綜 合 抄 録

家蠶の卵色及複眼色に關する遺傳學的研究¹⁾

鈴 木 簡 一 郎

蠶絲試驗場熊本支場

Kanichiro SUZUKI: Genetical studies on the colour of the egg and eye
in the silkworm. A review.

昭和 16 年 10 月 13 日受領

家蠶の卵色に於ける母性遺傳は外山博士 (1913) の研究以來其遺傳の特異なるが故に多くの學者の好んで研究主題とした處であつたが近年遺傳因子と其發現する形質との間の媒介物としてゲンホルモンの問題が喧しく論議される様になつてから此問題への關心は一層深まつて來た。

一體家蠶の卵色なるものは接合核の分裂によつて生起する漿液膜細胞の呈する色であつて之は其卵を産下した親の形質の一部ではなく明に子たる卵の形質である。併しながらそれが産下後間もない卵の表面に形成される組織であるから卵内に存在する處の親から移行して來た物質の影響を蒙り易い立場にある。故に母性遺傳なるものもさして特異の現象とも言はれない譯であるが家蠶の卵色の内には斯かる母性遺傳を示すもの以外に普通分離遺傳をなして全く卵細胞質の影響の見られないものや或は之とは別種の母性遺傳を示すもの、普通遺傳と母性遺傳との中間型の様な遺傳をなすものがある。更に著者が最近發見した第三白色卵と名づける系統では母性遺傳をなす白色卵に作用して其母性遺傳の特徴を喪失せしめる事さえ知られるに至つた。

此所に於て著者は卵色に關する代表的變異種たる w_1, w_2, p, r, b_2 及び新發見の w_3 を加へた 6 種を用ゐて各種の遺傳型の相互關係並に之を支配する機構の探究を試みた。其結果知り得た知見の主なる點を述べれば次の如くである。

I. 因子型及聯關關係

(1) 因子型は次の如く與へる事が出来る。

第一白色卵	$w_1 W_2 W_3 E_2 P R$	第二褐色卵	$W_1 W_2 W_3 b_2 P R$
第二白色卵	$W_1 w_2 W_3 E_2 P R$	淡赤眼白色卵	$W_1 W_2 W_3 E_2 p R$
第三白色卵	$W_1 W_2 w_3 E_2 P R$	赤 色 卵	$W_1 W_2 W_3 E_2 P r$

(2) 聯 關 關 係

w_1, w_2 及び w_3 因子間には聯關關係が存在する。交叉價は w_1-w_2 間 3.36% w_1-w_3 間 6.9% であるが w_2-w_3 間では 0 であつた。上記交叉價は三點實驗により同時に求める事が出来ないの何故に w_2-w_3 間に交叉が起らないかは未だ確實にする事は出来ない。

pr 間に聯關の存在する事は既に宇田博士によつて報告せられた處であるから上記 6 種の卵色因子は僅に 3 個の染色體に座乗する事となる。

又 w_1-w_2 聯關群と既知の聯關群との關係を調べた處未調の第 IX 聯關群 (2 種のアミラーゼ

1) 本篇は昭和 16 年 9 月 29 日福岡談話會第 15 回例會にて講演せる要旨なり。

型因子を含む)との關係を除いては凡て無關係である事を確めた。其他著者の新に發見した *cf-ch* 聯關群とも獨立に遺傳する。

II. 第一白色卵の母性遺傳

多くの交雜に於て第一白色卵は母性遺傳をなす。 w_2, p, r, b_2 の 4 系統の卵巢を第一白色卵に移植した處總ての場合に於て眼及卵に着色せしめる事が出來た。從つて w_1 の母性遺傳の原因は W_1 因子が主宰する處の母體から卵巢卵内に滲入する特殊な色素原物質 (吉川博士の +chromogen に相等す) の存在に歸する事が出来る。

III. 第一白色卵の母性遺傳を消失せしめる優性變更因子の存在

w_1 は上述の如く母性遺傳をなし w_1 母體の F_1 は中間色を呈するが系統的に此能力の非常に強いものと弱いものとが存在し着色能力の特に強烈な系統では此母性遺傳の特徴を喪失せしめる。此作用は p から派出した一系統が特に強烈で其他 w_3 系統には一般に此作用を司る因子の存在が認められる。此因子は p 因子とも w_3 因子とも別個の或る優性變更因子であると思はれる。

