九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

カイコにおける雌雄モザイクの発現と体液タンパク質

河口，豊
九州大学農学部蚕学教室

伴野，豊
九州大学農学部遺伝子資源研究センター

土井良，宏
九州大学農学部遺伝子資源研究センター

藤井，博
九州大学農学部遺伝子資源研究センター

https://doi.org/10.15017/23304

出版情報：九州大學農學部學藝雜誌. 43 (1/2), pp.9-21, 1989-01. 九州大學農學部
バージョン：
権利関係：

九大農学芸誌(Sci. Bull. Fac. Agr., Kyushu Univ.)
第43巻 第1・2号 9 -21 (1989)

カイコにおける雌雄モザイクの発現と体液タンパク質

河口 豊[1)]・伴野 豊[2)]
土井良 宏[2)]・藤井 博[2)]
1) 九州大学農学部蚕学教室
2) 九州大学農学部遺伝子資源研究センター
(1988年4月14日 受理)

Manifestation of Mosaicism on Epidermal Tissue and Variation of Haemolymph Protein in Hereditary Sex-Mosaic of *Bombyx mori*

YUTAKA KAWAGUCHI[1)], YUTAKA BANNO[2)], HIROSHI DOIRA[2)] and HIROSHI FUJII[2)]
[1)] Laboratory of Sericultural Science, Faculty of Agriculture, Kyushu University 46-01, Fukuoka 812
[2)] Institute of Genetic Resources, Faculty of Agriculture, Kyushu University 46-15, Fukuoka 812

緒言

カイコは開放血管系の昆虫であつて，その体液は背脈管の脈動により代謝活動の媒体として各組織間を隈無く循環する．体液中には種々の物質が含有されているが，特にタンパク質は成分数，量共に著しく多く，その組成は個体の発育・変態に伴つて大きく変動する（Nakasone and Kobayashi, 1965；江口ら，1966；小原，1967）．この変動はより明白な形態変化に先行して起る体内での物質の合成，分解，他組織への移行という生理・生化学的変化を反映するものであつて後胚子発生過程における遺伝子の差次的形質発現とみることが出来る．すなわち後胚子発生過程において特定遺伝子の活性化あるいは不活化を通じて体液中のタンパク質は幼虫若齢期にあつては栄養生長としての特徴を，終齢期にあつては生殖生長としての特徴をそれぞれ発現するものである．なかでも雌雄間における著しい質的，濃度的差異が生殖生長期の特徴となつており，この顕著な相違を雌性形質，雄性形質それぞれの発現と理解することが出来る（土井良，1968；河口ら，1983）．

一方，カイコには数種の遺伝的モザイク系統が確立されており，雌雄モザイク個体を容易に得ることが出来る．雌雄モザイクとは同一個体内に雌雄それぞれの染色体構成をもつ細胞群が明確な境界をもつて混在するものであり（勝木・秋山，1927；勝木，1929；田中，1929），その成因はモザイク遺伝子（*mo*，*mo-t* など）の作用により，卵核と任意の極核との2核がそれぞれ精核と合体し個体形成に参画することによるものである（勝木，1935；田島，1947；小林・海老沼，1984）．

著者らは体液タンパク質からみた性形質の発現と雌雄の性分化の機構を究明するための一環としてモザイク系統を用い，雌雄モザイク蚕における体液タンパク質の挙動を解析した．

本文に入るに先立ち，材料蚕の飼育全般に亘り援助を与えられた九州大学農学部遺伝子資源研究センターの木原 始氏に感謝する．

材料と方法

供試材料：九州大学農学部保存の遺伝的なモザイク系統（田中モザイク，*mo-t*）に限性虎蚕遺伝子 T(W；3)*Ze* を導入し供試系統を育成した．カイコでは W 染色体により雌雄が決定され，この育成系統では優性の斑紋遺伝子 *Ze* を含む第3染色体の断片が安定的に転

座附着したW染色体を有しているため，雌においてのみ体表皮に虎蚕斑が発現されるので雌雄の識別はもとより性モザイク個体の検出が容易である．尚，田中モザイク遺伝子 *mo-t* は性染色体，第3染色体には座乗せず，第2連関群に所属している（未発表）．

個体調査：幼虫5齢期で体表皮に虎蚕斑のみられる雌性形質部分と虎蚕斑のみられない雄性形質部分とが共存する雌雄モザイク個体を選出し，虎蚕斑部分の割合が全背面表皮の1/2より大きいAグループ（雌＞雄），ほぼ1/2のBグループ（雌≒雄），1/2よりも小さいCグループ（雌＜雄）の3群に大別した（Plate I，II，III）．

体液の採取：5齢熟蚕期の雌雄モザイク蚕について個体別に採血し，少量のフェニールチオウレアを加えて，10,000×g，5分間遠心して血球を除去した．一部は直ちに，残部は −20°C で凍結保存した後，分析に供した．体液を採取した後，体液試料番号と対応させて個体別に上簇し，成虫化後解剖して造卵の有無を調査した．

体液タンパク質の調製と定量：体液1〜3 μl をマイクロピペットあるいはマイクロシリンジで正確に計り，1 cm 四方の沪紙片中央部に吸収させた．体液試料の沪紙外への漏れを防ぐため，沪紙片の一端に虫ピンを差し，台面などに付着しないよう中空に固定して風乾させた．風乾した沪紙片を5%トリクロロ酢酸溶液（TCA）中に20〜30分間浸漬してタンパク質を固定し，更に15分間ずつ2回5%TCA で洗浄して，酸可溶性物質を除去した．その後清浄な沪紙上に試料沪紙片が重ならないように拡げて並べ，余分の TCA 溶液を除いて乾燥させた．乾燥後の沪紙片を試験管に入れ，2.5 ml のアルカリ性銅溶液（1%$CuSO_4 \cdot 5H_2O$ 溶液と2%Na_2CO_3-0.1NNaOH 溶液の1：100混合液）を加え室温に60分間放置した．これに0.125 ml のフェノール試薬（市販の2N原液）を加え直ちに37°C，30分間加温し，その後720 nm の吸光度を測定した．検量線は牛血清アルブミンを用いて上記と同様に操作して作成した（林，1983）．

