

大卵遺伝子をホモ型にもつ3倍体蚕の卵の性状と造卵数

誌名	日本蠶絲學雜誌
ISSN	00372455
著者	横山, 岳 鈴木, 雅京 屈, 達才 阿部, 広明 黄色, 俊一
巻/号	65巻4号
掲載ページ	p. 248-254
発行年月	1996年8月

大卵遺伝子をホモ型にもつ3倍体蚕の卵の性状と造卵数

横山 岳・鈴木雅京・屈達才・阿部広明・黄色俊一

東京農工大学農学部
(1995年10月5日 受領)

TAKESHI YOKOYAMA, MASATAKA SUZUKI, DA-CAI QU, HIROAKI ABE and TOSHIKAZU OSHIKI:
The size and number of eggs produced by the triploid females of *Bombyx mori*, homozygous for the giant egg (*Ge*) gene.

ZZW triploids with the giant egg gene (*Ge*) in the constitution of $Z^{Ge}Z^{Ge}W$, $Z^{Ge}Z^{+}W$ and $Z^{+}Z^{+}W$ were induced by hot water treatment (46°C, 18 min) applied to the inseminated eggs shortly after oviposition. These 3 types of triploid moths deposited a mixture of eggs irregular and normal in shapes. The eggs deposited by $Z^{Ge}Z^{Ge}W$ females included large sized ones, which were superior to the *Ge* hemizygous eggs ($Z^{Ge}W$) by 1.04 to 1.13 times in length and width and 1.13 to 1.20 times in weight. The $Z^{Ge}Z^{Ge}W$ females were severely impaired in the egg productivity. These results suggested that the *Ge* gene is functionally recessive in this type of triploid. Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology, Fuchu, Tokyo 183.

Key words: *Bombyx mori*, triploid, giant egg gene, size and number of eggs

Z染色体上に座乗する大卵遺伝子 (*Ge*) は、性染色体構成が雌ヘテロ型である2倍体雌のカイコにおいて *Ge* 遺伝子を有する場合常に大卵形質を発現する (有賀, 1943)。また、卵の内容物含量が多い反面、成熟卵数が少なくなることや、移植実験の結果から大卵の形成は卵巣自身の遺伝子型により決定され、体内環境の影響は受けないなどの特徴をもつ (河口ら, 1987, 1991)。著者らは $Z^{Ge}Z^{+}W$ 型の3倍体雌は大卵を形成しないことから、*Ge* 遺伝子が $+Ge$ 遺伝子に対して劣性として発現する可能性が高いことを報告した (横山ら, 1994)。しかし、倍数体雌の産生する卵の形態や大きさは性染色体構成により決定

され、ZZW型の3倍体の雌は不整形卵や潰れ卵を多く形成する (佐藤, 1929; 橋本, 1933; 佐藤・茅野, 1937; KAWAMUR, 1988) ため、 $Z^{Ge}Z^{+}W$ 型の3倍体雌は大型卵を作ることができない可能性も考えられる。そこで、 $Z^{Ge}Z^{Ge}W$ 型、 $Z^{Ge}Z^{+}W$ 型および $Z^{+}Z^{+}W$ 型の3倍体雌を誘発し、それら3倍体の雌の形成する卵と卵巣の性状および造卵数について調査した。

なお、本文に入るに先立ち、材料蚕を御恵与くださった九州大学農学部教授土井良宏博士に厚く御礼申し上げる。

材料と方法

大卵系統とカンボージュ系統の正逆交雑を行い、

得られたF₁の雌(以後, Camb・Ge, Ge・Camb)とre9およびGerepSの雄を用いて3倍体の雌を誘発した。Camb・Geの雌の形質は大卵, 形蚕でヘテロの黄血($Z^{GeW}, +^P Y/+^P +^Y$), Ge・Cambの雌は形蚕でヘテロの黄血($Z^+W, +^P Y/+^P +^Y$), re9の雄は赤卵で黒縞($Z^+Z^+, re/re, p^S +^Y/p^S +^Y$), GerepSの雄はGe遺伝子を持ち, 赤卵で黒縞($Z^{Ge}Z^{Ge}, re/re, p^S +^Y/p^S +^Y$)である

