

蚕の新しい突然変異,母性遺伝赤蟻について

誌名	日本蠶絲學雜誌
ISSN	00372455
著者	吉村, 儀成
巻/号	50巻3号
掲載ページ	p. 206-212
発行年月	1981年6月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



蚕の新しい突然異変, 母性遺伝赤蟻について

吉村 儀成

宮崎市霧島町・農林水産省蚕糸試験場宮崎原蚕種試験所 (〒 880)

Yoshinari YOSHIMURA : Maternally conditioned mutant for the body color of newly hatched larva in the silkworm

(1981年3月7日受理)

蚕においては孵化直後の蟻蚕は黒色であるのが普通である。この度、著者は試験飼育のための1交雑種から蟻蚕が褐橙色を呈するいわゆる赤蟻を見出し、その淘汰及び交雑実験を行った。その結果、この新しい赤蟻突然異変は劣性であり、しかも母性遺伝の様式に従って発現されることが判明した。蚕ではこれまで、優性赤蟻 (*I-a*)、劣性赤蟻 (*ch*)、伴性赤蟻 (*sch*) の3種類の赤蟻変異体が知られているが、母性遺伝をするものは初めてである。そこでこの赤蟻を母性遺伝赤蟻と呼ぶことにし、2・3の調査を行ったのでその大要を報告する。

本文に入るに先立ち、指導と本稿校閲の労を賜った農林水産省蚕糸試験場宮崎原蚕種試験所吉村亮所長、九州大学農学部土井良宏博士に深く感謝の意を表する。

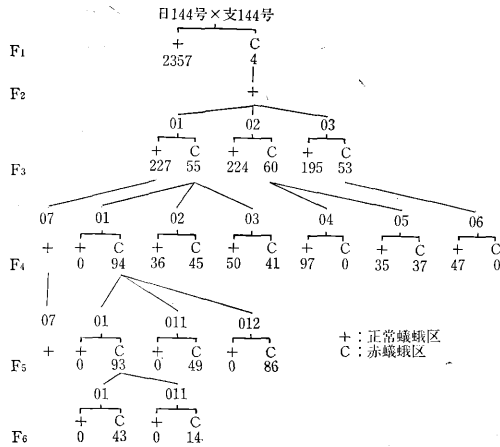
材料と方法

1979年春期に採種した試験用蚕種、日144号×支144号を同年初秋期に掃立てたところ、孵化した蟻蚕がすべて褐橙色の赤蟻である蛾区が混じているのを見出した。そこでさらに同じ時期に採種した日144号×支144号の蚕種を1蛾包して蛾区別に蟻蚕体色を調べた。そのうち、赤蟻性が最も顕著な蛾区を選び、飼育、継代して赤蟻の淘汰、交配実験を行うとともに、孵化率、幼虫発育、繭の計量的形質などについて調査した。

結 果

1. 新しい赤蟻の淘汰と遺伝

1979年春期に採種した日144号(雌)×支144号(雄)の交雑 F_1 卵合計2361蛾区について孵化した蟻蚕の体色を蛾区別に調べた。その結果2357蛾区では全個体が正常色であったが、4蛾区では孵化した蟻蚕の全部が褐橙色を呈していた(孵化率はいずれも90%以上)この赤蟻蛾区のうち、色調が最も淡い区を選び1蛾育したところ、掃立翌日には赤蟻性が消失し、正常蟻区の蚕と識別できなくなった。この掃立当日においてのみ赤蟻性がみられた交雑 F_1 蛾区の次代 (F_2) では全蛾区とも正常蟻のみを生じたが、更にその3区を飼育して後代における蟻蚕体色を調べ赤蟻の固定を図った。赤蟻が発見された交雑 F_1 から F_3 に至るまでの蛾区内交配による淘汰経過を第1図に示す。 F_1 で1蛾区からの蟻蚕に赤蟻と正常蟻とを混ざるものは皆無であり、しかも F_2 の蟻蚕はすべて正常色であったことを考慮して、同代以降の採種においては一部を正常蟻区との交配に用いた以外は全蛾を採種し、得られた卵のすべてについて即時浸酸を施して蛾区別に孵化当日の蟻蚕体色を調べた。蟻蚕がすべて正常体色であった F_2 から3区を飼育、継代して得られた F_3 では、1頭の雌蛾の産下卵から正常蟻と赤蟻の双方が孵化してくるものはみられず、1蛾区から孵化する蟻蚕の全部が正常色であるか、或いは全部が褐橙色の赤蟻である