電気泳動法と幼虫型雌タンパク質（FL）の濃度測定：6.5%アクリルアミドゲルを支持体に pH8.6，トリス・グリシンを泳動用緩衝液として用い，体液タンパク質のディスク電気泳動を行つた．泳動終了後0.1%コマージーブリリアントブルーR250溶液（エタノール：氷酢酸：水＝4：1：5）でゲル中のタンパク質を染色し，さらに7%酢酸で過剰の色素を除いた後，デンシトメーター（ベックマン DU-8）によりゲル中の FL 成分の濃度測定を行つた．

結　　果

1．雌雄モザイク個体の出現状況と背面表皮にみられる雌雄性の状態

遺伝的モザイク系統と限性虎蚕系統とから育成した実験系の遺伝子構成は雌が T(W；3)*Ze*；*mo-t*/*mo-t* で雄は＋；*mo-t*/*mo-t* である．この交雑系では雌において各環節の背面前縁部に黒色斑（虎蚕斑）が発現するが，雄には虎蚕斑は発現されない．これら虎蚕斑を有する雌個体と虎蚕斑の無い雄個体以外に，背面体表皮に虎蚕斑の認められる部分と無い部分とが共存する個体が7〜18%出現した（蛾区により出現頻度に変異がある）．体表に虎蚕斑が発現した部分の皮膚細胞における性染色体構成は Z/T(W；3)*Ze* で雌，虎蚕斑を欠く部分では Z/Z で雄の細胞である．その体表皮における雌雄部分の割合をみると，ほとんど雌性形質でごく一部分のみ雄性形質を現わしているもの（Plate I）から，雌部分と雄部分とがほぼ等しいもの（Plate II），あるいはほとんどが雄部分でごく一部が雌部分となつたもの（Plate III）まで種々様々な程度の性モザイク個体が得られた．これらの雌雄モザイク個体を上述の基準により分類したところ，調査総数285個体のうち Pl-I のAグループ：71頭，Pl.-II のBグループ：148頭，及び Pl.-III のCグループ：66頭となり，同一個体の背面体表皮にみられる雌雄の比率がほぼ1/2となる個体が多かつた．

2．体液タンパク質の電気泳動像

正常受精個体における5齢熟蚕期の体液タンパク質の電気泳動分析を行い主要成分と微量成分とをあわせて10数種類を検出した．大部分の成分は雌雄共通であるが，雄ではごく微量であるのに対し雌では高濃度に存在する易動度の遅い幼虫型雌タンパク質 FL が明瞭に認められる（Fig. 1，矢印）．そこで雌雄モザイク個体における FL 成分の挙動を中心として個体別に分析調査した．

まずAグループについて背面体表皮の雌部分の比率の多い順に個体番号 A1，A2,…A14 を付して電気泳動を行つた（Fig. 1，A）．A1〜A4及び A14 の個体での FL 成分は正常雌にみられるのと同等あるいはそれ以上の濃いバンドとして検出されたが，A5，6，8〜10，13の個体では明らかに正常雌よりも薄く雄に近い．又，A7，12などではその中間の濃度であつた．このように FL バンドの濃淡と背面体表皮の雌雄性の比率との間には相関は認められない．次にBグループでは各

個体はランダムに列挙した．FL 成分はグループ A におけると同様にバンドの薄い個体（B7, 13, 16）もあれば，濃いバンドとして検出される個体(B6, 8, 10 など）あるいはその中間の個体など様々であつた（Fig. 1, B)．C グループでは背面体表皮にみられる雄部分の比率が小さい個体（C1）から大きい個体（C9）の順に列挙した．このグループでも前 2 グループと同様に FL 成分が濃いバンドとして検出される個体や中間の個体あるいは薄いバンドとして検出される個体が存在した（Fig. 1, C)．FL 以外の主要成分についても A, B および C のグループには関係なく，また，個体間での差もほとんど認められなかつた．

3. 体液中の総タンパク質濃度と幼虫型雌タンパク質含量

正常個体における 5 齢熟蚕期の体液タンパク質濃度をみると雌は 52.6±3.3 mg/ml であり，雄は 32.0±4.1 mg/ml であつた．一方，幼虫型雌タンパク質(FL)の含量を百分率で表示すると雌 13.5±1.5%，雄 1.4±0.3% であつた．すなわち，雌は雄よりも総タンパク質量においても FL の量比においても共に高かつた．この総タンパク質濃度が高く，FL 量比が大となる現象を雌性形質の特徴的発現とみなし，その逆を雄性形質の発現として捉えることが出来る．この観点に立つて雌雄モザイク個体における体液タンパク質濃度と FL 含量を調べた（Fig. 2)．