$Z^{Ge}Z^{GeW}$ 型, $Z^{Ge}Z^+W$ 型および Z^+Z^+W 型の3倍体雌は横山ら(1990)の方法に従って誘発した。すなわち, 交尾後の雌蛾を25°Cで産卵させ, 10分間隔で採卵し, これを産下直後の卵として46°Cで18分間温湯に浸漬した。処理後は17°Cで4日間保護し, わずかに卵が着色した時に浸酸し, 以後, 25°Cで催青した。3倍体の雌は不還元分裂型の卵核(2n)と精核(n)の接合により誘発されるために, 処理区の正常着色卵, 黒縞, 黄血で不妊の雌を3倍体($ZZW, +/+/re, +^P Y/+^P +^Y/p^S +^Y$)として選抜した。このようにしてCamb・Ge(Z^{GeW})×GerepS($Z^{Ge}Z^{Ge}$)交雑区から $Z^{Ge}Z^{GeW}$ 型の3倍体雌を, Ge・Camb(Z^+W)×GerepS($Z^{Ge}Z^{Ge}$)交雑区から $Z^{Ge}Z^+W$ 型の3倍体雌を, Ge・Camb

(Z^+W)×re9(Z^+Z^+)交雑区から Z^+Z^+W 型の3倍体雌を誘発した。卵の測定は前報(横山ら, 1994)に従い, 潰れ卵や不整形卵は除外し, 正常な形の卵のみについて長径および短径は任意に約50~60個の卵を実体顕微鏡下でマイクロメーターを用いて行った。また, 50~100粒の卵を電子天秤を用いて測定し, 卵重を算出した。造卵数は産下した卵数と蛾の中に残留した卵数を加えたものとした。卵巣の組織観察は, ブアン固定した組織を常法に従いパラフィンで包埋し, 切片を作成した後, ヘマトキシリン・エオシンにより染色した標本を用いて行った。

結 果

3倍体雌の誘発と確認

産下直後の卵に温湯処理を施すことにより, $Z^{Ge}Z^{GeW}$ 型, $Z^{Ge}Z^+W$ 型および Z^+Z^+W 型の3倍体雌を誘発した。正常着色卵(+^{re})から孵化した幼虫について形質調査した結果, 無処理区および処理区ともにすべての個体は雄親の優性形質である黒縞(p^S)が発現していた(Table 1)。無処理区では理論通り黄血と白血および雌雄がほぼ1:1に分離した。これに対し, 処理区では黒縞で黄血の雌の占め

Table 1. Segregation of characters in the larvae hatched from eggs treated with hot water.

Type of cross (♀×♂)		No. of larvae examined	Striped larvae			
			Yellow blood		Normal blood	
			Female	Male	Female	Male
Camb・Ge×GerepS	Treated	73	70 (95.9)	2 (2.7)	1 (1.4)	0 (0.0)
	Untreated	231	69 (29.9)	59 (25.5)	51 (22.1)	52 (22.5)
Ge・Camb×GerepS	Treated	117	115 (98.2)	1 (0.9)	1 (0.9)	0 (0.0)
	Untreated	160	48 (30.0)	37 (23.1)	34 (21.3)	41 (25.6)
Ge・Camb×re9	Treated	47	46 (97.9)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (2.1)
	Untreated	113	30 (26.5)	23 (20.4)	34 (30.1)	26 (23.0)

Examined on the 1st day of the 5th instar. Inseminated eggs were treated with hot water (46°C for 18min) shortly after oviposition. Untreated controls were investigated in parallel. Camb・Ge, $+^P Y/+^P +^Y$; Ge・Camb, $+^P Y/+^P +^Y$; GerepS, $p^S +^Y/p^S +^Y$; re 9, $p^S +^Y/p^S +^Y$. Numerals in parentheses denote the percentages.