第1図 F₁~F₆までの赤蟻の分離

かのいずれかであった。すなわち、この新しい赤蟻形質については既知の赤蟻の場合と違って蛾区内では分離せず、蛾区間分離の現象がみられるのである。その数は3区合計で正常蟻蛾区646に対し、赤蟻蛾区168であった。ここに再び生じた赤蟻蛾区のうちから6区(01~06)を設け、それぞれ次代の蟻蚕体色を調べた。その結果、01区では94蛾区の卵が得られたが全蛾区とも全個体が赤蟻であった。02, 03, 05の3区では赤蟻のみを生ずる蛾区と正常蟻のみを生ずる蛾区とがほぼ同数づつ得られ、残る2区(04, 06)では全蛾区とも正常蟻のみになった。一方、F₃の正常蟻蛾区を飼育継代した07区からの卵は正常蟻のみを生じた。このF₄で全蛾区とも赤蟻になった01系から3区を、さらにその次代からも2

区を飼育して、F₅, F₆の蟻蚕体色を調べたが、いずれにおいても赤蟻のみであった。したがってこの01系においては赤蟻性が固定されたことが確実である。

上述の蛾区内相互交配による淘汰と並行して、赤蟻蛾区から得られた蛾の一部を用いて正常蟻蛾区との間で交雑を行った。F₃の赤蟻区(01~06)と正常蟻区(07)との間の交雑によるF₄蟻蚕の体色は第1表に示すように、赤蟻系雌×正常蟻系雄の場合には相互交配によると同じで、01系では全蛾区赤蟻のみ、02, 03, 05系では正常蟻蛾区と赤蟻蛾区とが分離し、04, 06の両系では正常蟻のみを生ずる蛾区ばかりであった。これに対して正常蟻蛾区からの07系を雌に用いて赤蟻系(01~05)の雄を配した場合には、いずれにおいても赤蟻はみられずすべて正常蟻であった。

次に赤蟻性が固定された01系からのF₄の3区、F₅の2区についてそれぞれの蛾の一部を用いて正常蟻系との間で交雑した次代の蟻蚕体色は、第2表に示すようにF₅, F₆のいずれの代においても、赤蟻系を母体に用いた場合には赤、逆交雑、すなわち正常蟻系を母体に用いた場合は正常の黒であった。

第2表に示した赤×正、正×赤の両交雑区は交配に用いた個体が赤蟻或いは正常蟻に関しホモであるので、赤蟻性と正常蟻性との交雑F₁であるとみなすことができる。そこでこの正逆両交雑区を飼育して、それぞれの相互交配によるF₂、ならびにこのF₁蛾を雌に用いて正常蟻或いは赤蟻のホモの雄を配した戻し交雑による蟻蚕の体色を調べた。その結

第1表 赤蟻系と正常蟻系の交雑結果(F₄)

系統 分離 交配型式	01		02		03		04		05		06	
	正	赤	正	赤	正	赤	正	赤	正	赤	正	赤
赤 × 赤	蛾 0	蛾 94	蛾 36	蛾 45	蛾 50	蛾 41	蛾 97	蛾 0	蛾 35	蛾 37	蛾 47	蛾 0
赤 × 正	0	27	19	7	19	7	40	0	25	14	19	0
正 × 赤	35	0	53	0	33	0	60	0	53	0	—	—