A グループ（個体番号 1～14 の順序は Fig. 1, A と同じ）の体液タンパク質総濃度をみると，大部分の個体は正常雌と同程度の濃度から正常雄とほぼ同じ濃度までの範囲内にあつたが，雌よりもやや高濃度（A1）あるいは雄よりはるかに低濃度の個体(A5, 6)も少数存在した．それと併せて FL 含量の割合についてみると体液タンパク質総濃度が高くかつ FL 含量比も大である雌的個体（A1, 2)，逆に総濃度が低く FL 含量比が小となる雄的個体(A10)もあるが，さらに総濃度は高く雌に近いものの FL 含量比は雄的で小の個体（A13）や総濃度は低く雄的であつても FL 含量比が大となる個体（A4）など様々なものが存在した（Fig. 2, A)．B グループ（Fig. 2, B）ならびに C グループ（Fig. 2, C）の雌雄モザイク個体の総タンパク質濃度及び FL 含量比についても A グループの場合と同様の結果であつた．すなわち，グループ A, B, C を通じて背面体表皮に占める雌部分と雄部分の割合と体液タンパク質濃度の高低ならびに FL 含量比の大小からみた雌雄性の特徴的発現との間には全く相関性は認められない．タンパク質の総濃度と FL の相対量との相関係数を求めると +0.5584 で正の相関関係にあると言えるが，普通の系統ではみられない総濃度が雄よりも極度に低い（A5, A6, B7など）個体，FL 含量比が雌におけるよりも著しく高い（B1, B15）個体が生じていることは注目を要する所である．なお，Fig. 2 において星印を付したものは次項で述べる成虫調査で卵が形成されていた個体である．

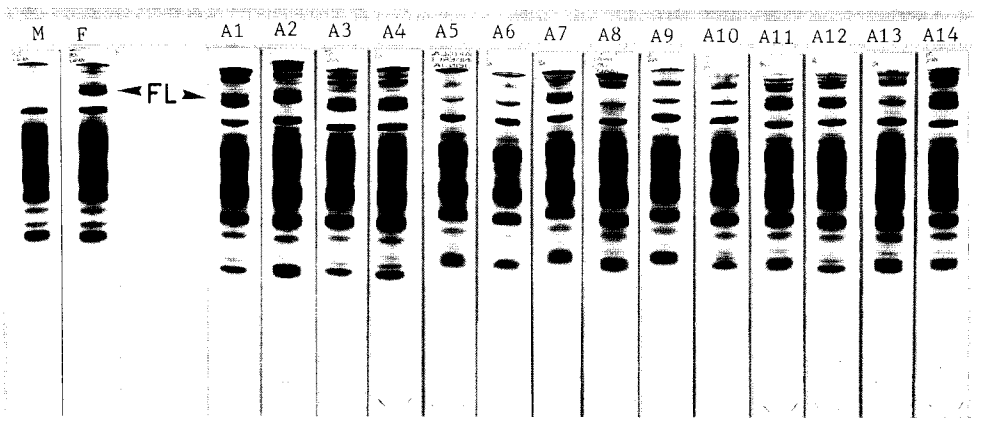
4. 雌雄モザイク個体の卵形成

グループ A～C のモザイク個体の羽化を待ち，雌性の典型的形質である卵造成の有無を調べた．総数 48 個体中，A1, A13, B14, B16, B22, C7 の 6 頭は蛹期に斃死したため不明であるが，A グループでは 12 頭中 10 頭，B グループ 22 頭中 14 頭，C グループ 8 頭中 6 頭の計 30 個体では卵が作られていなかつた．A グループにおいて卵の造成がみられたのは個体番号 2 と 14 の 2 個体であり，両者とも体液タンパク質総濃度も FL 含量比も正常雌と大差なかつた（Fig. 2, A, 星印を付記した個体)．B グループでは個体番号 6，8，11, 12, 15, 17, 20, 21 の計 8 個体が卵を造成していた．個体番号 20 ではタンパク質総濃度は高く，FL 含量比も大で正常雌におけると同じ水準にあると言える．しかし番号 6，8，11, 21 の個体は FL 含量比は雌と同等であつたがタンパク質総濃度については正常雌より明らかに低く，雄的であつた．これに対し個体番号 12, 17 の 2 個体はタンパク質総濃度は正常雌のそれとほぼ同じ位であるが，FL 含量比は雄よりは高いものの雌に比べ小であつた(Fig. 2, B, 星印の個体)．C グループでは個体番号 2 と 6 の 2 個体であつた．2 の個体の体液タンパク質総濃度は正常雌よりも低く雄にみられる範囲であるが，FL 含量比は雌におけるよりも大であつた．6 の個体は総濃度も，FL 含量比も雌と差はない．この様に体表皮に認められる雌雄性の発現と卵が形成されたか否かとの間には関連は認められない．しかし，卵が形成された 12 個体をみると，タンパク質総濃度あるいは FL 含量比の少なくともいずれか一方の条件が雌と同水準又はそれ以上になつている．

考　　察

カイコ体液中のタンパク質は後胚子発育に伴つて変動するが，なかでも幼虫終齢期にみられる質的，濃度的変化は特に著しい．体液タンパク質の総濃度を若齢期のそれと比べてみると雌において約 8 倍に雄では約 5 倍にまで増大し，その増加割合には雌＞雄の関係がある．組成的にみると雌雄共に主要成分の数と濃度が増加する．中でも幼虫型雌タンパク質 FL は 1 齢から

