with that of a normal laboratory strain (N). R-females were crossed with R- and N-males, confined in cages at different mixture ratios, and the segregation ratios of their F₁ progeny were studied. The R-males had a lower sexual competitiveness value (0.60-0.89) than the N-males (1.00). The value was influenced by the mixture ratio of the males of the two strains. Where the ratios of R-males to N-males were 4 to 1 and 1 to 4, the sexual competitiveness value of the minority male were relatively high (1.33 and 1.39) compared to that where the ratio was 1 to 1 (1.00).

緒 言

ウリミバエ *Dacus cucurbitae* COQUILLET の成虫の眼色の突然変異体である赤さび色眼系統について、ISHIKAWA and SUGIMOTO (1980) は赤さび色眼は常染色体上の単一の劣性遺伝子による形質であることを報告した。そして、実験室や野外で行ういろいろな生態調査の標識としての利用性に言及し、この系統の生存力、増殖力、性的競争能力等の基礎的調査が必要であると述べた。

本報告では、赤さび色眼系統と正常系統の雄成虫を一緒に置き、性的競争能力について調査した結果を述べる。

本文に入るに先立ち、有益なご助言、ご指導を賜った東京都立大学理学部教授北川 修博士、当所尊田望之調査研究部長、湯原 巖害虫課長にお礼を申し上げる。

材 料 と 方 法

供試虫

1. 正常系統 (N系統)

この系統は、1971年11月に沖縄県の石垣島で採集

したウリミバエ(農林省指令46横植第2141号で輸入許可済)を当所の飼育室内で累代飼育してきたものである。調査を始めた1982年11月までに約130世代を経過していた。

2. 赤さび色眼系統 (R系統)

この系統は、1976年11月に前述の正常系統を累代飼育中に雄8頭、雌6頭の赤さび色眼個体を発見し、その後、R系統(ISHIKAWA and SUGIMOTO, 1980)として維持してきたものである。系統確立後実験を開始した1982年11月までに約70世代を経過していた。

飼育方法

1. 飼育室

室温は通常26±1℃に保ち、湿度は75±0.5% RH 照明は蛍光灯による16時間照明で、前後2時間を薄暮状態にした。すべての飼育と実験はこの飼育室内で行った。

2. 飼育箱

累代飼育用には前面に布製のそでを付けた木製飼育箱(40×40×高さ50 cm, 板底, 前面上半と他四面はサランネット張り)を用いた。実験用には金属枠製飼育箱(30×45×高さ30 cm, 板底, 5面白色ゴース布張り)を使用した。

3. 採卵・幼虫飼育・蛹化

採卵及び幼虫飼料には、累代飼育による影響をできる限り軽減させるために、主としてキュウリを用いた。採卵用のキュウリは果実の表面に昆虫針(5号)で刺し穴を作った後、成虫の飼育ケージの中に一定時間入れて直接産卵させた後、プラスチック容器に移して2齢幼虫になるまで飼育した。3齢幼虫になったものは人工飼料上に寄生果実ごと移し、餌の不足による幼虫の死亡を防いだ。得られた老熟幼虫は湿った砂の中で蛹化させ、そのまま成虫が羽化するまで保管した。

4. 成虫の飼育

累代飼育用の飼育箱としては各系統ごとに1箱を用い、成虫を常時1,000~2,000頭維持するために、約1か月ごとに500~1,000頭の蛹を補充した。成虫にはフィトン、イーストエキストラクト、砂糖をそれぞれ1対1対4の割合で混合した飼料と水を十分に与えた。

5. 競争係数と交尾比の推定

FRIED (1971)は不妊虫と正常虫と一緒に置いて交尾させた正常雌の卵のふ化率から不妊虫の性的競争能力を推定するモデルを考案した。この方法を参考にして次の式をつくり、次代成虫の眼色の分離比を用いて赤さび色眼系統の雄成虫の性的競争係数(C_F)を推定した。

$$C_F = \frac{1}{n} \sum \frac{R_2 N_1}{R_1 N_2}$$

n : 反復数

R_1 : 組み合わせたR系統雄成虫数

N_1 : " N系統 "

