

学 位 論 文 題 名

家蚕における性の制御に関する研究

学位論文内容の要旨

本論文は、総ページ数222ページ、表56、図40からなる和文論文で、他に参考論文13編が添えられている。

家蚕繭からの絹生産においては、雌の繭が雄の繭より形態で大きいものの、繭層歩合は雄で高く、生糸生産効率は雄の方が高い。従って、養蚕の現場では雄繭だけを生産し得る性の制御法が求められて来た。

本研究は、家蚕の不受受精卵を46℃の温湯処理することによって単為発生を誘発させ得る技術を利用し、新しく、還元型単為発生（卵核が成熟分裂を行う）と非還元型単為発生（卵核が成熟分裂を行わない）を自由に調節できることを明らかにした。

1. 還元型、非還元型単為発生最適処理時間の決定

家蚕の性染色体型はZWであり、ZZの性染色体を有する雄にのみ組換えが起り、ZWの雌では組換えが起らない。単為発生が誘発され、かつ還元型または非還元型を明らかにし得る系統として、ヘテロ型遺伝子を有する黒卵（pe+/+re）を材料に温湯処理実験を行った。本材料は、成熟分裂における還元型単為発生を行えば橙色卵（pe+）、または赤卵（+re）を生じ、非還元型単為発生を行えば黒卵（pe+/+re）となるため卵色をマーカーとし得る。この卵色マーカーを利用して実験を行った結果、還元型単為発生を誘発させる最適温湯処理時間は30秒間～2分間、非還元型単為発生を誘発させる最適温湯処理時間は10分間～18分間であることが明らかとなった。

2. 実用交雑種における高単為発生能品種の選抜

実用交雑種18品種の単為発生卵の孵化率を調査した結果、品種間差異は非常に大きく2～46%であった。中でも、群・優×桂・冠、夏1・輝1×絹1・粧1、昭山×玲・風、芙・蓉×東・海の4品種は40%以上の孵化率を示した。また、これらの品種の中で高孵化率を示す雌蛾の選抜を5代継代して行ったところ、2世代目に90～91%の高孵化率を示す雌

蛾が選抜された。さらに昭山×玲・風の3世代目の幼虫斑紋はすべて形蚕斑紋を示し、かつ雌のみが得られた。

この結果、選抜によって高単為発生系統が得られることが明らかとなった。さらに、これらの実用品種における優良形量形質選抜も併せて行ったところ、繭層歩合、生糸量歩合においても選抜の効果が認められた。

3. 2倍体の還元型単為発生による雄の誘起

実用交雑種の幼虫斑紋形質が形蚕でかつヘテロ ($+P/p$) の品種を材料に、還元型単為発生が誘起されれば形蚕 ($+P$) と姫蚕 (p) が1:1に分離し、非還元型単為発生が誘起されれば形蚕 ($+P/p$) のみが生ずるように材料を設定し実験を行った。

その結果、不受精卵に46℃、2分間の温湯処理を行うと、還元型単為発生が誘起され、雄が生ずることが明らかとなった。

しかし、これら還元型単為発生卵は、非還元型単為発生卵より孵化率が著しく低く、幼虫は虚弱で死亡率が高く、蛹へと進んだ化蛹歩合は0~11%であった。この原因を明らかにするため染色体の観察を行ったところ、13個体の調査の中、半数体1個体、2倍体5個体、混数体7個体となっており、半数体での発生が致死をもたらすことが明らかとなった。

4. ZZWW型4倍体雌における還元型単為発生

半数体が致死の原因とするならば、4倍体を誘起させ、この卵で還元型単為発生を誘起することにより通常の2倍体個体が得られるはずである。事実、ZZWW型4倍体の不受精卵を46℃、2分間温湯処理すると還元型単為発生が誘起され、2倍体の場合よりも孵化率が向上した。しかし、理論上ZW(雌):ZZ(雄):WW(雌・致死)=4:1:1の比で生じるはずの雄がほとんど生じなかった。このことは、性染色体の対合がZ-Z、W-Wにおいて選択的に生じたことを示した。

5. 温湯処理単為発生における突然変異の出現

- (1) 昭山×玲・風の単為発生後代において通常黒卵となるのに対し、赤色卵が得られた。この遺伝子について、従来知られている赤卵 ($+re$) との関係を示した。
- (2) 高単為発生品種の選抜過程において黒卵系統の後代、第14代において、幼虫斑紋形質が二重半月紋を有する蚕を得、遺伝的にE群に属する遺伝子を有することを明らかにした。
- (3) 4倍体雌の誘起過程で得た例外雄の検討

本例外雄の次代雌に、大型卵を産下する個体を見出し染色体を観察したところ3倍体を示した。大型卵由来3倍体雌は完全な不妊性を示したため単為発生で継代し、これに2倍体雄を交配させて4倍体化を行った。