- 注：1. 交配型式の赤は赤蟻系，正は正常蟻系を示す。
- 2. 分離の項の正は正常蟻蛾区，赤は赤蟻蛾区を示し，表の数字は蛾数(卵)を示す。
- 3. 以下第2表，第3表とも同じ。

第2表 赤蟻と正常蟻の交雑次代の蟻蚕体色

世代	系 統 分 離 交配型式	01		011		012	
		正	赤	正	赤	正	赤
F ₂	赤 × 赤	0	93	0	49	0	86
	赤 × 正	0	33	0	27	0	38
	正 × 赤	35	0	15	0	18	0
F ₃	赤 × 赤	0	43	0	14	—	—
	赤 × 正	0	27	0	16	—	—
	正 × 赤	53	0	36	0	—	—

第3表 赤蟻と正常蟻の交雑 F₂ および戻し交雑における蟻蚕体色

交 配 型 式	正	赤
(赤×正) × (赤×正)	106蛾	0蛾
(正×赤) × (正×赤)	145	0
(赤×正) × 正	48	0
(正×赤) × 赤	47	0

第4表 赤蟻蛾区の孵化率

区別	世代	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆
		%	%	%	%	%	%
赤 蟻		93	70	75	71	30	
正 常		100	99	99	97	97	

第5表 飼育経過 (F₄)

区別	齢別	1 齢	2~3 齢	4~5 齢	全 齢
		日時	日時	日時	日時
赤 蟻		5.00	7.07	11.17	24.00
正 常		4.03	7.05	11.17	23.01

果を第3表に示すが、交雑 F₁ 雌蛾の産下卵からはいずれの交配形式による場合もすべて正常蟻のみを生じた。

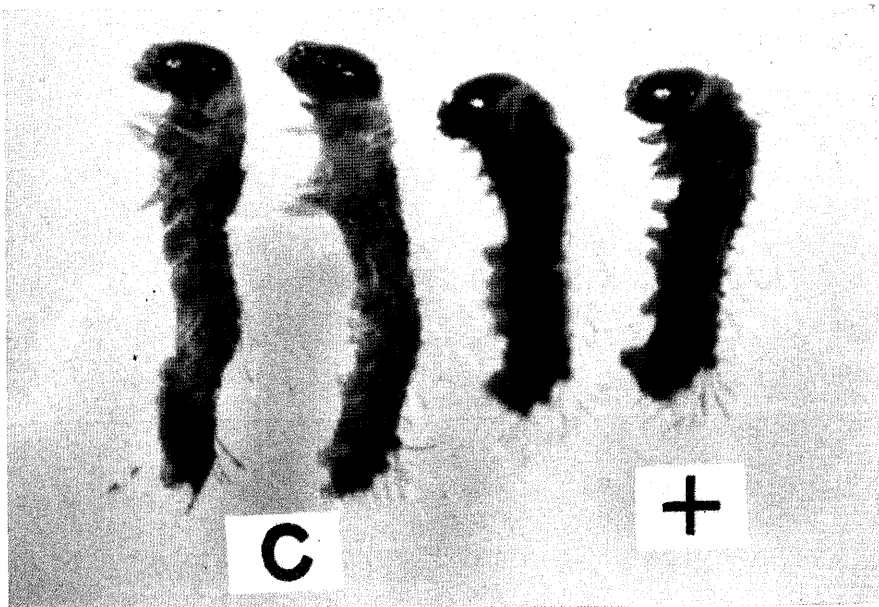
2. 新しい赤蟻の性状

日144号×支144号の F₁ から発見され、F₃ 6区を飼育したうちの1区において固定された赤蟻は、孵化或いは掃立当日においては体が極めて淡い褐橙色を呈するので正常と容易に識別される(第2図)。頭部は漆黒色であり、この点 I-a に似ている。また、赤蟻体色は第3図に示すように完成胚子においてもすでに発現されているので、催青卵では ch, I-a など既知の赤蟻変異体におけると同様、色調に深味がなく白っぽい感じを与える。越年卵の固有色は普通である。ところが、この赤蟻は掃立翌日には正常色(黒蟻)の幼虫と全く同じ体色になり、その後、壯蚕期においても正常蚕と識別することはできない。赤蟻に桑を与えないまま放置した場合には孵化翌日になっても赤蟻性は明りょうに保持されているので、掃立翌日における赤蟻性の消失は食桑に伴って起るものであると判断される。