る割合は95%以上であり、両親の優性形質(p^S , Y)が発現しており、接合核由来であることは明らかである。これらの結果は処理区の中の正常着色卵であり黒縞で黄血の雌はZZW型の3倍体を多数誘発することを明示していた。さらにこれらの個体について、 $re9(re)$ と交雑することにより妊性についての調査を行った。 $Ge \cdot Camb(+)$ \times $GerepS(re)$ の交雑、 $Ge \cdot Camb(+)$ \times $re9(re)$ の交雑において、無処理区では着色卵歩合が95%以上となり、卵色の分離は正常着色卵と赤卵が1:1に分離し、理

論比と一致し、孵化歩合は89%以上であった。一方、処理区では、着色卵歩合は低く、赤卵に比べ正常着色卵が、多数出現し、これらの卵はまったく孵化しなかった(Table 2)。

これらの結果から、不還元分裂型の卵核(2n)と精核(n)の接合により形成されたZZW型の3倍体が誘発されていることは明らかである。従って、 $Camb \cdot Ge(Z^{Ge}W)$ \times $GerepS(Z^{Ge}Z^{Ge})$ の交雑区からは $Z^{Ge}Z^{Ge}W$ 型、 $Ge \cdot Camb(Z^+W)$ \times $GerepS(Z^{Ge}Z^{Ge})$ の交雑区から $Z^{Ge}Z^+W$ 型、 $Ge \cdot Camb$

Table 2. Hatchability and percentages of pigmented eggs and segregation of egg color deposited by moth that hatched from treated eggs.

Type of cross (♀ \times ♂)		No. of egg examined	% of pig- mented eggs	+ : re	Hatchability (%)
$Camb \cdot Ge \times GerepS$	Treated	574	7.3	2.50 : 1	0.0
	Untreated	2328	99.2	1.04 : 1	89.6
$Ge \cdot Camb \times GerepS$	Treated	1720	19.0	5.44 : 1	0.0
	Untreated	3150	96.7	0.97 : 1	93.4
$Ge \cdot Camb \times re9$	Treated	2538	35.9	5.77 : 1	0.0
	Untreated	6817	99.7	1.00 : 1	96.4

Inseminated eggs were treated with hot-water (46°C for 18min) shortly after oviposition. Untreated controls were investigated in parallel. $Camb \cdot Ge$, +/+; $Ge \cdot Camb$, +/+; $GerepS$, re/re ; $re9$, re/re . Moth crossed with $re9$ male.

Table 3 Range and weight of the normal shape eggs deposited by triploid and diploid female.

	polyploidy and sex chro- mosome	Length (mm)			Width (mm)			Weight (mg/ egg)	
		$\bar{X} \pm SD$	MAX	MIN	$\bar{X} \pm SD$	MAX	MIN		
$Camb \cdot Ge \times GerepS$	3n; $Z^{Ge}Z^{Ge}W$	large*	1.51±0.07	1.63	1.40	1.15±0.06	1.27	1.03	0.821
		normal**	1.18±0.08	1.33	1.03	0.94±0.06	1.07	0.83	0.421
Untreated	2n; $Z^{Ge}W$		1.38±0.05	1.50	1.30	1.11±0.04	1.20	1.03	0.725
$Ge \cdot Camb \times GerepS$	3n; $Z^{Ge}Z^+W$		1.19±0.06	1.30	1.00	0.95±0.07	1.03	0.80	0.466
			1.34±0.04	1.43	1.27	1.05±0.04	1.13	0.97	0.684
$Ge \cdot Camb \times re9$	3n; Z^+Z^+W		1.18±0.06	1.30	1.00	0.95±0.07	1.07	0.67	0.481
			1.19±0.04	1.30	1.13	0.97±0.04	1.07	0.90	0.468

Inseminated eggs were treated with hot-water (46°C for 18min) shortly after oviposition. Untreated controls were investigated in parallel. $Camb \cdot Ge$, $Z^{Ge}W$; $Ge \cdot Camb$, Z^+W ; $GerepS$, Z^{Ge} , $re9$, Z^+Z^+ . Triploid and diploid female crossed with $re9$ male. *eggs of the large size. **eggs of the normal size. Each experiment, about 50 eggs.

