

## 絹糸虫類における計量形質の発現機構に関する研究

永 友 雄

### On the Mechanism of Quantitative Character Formation in Silkworms

Takeshi NAGATOMO

#### 緒 言

絹糸の利用を目的として飼養せられる蚕は、それが家蚕であると野蚕であるとを問わず、絹糸量の多寡が経済的見地から極めて重要な事柄であるにも拘わらず、その発現機構に関する研究は未だ不充分で不明の点が少なくなかった。

著者は多年家蚕における計量形質の発現に対する遺伝子の役割について研究を重ね聊かそれら遺伝子の性格並に相互関係を明らかにすることが出来た。

家蚕における計量形質は数多く存在するが、茲に言う計量形質とは、経過（成長並に発育に要する時間の意）体重、繭層重並びに産卵量等を指すものである。

家蚕の計量形質（以下単に計量と略記することがある）は他の動植物におけると同様に外界の影響によつて著しい彷徨変異を示すものであるけれども、素よりまた遺伝的の形質であつて品種によつてそれぞれ定まつており、経過が短かくて体重や繭層重の軽少なものと経過が長くて体重や繭層重の豊大なものまでの間に種々の段階の品種が存在する。

斯様に品種によつて計量に差異が見られるのは、計量の発現には種々の遺伝子が関与していて、すべての品種はそれらの遺伝子の種々な組合せによつて成立しているので、遺伝子構成の相異によつて自ら品種の性状も異なつて来るからである。

家蚕の計量の発現に関与する遺伝子として従来一般に知られているものは少なくとも4種に及んでいる。経過を支配する晩成遺伝子<sup>6)</sup> 化性を支配する越年遺伝子<sup>9)</sup>、幼虫の脱皮回数を規定する眠性遺伝子及び卵の大きさを決定する遺伝子が即ちそれである。そしてこれらの遺伝子はそれぞれ単独に、または互に助長或は牽制し合つて計量の発現に関与しているのである。

この外に交雑種の場合は、交雑に基づくヘテロシスが計量の発現に大きな影響を及ぼすものであることは今更述べる必要の無いところであろう。

なお前記遺伝子の関与とは別に、すべての品種に共通的に見られることは、雌雄の性別によつて必ず計量に一定の差が存在することである。即ち雌は雄に較らべて常に経過が幾分長く食餌の摂取量も多いので体重や繭層重が豊大となるのであつて、このことは鱗翅目昆虫には普遍的に見られる一般周知の事柄である。

最近入戸野<sup>14)</sup>は常染色体に座乗し家蚕血液中の小球細胞の有無を支配する遺伝子が計量の発現に関係を有することを報告した。

斯様に家蚕の計量は性別による差異を始めとして種々の遺伝的要因によつて影響されるものであることが明らかになつたが、然らばそれらの性別や遺伝的要因に基いて如何なる生理作用が惹起され現実には計量が発現するに至るものであるか、その機構についてはこれまで全く解明されていなかったが、著者の研究<sup>10)</sup>により性別や関与遺伝子の働らきを通じて食道下神経節からホルモン様要因が分泌

され、その作用によつて蚕の経過や食餌摂取量が規定され、その結果として体重や繭層重、産卵量等が自ら決定されるものであることが始めて明らかにされた。

家蚕以外の絹糸虫類については家蚕の様に多くの突然変異種が確立されていないので十分な遺伝子分析を行うことが出来なかつたが、食道下神経節からの内分泌が計量の発現に関与していることは家蚕の場合と全く同様であり、且つその作用は非特異的で家蚕・野蚕相互間に様に通用するものであることが認められた。因に家蚕以外の絹糸虫類で実験に供用したのはエリ蚕、栲蚕及び柞蚕である。

計量の発現と食道下神経節内分泌との関連についての研究は現在なお続行中であるが、これまでに得られた結果と遺伝子分析の結果とを一応取纏めて概要を茲に報告する。

本研究の内、食道下神経節の機能に関する部分は主として文部省科学研究費の援助によつて行われたものであり、移植実験に関しては助手橋口勉君の多大の協力を得た。茲に記して深甚の謝意を表す。

## I 計量形質の発現と遺伝的要因との関係

### (A) 雌雄の別

周知の通り絹糸虫類においてはすべて雌雄によつてその計量に判然とした差異が見られ、一般に雌は雄に較らべて経過が幾分長く且つ食餌の摂取量も多いので、体重や繭層重等も豊大なものを原則とする。但し家蚕においては後述する様に例外として伴性晩成遺伝子や伴性越年遺伝子の関与によつてかかる雌雄の計量関係が逆転することがある。

ところで家蚕の場合の経過については、無停食育を行えば上簇までに雌雄間に相当の差を生ずるのであるが、実際の管理では各令毎に起き揃いのを待つて同時飼食が行われる関係から、上簇の早晩は主として5令期における開差を示すものであり、発蛾の早晩もまた5令飼食から羽化に至るまでの間に生じた開差を示すものに外ならないのである。