次に前述の赤蟻の淘汰過程で孵化率、幼虫発育、繭の計量形質について、正常蟻蛾区と比較調査した結果を述べる。まず、孵化率は第4表に示すように正常蟻蛾区では F₆ になっても平均97%の高率が保たれていたが、赤蟻系では F₁ においてすでに若干低く、F₂ から F₆ にかけては平均70%、F₆ に至っては30%と急激に低下し、蛾区によってはすべて催青死卵になるものも認められた。幼虫発育経過を調査した結果は各世代において同じ傾向を示したので、第5表に1980年夏蚕期に飼育した F₄ 世代について



第2図 日144号×支144号の赤蟻と正常蟻（黒蟻）



第3図 催青死卵から取り出した赤蟻（C）と正常蟻（+）の胚子

第6表 眠蚕体重 (対100頭)

区 別	世 代 齡 期	F ₁			F ₂		
		1 眠	3 眠	4 眠	1 眠	3 眠	4 眠
赤 蟻 (対 正 常 比)		0.48 ^g (70.6%)	19.6 ^g (90.7%)	90.0 ^g (91.0%)	0.57 ^g (77.0%)	22.2 ^g (88.1%)	107.5 ^g (87.5%)
正 常		0.68	21.6	98.9	0.74	25.2	122.8

第7表 繭の計量形質

区 別	世 代 項 目	F ₁			F ₂		
		繭 重	繭 層 重	繭 層 歩 合	繭 重	繭 層 重	繭 層 歩 合
赤 蟻		1.99 ^g	46.9 ^{cg}	24.7 [%]	1.69 ^g	37.3 ^{cg}	22.1 [%]
正 常		2.00	51.0	25.0	1.78	37.6	21.1

のみの成績を掲げる。飼育する上で赤蟻系が正常系にくらべて特に難しいような事はないが、発育経過では1齡期間が正常系よりも約1日長い。2齡期以降の発育経過には差がないので、結局、全齡を通じてみても1齡期間の差が持ちこされ、赤蟻系の方が正常系よりも1日長くなった。第6表に掲げのようにF₁における眠蚕体重は正常に比べ赤蟻の方が1, 3, 4眠期を通じて軽い。特に1眠期体重は正常の約70%に過ぎないが、3, 4眠期には正常の約90%にまで回復している。この傾向はF₂代においても同様に認められる。一方、繭の計量形質には赤蟻系と正常蟻系との間でほとんど差は認められなかった(第7表)。しかし、F₂代においては繭層重には差はないものの、蛹体重は正常系の1.41gに対し赤蟻系ではその約94%の1.32gとやや軽くなっている。

考 察

日144号×支144号のF₁雑種から発見された赤蟻の淘汰過程及び交雑実験における分離結果は一見複雑なようであるが、1頭の雌蛾の産下卵から孵化する蟻蚕はすべてが赤蟻であるか、すべて正常の黒蟻であるかのいずれかである。赤蟻性を呈したF₁個体の相互交配によるF₂の蟻蚕体色は正常であり、

F₂に至って初めて赤蟻蛾区と正常蟻蛾区とに蛾区間分離することから、この赤蟻性が劣性であることは明らかであり、しかもこの蟻蚕体色は蟻蚕自身の遺伝子型とは関係なく母蛾の遺伝子型により前決定されているとみられる。すなわち、赤蟻ホモの雌蛾の産下卵から孵化する蟻蚕は交配に用いられた雄蛾が何であってもすべて赤蟻になり、赤蟻ヘテロ或いは正常の雌蛾の産下卵から孵化する個体は、たとえ赤蟻ホモの雄蛾が交配されていたとしても常に正常の黒蟻になるのであって、結局、前代の雌蛾の間における分離がその産下卵から孵化する蟻蚕の体色で初めて観察、判定されるものと考えられる。