(Z⁺W)×re9(Z⁺Z⁺)の交雑区からZ⁺Z⁺W型の3倍体が誘発されたものと判断した。

卵形、卵重および造卵数

Z^{Ge}Z^{Ge}W型、Z^{Ge}Z⁺W型とZ⁺Z⁺W型の3倍体雌が産生した卵とZ^{Ge}W型とZ⁺W型2倍体の雌が産下した卵について形状と卵重を比較した(Table 3)。卵形比較のために正常な形の卵の長径と短径を測定した。Z^{Ge}Z⁺W型3倍体とZ⁺Z⁺W型3倍体は大形卵を産下しなかったが、Z^{Ge}Z^{Ge}W型の3倍体は大型の卵と正常な大きさの卵の2種類を混在して産下した。Z^{Ge}W型2倍体の産生する大卵はZ⁺W型2倍体やZ^{Ge}Z⁺W型、Z⁺Z⁺W型3倍体が産生する卵よりも12~17%ほど大きかったが、Z^{Ge}Z^{Ge}W型3倍体の産生する大型の卵はZ^{Ge}W型2倍体の大卵よりもさらに長径で9~13%、短径では4~10%大きくなっていった。Z^{Ge}Z^{Ge}W型3倍体雌の産生する正常サイズの卵の大きさはZ⁺W型2倍体やZ^{Ge}Z⁺W型、Z⁺Z⁺W型の卵とほぼ同じ大きさであった。

卵重についてみると、Z^{Ge}W型2倍体の大卵はZ⁺W型2倍体やZ^{Ge}Z⁺W型、Z⁺Z⁺W型3倍体の卵よりも42~56%重くなっていった。Z^{Ge}Z^{Ge}W型の3倍体雌の大型の卵はZ^{Ge}W型の2倍体の雌の大卵よりもさらに13~20%重くなっていった。Z^{Ge}Z^{Ge}W型3倍体の正常サイズの卵はZ⁺W型2

倍体やZ^{Ge}Z⁺W型、Z⁺Z⁺W型3倍体の卵とほぼ等しい重さであった。さらに、産卵後、蛾を解剖し、残留卵について調査したが、産下卵との相違は見られず、卵位と卵の性状についても相関は認められなかった。

Z^{Ge}Z^{Ge}W型3倍体雌の25個体について造卵数を調査した。そのうち11個体は2日間の産卵数が30粒以下であった。産下卵数が極めて少なかったため、蛾を解剖し、潰れ卵や不整形卵数も含めて残留卵数を調査した(Table 4)。Z^{Ge}Z⁺W型とZ⁺Z⁺W型3倍体雌の造卵数はZ⁺W型あるいはZ^{Ge}W型2倍体雌のそれらに比べいづれも少なかったが、さらにZ^{Ge}Z^{Ge}W型3倍体雌における造卵数をみると著しい低下が認められた。

卵巣の組織学的観察

Z^{Ge}Z^{Ge}W型3倍体雌では、造卵数が極めて少なく、造卵数が30粒以下の個体では卵管の長さが極端に短くなっており、残留卵の数が多くなっていった。また、メラニン化した部分が観察された。そこで、卵巣の組織学的観察を行なった。卵管内には外見からも観察されたメラニン化した部分(Fig. 1A)、卵管内に充満した細胞(Fig. 1A, B)、波状あるいは泡状に形成された卵殻(Fig. 1B, C)などの異常組織が観察された。このように卵形異常を伴う卵の形成や卵管内に組織異常が生じたため造卵数の減少あ

Table 4. Egg number in triploid and diploid moth.

	Polyploidy and sex chromosome	No. of moths examined	Egg number/moth		
			X	MAX	MIN
Camb•Ge×GerepS					
Treated	3n; Z ^{Ge} Z ^{Ge}	25	51	174	0
Untreated	2n; Z ^{Ge} W	25	221	346	171
Camb•Ge×GerepS					
Treated	3n; Z ^{Ge} Z ⁺	25	104	126	61
Untreated	2n; Z ^{Ge} W	25	204	288	174
Ge•Camb×re9					
Treated	3n; Z ⁺ Z ⁺	25	122	179	48
Untreated	2n; Z ⁺ W	25	400	460	320

Inseminated eggs were treated with hot-water (46°C for 18 min.) shortly after oviposition. Untreated controls were investigated in parallel. Each experiment, about 25 moths.

