

# チャバネアオカメムシ青緑色系統の確立

農業生物資源研究所 小 滝 豊 美

## はじめに

果樹の重要害虫であるチャバネアオカメムシ *Plautia crossota stali* SCOTT は、成虫期に体色を変化させることがよく知られている。通常本種成虫の背面は、翅の部分を除いて緑色であるが、越冬中の成虫ではこの部分が褐色に変化する（小田，1980）。成虫休眠を誘導する20℃・短日条件下で飼育した場合にも、同様な体色を示す個体を得ることができる。こうした体色変化は休眠と関連していて、成虫の生理状態と相関する幼若ホルモンの体液中の濃度に応じて、緑色から褐色へ、そして再び緑色へと連続的・可逆的に変化しうる（小滝・八木，1987；KOTAKI and YAGI, 1989）。また、幼虫の胸部および腹部でも飼育温度や密度、日長等の環境条件に応じてそれぞれメラニン化の程度および色彩に変異があることが知られている。筆者はこれらの生理的な、もしくは環境条件による体色変化とは独立した、遺伝的に固定された体色の変異系統である「青緑色系統」を確立した（口絵；KOTAKI, 2006）。本稿では、その特徴および遺伝的な支配について紹介する。この形質が遺伝的に固定されていることから、これを遺伝的なマーカーとして利用できるだろうということは容易に想像できる。そのためには、この系統と正常系統との間で生殖能力などに差があるかどうか、あらかじめ明らかにしておくことが望ましい。そこで雄成虫の性的競争力に関する実験を行ったので、その結果も併せて紹介したい。

## I 青緑色系統の特徴

筆者は実験室内で8世代目まで累代飼育したチャバネアオカメムシの雌が産下した卵の中に、通常では見ることができない淡い緑色をしたものを数個見いだした（口絵D）。これらの卵に由来する子孫を数世代飼育し、すべての成虫が青緑色を示し、また雌成虫が産下する卵がすべて淡緑色である集団を得ることができたので、その集団を「青緑色系統」と名付けた。この系統は最初の個体の発見から現在まで18世代にわたり累代飼育されている。この系統では、成虫の複眼や単眼、前翅革質部の

色も正常系統とは異なり金属光沢をもつ灰色を呈していた（口絵A, B）。成虫を解剖したところ、正常系統では黄色ないし橙色である臭腺や精巢・輸精管の上皮組織が白色であることが判明した（口絵I, J）。しかし、色彩以外の形質には正常系統との間で大きな差は認められなかった。青緑色系統では、成虫ばかりでなく幼虫の腹部も青緑色を示した（口絵H）。正常系統の幼虫の腹部は、環境条件に応じて緑色から赤褐色まで色彩に幅広い変異が見られる（口絵F, G）が、青緑色系統では環境条件による色彩の差は認められなかった。一方、幼虫の胸部はいずれの系統でも環境条件による変異、すなわち低温・短日・高密度で黒色化する傾向が認められたが、その出現の様相には系統間で大きな差は認められなかった。

## II 遺伝的支配

青緑色系統に特有な形質が遺伝的にどのように支配されているか知るために、この系統と正常系統との交配実験を行った（図-1）。まずこれら二つの系統間で正逆交配を行ったところ、得られた個体（F<sub>1</sub>）はすべて正常系統の表現型を示した。このことから、青緑色系統の表現型は劣性の形質と考えられた。F<sub>1</sub> 同士の交配で得られたF<sub>2</sub>ではその表現型は正常型および青緑色型に分離した。それらの比率は3：1と統計的に有意な差は認められなかった。F<sub>1</sub>の正常系統への戻し交配で得られた個体はすべて正常型を示した。また、青緑色系統への戻し交配では正常型および青緑色型が得られ、それらの分離比はほぼ1：1であることが示された。F<sub>1</sub>を得るために用いた雌親の系統にかかわらず、F<sub>1</sub> 同士の交配や戻し交配の結果は基本的に同一であった。