仮にこの赤蟻遺伝子を *cm* として淘汰の経過を考えると次のようになる。まず、日144号の雌蛾2361頭中に遺伝子型 *cm/cm* のものが4蛾生じていて、これに+/+の支144号雄蛾が交配されたが、孵化する蟻蚕は母蛾が *cm* ホモであるため赤蟻となる。F₂では遺伝子型でみると *cm/cm* : *cm/+* : *+/+* = 1 : 2 : 1 の比に分離しているのであるが、蟻蚕の体色は母蛾の遺伝子型が *cm/+* であるのですべて正常になる。しかしF₂においては母蛾が *cm* ホモであるため蟻蚕が褐橙色になる蛾区1に対し、母蛾が *cm/+* のヘテロ及び *+/+* ホモで蟻蚕は正常にな

る蟻区3の割合で分離することになる。これらのうち、母蟻の遺伝子型が cm/cm であった蟻区を6区掃立てた訳であるが、この場合、母蟻と交尾した雄蟻の遺伝子型は cm/cm , $cm/+$, $+/+$ のいずれかである。01区では交尾した雄蟻も cm/cm ホモであったため赤蟻に固定され、02, 03, 05の3区では雄蟻が $cm/+$ であったため $cm/cm : cm/+ = 1 : 1$ に分離し、前者の雌が羽化後に産下した卵では赤蟻が、後者の雌蟻の産下卵では正常蟻が生ずることになる。また、04, 06の両系では交尾した雄蟻が $+/+$ であったため遺伝子型 $cm/+$ の個体のみとなり、赤蟻蟻区を生ずべき cm ホモの雌蟻は皆無であるので、次代はすべて正常蟻になったものとみられる。同様に考えれば赤蟻系と正常蟻系との交雑結果もすべて説明される。すなわち、この赤蟻突然変異は日144号に生じたものであり、劣性でしかも母性遺伝の様式に従って発現されていることが明確である。そこでこれを母性遺伝赤蟻 maternal chocolate と命名し、遺伝子記号を cm とする。現在、 cm 遺伝子の連鎖分析を行うべく準備中であるが、 cm ホモの雄を正常雌と交配して得られた F_1 雌蟻の産下卵から孵化した蟻蚕はすべて正常蟻であった。それ故、 cm 遺伝子は第1連鎖群とは独立であり、常染色体上に占座していることになる。

蚕においてこれまで母性遺伝の現象がみられているのは卵色に関するものである。針塚 (1943) は1齢期体色が卵色と密接な関係にあることを認め、赤蟻遺伝子が関与しない場合には正常色卵または赤卵からは黒蟻が、白卵からは灰白ないし白蟻が生じることを報じた。特に母性遺伝をする第1白卵 ($w-1$) と正常卵との交雑後代においては、卵色に関する母性遺伝の影響が蟻蚕の体色にまで持続されるが、食桑を開始するとともに次第にその影響から脱してゆき、1齢後期においてはその個体の遺伝子型による本来の体色に変るといふ。すなわち、 $w-1/+$ の雌に $w-1$ ホモの雄を交配すると、卵(胚子)の遺伝子型では $w-1/+$ のヘテロと $w-1/w-1$ のホモとを生ずるが、母蟻がヘテロであるので蛹体内において造成中の卵に $+^{w-1}$ 物質 (3-ヒドロオキシキノレン) が移行、蓄積されているため、産下卵はすべて正常の黒色になり、孵化する蟻蚕もすべて黒蟻である。しかし成長するにつれて $+^{w-1}$ 物質の影響は失われ、1齢後期には $w-1$ ホモ個体は白卵本来の