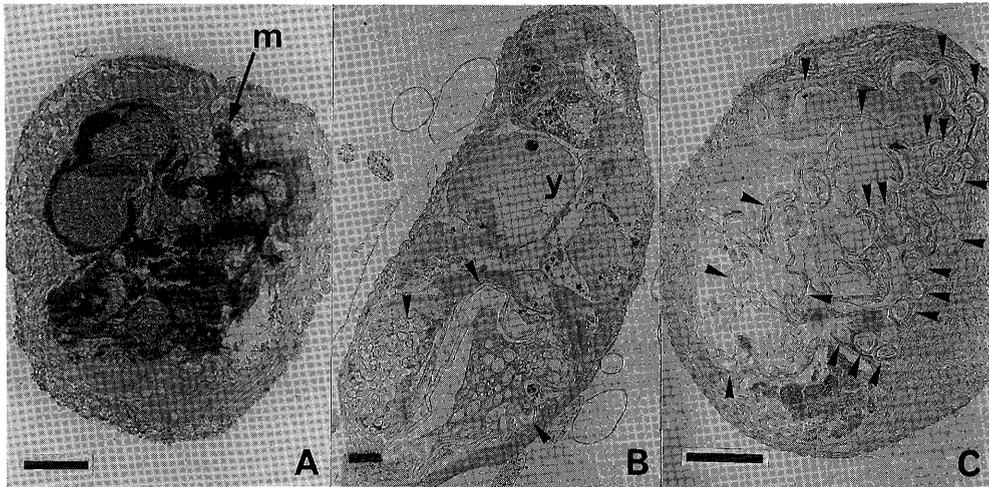


Fig. 1. Egg tube filled with abnormal tissue in $Z^{Ge} Z^{Ge} W$ genotype moth. A, melanic tissue (m); B, abnormal tissue and egg shell (arrows); C, abnormal egg shell; y, yolk granule. Scale = $100 \mu m$.

るいはそれより上部にある完成卵は残留卵となったものと考えられた。

考 察

大卵遺伝子 (Ge) は造卵数を減少させ、卵形を大型化させるという形質を常に発現する (有賀, 1943)。この Ge 遺伝子は Z 染色体上に座乗し、性染色体構成がヘテロ型 (ZW 型) であるカイコでは、 Ge 遺伝子が $+^{Ge}$ 遺伝子に対して優性であるのか否かを判定することは困難である。しかし、遺伝子の優劣は形質発現の機構を解明する上で重要であり、研究を進める上で明確にすべき問題点である。 Ge 遺伝子が優性であるのか否かを明らかにするためには Z 染色体を 2 つ以上有する雌を得る必要があるが、2 倍体でトリソミー個体を得ることはカイコでは困難なため、本実験では Z 染色体を 2 個以上持つ倍数体の雌を供試することにした。しかし、倍数体の雌は倍数性や性染色体構成により、特異な性状の卵を形成し、ZZWW 型 4 倍体や ZWW 型 3 倍体では Ge 遺伝子の存否に関係なく大型の卵を形成する (佐藤, 1929; 橋本, 1933; 佐藤・茅野, 1937; KAWAMURA, 1988)。したがって、倍数体の雌を用いて卵の性状を検討するためには確実に目的とする遺伝子構成の倍数体の

雌を誘発しなければならない。著者らは産下直後の卵に温湯処理を施し、不還元分裂型の卵核 (ZW) と精核 (Z) の接合により ZZW 型の 3 倍体雌が誘発されることを明らかにした (横山ら, 1990)。この方法により誘発した $Z^{Ge} Z^{+} W$ 型 3 倍体雌は $Z^{+} Z^{+} W$ 型 3 倍体雌と同じサイズの卵を産生し、大型卵は産生しないことから Ge 遺伝子は $+^{Ge}$ 遺伝子に対して劣性遺伝子の可能性が高いことを報告した (横山ら, 1994)。しかし、ZZW 型の 3 倍体雌は不整形卵や潰れ卵を多く形成するという特性を持つため (佐藤, 1929; 橋本, 1933; KAWAMURA, 1988)、 $Z^{Ge} Z^{+} W$ 型の 3 倍体雌では大卵が形成されなかった可能性がある。さらに、産卵性の低下をまねく伴性赤蟻遺伝子 (真野ら, 1964) を標識遺伝子として用いたために卵形成に異常が起き、大卵が形成されなかった可能性も考えられる。したがって本研究においては伴性赤蟻遺伝子を用いない 3 倍体の実験系を作成し、卵の正常および造卵数を指標にして Ge 遺伝子の形質発現の機構の解明および ZZW 型 3 倍体雌の卵形成異常の原因の究明を試みた。処理区の個体は両親の優性形質 (p^S , Y) を有しており、接合核由来であることは明らかである。しかし、雌親のヘテロの黄血形質 (Y/+) の分離がみられず、ほぼす