IV. 淡赤眼白色卵系統に見る特異な遺傳現象

淡赤眼白色卵の遺傳は大體宇田博士によつて示された如き普通遺傳をなす p 因子の假定により説明し得られるのであるが着色の濃淡を考慮に入れると p 因子の假定だけでは説明し得られない。如何なる組合せに於ても p 母體の F_1 卵及戻交雜卵は淡黒色を呈し正常卵よりも明に淡色である。然るに此逆交雜では黒色卵となり茲に正逆交雜に於て黒色卵の濃度に明な相違が認められる。此結果は母性遺傳をなす別種の因子の存在を推定せしめる。果して母性遺傳をなす淡色卵因子が存在するならば F_2 卵はは正逆何れの交雜から出發したものでも齊しく黒色卵 (3:1 に分離する白色卵を除いて黒色卵のみを問題とする) となり又 F_2 個體中には濃色卵を産下すべき蛾と淡色卵を産下すべき蛾とが 3:1 の比に存在する筈である。實驗の結果は果して期待の通りであつた (第 1 表)。

第 I 表 ($w_1 \times p$) F_2 に分離する濃色卵を産下する蛾及淡色卵を産下する蛾の割合

交 雜 形 式	黒 色 卵 蛾 區		黒・白混卵蛾區		合 計
	濃色卵蛾區	淡色卵蛾區	濃色卵蛾區	淡色卵蛾區	
	蛾	蛾	蛾	蛾	蛾
$\varphi (w_1 \times p) F_2$ 黒色卵黒眼蛾 $\times \sigma p$	26	6	62	20	114
$\varphi (w_1 \times p) F_2$ 白色卵淡赤眼蛾 $\times \sigma w_1$	58	27	0	0	85

即 F_2 の雌には濃色卵を産下すべき蛾 146 頭に對しては淡色卵を産むべき蛾 53 頭存在して居た事が判る。之は 3:1 の期待比と考へる事が出来る。尙 F_2 に分離する白色卵淡赤眼蛾 (p) でも濃色卵と淡赤卵の分離が見られるから此淡色因子は p 因子とは獨立に行動して居る事が判る。從つて p 母體の F_1 及び戻交雜に於て黒色卵となるべきものが著しく着色の淡い理由は p 系統に p 因子と母性遺傳をなす淡色卵因子 (mp) とが偶然同時に存在した爲と解釋される。

V. 第二褐色卵遺傳の考察

第二褐色卵の遺傳現象の説明にあたつては宇田博士 (1923, 1924) の “time of action” による説明がある。併しながら之は漠然とした説明で之を以て満足する事は出来ない。之に對し田中博士 (1924) は普通遺傳をなす b_o 因子と母性遺傳をなす b_m 因子の 2 個の因子が共存すると

すればよく此遺傳現象を説明し得る事を説いた。併し b_2 遺傳の特徴として F_2 に分離する b_2 卵の後代が b_2 卵のみを生ずる事實がある。之は田中博士の説を以ては説明困難である事が川口博士 (1939) によつて指摘された。之に對し田中博士 (1939) は著者の發見した母性遺傳をなす白色卵 w_1 と普通遺傳をなす白色卵 w_2 との間に高度の聯關の存在する例を引用して b_2 因子なるものは w_1, w_2 兩因子の同時に存在した場合或は斯くの如き $b_m b_o$ 兩因子が緊密に聯關して居るものと考へれば此難點の解決は可能であると述べられた。著者は同博士の慫慂により特に此點に留意して實驗を進めたが b_2 は w_1, w_2, w_3, p, r 等とは獨立に行動し別個の染色體に座乗する事が確實となつた。従つて b_2 と w_1, w_2 とは無關係ではあるが p と r との間及 w_1, w_2, w_3 の間に聯關關係の存在する事から見て b_m と b_o 兩因子間に聯關關係の存在を假定する事は考へられない事ではない。田中博士の假定に従へば b_2 と他系統との F_2 に分離して來る褐色卵は b_o/b_o の爲に生じて來るものである。若し F_1 雄に於て b_m と b_o 兩因子間に因子交叉が起るとすれば此 b_o/b_o 個體中には b_m/B_m なる因子型を持つた交叉型個體が存在する筈で之は B_2/B_2 との交雜に於ては正常卵 (黒色卵) 蛾區となつて發見される筈であるが實驗の結果は斯かる交叉型は全く發見出来なかつた (第 2 表)。

第 2 表 F_2 に分離した $b_o/b_o \text{♀} \times B_2/B_2 \text{♂}$

交 雜 形 式	褐色卵蛾區	褐・白混卵蛾區	褐・赤混卵蛾區	合 計
	蛾	蛾	蛾	蛾
$\text{♀} (b_2 \times w_2) F_2$ 濃褐色卵黒眼 $\times \text{♂} w_2$	21	24	0	45
$\text{♀} (r \times b_2) F_2$ 濃褐色卵黒眼 $\times \text{♂} r$	18	0	49	67
合 計	39	24	49	112