また蚕の孵化は自然の明暗の下では蟻体完成後最初に遭遇する早朝に行われる習性があるので、その時期を過ぎて蟻体の完成される個体はたとえそれが24時間以内であつても結局翌早朝にならないと孵化出来ないもので、厳密な孵化期の早晩や催青期間を知るには蟻体完成に従つて随時孵化し得る様に常明又は常暗の下で管理して観察する必要があるのであつて、発蛾もまた孵化の場合と全く同様の関係にあるから、正確な発蛾の早晩や蛹期間は光線の制御下において調査さるべきものである。

更に体重については孵化当時の蟻蚕では雌雄間に差が無いのであるから、孵化後上簇するまでの間に成長が進むにつれて雌雄間に漸次体重の差が生じ上簇時に到つてそれが最大に達する訳である。体重の測定は一般的には蛹で行うのが適當であるが、蛹の体重も化蛹後間も無い時期と羽化の近づいた時期とはともに消耗度が大きいので、比較的变化の少い蛹期の1/2を経過した頃を選ぶのが賢明であろう。

繭層重は絶対量においては雌の方が雄よりも大であるが、雌は多数の卵を造成する負担の為、生体重に対する繭層重の割合は却つて雄の方が大である。

兎に角絹糸虫類における計量の発現については前述の如く性別によつて一定の開差の生起することが先天的に決定づけられているのである。

斯様な性別による計量差は恐らく性と密接な関連を有する遺伝的要因の支配によつて招来されるものであろうことは推測に難くないところであるが、それが果して性染色体の相異に基くものであるか、または遺伝子の介在によるものとしてもそれが如何なる遺伝子で、既に知られている家蚕の雌性決定遺伝子と如何なる関係に在るものであるか等のことについては未だ全然手がかりが得られていな



大造は  $L_{ms}$  と 3 対の  $l_{ma}$ , N 3 は  $l_{ms}$  と 3 対の  $L_{ma}$  とで構成されているものとし, 各遺伝子の晩成値をそれぞれ  $L_{ms}=2$ ,  $L_{ma}=1$ ,  $l_{ms}=l_{ma}=0$  と仮定した. 但しこの場合不伴性遺伝子の数や晩成値等については他の品種との相互関係が十分に検討されていないので決定的なものではなく, 単に本実験結果の理解の為に暫定的に設定したものであることを断わしておく.

N 3 は  $l_{ms}$  系であるが 3 対の  $L_{ma}$  を保有しているので  $L_{ms}$  系の 大造よりも却つて晩成値は大である. 交互雑種  $F_1$  の遺伝子構成を見ると不伴性遺伝子については当然 ♀♂間に差はない訳であり,  $L_{ms}$  は大造の♂から♀♂何れにも伝わるので N 3 母体の  $F_1$  では♀♂の計量関係は正常の場合と何等変るところはない. 然るに大造の♀からは  $L_{ms}$  が  $F_1$  ♂だけに伝わり  $F_1$  ♀には N 3 ♂の  $l_{ms}$  が伝わるので, 大造母体の  $F_1$  では♂の晩成値は反交の  $F_1$  と同様に 5 であるが, ♀の晩成値は 3 であつて♀♂の計量関係は正常の場合と全く正反対になるのである. 次に交雑実験の結果を表示する.

第 1 表 N 3 と大造及び交互  $F_1$  の発蛾状態と平均繭層重

品 種	性別	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	平均日順	平均繭層重
N 3	♀♂									4 23	44 77	52 37	36 17	7	(11.0) (10.3)	25.7 23.2
大 造	♀♂		8 32	56 71	42 18	11									(3.5) (2.9)	11.1 10.1
N 3 × 大造	♀♂					24	27 69	38 37	48 8	17					(7.4) (6.2)	25.0 22.0
大造 × N 3	♀♂	26	43	45 8	8 47	59	4								(2.3) (4.5)	15.1 20.2

(註) 掃立 5 月 1 日, 初発蛾 6 月 4 日, 括弧内の数字は発蛾日順, 繭層重の単位は g.

上表の実験結果を見ると交雑遺伝式から期待された通り, N 3 母体の  $F_1$  では発蛾並びに繭層重における♀♂の関係は正常の場合と同様で且つ発蛾までの日数が長く繭層重も大であるが, 大造母体の  $F_1$  ではこれと全く趣を異にし, 発蛾は同蛾区の♂よりも♀の方が平均で約 2 日早く繭層重もまた♀の方が♂に較べて遙に軽くなつて, 正常の場合と正反対になつていことがわかる. 従つて交互雑種の  $F_1$  ♀同志を比較すると  $L_{ms}$  と  $l_{ms}$  とによる計量の相違が意外に大であることに気付くであろう. 本実験では偶々蛹体重が欠調になつていのが, 蛹体重は元来♀♂間の開差が大きいため絶対値では大造母体の  $F_1$  ♀♂間に繭層重の場合の様な差は見られないけれども, 正常の場合に較べると相対的には矢張り♀が格段に軽いことになるのである. 以上の結果からわかる様にかかる計量の伴性現象が起るのは交雑に用いた♂の計量の大小如何は問題ではないのであつてもその遺伝子構成が問題なのである.