すべての個体が雌であった。 $Ge \cdot Camb(+)$ × $GerepS(re)$ 交雑区と $Ge \cdot Camb(+)$ × $re9(re)$ 交雑の処理区の雌蛾に $re9$ の雄蛾を交配し、産下された卵の卵色分離と妊性についてみると、正常着色卵と赤卵が5:1に分離し、孵化する個体はみられなかった。一方、 $+/+/re$ 型の3倍体雌に re/re 型の2倍体の雄を交雑した場合についてもすでに同様の結果を得ている(横山・黄色, 1992)ことから、調査個体が $+/+/re$ 型3倍体雌であることは明らかである。一方、 $Camb \cdot Ge(+)$ × $GerepS(re)$ 交雑処理区では正常着色卵と赤卵が2.5:1に分離した。この交雑処理区において2倍体の雌や4倍体の雌が混在しているならばその個体は潰れ卵や不整形卵を産下することなく、すべて正常な大きさの卵または大卵を産下するはずである。2倍体と3倍体あるいは3倍体と4倍体の混数体が混在しているならば、着色卵のいくつかは孵化する可能性があるが、調査したすべての個体は潰れ卵や不整形卵を造成し、産下卵からの孵化個体は全く認めることができなかった。このことから誘発3倍体の遺伝子型はZZW型であると判断された。したがってこれらの結果から、調査した処理区の個体が、不還元分裂型の卵核(2n)と精核(n)の接合により形成されたZZW型3倍体の雌であると判定した。

$Z^{Ge} Z^{GeW}$ 型3倍体の雌は潰れ卵や不整形卵だけでなく Z^{GeW} 型2倍体の雌よりも大型の卵と正常な大きさの卵を形成したが、造卵数は極めて少なかった。すなわち、 Ge 遺伝子が発現しているにも関わらず、卵がすべて大卵にならないことは Ge 遺伝子が単に卵の大きさの調節のみを行っているのではないことを示している。河口ら(1987)は Z^{GeW} 型の2倍体の雌の造卵数は Z^{+W} 型の2倍体の雌に比べ著しく減少することから、一定量の素材のもとで大卵を形成するには必然的に造卵数を減少させる『数と量を調節する機構』が本来的に存在すると考えている。本実験でも、 $Z^{Ge} Z^{GeW}$ 型の3倍体の造成する卵数が極めて少ないことから、河口らが予想したように Ge 遺伝子は造卵数と卵形の両方の調節に関与している可能性が認められた。しかし、 $Z^{Ge} Z^{+W}$ 型と $Z^{+}Z^{+}W$ 型3倍体雌の造卵数が Z^{GeW} 型2倍体雌のそれより少ないにも関わらず、卵形的大型化がみられないことは優性的に作用する $+^{Ge}$ 遺伝子