これらの結果から、青緑色型は常染色体上に座乗する劣性の遺伝子によって支配されていると結論された。

## III 性的競争力の比較

青緑色型の形質は遺伝的に固定されているので、これを遺伝的なマーカーに利用することが可能であろうと期待される。青緑色型がおそらくは突然変異によって出現したと推測されること、および、突然変異個体は性的競争力が劣る場合があることから、青緑色系統の性的競争力が正常系統のそれと差があるかどうか、あらかじめ知

Establishment of a Blue-green Strain of the Brown-winged Green Bug, *Plautia crossota stali* SCOTT. By Toyomi KOTAKI  
(キーワード：果樹カメムシ，体色変異，遺伝支配，P<sub>2</sub>値)

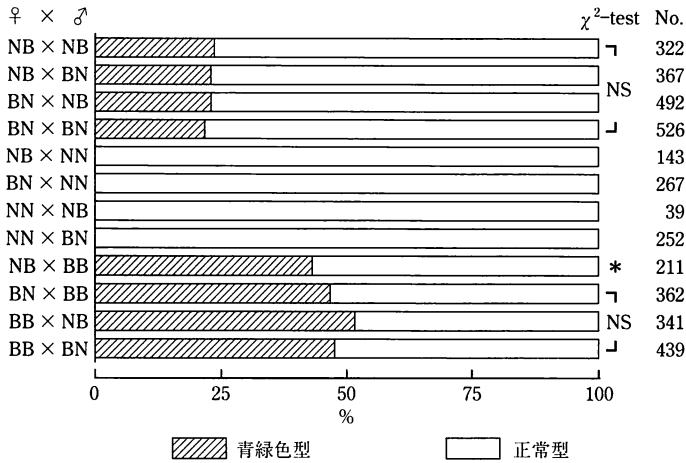


図-1 F<sub>2</sub>世代における青緑色型と正常型の出現率

正常系統と青緑色系統とを交配して得られたF<sub>1</sub>同士の交配および戻し交配を行った際の各表現型の比率を示す。NN：正常系統、BB：青緑色系統、NB：雌親を正常系統、雄親を青緑色系統として得られたF<sub>1</sub>、BN：逆の組み合わせで得られたF<sub>1</sub>であることを示す。\*およびNSは、それぞれ期待される分離比（1：3または1：1）と有意差（p < 0.05）あり、およびなしを示す。KOTAKI, 2006 から転載。

っておくことは有用であろう。行動実験や交配実験などに利用する際にはこの点の吟味が必要である。I章で述べたように青緑色系統では雄成虫の精巣や輸精管の上皮組織が白色に変異している。もし精巣上皮の色彩が生殖機能に重要な役割を果たしているのなら、この系統の雄は性的に劣っているかも知れない。このような背景から、青緑色系統の雄と正常系統の雄との間で性的競争力の比較を行った。

まず、青緑色系統の雌成虫と正常系統あるいは青緑色系統の雄とを交尾させて、交尾時間や交尾後産下された卵の受精率を比較した（表-1）。どちらの系統の雄成虫と交尾した場合にも交尾時間には統計的に有意な差は検出されなかった。交尾後数卵塊産卵させて、その卵の受精率を調べたところ交尾させた雄の系統にかかわらず80%以上の受精率で、雄の系統間で有意差は認められなかった。1回目とは違う系統の雄ともう一度交尾させた場合にも、交尾時間および受精率に雄の系統間で有意な差は検出されなかった。

次に、2回目の交尾後産下された卵を対象に、2回目に交尾した雄の精子が受精に使われる割合、P<sub>2</sub>値を雌ごとに求めた。異なる系統の雄と1回ずつ交尾した青緑色系統の雌が産下した卵において、どちらの雄の精子が受精に使われたかは、卵内で胚子発生が進み眼点が形成される時点で、以下に述べるように容易に判定すること