此實驗は小規模のものであるが b_m と b_o とが強度の聯關乃至は完全聯關をなす事を示して居る。

次に移植により b_m 作用の検討を試みた。既に梅谷博士 (1925, 1938) 及田島氏 (1939) により b_2^+ 物質なるものの存在は否定されて居るのであるが著者も亦數種の變異種との間に卵巢の im-plantation 實驗を試みた。結果は兩氏の實驗同様否定的に終つた (第 3 表)。

第 3 表 b_2 宿主に各種變異種の卵巢を移植した場合

宿 主	移植卵巢	手術した個體數	手術成功個體數	移植を受けた宿主蛾の眼色	交配せる雄 蛾	産卵卵色	移植による効果の有無
b_2	w_1	頭 50	頭 24	變化せず	b_2	變化せず	—
	w_2	50	20	”	b_2	”	—
	r	50	7*	”	b_2	”	—
	p	58	2*	”	b_2	”	—

* 手術成功個體數の少いのは經過の一致せざりしによる。

之により B_2 因子が滲出性物質の分泌を行はないのは略確實である。然らば b_2 は何故に母性遺傳をなすか。既に w_1 に於ける母性遺傳の原因は滲出性物質の存在に基く事明であるのに b_2 に滲出性物質の檢出困難であるのは不思議である。今 $b_m b_o$ 共存説を基として此移植實驗の結果を考察して見ると b_o が存在する限り假令 b_m^+ 物質が分泌されて居たとしても b_o を有する雌蛾に b_o を有する雄蛾を交雜する爲 b_o の色が發現し b_m^+ 物質の檢出は不可能な譯である。茲に此實驗の不備が見出せる。其處で此 b_o の影響を除去した條件の下で移植實驗を行ひ b_m^+ 物質の存否を檢索した。此結果を第 4 表に示す。

第 4 表 b_0 の影響を除去した条件下に於ける b_m^+ 物質の検索

宿主	移植卵巣	移植した 個體數	手術成功 個體數	交配せる 雄 蛾	産卵卵色	移植による 變化の有無
b_2	正常系	頭 15	頭 5	正常系	變化せず	—

此の b_0 の影響を除去した条件での實驗も否定的に終つた。茲に於て b_2 の母性遺傳の原因は滲出性物質以外の原因に求めねばならない。

最近吉川博士 (1941) は b_2 に就て v^+ 物質の存否を調べた處此物質は蛹、蛾の體內には豊富に存在するにも拘らず卵内には全く見出されない事實を發見した。此 v^+ 物質は w^+ 物質に近似の着色性物質であるが、少しく其性質を異にしたものであると言ふ。茲に於て第二褐色卵の遺傳現象の特異性は全く卵巣組織に於て該物質を透過せしめぬ爲である事が明となつた。「此結果 b_2 の遺傳は田中博士の b_m 因子を滲出性色素母體物質の透過性を卵巣組織に於て妨げる作用を有する因子と解釋すれば b_m b_0 共存説を以てよく解釋し得られる。吉川博士は此滲出性物質に作用して之を色素に變化せしめる細胞内酵素の存在を假定し b_0 なるものは此酵素の不在乃至は極微量の存在を規定する因子であると考へてゐる。

斯くの如く吉川博士の着色機構に對する説明を以てすれば著者の遺傳實驗及卵巣移植實驗の結果は何等の矛盾もなく解釋する事が出来る。

VI. 第三白色卵の遺傳

第三白色卵は印度系多化蠶 Mysore 種及佛領印度支那系多化蠶 Binh-dinh, Cambodge, Annam 種等に齊しく見出される白色卵であつて漿液膜には淡黒色色素粒を有し嚴密な意味からは白色卵とは言へない。卵色は變異性に富んでゐる。複眼色は黒い。交雜實驗の結果によれば此等兩性質は普通遺傳をなす劣性因子 w_3 の二面的發現と看做し得る。

上述の如く本系統は遺傳的に頗る興味ある特徴を有する。又本系統と他系統との交雜實驗を行ふと弱度の母性遺傳的現象が認められるが此現象は必ずしも常に認められるとは限らない。之は恐らく淡赤眼白色卵系統に見られた淡赤卵因子と類似の因子がヘテロの状態で本系統に存在して居る爲と思はれる。