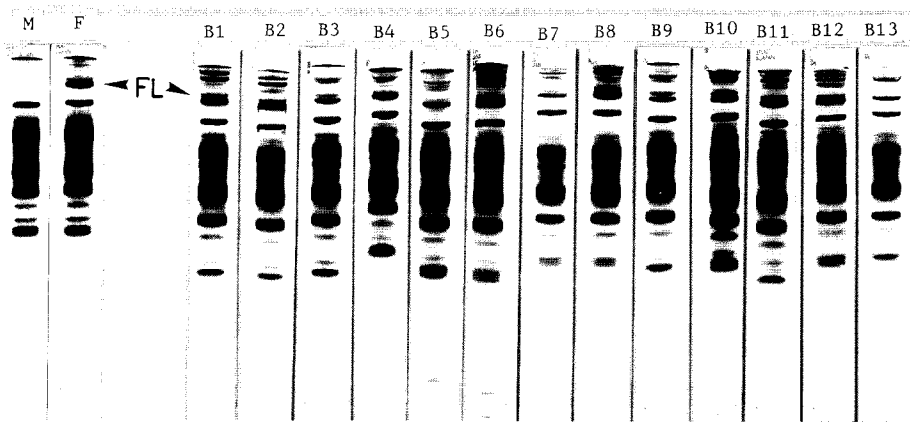
GROUP-A (FEMALE>MALE)



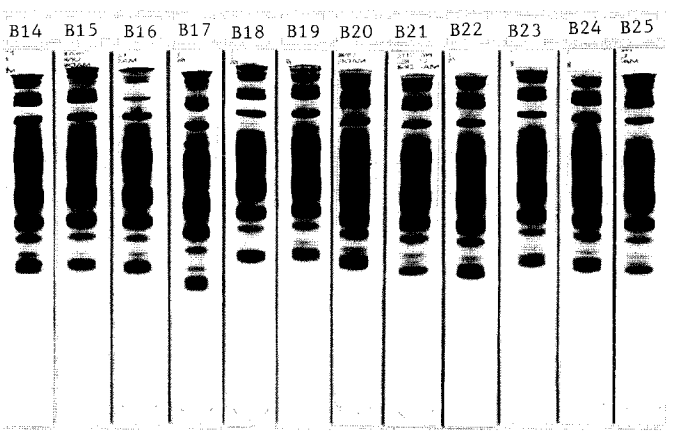
NORMAL SEX MOSAIC

Fig. 1, A

GROUP-B (FEMALE≒MALE)



NORMAL



SEX MOSAIC

Fig. 1, B

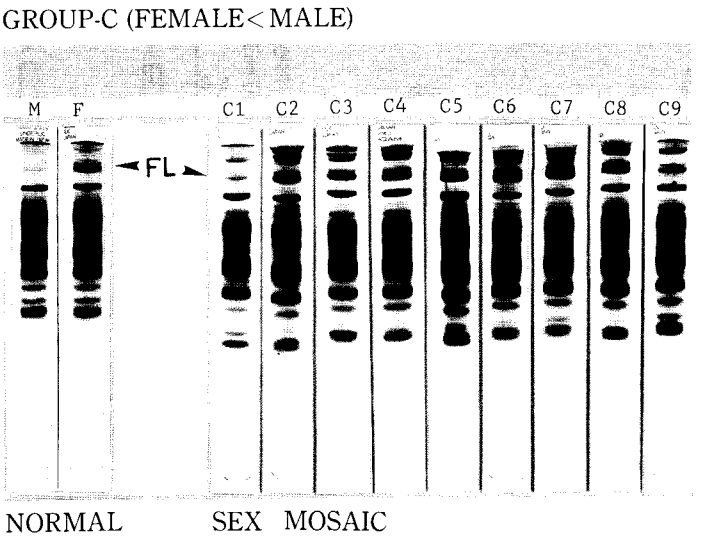


Fig. 1, C

Fig. 1. Disc-gel electrophoretic profiles of haemolymph protein of the sex mosaic fifth instar larvae. Groups A, B and C are the same as those shown in the plates I to III. F: female, M: male, FL: larval female protein. Individual numbers A1 to A14 in group-A are arranged in the order of the area of female region on the dorsal integument. Individual numbers B1 to B25 in group-B of which female and male regions occupy nearly equal areas are arranged randomly. Individual numbers C1 to C9 in group-C are arranged in the order of the area of female region.

4齢までは雌雄同程度の低い濃度で存在している．しかしながら終齢期になるとその含量は雌においては発育経過に伴つて急激に増大し，体液中の総タンパク質量に占める割合が14～17%（系統により多少変異がある）にも達するのに対し，雄では発育に伴つて，減少・消失し，僅か0.5～1.5%と痕跡を止める程度となる（土井良，1968；河口ら，1983）．この様に体液タンパク質の挙動には雌雄間において著しい相違が認められるのであつて，この現象は雌雄の性に伴う特徴的形質発現とみなしうる．既知の体液タンパク質遺伝子はすべて常染色体に座乗しており，タンパク質の量の多少は従性遺伝であると言えるであろう．この観点に立つて遺伝的雌雄モザイク個体の終齢期における体液タンパク質の挙動を解析した．

カイコでは卵細胞の減数分裂は交尾産卵された後に完了するのであるが，雌蛾が *mo* あるいは *mo-t* 遺伝子に関しホモである場合には，生成された4個の核のいずれもが精核と合体し個体の形成に参画する能力をもつようになる．この母性的に決定される2卵核受精に際して，一方の卵核がZ染色体をもち，他方がW染色体をもつたものであれば，雌雄の性に関するモザイク個体となるのである．この様にして生じた雌雄モザイク個体にみられる虎蚕斑のある雌部分と，それがない雄部分とが背面体表皮に占める割合による雌雄性の大小と，体液タンパク質総濃度の高低からみた雌雄性の強弱との間には相関性は認められなかつた．更にFLの含量比と虎蚕斑による背面体表皮の雌雄性の割合との間にも相関は認められなかつた．何故この様な現象が生じるのであろうか．体液タンパク質の合成器官は脂肪組織であり（Shigematsu, 1958；重松，1960），この脂肪組織を構成する細胞は胚子形成時の中胚葉に起源を持つ．これに対し体表皮は外胚葉性の細胞によつて形成される（大槻，1970）．したがつて両組織は胚子形成過程における胚葉起源も，組織分化の時期も異るために各々を構成する細胞における雌と雄の分布比率が必ずしも両組織間で一致するわけではないので当然の帰結であると理解される．