ができる（口絵E）。この時期の卵では、眼点が赤色に着色するものおよび薄い灰色に着色するものがある。前者は胚子の表現型が正常型の場合で、劣性の青緑色型卵と優性の正常型精子との受精によって正常型の胚子が形成されたことを示す。この正常型の胚子では、眼点が卵殻を通して赤く見えるだけでなく、卵全体も薄い茶色に着色する。これに対して、青緑色系統の雄の精子が使われたときには、胚子の遺伝子型は劣性ホモで青緑色型の胚子が形成される。この場合には眼点の色は薄い灰色である。このように眼点の色に基づいて、2回目の交尾後30日間に産下された卵において受精に使われた精子がどちらの系統か判別し、2回目に交尾した雄の精子が使われた比率を算出した。その結果、青緑色系統—正常系統の順で交尾させても逆の順で交尾させても、雌成虫に対するP<sub>2</sub>値の平均値はおよそ0.7で、有意な差は検出されなかった（表-1）。この結果は、2回の連続した交尾では、系統にかかわらずあとから交尾する雄のほうが受精に少し有利であることを示唆している。さらに、交尾する雄の順番によらず、P<sub>2</sub>値には雌成虫間で大きなばらつきが観察された（図-2）。このばらつきがどのような意味をもつかはいまのところ不明である。ところが、5日間ごとにその期間内に産下された卵に基づく各雌成虫のP<sub>2</sub>値を算出して経時的に比較すると、個々の雌成虫に対するP<sub>2</sub>値の時間的な変動はあまり大きくな

表-1 青緑色系統の雌成虫と正常系統 (N) および青緑色系統 (B) の雄成虫とを、この順および逆順に 1 回ずつ交尾させる交配実験における交尾時間、卵の受精率および P<sub>2</sub> 値

交尾の順序	供試虫数	1 回目の交尾		2 回目の交尾		産卵数 <sup>a)</sup>	P <sub>2</sub> 値 <sup>b)</sup>
		時間 (分)	受精率 (%)	時間 (分)	受精率 (%)		
N → B	25	228 ± 103	91 ± 1	304 ± 110	87 ± 14	265.3 ± 101.9	0.66 ± 0.35
B → N	19	291 ± 84	83 ± 8	322 ± 145	94 ± 5	216.2 ± 91.8	0.70 ± 0.38

<sup>a)</sup> 2 回目の交尾後 30 日間の産卵数. <sup>b)</sup> 2 回目に交尾した雄の精子が受精に使われる割合.

KOTAKI, 2006 から転載.

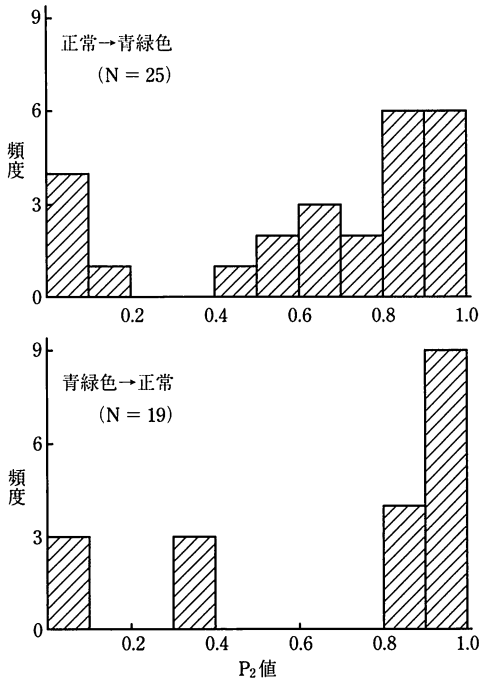


図-2 雌成虫に対する P<sub>2</sub> 値の頻度分布

上の図は青緑色系統の雌を正常系統の雄と交尾させ、次いで青緑色系統の雄と交尾させた場合の P<sub>2</sub> 値、下の図は逆の順に交尾させた場合の P<sub>2</sub> 値. KOTAKI, 2006 から転載.