R_2 : 次代のR型羽化成虫数

N_2 : " N型 "

交尾比は、以下のようにして計算した。

$$\text{交尾比} = \frac{\text{R型個体を産んだ雌親の数}}{\text{N型個体を産んだ雌親の数}}$$

実験1

実験1は1982年11月から1983年6月の間に実施した。

羽化後2日目の未交尾の成虫を雌雄に分離し、R系統の雌50頭に対してR系統とN系統の混合比を変えた雄50頭を交配させた。R系統とN系統の混合比は5対0, 4対1, 1対1, 1対4及び0対5とした。実験は3段階の加齢について3回反復した。供試虫には成虫飼料と水を十分に与えた上、死亡個体数を毎日調査して飼育条件を最高に保ったことを確認した。

採卵は、供試虫を抽出した母集団の個体群において産卵が確認された後3日目から10日ごとに3回、針穴

をあけたキュウリを1本、各飼育箱に約4時間入れて行った。その後は前述の飼育方法に従って成虫まで飼育した。羽化した成虫すべての眼色を調べた。

実験2

実験2は1983年10月から11月に行った。羽化後2日目の成虫を雌雄に分離し、R系統の雌20頭に対して、R系統とN系統の雄をそれぞれ20頭ずつ合計40頭を交配させた。実験は2回反復した。供試虫には成虫飼料と水を十分に与え、死亡個体数を毎日調査した。

採卵の開始日は実験1と同様にし、10日ごとに3回採卵した。採卵日には朝9時から1時間以内に各飼育箱から雌をすべて取り出し、1個体ずつ採卵用のキュウリと成虫飼料と水を入れた小型プラスチック容器(直径8cm, 高さ6cm)に入れ、24時間採卵した。産卵されたキュウリは、1本ずつ容器に保管して飼育を継続した。幼虫飼料が不足しないように、ときには人工飼料を補った。次代成虫の眼色の調査は各雌ごとに行った。

結 果

実験1の結果は第1及び2表に示した。調査中の死亡成虫数は0~2頭と少なかったため、表中の数値の補正は行わなかった。

第1表には、採卵1回当たりの次代の羽化成虫数を示した。1回当たりの羽化成虫数は最高で1,870頭、最低で257頭であり、平均羽化個体数は反復1と2で約1,000頭、反復3で約500頭であった。1雌4時間採卵当たりの平均羽化個体数は10~23頭であった。

第2表には3回の反復を平均した次代成虫の眼色の分離比と、それから推定したR系統雄の性的競争係数(C_F)を示した。

ISHIKAWA and SUGIMOTO (1980)によって報告されたように、R系統の雌と雄の交配から得られた次代の眼色はすべて赤さび色(R型)であり、R系統雌とN系統雄の交配ではすべて正常色(N型:赤さび色の遺伝子をヘテロに持つ)であった。

第1表 集団採卵から得られた1回当たりの次代の羽化個体数

反 復	羽 化 個 体 数		
	平均±SD	範 囲	1雌当たり
1	1,146±372	503~1,870	22.92
2	1,031±460	313~1,815	20.62
3	512±166	257~ 830	10.24

第2表 R系統とN系統の雄の混合比を変えて得られた次代成虫の眼色の分離比(%)
()は混合比1対1の場合を標準にして換算した C_F

系統及び個体数 R♀ : R♂ : N♂ ¹⁾	次世代成虫の眼色の分離比			
	12日 ²⁾	22日	32日	平均
	R型 : N型	R型 : N型	R型 : N型	R♂, N♂
50 : 50 : 0	100 : 0	—	—	
50 : 40 : 10	72.03 : 27.97 (0.77, 1.31)	61.07 : 38.93 (0.80, 1.25)	55.20 : 44.80 (0.70, 1.43)	(0.76, 1.33)
50 : 25 : 25	45.67 : 54.33 (1.00, 1.00)	32.67 : 67.33 (1.00, 1.00)	30.65 : 69.35 (1.00, 1.00)	(1.00, 1.00)
50 : 10 : 40	22.13 : 77.87 (1.35, 0.74)	13.40 : 86.60 (1.51, 0.66)	12.60 : 87.40 (1.31, 0.76)	(1.39, 0.72)
50 : 0 : 50	0 : 100	—	—	
性的競争係数(C_F)	0.87	0.50	0.44	0.60

¹⁾ R : 赤さび色眼系統, N : 正常眼系統.