雌雄モザイクの個体間で体液タンパク質総濃度に大きな変異がみられるのは，脂肪組織を構成する細胞の雌雄比が個体によつてそれぞれ異るからであると解される．すなわち，グループA，B，Cに関係なく脂肪組織細胞での雌の比率が大であればタンパク質濃度は雌

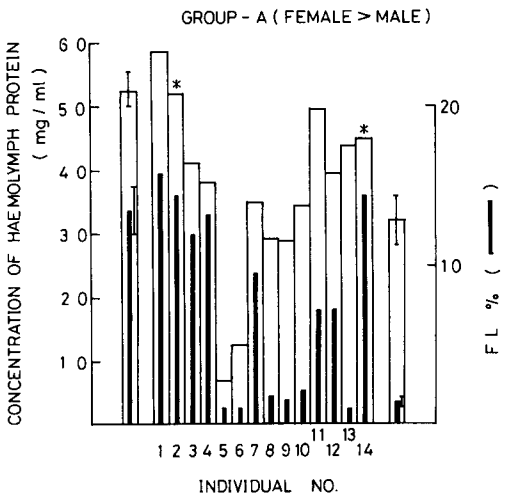


Fig. 2, A

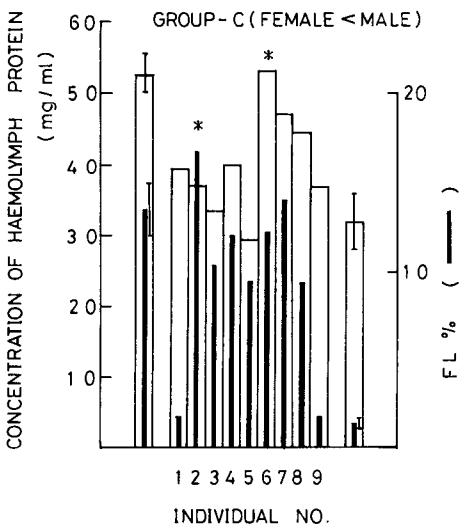


Fig. 2, C

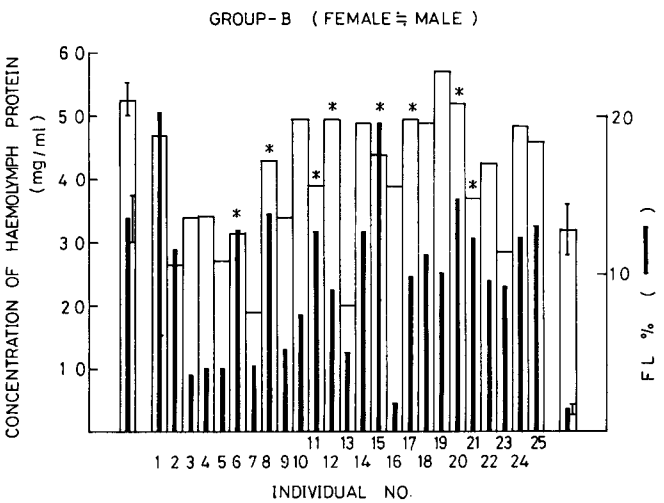


Fig. 2, B

Fig. 2. Concentration of protein and relative amount of FL in the larval haemolymph of sex mosaic silkworm at the fifth instar. The groups-A, -B, -C and the individual numbers are the same as those in Fig. 1. Asterisk attached on the bar graph indicates the individual successfully produced eggs. Vertical bar shows standard deviation.

的に高くなり，小であれば濃度は雄的に低い水準に止るものと考えられる．雌雄比が 1/2 であれば濃度は中間の値となる．一方，この体液タンパク質総濃度の高低と，同じ脂肪組織で合成される FL 量比の大小とが必ずしも一致していないのは何故かが問題になる．FL 成分は常染色体上（23-8.6）に存在する幼虫型雌特異蛋白質遺伝子 *Pfl* により支配されている（伴野ら，1984；1987）．すなわち，他のタンパク質遺伝子と同様に *Pfl* 遺伝子も雌であると雄であるとを問わずすべての細胞に等しく存在しているのであつて，FL に関し雌性としての形質発現は終齢幼虫において *Pfl* 遺伝子が活性化されることにあり，雄性としての形質発現は

この遺伝子を抑制（不活性化）することとなる．そこで *Pfl* 遺伝子の活性化，不活性化を制御するのは他のタンパク質と異なる別の器官に由来する系であると仮定したならば，その器官においてもモザイク遺伝子の作用によりモザイク性が発現しているはずである．したがつて，その器官の細胞構成がすべて雌あるいは雌＞雄となつていれば，たとえ脂肪組織の細胞分布がすべて雄あるいは，雌＜雄であつても *Pfl* 遺伝子が活性化され FL 含量の割合が高くなる．*Pfl* 遺伝子を制御する器官の細胞分布がすべて雄あるいは雌＜雄であれば，たとえ脂肪組織の細胞分布がすべて雌あるいは雌＞雄であつても *Pfl* 遺伝子は抑制され FL 含量の割合は低くなるものとして説明し得る．このタンパク質総濃度と FL 含量比の二元的制御は性モザイク個体における両者の相関係数が＋0.5584 と余り高くないことからしても妥当なものと言えるであろう．