この実験結果と遺伝式から期待される理論値との関係を見ると, 掃立から発蛾までの日数は理論値よりも短縮しているのに反して繭層重は却つて増量している. この一見理論と可なり食い違つた様に見える実験結果は, 所謂雑種強勢によつてもたらされたものであることは, 一般的にもまた大造と他の  $L_{ms}$  系との交雑及び N 3 と他の  $l_{ms}$  系との交雑結果から推しても充分首肯し得るものと考えらる.

この実験結果から  $L_{ms}$  遺伝子の存在が家蚕の計量発現に如何に大きな役割を演じているものであるかを理解することが出来るであろう.

ところで当然のことではあるが高温時には家蚕の経過が短縮し食桑量が少ない為計量の値もそれに応じて遞減されるので, 夏秋期の飼育では大造や N 3 の計量もそれぞれ絶対値が小さくなり両品種間の開差も縮小されることになる. 従つてその  $F_1$  に見られる  $L_{ms}$  と  $l_{ms}$  との計量差も春蚕期や晩秋期の飼育の方が明瞭に現われる. そこで二重劣性への戻交雑では  $L_{ms}$  と  $l_{ms}$  との個体が同蛾区内に等数

に分離し、その差が春蚕期には明瞭な二頭曲線となつて観察されるが夏秋期の飼育では恰も単項曲線の如き様相を呈することがある。このことは  $L_{ms}$  と  $l_{ms}$  とを他の伴性形質で標識できる品種間の戻交雑で観察すれば一目瞭然で、例えば有賀大卵 ( $L_{ms}$ , Ge) と N4 小卵 ( $l_{ms}$ , ge) との戻交雑では外見上単項曲線と見られる様な場合でも内容的には  $L_{ms}$  と  $l_{ms}$  との二つの変異曲線から成り立っていることがはつきり看取できるのである。次にこのことを示す実験結果を挙げておく。

第 2 表 飼育時期を異にする N4 × (N4 × Ge) ♀ の全繭重変異 (単位繭)

春	階 級	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	合 計
	全 繭 重	5	17	24	28	23	17	13	10	13	15	23	26	19	10	6	3	252
初	小 卵 蛾	5	17	22	28	21	16	10	5	2		1	3	1	1			132
	大 卵 蛾			2		2	1	3	5	11	15	22	23	18	9	6	3	120
秋	階 級	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110				合 計
	全 繭 重	2	8	15	21	34	37	32	23	15	9	5	3	2				206
秋	小 卵 蛾	2	6	14	20	23	19	10	8	3		2						107
	大 卵 蛾		2	1	1	11	18	22	15	12	9	3	3	2				99

以上述べて来たところから明らかな様に家蚕の計量は常に晩成遺伝子の支配を蒙っているのであつて、 $L_m$  遺伝子を保有する品種では  $L_m$  遺伝子の数 (但し  $L_{ms}$  はホモでもヘテロでも効果は同じ) に相当するだけ計量が累加された姿で表現されているものであり、 $l_m$  遺伝子のみを保有する品種の計量は少しも  $L_m$  遺伝子の作用の恩恵に浴していない最低位の姿で表現されているものであることを知らなければならない。

### (C) 越年遺伝子

越年遺伝子は最初蚕卵の化性を支配する遺伝子として命名されたものであるが、同時にその多面作用として計量の発現にも関連をもっているので、化性と計量との間には密接不可分の関係が存在する訳である。

家蚕の化性は便宜上 1 化性, 2 化性, 多化性に類別して取扱われているが、実際はそれらの化性間に判然とした区別が存す訳ではなく、越年力の強大な純 1 化蚕と全く越年性を欠く純多化蚕との間に、越年力を異にする種々の段階の品種が存在して、一連の化性階級を構成しているものなのである。

著者の研究<sup>9)</sup>によると家蚕の化性を支配する越年遺伝子も前述した晩成遺伝子と同様に 2 種存在し、その一つは Z 染色体に座乗して互に優劣関係にある複対立遺伝子 ( $H_{s1} > H_{s2} > h_s$ ) であり、他の一つは或る常染色体に占座する数対の累加同義遺伝子 ( $H_n, h_n$ ) である。

そして家蚕のすべての品種はこれら 2 種の越年遺伝子の種々な組合せによつて構成されているのでそれらの構成遺伝子の総合力 (越年値と称する) の大小に従つて、越年力を異にする種々の段階の品種が成立していることも亦恰も晩成遺伝子の場合と全く同様である。