本系統の越年卵 (越冬中) を吉川博士に依頼して kynurenine 及 +chromogen の檢出を行つた處 kynurenine の存在は極微量で殆ど着色性物質は +chromogen の形で存在して居る事を知つた。尙本系統内の比較的濃色の卵と淡色の卵各 100 粒宛をとつて +chromogen 量を比色的に測定した處淡色卵の方が +chromogen が多量に存在して居る事を知つた。吉川博士 (1941) の研究によれば w_2 , p 何れの系統も +chromogen を +chrom に變化せしめる細胞内酵素を卵の漿液膜細胞に於て缺いて居ると言ふ。斯かる因子作用の規定によつて w_2 , p が普通遺傳をなす現象はよく説明し得られる。 w_3 系統では此酵素が極微量に存在して居るものと考へれば着色の濃淡を度外視する限り本系統が普通遺傳をなす理由もよく上述の説明を以て理解し得られる。

VII. 卵巣移植實驗

w_1 , w_2 , p , r , b_2 の 5 種の變異種系統のあらゆる組合せに於て卵巣の implantation 實驗を試みた。其内 w_1 及 b_2 に關しては上述した處であるが w_2 , p , r に關しては如何なる變異種系統の有する W_2 , P , R 因子も之を黒色化すべき滲出性物質の分泌を行はない事を確めた。之は吉川 (1937), 田島 (1939) 及福田 (1941) 等の諸氏の結果とよく一致する。吉川博士の最近の研究によれば w_2 , p , r 等の因子は或る種細胞内酵素の不在或は性質に關するものと解釋されるから上記滲出性物質の檢出が否定的結果に終つたのも當然と考へられる。

VIII. 卵色に於ける各種遺傳形式の相互關係

卵色に於ける各種遺傳形式を表型的に整理して見ると最も典型的な母性遺傳型から最單純な普通遺傳型に至る間には種々の中間型の存在が見出され此等の境界は確然としない様に考へられる。併し此等の遺傳形式を詳細に検討すると母性遺傳と普通遺傳とを二つの基本型と考へれば他の複雑な遺傳形式も此兩者の組合せによつて容易に解釋し得る事が判る。今代表的遺傳様式を 5 型に分ち次に掲げる。

A 型 典型的母性遺傳褐色卵

B 型 第一白色卵

C 型 第二褐色卵

D 型 宇田系淡赤眼白色卵

E 型 第二白色卵

A 型 典型的母性遺傳褐色卵の場合で基本型。

E 型 普通遺傳白色卵の場合で基本型。

B 型 第一白色卵の場合で白色卵性が滲出性物質の存在の爲に變化される爲に起る中間色を便宜上白色として扱へば A 型と異なる處はない。

D 型 淡赤眼白色卵の場合で普通遺傳をなす *p* 因子 (E 型) と母性遺傳をなす *mp* 因子 (A 型) とが同時に存在して居た爲に起る遺傳現象、即之は A 型と E 型の單純な組合せの場合である。

C 型 第二褐色卵の場合で卵巢に於ける細胞膜の透過抑止作用と云ふ極めて特殊な事情が導入されて來て居る爲に生ずる現象である事が知られたが純粹な遺傳學的説明方法から言へば母性遺傳をなす褐色卵因子と普通遺傳をなす褐色卵因子との共存と云ふ假定で説明し得られる。たゞ D 型と相違する點は C 型に於ては兩因子が緊密に聯携して居ると言ふだけである。

以上の如く卵色の遺傳は母性遺傳型と普通遺傳型との二つを基本型と考へればすべての遺傳形式が此等の組合せによつて容易に簡明に了解出来る様になつた。尙第二褐色卵の遺傳は例外的な特殊な場合に過ぎぬ事も之によつて知り得られる。