次に雌雄モザイク個体の卵形成についてみると，卵が作られるためには A, B, C のグループ分類に関係なく生殖巣に卵原細胞が存在することを前提条件としてまず 1) 体液タンパク質総濃度が高い．2) 幼虫型雌タンパク質含量割合が高い．3) 双方あるいはいずれかの条件を満していなければならないと判断される．しかしこれは必要条件ではあるが，Fig. 2 にみられるように充分条件ではなく，卵を全然造成していない個体が多い．モザイク個体の中には総タンパク質濃度が雄におけるよりも著しく低い超雄とでも言うべきものや，FL の量比が極度に高くこの点に関しては超雌的な個体が少数ではあるが混じていた．いずれも合成量を制御する二元的機構に乱れを生じたものであろうが，その原因については不明である．田中モザイク系統には倍数体，及び倍数性に関するモザイクである混数体をも生じることが知られているので，これとの関連においてさらに解析を進める予定である．

カイコ雌雄モザイク個体について，二次性徴的な形質発現の分析から間性的様相を呈する現象が報告されている（吉田，1941；長島ら，1979，1983；山崎ら，1980）．一方，Mine *et al.*, (1983) は雌雄モザイク個体の脂肪組織を用いて *in vitro* の条件下でタンパク質合成，特に貯蔵タンパク質 SP-1(雌に特有のタンパク質で FL と同一；Tojo *et al.*, 1980) の合成を調べ，SP-1 を合成する細胞と合成しない細胞とが共存していることを明らかにした．この結果は脂肪組織がモザイクになつており共通の体内環境のもとで両性の細胞が独立して機能していることを示すものであつて発育調節因子としての性ホルモン様物質は存在しないとした．

著者らはここで“性ホルモン様物質”の存否を問題とするものではない．二次性徴的形質発現の一つとみられる幼虫型雌タンパク質 FL の合成に関し，脂肪組織の細胞が雌雄いずれであつてもその能力を有するにもかかわらず，FL 成分を支配する *Pfl* の遺伝子作用を制御する機構を生ずる器官が雌型であれば活性化の方向に，雄型であれば抑制の方向に作用するものであつて，同じ脂肪組織の細胞で合成されその多少が同様に二次的性徴となる他のタンパク質とは調節系を異にするという二元的制御機構が存在する可能性が高いことを指摘するものである．

要　　約

遺伝的モザイク系統に分離する雌雄モザイク個体を用いて体表におけるモザイク性の発現と体液タンパク質からみた雌雄性の特徴的発現との関係を分析，調査した．

1. 雌雄モザイクでは体液タンパク質総濃度並びに幼虫型雌タンパク質（FL）含量に著しい個体間変異が認められた．

2. 幼虫の背面表皮に占める雌雄の割合と，体液タンパク質総濃度の高低ならびに FL 含量比率の大小からみた性形質の特徴的発現との間には相関は認められなかつた．

3. 雌雄モザイク個体でも体液タンパク質総濃度の高低と FL 含量比率の大小との間に正の相関が認められはするものの，相関係数は高くはない．

4. 雌雄モザイク個体において卵造成を行うためには，①体液タンパク質総濃度が高い．②FL 含量が大である．の少なくともいずれか 1 つの条件を満すことが必要であると考えられる．

以上のようにカイコの体液タンパク質にみられる本来的な雌雄性の特徴的発現が，性モザイクにおいては個体間で種々の程度に大きく変動する．この結果は体液タンパク質の合成に関与する組織が複数存在し，それぞれの組織を構成する細胞の雌雄比が独立に 1：0（＝♀）から 0：1（＝♂）までの範囲で，起源細胞の数によつて決まる任意の分布をとることによるものと推定した．

文　　献

伴野　豊・河口　豊・徐　孟奎・土井良　宏　1984　カイコの幼虫体液中に存在する雌特異蛋白質の遺伝．日蚕雑，**53**，549-550

伴野　豊・河口　豊・徐　孟奎・土井良　宏　1987　カイコの幼虫型雌蛋白質遺伝子 *Pfl* の座位．日蚕雑，

56, 106-108
土井良 宏 1968 変態に伴うカイコ体液蛋白の変動. 九大農学芸誌, **23**, 205-214
江口正治・政山 享・西村允子 1966 家蚕の変態に伴う組織蛋白の電気泳動像の変化. 日蚕雑, **35**, 435-443
林 博司 1983 沪紙を用いた Folin 法の簡便化. 生化学, **55**, 257-258
勝木喜董 1929 家蚕の体性「モザイク」構成の一新例. 応動雑, **1**, 1-8
勝本喜董 1935 家蚕に於ける Mosaik 生成の機構について. 生機学談話会報, **2**, 54-61
勝木喜董・秋山俊興 1927 家蚕に群出したる「モザイク」の一新例. 蚕業新報, **35**, 426-436
河口 豊・藤井 博・土井良 宏 1983 2眠蚕における体液タンパク質. 日蚕雑, **52**, 517-523
小原隆三 1967 数種昆虫の体液蛋白における雌雄間差異. 応動昆, **11**, 71-75
小林正彦・海老沼宏安 1984 カイコの遺伝的モザイクの発生と成熟分裂の様式について. 日蚕講要 54回 (岩手), 81
Mine E., S. Izumi, M. Katsuki and S. Tomino 1983 Developmental and sex-dependent regulation of storage protein synthesis in the silkworm, *Bombyx mori*. Dev. Biol., **97**, 329-337
長島栄一・前島潤子・武井隆三・金勝廉介・中垣雅雄 1979 家蚕における性に関連する形質の発現に関する研究 (1) 雌雄モザイクにおける触角の形態変化. 日蚕雑, **48**, 491-496
長島栄一・中垣雅雄・佐藤正昭・若林秀忠・伴野 豊・向 仲懐 1983 カイコの体液中に存在するテストステロン様の免疫反応物. 日蚕雑, 52, 243-244
Nakasone, S. and M. Kobayashi 1965 Acrylamide gel electrophoresis of blood protein during the molting and the metamorphosis in the silkworm, Bombyx *mori* L. J. Seric. Sci. Jpn., 34, 257-262
大槻良樹 1970 生殖と発生. カイコによる新生物学実験 (森 精編). pp. 104-120, 三省堂, 東京.
Shigematsu, H. 1958 Synthesis of blood protein by the fat body in the silkworm, *Bombyx mori* L. Nature, 182, 880-882
重松 孟 1960 家蚕脂肪組織におけるタンパク代謝. 蚕試報. 16, 141-171
田島弥太郎 1947 モザイク遺伝子によるモザイク. 蚕のモザイク (田島弥太郎著). pp. 52-68. 北隆館. 東京
Tojo, S., M. Nagata and M. Kobayashi 1980 Storage protein in the silkworm, *Bombyx mori*. Insect Biochem., **10**, 289-303
田中義麿 1929 間性の蚕. 蚕糸界報, **38**, 89-91
山崎アツ美・前島潤子・金勝廉介・長島栄一 1980 家蚕における性に関連する形質に関する研究 (2) 家蚕の雌雄モザイクにおける脂肪組織細胞の組織学的観察. 日蚕雑. **49**, 133-139
吉田徳太郎 1941 家蚕の性ホルモン様物質に就て, 特に去勢動物の性徴に及ぼす影響に就て. 蚕試報, **11**, 87-121