斯様に家蚕の化性は素より遺伝的の形質であるがまた一方外界の条件、特に催青中の温度の影響を受けて一時的に変化し易い形質でもある。但し越年力の最も強大な 1 化蚕と殆んど越年力を欠く純多化蚕においては化性の変化は見られず、外界の影響によつて変化するのは専ら越年力がそれらの中間に属する品種に限られるのである。例えば 2 化蚕は高温催青下では越年卵を産下するが、低温催青下では不越年卵を産下し、中間温度で催青すると越年卵蛾と不越年卵蛾とが出現する。

そして斯くの如き外界の影響による化性の変化と計量の発現との間には極めて密接な関係が存するのであつて、越年卵を産下する様な処理を受けた蚕は♀♂ともに経過が緩慢となり、従つて体重繭層重も重く産卵数も多くなる（越年型の発育）が、不越年卵を産下する様な処理を受けた蚕は逆に経過が迅速となつて体重繭層重も軽く産卵数も少なく（不越年型の発育）中間温度で催青された場合にはその計量も亦前二者の中間となるのである。♂は産卵しないけれども計量がその越年値に従つて動くことは♀の場合と全く同様である。

斯様な計量の変化は越年遺伝子の多面作用に基くもので、必らず化性の変化に伴つて生起されるものであるから、催青温度の影響によつて化性が変化を蒙むことのない1化蚕や純多化蚕にあつては計量においても亦変化は見られないのである。

越年遺伝子に前述の様な多面作用があるので、化性を異にする品種間の交雑種で低温催青によつて化性の伴性遺伝が見られる場合には、必然的にその計量においても亦伴性的の現象が現われることになる。

次にその1例として1化性欧16号と2化性大造との交雑について説明する。欧16号と大造とは何れも伴性晩成遺伝子  $L_{ms}$  を共通に保有している品種であるから茲では  $L_{ms}$  の影響については考慮する必要はない。次に示す遺伝式で♀には  $W$  を附し、 $Z$  染色体上の伴性遺伝子は括弧に入れ、各遺伝子の越年力をそれぞれ  $H_{s1}=6$ ,  $H_{s2}=3$ ,  $H_n=1$ ,  $h_s=h_n=0$  と仮定した。括弧内の数字は品種または  $F_1$  の越年値を示す。

$$\begin{array}{c}
 \text{大 造 と 欧 16 と の 交 雑 遺 伝 式} \\
 \begin{array}{ccc}
 \text{(大 造)} & & \text{(欧 16)} \\
 W(H_{s2})H_1H_1h_2h_2h_3h_3 & (5) \times & (H_{s1}H_{s1})H_1H_1H_2H_2H_3H_3 & (12) \\
 | & & | \\
 W(H_{s1})H_1H_1H_2h_2H_3h_3 & (10) & (H_{s1}H_{s2})H_1H_1H_2h_2H_3h_3 & (10) \\
 \text{(欧 16)} & & \text{(大 造)} \\
 W(H_{s1})H_1H_1H_2H_2H_3H_3 & (12) \times & (H_{s2}H_{s2})H_1H_1h_2h_2h_3h_3 & (5) \\
 | & & | \\
 W(H_{s2})H_1H_1H_2h_2H_3h_3 & (7) & (H_{s1}H_{s2})H_1H_1H_2h_2H_3h_3 & (10)
 \end{array}
 \end{array}$$

第 3 表 大造と欧16との交互  $F_1$  の発蛾状態と平均繭層重

交 雑	催青温度	性別	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	平 日 順	平 均 繭層重
大造×欧16	25°C	♀♂			2	11 21	35 44	39 46	31 26	25 16	8 3	(6.3) (5.8)	26.8 23.8
欧16×大造	25°C	♀♂			15 13	27 30	36 43	41 50	27 21	11 3	3 1	(5.5) (5.3)	28.1 25.9
大造×欧16	15°C	♀♂			10 16	21 37	30 49	32 24	22 12	17 3		(5.7) (4.9)	26.2 22.9
欧16×大造	15°C	♀♂	10	107 6	50 28	11 80	1 45	23	3			(2.3) (4.3)	22.0 24.6

(註) 括弧内の数字は発蛾日順、繭層重の単位は喱。

前記の遺伝式や交雑実験の結果からわかる様に伴性晩成遺伝子構成を同じくする1化蚕と2化蚕との  $F_1$  卵を高温で催青すると、交互雑種の何れにあつても♀♂ともに越年型の発育をなすので、化性にも計量にも伴性的の現象は見られないが、低温で催青した場合には2化母体の  $F_1$  では♀♂何れも

同一遺伝子構成で且つ越年値が高く 1 化性的である為越年型の發育をなすので、♀♂間の関係は正常で特殊な現象は見られず♀蛾は越年卵を産下するが、これに反して 1 化母体の  $F_1$  では♂は反交の♂と同様越年型の發育を示すのに、♀は越年値が低く 2 化性的である為不越年型の發育をなすので、♀♂の計量の関係は正常の場合と全く逆になつて、♀の計量の方が♂の計量よりも却つて輕少となり、♀の方が♂よりも早く發蛾し且つ不越年卵を産下するのである。