いことが明らかになった (図-3)。この結果から、2 回目の交尾後に雌体内で 2 頭の雄の精子は混ざり合ってしまうことが推測される。さらに、P<sub>2</sub> 値の時間的な変動が少ないことは、どちらかの系統の精子がもう一方に比べて早く活性を失う可能性は低いことの反映であると考えられた。したがって、青緑色系統の雄の性的競争力は正常系統雄のそれと比べて遜色ないものと考えられる。

お わ り に

チャバネアオカメムシの青緑色型は常染色体上の劣性の形質であることが示された。また、雄成虫の性的競争

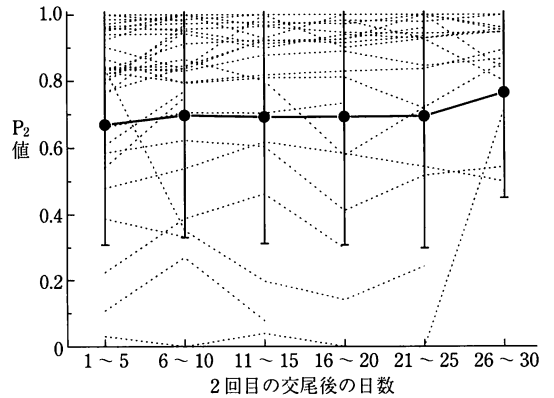


図-3 雌成虫に対する P<sub>2</sub> 値の経時的な変化

黒丸と縦棒はそれぞれ平均値と標準偏差を示し、破線は供試した雌成虫ごとの P<sub>2</sub> 値を示す. KOTAKI, 2006 から転載.

力には正常系統と青緑色系統とのあいだで有意な差は検出されなかった。これらの結果から、青緑色系統は遺伝的マーカーとして有用な系統であろうと考えられる。ミナミアオカメムシやアオクサカメムシではいくつかの体色型が存在し (友国ら, 1993), そうした体色型を利用して、精子競争に関する研究などが行われている (例えば, McLAIN, 1980)。チャバネアオカメムシでは、遺伝的に決定される体色型が存在していないためこのような研究が難しかったが、正常型との識別が容易な青緑色系統を利用することにより、同様な研究の進展が期待される。この系統で特に便利であると思われるのは、卵内の胚子が眼点形成期に達すると、つまり産卵後長い期間待たなくても、子世代の表現型が容易に識別できることである。

P<sub>2</sub> 値は、昆虫の交尾行動の進化を考える際の重要なパラメーターであるとされている (SIMMONDS, 2001)。ミナミアオカメムシをはじめカメムシ類の数種では高い P<sub>2</sub> 値が報告されている。このような高い P<sub>2</sub> 値がミナミアオカメムシの数日間にも及ぶ長時間交尾が進化した要

因の一つであると推測されている (McLAIN, 1980)。チャバネアオカメムシでは交尾時間が数時間にわたることや雌成虫が多数回交尾することが知られているが、このような形質がどのように獲得されたか、また、ばらつき大きな  $P_2$  値がこれらの形質の獲得に関係しているかどうかなどは今後の研究課題である。多数回行われる交尾で、各交尾で渡された精子がどのように使われるかという精子利用に関する研究は興味深い。青緑色系統の利用によりこうした情報の蓄積が期待される。

青緑色型の形質は全体としてみると、赤色ないし橙色の欠損のように見える。予備的な実験からプテリジン色素の組成に変異が起きている可能性が示された。実際、ホシカメムシの一種ではプテリジン色素が体色の変異に関係するという報告がある (SOCHA and NEMEC, 1992)。また、クサギカメムシでは、精巣上皮組織などで観察さ