Summary

In *Bombyx mori*, protein components of larval haemolymph differ qualitatively and quantitatively between two sexes. Female larvae are characterized by significantly higher concentration of total protein and presence of FL components (larval female protein). Present paper deals with haemolymph protein compositions in sex-mosaic larvae. Genetic mosaic strain having a dominant larval marking gene translocated on the W-chromosome, T(W ;3)*Ze*, was used as material. Female larvae manifest narrow black bands on anterior portion of each segment, whereas males are characterized by normal white color. Sex-mosaic individuals can easily be detected by the co-manifestation of "Zebra" (femaleness) and normal (maleness) markings on the integument tissue.

1) Sex-mosaic larvae showed remarkable variations in the total concentration of haemolymph protein, amounts of FL fraction varied as well among them.

2) There was no correlation between the ratio of female and male regions on the integument and the degree of female-specificities expressed on the protein compositions of haemolymph.

3) Correlation coefficient between the total protein concentration and the percentage of FL component was less positively significant in mosaics as compared with the values obtained in normals.

4) Development of gonads was scarcely recognizable in a considerable number of sex-masaic individuals. Mosaic individuals which successfully produced eggs were shown to

satisfy either or both conditions of @total concentration of haemolymph protein and ② relative amount of FL protein were comparably high with the values in females. It was, however, also evident that these are neccessary but not sufficient conditions for mosaic individuals to lead themselves to egg formation.

From the results mentioned above, it was inferred that inconsistent degrees of the sexuality might be brought about by the uneven distribution of female and male cells among tissues and organs acting on different sex-related characters.

Explanations for figures of plates

Photographs and accompanied drawings in the plates I to III are of the silkworm larvae at the fifth (final) instar segregated in the cross T(W ; 3)*Ze* ; *mo-t* ♀ x + ; *mo-t* ♂. Females are characterized by narrow black bands on the anterior portion of each segment under the action of W-translocated "Zebra" gene as against white and no band in males. In some individuals of the same cross, female-limited "Zebra" markings are expressed only on right or left sides of segments, others manifest asymmetrically. Hypodermal cells underneath the cuticle manifested "Zebra" marking are genetically female, whereas cells corresponding to normal cuticle are genetically male. These sexual mosaics are classified into three groups, A, B and C as shown in plates according to the areas of the "Zebra" (female) regions.

Explanation of plate I

Group-A : Areas of female regions on the dorsal and lateral integument of larvae are larger than male regions (♀ > ♂).

Explanation of plate II

Group-B : Female and male regions on the larval integument occupy nearly equal areas (♀≒♂).

Explanation of plate III

Group-C : Areas of female regions on the larval integument are smaller than male regions (♀ < ♂).