文 献

- Butenandt, A., W. Weidel und E. Becker, 1940. Kynurenin als Augenpigmentbildung auslösen des Agens bei Insekten. *Naturwiss.* **28**: 63-64.
- 福田宗一 1941a. 家蠶に於ける化性の決定と蠶卵漿液膜の着色. 動雑 **52**: 415-429.
- 1941b. 蠶卵の漿液膜色素生成に興るホルモンと遺傳因子との關係. 遺傳雜 **17**: 97-108.
- 川口榮作・金順鳳, 1937. 家蠶の複眼色及卵色々素生成に關するホルモン様物質に就て. 札幌農林學會報 **104**: 336-337.
- 1938. 家蠶に於る生殖巢移植と移植巢による複眼並卵着色現象. 植・動 **6**: 1019-1029.
- 川口榮作 1938a. 家蠶母性遺傳と其解釋. 植・動 **6**: 1171-1182.
- 1938b. 家蠶白卵の遺傳. 遺傳雜 **14**: 129-138.
- 吉川秀男 1937. 卵巢移植による家蠶の眼色と卵色との關係. 動雑 **49**: 348-353.
- 1940. 家蠶のゲンホルモンに關する研究 (1) v^+ 物質. 動雑 **52**: 191-199.
- 1941a. 家蠶卵色の母性遺傳に對する一解釋. 動雑 **53**: 127.
- 1941b. 昆蟲類特に家蠶と猩々蠅の眼色及卵色の發現機構. 動雑 **53**: 310.
- 1941c. Studies on the colour substances found in *Bombyx* and *Drosophila* (A Preliminary Note). 動雑 **53**: 507-509.
- 木暮慎太 1930. 家蠶の化性に關する研究. 長野縣蠶絲試驗場報告 **11**: 1-152.
- 1933. The influence of light and temperature on certain characters of the silkworm, *Bombyx mori*. Jour. Dept. Agr. Kyushu Imp. Univ. **4**: 1-93.
- 諸星靜次郎 1938. 家蠶に於ける單眼移植と複眼色. 遺傳雜 **14**: 204-210.
- 1941. 家蠶に於ける單眼移植と複眼色. 第 II 報. 遺傳雜 **17**: 21-27.
- 佐々木靜 1941. 家蠶に於ける突然變異淡墨斑と其聯關. 日本蠶絲學雜誌 **12**: 32-41.
- 鈴木簡一郎 1936. 家蠶の卵色に及ぼす卵原形質の影響に就て. 遺傳雜 **12**: 58.
- 1939. 家蠶に於ける二種の白卵と其の聯關. 遺傳雜 **15**: 183-193.
- 1942. 家蠶に於ける突然變異“ざりかに蛹”と其聯關. 遺傳雜 **18**: 26-33.
- 田中義麿 1917. 蠶の遺傳と品種改良. 1919. 蠶の遺傳講話.
- 1924. Material inheritance in *Bombyx mori*. *Genetics*. **9**: 479-486.
- 1939. 家蠶母性遺傳討議. 植・動 **7**: 41-43.
- 田島彌太郎 1939a. 高溫衝擊による蠶卵のモザイク. 遺傳雜 **15**: 111-117.
- 1939b. 家蠶モザイク卵の實驗的形成と所謂卵色ホルモン問題の檢討. 遺傳雜 **15**: 312.
- Toyama, K., 1912. On certain characteristics of the silkworm which are apparently non-Mendelian. *Biol. Zentbl.* **32**: 593-607.
- 1913. Material inheritance and Mendelism. *Jour. Genetics*. **2**: 351-405.
- 1915. 母體遺傳の現象. 理學界 **12**: 886-890.
- Uda, H., 1923. On maternal inheritance. *Genetics*. **8**: 322-335.
- 1924. 母親遺傳に關する研究. 蠶業試驗場報告 **6**: 319-333.
- 1928. 家蠶の眼の色の遺傳に關する研究. 第一報. 三重高農學術報告 **1**: 1-30.
- 1930. 家蠶蛾の眼色に關する遺傳學的研究. 第二報. 遺傳雜 **6**: 145-146.
- 1932. 家蠶の卵色に就て. 三重高農開校拾周年記念論文集: 21-42.
- 梅谷興七郎 1925. 家蠶に於る卵巢移植及血液移注實驗. 遺傳雜 **3**: 155-182.
- 1929. 家蠶に於ける卵巢移植の研究論文に就いて. 農學會報 **320**: 267-280.
- 1938. 家蠶に於ける眼及卵の着色機能に於ての一考察 (豫報). 遺傳雜 **14**: 278-282.
- 渡邊勘次 1918. 蠶の化性に關する研究 第 I 報. 蠶業試驗場報告 **3**: 397-437; 第 II 報 (1919), 蠶業試驗場報告 **4**: 87-106.
- 1919b. 卵色と漿液膜内色素の分布との關係. 蠶業試驗場報告 **4**: 107-116.
- 1924. 家蠶の化性に關する研究. 蠶業試驗場報告 **6**: 411-455.
- 八木誠政 1938. 二化螟蛾複眼の構造及機能に就て. 農事試驗場報告 **3**: 183-206.
- 横山忠雄 1938. 不伴性油蠶因子 *oc* (支那油) *ok* (金瑪龍油) と卵色因子 *p* (淡赤眼白卵) *r* (赤眼赤卵) との聯關. 日本蠶絲學雜誌 **10**: 18-24.