白色となるのである。また、蚕の1齢期体色はクチクル中にある黒色の比較的安定な外皮色素と、真皮細胞中に含有される茶ないし赤褐色及び淡灰褐色の比較的不安定な内皮色素とに大別されるものであり、黒蟻、白蟻、赤蟻の区別は主に内皮色素の色彩に基づくとしている。一方、長島 (1952) は蟻蚕の外皮色素が正常では黒色であるのに対し、赤蟻では褐色であることを観察している。従って、いわゆる赤蟻の体色にはトリプトファン系の内皮色素とメラニン系の外皮色素との両者が関与しているとみることができ、本報における母性遺伝赤蟻の場合もその例外ではないであろう。

母性遺伝赤蟻では既知の $I-a$, ch , sch におけると同様に胚子末期には赤蟻形質が明りょうに発現されているのであるが、孵化後食桑に伴って掃立翌日には赤蟻性が消失して正常体色に変る点、他の赤蟻変異体にはみられない特異性である。また、 $cm/+$ の母蟻に由来する cm ホモ個体では正常黒蟻となり胚子期の着色も正常である。これらのことからすれば母性遺伝赤蟻の体色が内皮色素、外皮色素のいずれによるものであれ、 cm ホモ個体自身の色素形成能力は胚子期、幼虫期を通じて正常であることに疑問の余地はない。一方、個体の遺伝子型としては劣性である cm 遺伝子に関しヘテロであっても、 cm ホモの雌蟻に由来する場合には胚子、蟻蚕の体色は褐橙色になるのである。卵はガス交換などを除けば栄養的には閉鎖系であり、受精胚は卵の内容物だけを素材として個体形成を行う。 cm ホモの雌蟻の卵では胚子の体色素形成に関する系の素材的要因が異常になっているものと考えざるを得ない。滝沢・勝野 (1952) は正常蚕に4齢から上簇までの間毎日1回硝酸銀を添食し、その雌蟻の産下卵から孵化した蟻蚕を観察したところ、約70%の個体がくすんだ赤色を呈していたと報じている。硝酸銀添食による次代の蟻蚕が赤色化する機構は不明のままであるが、この現象は卵細胞質の異常が胚子(蟻蚕)体色に影響することの実験的証明であり、母性遺伝赤蟻の表型模写とみることができであろう。

母性遺伝赤蟻遺伝子 cm は蟻蚕体色の異常として発見、設定されたものであるが、その作用は胚子期ではなく、主として蛹期に行われる卵造成の質的異常である。そうであれば掃立翌日における体色の正常化も、また、幼虫発育に関して1齢期間のみが正

常蟻より1日長く、対正常比の眠蚕体重が1眠期に最低であることも、すべて *cm* 赤蟻が食桑、すなわち外部からの成分供給の開始に伴い、次第に卵の内容物異常の影響を脱していく現象として理解することができる。

摘 要

試験用蚕種、日144号×支144号から、孵化した蟻蚕がすべて褐橙色を呈する蛾区を見出し、これについて実験を行い次の結果を得た。

1. この赤蟻突然変異は劣性であり、しかも蟻蚕自身の遺伝子型とは無関係に母蛾の遺伝子型によって蟻蚕体色が前決定されるものである。よってこれを母性遺伝赤蟻と命名し、遺伝子記号を *cm* とし

た。

2. *cm* 赤蟻は孵化当日は正常の黒蟻と容易に判別できるが、掃立2日目になると赤蟻性が消失し普通体色に変る。

3. *cm* 赤蟻は正常蟻に比較して孵化機能が劣っており、1齢期間が1日長く、眠蚕体重も特に1眠期において軽い。繭の計量形質にはほとんど差がない。

文 献

針塚正樹 (1943) : 蚕試報, 11, 197~210.

長島栄一 (1952) : 日蚕雑, 21, 67~73.

滝沢義郎・勝野貞哉 (1952) : 農林省蚕糸局技術資料, 33, 5 (要旨)