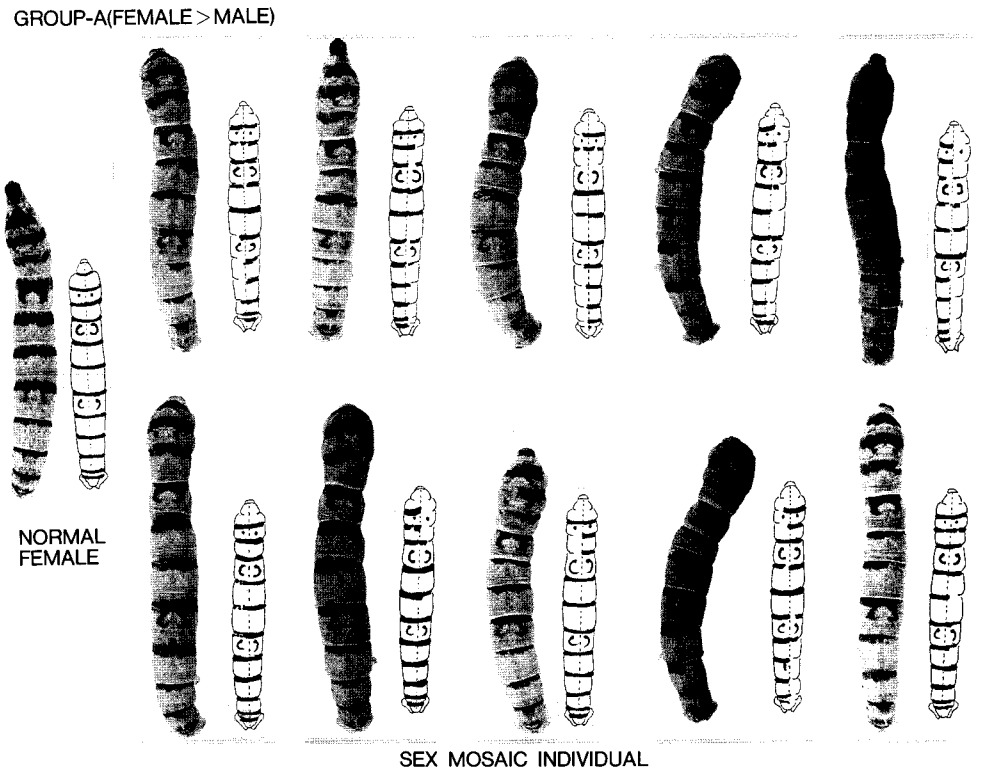
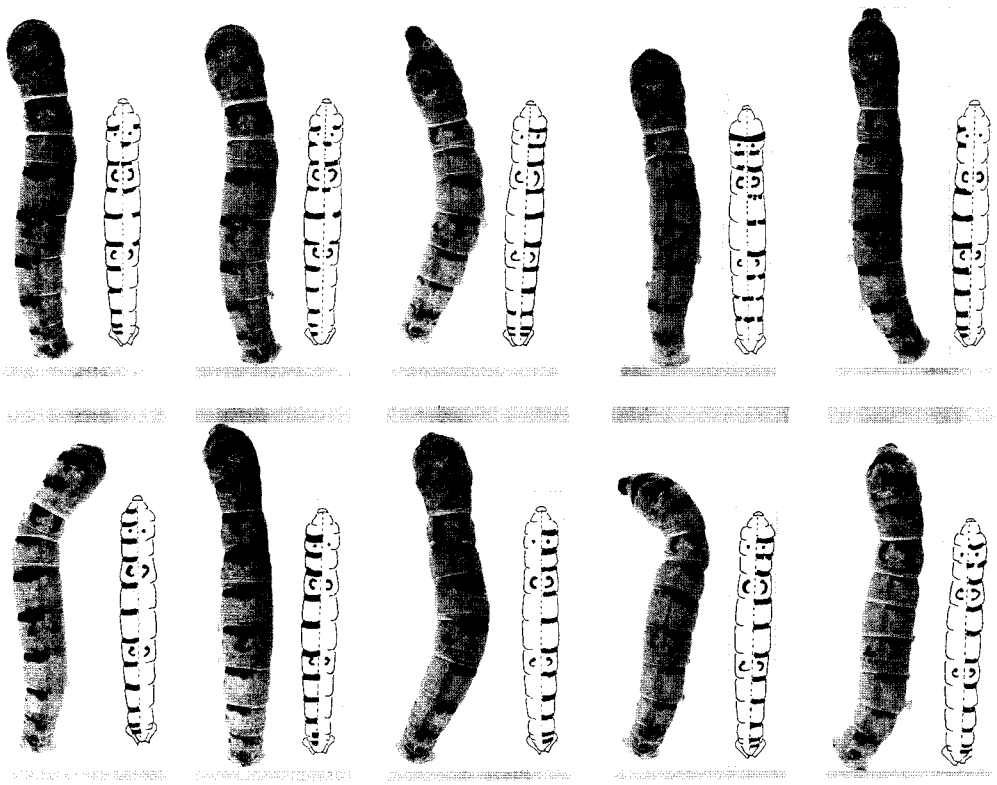


Plate I

GROUP-B(FEMALE≒MALE)



SEX MOSAIC INDIVIDUAL

Plate II

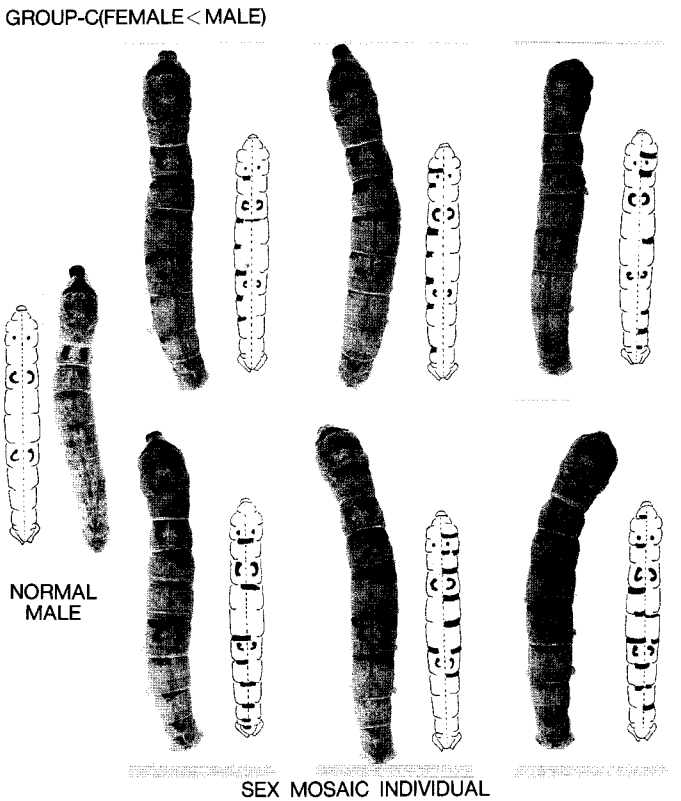


Plate III