の発現によるものと理解した。

産卵後の卵巣を組織学的に観察した結果、 $Z^{Ge} Z^{+}W$ 型や $Z^{+}Z^{+}W$ 型の3倍体には異常はなかったが、 $Z^{Ge} Z^{GeW}$ 型の3倍体雌ではメラニン化、肥大化した組織や核、波状や泡状の卵殻など様々な組織で異常がみられた。この卵管内に観察された異常な組織については、3倍体で特異的に形成される不整形卵や潰れ卵となるべき卵の卵細胞、栄養細胞、包卵被膜細胞などが完成卵を形成できずに成虫化したため、これらの組織が退化することなく卵管内に細胞が充満したり、メラニン化したか、または退化時期が早すぎたために異常が生じたものと考えられる。また、卵殻の形成時に造卵中の卵の退化が起こった場合には異常な形の卵殻が形成されると考えられる。このような異常な組織が卵管内に詰まっているためにそれより上部にある完成卵は産下されず、残留卵となるのであろう。前報(横山ら, 1994)では産卵性の不良を発現する伴性赤蟻遺伝子(真野ら, 1964)を標識遺伝子として用いたために卵形成に異常が起き、それが原因で大卵が形成されなかったとも考えられた。しかし、本報で標識遺伝子として伴性赤蟻遺伝子を用いずに実験したにもかかわらず、前報と同じく、 $Z^{Ge} Z^{+}W$ 型の3倍体雌は $Z^{+} Z^{+}W$ 型の3倍体雌と同様の卵を産下し、大卵を産下しなかった。 $Z^{Ge} Z^{GeW}$ 型の3倍体雌では大型の卵が形成されていることから、3倍体蚕において Ge 遺伝子は $+^{Ge}$ 遺伝子に対して劣性遺伝子として作用するものと結論された。

摘 要

産下直後の卵に温湯処理を施し、 $Z^{Ge} Z^{GeW}$ 型、 $Z^{Ge} Z^{+}W$ 型および $Z^{+}Z^{+}W$ 型の3種の3倍体雌を誘発し、これらの産下卵と Z^{GeW} 型と $Z^{+}W$ 型2倍体との間で卵の性状および造卵数を比較し、 Ge 遺伝子の発現について検討した。 $Z^{Ge} Z^{GeW}$ 型3倍体は $Z^{Ge} Z^{+}W$ 型、 $Z^{+}Z^{+}W$ 型3倍体と同様に潰れ卵や不整形卵を多く産下した。卵形が正常な卵について長径、短径および卵重をみると $Z^{Ge} Z^{GeW}$ 型3倍体の形成する卵は、大型の卵と正常サイズの卵の2種類から成り、大型の卵は Z^{GeW} 型2倍体の卵より大きくなっていった。正常サイズの卵は $Z^{+}W$ 型2倍体の卵とほぼ同じ大きさであった。また、 $Z^{Ge} Z^{GeW}$

型の3倍体の造卵数は特に少なく、卵管内に形態異常を伴った未熟な卵が残留していた。大卵遺伝子 (*Ge*) は3倍体個体において劣性的に発現すると判断した。

文 献

有賀久雄(1943): 家蚕に於ける伴性遺伝をなす一突然変異. 蚕試報, 11, 499-507.
 橋本春雄(1933): 蚕のテトラプロイド雌の遺伝学的研究. 蚕試報, 8, 359-381.
 河口 豊・紫藤 光一・藤井 博・土井良 宏(1987): カイコの大卵突然変異遺伝子による形質発現. 1. 大卵の形質的特徴. 応動昆, 31, 344-349.
 河口 豊・伴野 豊・古賀克己・土井良 宏・藤井博(1991): カイコの大卵突然変異遺伝子による形質発現. 3. 卵巣の相互交換移植. 応動昆, 35, 109-113.

KAWAMURA, N. (1988): The egg size determining gene, *Es_d*, is a unique morphological marker on the W chromosome of *Bombyx mori*. *Genetica*, 76, 195-201.

真野保久・佐藤好祐・板垣正男(1964): 伴性遺伝をする劣性赤蟻について. 日蚕雑, 33, 256.

佐藤春太郎(1929): 人為的単性生殖蚕に就いて. 応動雑, 1, 141-158.

佐藤春太郎・茅野 功(1937): トリプロイド蚕の生物測定学的分析. 日蚕雑, 8, 108-120.

横山 岳・黄色俊一(1992): 3倍体雌蚕の次代における胚致死. 日蚕雑, 64, 307-377.

横山 岳・須貝悦治・黄色俊一・潘 慶 中(1990): 家蚕における産下直後の卵の温湯処理と3倍体の誘発. 日蚕雑, 59, 218-224.

横山 岳・鈴木雅京・阿部広明・黄色俊一(1994): 3倍体蚕の産下卵にみられる大卵遺伝子の形質発現. 日蚕雑, 63, 347-352.