れる赤い着色にプテリジン色素が関与していることが知られている (NIVA and TAKEDA, 2002)。青緑色系統に特有な色彩に、どのような色素 (の欠損) が関与しているか今後検討を進めたい。

引用文献

- 1) KOTAKI, T. (2006) : Applied Entomol. Zool. 41 : 651 ~ 657.
- 2) 小滝豊美・八木繁実 (1987) : 応動昆 31 : 285 ~ 290.
- 3) KOTAKI, T. and S. YAGI (1989) : Appl. Entomol. Zool. 24 : 42 ~ 51.
- 4) McLAIN, D. K. (1980) : Psyche 87 : 325 ~ 336.
- 5) 小田道宏 (1980) : 植物防疫 34 : 309 ~ 314.
- 6) NIVA, C. C. and M. TAKEDA (2002) : Comp. Biochem. Physiol. B 132 : 633 ~ 660.
- 7) SIMMONDS, L. W. (2001) : Sperm competition and its evolutionary consequences in the insects, Princeton Univ. Press, Princeton, 434 pp.
- 8) SOCHA, R. and V. NEMEC (1992) : Acta Entomol. Bohemoslov. 89 : 195 ~ 203.
- 9) 友国雅章ら (1993) : 日本原色カメムシ図鑑, 全国農村教育協会, 東京, 380 pp.

！当協会発行の新刊図書の紹介！

「農薬概説 (2007)」

監修 農林水産省消費・安全局 農産安全管理課, 植物防疫課  
 独立行政法人 農林水産消費安全技術センター B5判 280頁 定価 1,890円 (本体 1,800円) 送料 340円  
 農薬取扱者が知っておかなければならない農薬に関する法令とその解説, 基礎知識についての詳細を掲載。

<p>第1章 作物保護と農薬</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 作物保護の目的</li> <li>2 病虫害と雑草による被害</li> <li>3 作物保護における農薬の位置づけ</li> </ol> <p>第2章 植物防疫行政</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 農業と植物防疫</li> <li>2 植物防疫行政の組織体制</li> <li>3 病虫害発生予察事業</li> <li>4 防除事業</li> <li>5 農林水産航空事業</li> <li>6 植物検疫</li> </ol> <p>第3章 農薬行政</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 農薬行政の歴史</li> <li>2 農薬行政の概況</li> <li>3 農薬の登録</li> <li>4 農薬の果たす役割</li> <li>5 指導者の認定等</li> </ol>	<p>第4章 関係法令 解説</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 農薬に関わる法体系</li> <li>2 農薬取締法解説</li> <li>3 関係法令と動向                     <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 毒薬及び劇物取締法</li> <li>(2) 食品衛生法</li> <li>(3) 環境基本法</li> <li>(4) 水質汚濁防止法</li> <li>(5) 水道法</li> <li>(6) 消防法</li> <li>(7) 廃棄物の処理及び清掃に関する法律</li> <li>(8) 食品安全基本法</li> </ol> </li> </ol> <p>第5章 農薬の一般知識</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 農薬の種類</li> <li>2 農薬の特性</li> <li>3 農薬の開発</li> <li>4 農薬の生産と流通</li> </ol> <p>第6章 施用技術</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 散布技術の基礎</li> <li>2 施用 (散布) 方法</li> </ol>	<p>第7章 農薬のリスクと安全性評価</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 農薬のリスク</li> <li>2 安全性評価</li> <li>3 農薬リスクの実態</li> </ol> <p>第8章 農薬の安全・適正使用</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 農薬使用者の責務</li> <li>2 安全使用の基本事項</li> <li>3 安全使用のための知識</li> <li>4 使用上の諸注意</li> <li>5 農薬散布時の飛散防止対策</li> </ol> <p>第9章 病虫害・雑草とその防除</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 病虫害</li> <li>2 害虫</li> <li>3 雑草</li> <li>4 植物の生育調節</li> </ol> <p>資料                  農薬取締法および関連する法令通知等</p>
---	--	---