²⁾ 羽化後採卵までの日数.

第3表 同数のR系統とN系統の雄をR系統雌に交配させた結果

	羽化後の日数		
	18	28	38
実験個体数(R♀ : R♂ : N♂)	37 : 39 : 40	36 : 39 : 40	31 : 39 : 39
交尾雌の数	23	27	27
R型を産んだ雌親の数	16	16	17
N型を産んだ雌親の数	11	20	20
R型とN型の両方を産んだ雌親の数	4	9	10

両系統の雄成虫の混合比を変えた場合の次代成虫の眼色の分離比は雄の混合比と等しくはならず, R♂ : N♂ = 10 : 40 の組み合わせの12日目の区を除いて, 他は明らかにN型成虫の出現頻度が高くなっており, R系統とN系統の間で雄の性的競争能力に差のあることがわかった。その差は, 羽化後の日数の経過につれて, また, N系統雄の混合割合の減少につれてより顕著になった。次代成虫の眼色の分離比から推定したR系統雄の性的競争係数は, 羽化後の日数の経過につれて小さくなり, 平均0.60であった。

雄の混合比が1対1の区の性的競争係数(C_F)がそれぞれ $C_F=1$ となるように次代成虫の眼色の分離比を補正し, それを標準にして他の区の C_F を推定した。混合比が4対1及び1対4の区の両系統雄の C_F は, 雄の系統あるいは羽化後の日数が違ってほとんど変わらなかった。しかし, 混合された雄の割合が他の雄に比べて少ないときには, その系統の雄の C_F は1よりも大きくなり, 反対に多いときには1よりも小さくなって, 同じ系統の雄の性的競争能力が混合比の多少

によって逆転した。

実験2の結果を第3, 4及び5表に示した。

第3表には雌の交配型とその数について, 雌個体別に次代成虫の眼色から調べた結果を示した。表の数値は2回の反復の合計である。最初の採卵日が12日目ではなく18日目になったのは実験中の飼育室の温度が通常温度よりも約2℃低かったためである。次代を生じた雌の数は羽化後18日目で23頭, 28日, 38日目でそれぞれ27頭であり, 交尾した雌の多くが18日目までに1回目の交尾を終えていた。R型の次代を生じた雌親の数は, 羽化後18日と28日目で16頭, 38日目で17頭であったが, N型の次代を生じた雌親の数は羽化後18日目で11頭, 28日, 38日目で各20頭であった。R型とN型の個体の両方を産んだ重複交尾雌親の数が増加したのは羽化後28日目までの間であった。羽化後18日から28日の間に死亡した雌は1頭であり, R型の個体を産んだ雌親の数は増加していないが, N型の個体を産んだ雌親の数が増加していることから, この間に重複交尾した雌親のうち少なくとも4頭はR系統

第4表 個体採卵から得られた1回当たりの次代の平均羽化個体数(±SD)

	次 代 成 虫 の 眼 色		
	R 型	R型とN型の混合	N 型
羽化個体数	37.74±16.89	39.17±13.98	36.93±14.48

第5表 雌個体別に採卵して得られた次代成虫の眼色の分離比から求めたR系統雄の性的競争能力

	羽化後の日数			平均
	18	28	38	
交尾比 ¹⁾	1.49	0.80	0.85	—
性的競争係数 (混合羽化成虫) ²⁾	1.28	0.46	0.45	0.74
性的競争係数 (総羽化成虫)	1.42	0.63	0.63	0.89