これら一連の実験で倍数体の諸形質、大型卵発生のメカニズムを明らかにした。

(4) 異常性徴を有する突然変異個体の誘起

大型卵4倍体の単為発生後代で、雌蛾に雄蛾特有の腹部第8節が形成される個体を見出した。雄蛾の腹部第8節は、雄蛾の特徴である鱗毛を叢生させる。

このため、本異常性徴個体が性モザイクであるか間性であるかについて、交配実験を行って確かめた。後代の検討では外部形態では、モザイク性を示さず、W染色体の数と対応する性ヘテロクロマチンが吸胃に1個認められたことから、W染色体をもって遺伝的に雌になるべき個体に雄の性徴が発現した間性遺伝子 (Isx) を有する個体であることが明らかとなった。

以上、本論文は、各種交配型の不受精卵を46℃で温湯処理し、その処理時間の長・短によって、還元型、非還元型の単為発生を誘起させることができることを明らかにした。この方法を用いると、家蚕の性を制御することが可能であることが明らかになるとともにその単為発生誘起の過程で数多くの突然変異系統を得、それらの形質発現と遺伝子構成についても明らかにした。

このことは、学問上の新発見を含むとともに実用面でも多大な貢献を行った。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 飯 塚 敏 彦

副 査 教 授 高 木 貞 夫

副 査 教 授 三 上 哲 夫

学 位 論 文 題 名

家蚕における性の制御に関する研究

本論文は、総ページ数222ページ、表56、図40からなる和文論文で、他に参考論文13編が添えられている。

家蚕繭からの絹生産においては、雌の繭が雄の繭より形態で大きいものの、繭層歩合は雄で高く、生糸生産効率は雄の方が高い。従って、養蚕の現場では雄繭だけを生産し得る性の制御法が求められて来た。

本研究は、家蚕の不受精卵を46℃の温湯処理することによって単為発生を誘発させ得る技術を利用し、新しく、還元型単為発生（卵核が成熟分裂を行う）と非還元型単為発生（卵核が成熟分裂を行わない）を自由に調節できることを明らかにした。

1. 還元型、非還元型単為発生最適処理時間の決定

単為発生が誘発され、かつ還元型または非還元型を明らかにし得る実験材料として、ヘテロ型遺伝子を有する黒卵（pe+/+re）を材料に温湯処理実験を行った。この卵色マーカーを利用して実験を行った結果、還元型単為発生を誘発させる最適温湯処理時間は30秒間～2分間、非還元型単為発生を誘発させる最適温湯処理時間は10分間～18分間であることが明らかとなった。

2. 実用交雑種における高単為発生能品種の選抜

実用交雑種18品種の単為発生卵の孵化率を調査した結果、品種間差異は非常に大きく2～46%であった。その中の4品種は40%以上の孵化率を示したため、本4品種の雌蛾の選抜を5代継代したところ、2世代目に90～91%の高孵化率を示す雌蛾が選抜された。4品種の中の昭山×玲・風の3世代目の幼虫斑紋はすべて形蚕斑紋を示し、かつ雌のみが得ら

れた。

この結果、選抜によって高単為発生系統が得られることが明らかとなった。

3. 2倍体の還元型単為発生による雄の誘起

実用交雑種の幼虫斑紋形質が形蚕でかつヘテロ ($+P/p$) の品種を材料に、還元型単為発生が誘起されれば形蚕 ($+P$) と姫蚕 (p) が1 : 1に分離し、非還元型単為発生が誘起されれば形蚕 ($+P/p$) のみが生ずるように材料を設定し実験を行った。

その結果、不受精卵に46℃、2分間の温湯処理を行うと、還元型単為発生が誘起され、雄が生ずることが明らかとなった。

しかし、これら還元型単為発生卵は、非還元型単為発生卵より孵化率が著しく低く、幼虫は虚弱で死亡率が高かった。卵内で致死する原因を明らかにするため染色体の観察を行ったところ、半数体の発生が致死をもたらすことが明らかとなった。

4. ZZWW型4倍体雌における還元型単為発生

半数体が致死の原因とするならば、4倍体を誘起させ、この卵で還元型単為発生を誘起することにより通常の2倍体個体を得られるはずである。事実、ZZWW型4倍体の不受精卵を46℃、2分間温湯処理すると還元型単為発生が誘起され、2倍体の場合よりも孵化率が向上した。しかし、理論上ZW(雌) : ZZ(雄) : WW(雌・致死) = 4 : 1 : 1の比で生じるはずの雄がほとんど生じなかった。このことは、性染色体の対合がZ-Z、W-Wにおいて選択的に生じたことを示した。

5. 温湯処理単為発生における突然変異の出現

赤色卵を示す卵色突然変異、幼虫斑紋形質が二重半月紋突然変異等4つの突然変異が得られた。中でも雄蛾の腹部第8節が、雄蛾の特徴である鱗毛を叢生させる突然変異が見出されたため性モザイクか間性であるかの検討を行い間性遺伝子 (I_{sx}) を有する個体であることを明らかにした。

以上のように、本研究は、学術上の新発見を行うとともに実用面でも生糸生産効率を高める品種改良への道を開いた点で高く評価される。

よって審査員一同は、別に行った学力確認試験の結果と合わせて、本論文の提出者廣川昌彦は博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格があるものと認定した。