斯様な越年遺伝子の多面作用に基く計量の伴性現象は、さきに述べた晩成遺伝子による伴性遺伝の場合と外見的には全く同一の觀を呈するのであるが、晩成遺伝子と越年遺伝子とではその作用發現の仕方において種々の点ではつきりした相異が見られるのであつて、両者の結果が偶々同一の様相を呈したと言うだけのことである。即ち晩成遺伝子と越年遺伝子とはその性格が根本的に異なつており且つ両遺伝子の作用は相互に何等掣肘されることなく自由に發揮されるのである。

次にそのことを証明する一つの実験例を挙げる。詳細については鹿児島大学農学部學術報告第 2 号 (1953) の拙著を参照されたい。大造は  $L_{ms}$  を保有する 2 化蚕で朝鮮 3 眠は  $l_{ms}$  を保有する 1 化蚕である。

第 4 表 大造と朝鮮 3 眠蚕との交互  $F_1$  の繭層重

交 雑	催青	性	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	合計	平均
大造×3 眠	25°C	♀♂	3	9	32 6	48 23	39 40	18 44	5 29	16	3			154 161	8.2 9.8
3 眠×大造	25°C	♀♂				3	4 22	18 28	27 37	59 28	17 9	10 5	5	140 132	11.8 10.8
大造×3 眠	15°C	♀♂		3	9	19 3	37 9	47 12	20 23	7 41	1 41	17	6	143 152	9.5 12.1
3 眠×大造	15°C	♀♂		6	15	23 4	39 8	18 20	10 46	4 30		12	1	115 121	8.8 11.1

(註) 高温催青区と低温催青区とは飼育時期をに異なる。括弧内の数字は繭層重階級 (単位繭)

第 4 表の結果を見ると大造×朝鮮 3 眠では催青温度の高低に拘わらず何れも♀における繭層量の輕量化が見られるが、反交の朝鮮 3 眠×大造では低温催青の場合に限つて♀の輕量化が現われ、高温催青下では正常の関係が示されている。即ち低温催青の場合は交互  $F_1$  の両者に同時に計量の伴性現象が生起している訳である。

この実験結果から晩成遺伝子の作用は催青温度の高高低如何に拘わらずまた異化性品種間の交雑においても支障なく發揮されるが、越年遺伝子の作用は異化性品種間の交雑種の低温催青の場合に限つて發揮されるものであり、且つ晩成遺伝子と越年遺伝子とはその作用發現に當つて相互に何等掣肘を蒙るものでないことを知ることが出来る筈である。然かも低温催青の場合に交互雑種の両者に同時に計量の伴性現象が現われる事實は、この交雑において相異なる二つの伴性遺伝子の同時関与を認めることによつて始めて理解し得ることである。

更に晩成遺伝子と越年遺伝子とではその作用發現の状態に差異が見られるのである。即ち、晩成遺伝子の作用によつて♀♂の繭層量に差が生ずるのは催青温度の高低とは関係なく常に一挙に一定の開差が現われるのであつて、その状態は恰も♂と♀との繭層量の間に突然「断層」が生じたかの如き様相を呈するのであるが、これに反して越年遺伝子の作用によつて起る♀の繭層量の動きを見ると、高温催青下では正常の関係を示して♂の繭層量よりも重いのに、低温催青下では逆に軽くなるのである。従つて当然その中間に♀♂の繭層量が同じ値を示す催青温度が存在する訳であつて、催青温度の

変化に対して比較的安定な♂の繭層量に対して、♀の繭層量は温度の低下に伴って「傾斜」型に漸減するのである。

晩成遺伝子と越年遺伝子とには以上の様な判然たる性格の相異が存するのであつて、両遺伝子の関与によつて外見上全く同型の伴性現象が見られるのは、これらの遺伝子がともにZ染色体上に占座し且つ計量の発現に同じ効果をもたらすところから招来された偶然の一致に過ぎないのであるから、両者は決して同一視さるべきものではないのである。

因に諸星<sup>9)</sup>は伴性越年遺伝子の存在を否定し、化性の伴性遺伝を晩成遺伝子の化性変更作用に帰して説明しているが、それは全く事実を無視した解釈であつて、越年遺伝子のZ染色体占座は著者の連関実験の結果からも立証済み<sup>13)</sup>であり、晩成遺伝子にいささかも化性を変更する働きのない事実についても既に指摘<sup>12)</sup>したところであるが、これらのことに関しては別の機会に改めて報告することとする。

以上述べて来たところで明らかな様に家蚕の計量は品種の越年力の強弱によつて催青温度の影響を受ける場合と然らざる場合とがある。即ち越年力の強大な1化蚕や殆ど越年力を欠く純多化蚕の計量は、催青温度の影響を蒙ることはないが、越年力が前2者の中間に位する2化蚕や4化蚕に属する品種の計量は、催青温度の高いときにそれらの品種の有する最高の力が発揮されて増大の極に達し、催青温度が低下するに従つて漸次遞減して遂に最低の値を示すに至るのである。