¹⁾ 交尾比 = $\frac{\text{R型を産んだ雌親の数}}{\text{N型を産んだ雌親の数}}$

²⁾ 計算に用いた次代成虫の個体群で、R型とN型の両方が羽化したもの。

の雄と交尾した後、N系統の雄と交尾したことになる。

第4表には、1雌1日採卵当たりの次代平均羽化成虫数を、雌個体別に次代成虫の眼色によって3区に分けて示した。平均値間には統計的に有意差は認められず、交尾した雄の系統の違いは次代の羽化成虫数に影響しなかった。

第5表にはR系統とN系統の雄を1対1の割合で混ぜてR系統の雌と交配させ、雌個体別に採卵して得られた次代成虫の眼色から、N系統雄に対するR系統雄の交尾比と、R系統雄の性的競争係数(C_F)を推定した結果を示した。 C_F の推定には、各雌親から羽化した成虫を反復ごとに合計して眼色の分離比を調べ、その平均値を用いた。羽化後18日目ではR系統雄の性的競争能力が高く、交尾比と推定した2つの C_F がいずれも1以上であり、交尾比と総羽化虫からの C_F とは近い値であった。しかし、28日と38日目には逆にN系統雄の性的競争能力が高くなって、いずれの値も1以下になり、総羽化虫から推定した C_F は交尾比の約3/4と小さくなったが、実験1で推定した C_F の平均とほぼ一致した。

考 察

筆者らが累代飼育しているウリミバエの系統は、11年前に野外から導入し、以後小規模な集団ですでに約

130世代を経たが増殖力の低下はみられず、累代飼育を続けるに何ら問題が生じていない。

しかし、昆虫を室内で長期間累代飼育すると活力が低下するなど、虫質が変化して研究の目的に添わなくなることがBOLLER(1972)によって指摘されている。

ウリミバエにおいては、不妊虫を利用した根絶防除のために大量増殖に適した系統を育成して飼育を続けると、野生の系統に比べて産卵前期間の短縮、産卵量の増加、成虫寿命の短縮(仲盛ら, 1976; 杉本, 1978)、性的競争能力(岩橋, 1979; SUZUKI and KOYAMA, 1980; 添盛ら, 1980; KUBA and KOYAMA, 1982)及び飛翔能力(NAKAMORI and SIMIZU, 1983)の低下をきたすと言われている。

本実験では、眼色の突然変異形質を利用して、同じ環境条件で長年累代飼育してきた起原を同じくする2系統の雄成虫の性的競争能力について調査した。次代成虫の眼色の分離比に基づいて比較した結果、反復間のふれはあるが性的競争能力に明らかな差が認められた。ショウジョウバエでは、一般に突然変異系統は正常虫に比べて競争能力が劣るが、ウリミバエの眼色の突然変異体であるR系統についても、雄の性的競争能力はN系統に比べて劣ることが明らかになった(第2及び5表)。この結果は、集団採卵して飼育を続けた実験(第2表)においても、個体別に採卵飼育した実験(第5表)においても同様であった。また、R型の次代が羽化したことによってR系統雄との交尾が確認された雌個体数が羽化後18日目には多かったが、28日目にはR系統雄との交尾虫は増加せず、N型の次代が羽化したことによってN系統雄との交尾が確認された雌個体だけが9頭増加した(第3表)。これらの事実から、R系統雄の性成熟がN系統雄よりもやや早いことと両系統の雄が性成熟したときの交尾競争能力はN系統雄のほうが高いことが考えられた。しかし、個体別採卵では、採卵1回当たりの次代羽化虫数が少なく(第4表)、幼虫の飼料も十分与えたことから、幼虫期における競争の影響があったとは考え難い。従って、本実験で得られた結果は雄成虫の性成熟の速さの違い、交尾能力の差など、成虫の生殖に関係するいろいろな要因が複合的に作用した結果であると思われる。

TERUYA and ISOBE (1982) は不妊虫と正常虫の重

複交尾による次代の卵のふ化率を調べ、後から交尾した虫の影響が強く現われると述べた。本試験でもR系統とN系統の両方の雄と交尾した雌親が産んだ次代成虫の眼色の分離比から推定したR系統雄の C_F は羽化後28日と38日目に0.5以下となった(第5表)。その原因は、R系統の雄と交尾後N系統の雄と交尾した雌親が多かったことによる可能性が強い。