そこで品種の越年力が通常の2化蚕よりも強くなるに従つて低温催青による計量の遞減率は漸次小さくなつて、越年力の最も強大な欧州種等では遂に低温催青の影響は零となる。従つて斯様な1化蚕の計量は自然温度の低いときにおいても、高温催青の場合における最高の値が示されているものと見るべく、逆に熱帯種等の計量には高温催青の効果が及ばないのであるから、欧州種の場合と同様の理由で、低温催青下に達し得る最低値の計量の姿がそのまま高温時にも示されているものと理解すべきものと考えらる。

#### (D) 卵の大きさ

家蚕の卵の大きさには種々の段階が見られるが品種によつてそれぞれ遺伝的に定まつているもので、有賀大卵遺伝子(Ge)と普通卵遺伝子(ge)とは互に対立遺伝子として伴性遺伝をなすことが知られている。

卵の大きさは必然的にその卵の卵細胞質の多寡を規定することになり、卵細胞質の多寡はまた直接蚕の発育に密接な関係を有するので、卵の大きさは当然その卵から孵化する蚕の計量に影響を及ぼすことになる。

従つて卵の大きさが蚕の計量の発現に関与するのは、母体の後作用としてその卵から孵化する蚕の発育に影響を及ぼすのであつて、後述する交雑実験の結果からもわかる様に、卵の大きさを支配する遺伝子は直接当代の蚕には影響を及ぼし得ないのである。つまりたとえ大卵遺伝子を享けて孵化した蚕でもそれが小卵から孵化した蚕であれば小卵と言う母体の後作用の影響は蒙らざるを得ないが、自己の保有する大卵遺伝子の作用は当代の蚕の発育に対しては発揮出来ないのである。

大卵は小卵に較べて卵細胞質の量が多いので、大卵から孵化した蟻蚕は小卵から孵化した蟻蚕よりも体重が大で稚蚕期の経過も速いのを普通とする。そして交雑種における計量については母体の卵の大きさに著しい差のない限り、交互一代雑種間の計量差は一応上蔭頃までには解消するのが普通であるが、さきに著者が指摘<sup>9)</sup>しておいた様に、交互雑種の母体卵の大きさに一定の範囲を超えた開差が存する場合には、孵化から上蔭までの間にその開差が完全に解消するに至らず、体重や繭層重に若干の差が残ることになるのである。

次に有賀大卵と小卵種大造との交雑実験の結果を示す。有賀大卵と大造とはともに2化性で  $L_{ms}$  を保有する品種である。

第5表 大卵種と小卵種との交互  $F_1$  の繭層重

交 雑	性	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	合 計	平均
大造×有賀大卵	♀ ♂	6	8 10	18 25	31 42	35 22	16 8	9 2	5			127 115	13.7 12.8
有賀大卵×大造	♀ ♂		3	4 11	10 35	28 33	26 21	24 13	16 7	11	5	124 123	15.4 14.0

(註) 括弧内の数字は繭層重階級 (単位繭)

上表の交雑は母体卵の大きさを除けば遺伝的に全く同じ構成の品種同志の交配であるから、交互雑種間にこの実験結果で見られる様な計量差が生ずるのは、母体差即ち  $F_1$  卵の大きさの相異に起因するものと見なければならない。なお N5 (大卵種) と金色または N5 と N4 との交雑においても同様の結果が見られるが後に眠性の項で述べる様にこれらの交雑では一般に大卵母体の  $F_1$  だけに3眠蚕が分離し厳密な比較が困難なので成績の記載は省略した。

原種の場合は卵の大小に基づく計量の動きを直接知ることは困難であるが、前述した交雑種についての実験結果から推して、原種の場合でも大卵種の計量には豊富な卵細胞質に恵まれている関係から既に孵化当初から若干の増量が織り込まれている筈であり、逆に小卵種では品種本来の計量の発現が自ら或る程度の制限を蒙むことを余儀なくされているものと見るのが至当であろう。

### (E) 眠 性

家蚕の就眠性にも種々の段階があつて幼虫期における脱皮の回数によつて通常3眠蚕、4眠蚕、5眠蚕及び6眠蚕等に区別されているが、更にそれらの中間型の存在することも著者によつて報告されている。

茲に眠性の中間型と言うのは通常の飼育管理の下で遺伝的にホモと考えられている品種の同蛾区内に眠性を異にする個体が混合して現われるもので、たとえば著者がさきに自然突然変異として報告した「五眠半蚕」<sup>8)</sup> 及び著者が最近新たに育成した N5 の如きものを指すのである。

「五眠半蚕」とは5眠性と6眠性との中間種の意で命名したもので、1930年春蚕期に飼育した4眠性支那2化大造の2蛾混合育の蚕から自然突然変異として発見されたものであつて、普通の飼育条件下では5眠蚕と6眠蚕とが併発するのを常とするが、5眠蚕と6眠蚕との発現率は飼育時期等によつて変化し必ずしも一定ではないが、5眠蚕には常に♂が多く6眠蚕には♀が多い。特に6眠蚕の発現率が低い場合には6眠した個体が全部♀ばかりのこともあつた。

要するにこの「五眠半蚕」に5眠蚕と6眠蚕とが併発する理由は、飼育環境によつて5眠蚕と6眠蚕との発現率が変化する事実や交雑実験の結果から見ても、遺伝的に異なる個体が分離するのではなくて、恰も固定した2化性品種に越年卵蛾と不越年卵蛾とが混じて出現するのと同様に、この突然変異種の眠性が5眠蚕と6眠蚕との間で固定している所謂眠性の中間型と見做すべきものと考えられるのである。N5 のことについては更に後で詳述する。

斯くの如く家蚕に脱皮回数の少いものから多いものまでの間に中間型のものも含めて種々の段階の品種が存在するのは、恐らく眠性が多因子遺伝に属することを物語るもので、周知の通り品種によつては環境の影響によつて眠性が変化する場合にその変化に難易が見られたり、また  $F_1$  の眠性が屢々完全優性を示さない場合があつたりする等の事実はこれを裏書するものと考えられる。

幼虫期における脱皮回数の多少は一般に食桑時間の長短を伴うので、その計量の発現に及ぼす影響は大きいものがあるが、眠性はまた他の種々な遺伝的要因、例えば雌雄性、晩成遺伝子、越年遺伝子並びに卵の大きさ等の作用によつても著しく変化を蒙るものであるから、眠性と計量発現との関係を論ずる前に先ず眠性変化とそれら遺伝的要因との関係について述べることにする。

先ず眠性変化と雌雄性との間には互に密接な関係があつて、一般に眠の減じた個体に♂が多く眠の増加した個体に♀の多いことが観察されている。

而して斯様な眠性変化と雌雄性との関係は家蚕の成長率を考慮することによつて容易に理解することが出来る。

即ち蚕卵の大きさとそれから孵化する蚕の雌雄性とは全然無関係であるから、孵化当時の蚕の体重は♀♂間に差がない筈であるのに、それが完全な發育を遂げた際の♀の体重は♂のそれよりも遙に大となるのであるから、♀の成長率は当然♂よりも大きくなる訳である。成長率の大きな♀は多量の食物の摂取を必要とするので眠を減少することは困難であるのが、♂は成長の為の負担が♀に較べて軽いので眠の減少し得る機会に恵まれ易い筈である。そこで4眠性の品種から若干の3眠蚕が発生する様な条件下においては、發育に対する負担の軽い♂に3眠蚕が出現し易く、負担の重い♀ではその出現が困難となるのである。同じ理由で逆に4眠性の品種から5眠蚕が発生する様な場合には5眠する個体に♀の多い事実が見られるのである。

先に述べた「五眠半蚕」及び後に述べるN5の様に中間型に属する品種では、特に眠性変化の起り易い様な条件下でなくても眠性を異にするものが併発するのであるが、この場合にも同様に常に眠の少ない個体に♂が多く、眠の多い個体に♀の多い現象が見られる。

次に晩成遺伝子並びに卵の大きさも亦眠性の発現に大きな役割を演ずるものである。その事実を次のN5に関する実験によつて説明する。

先ずN5は著者が有賀大卵(2化4眠性で $L_{ms}$ を保有する大卵種)とN4(著者の育成に係る多化4眠性で $l_{ms}$ を保有する小卵種)との交雑種から育成した $l_{ms}$ を保有する多化性大卵種で、つまり大卵系のN4とも見られる品種である。

ところが有賀大卵とN4とはともに普通の環境下では3眠蚕の発生は見られない品種であるにも拘わらず、それらの交雑種から育成されたN5は3眠蚕の出現を容易にする様な特殊な管理下でなくとも一般的に若干の3眠蚕の出現を見る性状の品種で、眠性における所謂中間型に属するものと考えられる。

次にN5及びその交雑種における眠性発現の状態を表示する。欧16号は4眠性で卵は大形ではあるが遺伝的にはgeに属する。

次表の結果はこれを蚕の経過並びに卵の大きさと晩成遺伝子との関連において蚕の成長率を考慮することによつて容易に解釈することが出来る。

即ち第6表の結果を通覧すると原種であると交雑種であるとを問わず3眠蚕の発生を見たのは大卵から孵化した蚕が $l_{ms}$ を保有している場合に限られ、等しく大卵から孵化した場合でもその蚕が $L_{ms}$ を保有するときは3眠蚕は発生せず、また小卵から孵化した蚕はその保有する晩成遺伝子が $l_{ms}$ であつても3眠蚕は全然現われていない。つまり3眠蚕の発現には $l_{ms}$ を保有する蚕が大卵母体の後作用の恵みに浴することが必須の条件で蚕自身がGe遺伝子を保有するか否かは全く無関係なのである。そして大卵から孵化した $l_{ms}$ を保有する蚕に限つて3眠蚕が発生する理由は、その蚕の経過が短かく且つ成長率が小さくても發育を完了し得るからで、結局發育に対する負担が軽い為の外ならない。