一方、PETIT (1951, 1971) と EHRMAN and PETIT (1968) はショウジョウバエの一種で雄の組み合わせ比率を変えて雌との交尾回数を調べた結果、少数の雄は常に組み合わせ比率以上の割合で交尾することを報告した。筆者らの実験から、ウリミバエ雄の性的競争能力においても同様の現象が認められた(第2表)ことは興味深い。

摘 要

ウリミバエの突然変異体である赤さび色眼系統(R系統)の雄成虫の性的競争能力を、正常系統(N系統)のそれと比較した。

1. 両系統の雄50頭の組み合わせ割合を4対1, 1対1, 1対4にしてR系統の雌50頭と交配させ、集団で4時間採卵して得られた次代成虫の眼色について調べた結果、R系統雄の性的競争係数(C_F)は0.60となり、R系統雄の性的競争能力がN系統雄よりも劣ることがわかった。

2. 雄の組み合わせ割合が4対1及び1対4の場合、少数系統の雄の C_F は混合比が1対1のときの C_F を1とするとそれぞれ1.33と1.39になり、多数系統の雄の C_F は0.76と0.72になった。このように、競争相手に対し組み合わせ比率が多いときと少ないときとは、雄の競争能力に逆転現象が見られた。

3. R系統の雌20頭に対し両系統の雄各20頭を交配させ、個体別に24時間採卵して得られた次代成虫の眼色から雌の交配型とその数を検討した結果、雄の性成熟はR系統のほうがN系統よりもやや早いことと、性成熟後の交尾能力はN系統雄のほうが大きいことが認められた。

4. R型とN型の個体が混じって羽化した成虫で推定した C_F は0.74となり、総羽化成虫から推定した C_F (0.89)よりも小さかった。

引用文献

- BOLLER, E. (1972) Behavioral aspects of mass-rearing of insects. *Entomophaga* **17**: 9-25.
- EHRMAN, L. and C. PETIT (1968) Genotype frequency and mating success in the willistoni species group of *Drosophila*. *Evolution* **22**: 649-658.
- FRIED, M. (1971) Determination of sterile-insect competitiveness. *J. Econ. Entomol.* **64**(4): 869-872.
- ISHIKAWA, K. and T. SUGIMOTO (1980) A rust-eyed mutant of the melon fly. *Res. Bull. Pl. Prot. Japan* **16**: 91-93.
- 岩橋 統 (1972) 不妊虫放飼法によるウリミバエ, *Dacus cucurbitae* COQUILLET, の根絶に関する生態学的研究. 沖縄農試特別研究報告 **1**. 那覇: 沖縄県農試, 72 p.
- KUBA, H. and J. KOYAMA (1982) Mating behavior of the melon fly, *Dacus cucurbitae* COQUILLET (Diptera: Tephritidae): Comparative studies of one wild and two laboratory strains. *Appl. Ent. Zool.* **17**(4): 559-568.
- 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 3. 大量飼育法. 沖縄農業 **14**: 1-5.
- NAKAMORI, H. and K. SIMIZU (1983) Comparison of flight ability between wild and mass-reared melon fly, *Dacus cucurbitae* COQUILLET (Diptera: Tephritidae), using a flight mill. *Appl. Ent. Zool.* **18**(3): 371-381.
- PETIT, C. (1951) Le rôle de l'isolement sexuel dans l'évolution des populations de *Drosophila melanogaster*. *Bull. Biol. Fr. Belg.* **85**: 392-418.
- PETIT, C. (1971) Frequency-dependency and the maintenance of polymorphism in insect populations. *Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungaricae* **6**(1-4): 137-142.
- 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.
- 杉本 渥 (1978) ウリミバエの大量採卵法の検討. 応動昆 **22**(2): 60-67.
- SUZUKI, Y. and J. KOYAMA (1980) Temporal aspects of mating behavior of the melon fly, *Dacus cucurbitae* COQUILLET (Diptera: Tephritidae): A comparison between laboratory and wild strains. *Appl. Ent. Zool.* **15**(3): 215-224.