またN5の原種におけるよりもN5×金色の交雑種の方が3眠蚕の発現率が高いのは交雑の場合は

第 6 表 N5 及びその交雑種における眠性の発現状態

原種及び交雑種	遺 伝 子 組 成		性 別	3 眠	4 眠	3 眠計	4 眠計	3 眠%
	母 体 卵	原種 F <sub>1</sub> 蚕兒						
N5 (a)	Ge l <sub>ms</sub>	l <sub>ms</sub>	♀ ♂	19 81	125 60	100	185	35.0
N5 (b)	Ge l <sub>ms</sub>	l <sub>ms</sub>	♀ ♂	28 97	118 58	125	176	41.5
N5 × 金色 (a)	Ge l <sub>ms</sub>	l <sub>ms</sub>	♀ ♂	55 105	75 36	160	111	59.0
N5 × 金色 (b)	Ge l <sub>ms</sub>	l <sub>ms</sub>	♀ ♂	65 125	85 31	190	116	62.1
金色 × N5	ge l <sub>ms</sub>	l <sub>ms</sub>	♀ ♂	0 0	142 156	0	298	0
N5 × 欧16	Ge l <sub>ms</sub>	L <sub>ms</sub>	♀ ♂	0 0	139 145	0	284	0

雑種強勢によつて蚕の経過が著しく短縮するからである。即ち交雑種では食桑が活潑で蚕の發育が旺盛となりこの交雑の場合 F<sub>1</sub> の計量は N5 よりもむしろ増大するのであるが、単位時間に対する成長量が大き過ぎて蚕が完全な發育を遂げるのに短時間で充分なために一回の眠を省略することが可能となるからである。

なお前表に挙げた品種には勿論不伴性晩成遺伝子も関与しているのであるが前述の説明では一応それを考慮の外においたことを断つておく。

また晩成遺伝子の関与によつて 3 眠蚕が伴性的に発現する場合のあることも知られている。既に著者が報告<sup>7)</sup>している通り 4 眠蚕同志の欧 16 号とカンボージュとの交互雑種において、眠の回数が減じ易い様な条件即ち蚕種を中間温度で催青し稚蚕期を高温多桑防乾育で管理した場合に、多数の 3 眠蚕の発生が観察されたのであるが、それが欧母体の F<sub>1</sub> にだけに限られ然かも従来の通念に反して例外なく♀ばかりと言う意外な結果であつたのである。その実験結果を次に示す。

第 7 表 欧 16 号とカンボージュとの交互 F<sub>1</sub> における 3 眠蚕の伴性的発現

交 雑	蛾区	3 眠		4 眠		3 眠計	4 眠計	3 眠%
		♀	♂	♀	♂			
欧16 × カン	a	165	0	37	225	165	262	38.6
	b	82	0	52	134	82	186	29.5
	c	70	0	15	79	70	94	42.7
カン × 欧16	a	0	0	164	144	0	308	0
	b	0	0	120	146	0	266	0
	c	0	0	129	117	0	246	0

(註) 20°C 催青，晩秋期飼育。

第 7 表に示された様な 3 眠蚕の伴性的発現の理由もまたさきに述べた N5 の場合と同様に解釈することが出来る。欧 16 号は L<sub>ms</sub> を、カンボージュは l<sub>ms</sub> を保有し、且つ欧 16 号の卵は標準のものより大形であるがカンボージュの卵はむしろ小卵系に属する。

欧母体の交雑種では  $F_1$  ♀ は父親から  $l_{ms}$  を受取るので、母親から  $L_{ms}$  を受取る同蛾区の  $F_1$  ♂ よりも経過が迅速で早く上族し計量は軽少となる。次にカン母体の  $F_1$  では♀ ♂ ともに  $L_{ms}$  を受取るので、何れも経過は緩慢となり上族もおくれ計量は豊大となる。

従つて交互雑種の  $F_1$  ♀ 同志を比較すると欧母体の ♀ は経過も短かく計量も軽少で且つ欧 16 号の卵が大形で卵細胞質に恵まれていることも手伝つて、幼虫期の成長率は案外低くて済むが、反交のカン母体の ♀ は経過緩慢で且つカンボーヂュが小形卵であることと関連して、豊大な計量にまで發育する為には勢いその成長率は高くならざるを得ない訳である。

そこで 4 眠性の蚕から 3 眠蚕が発生する場合には先ず幼虫期における完全な發育を遂げるのに負担の少ない欧母体の  $F_1$  ♀ に発現するのが当然であり、發育に対する負担の大きいカン母体の  $F_1$  ♀ にはその発現が見られないのである。

同様な理由から  $L_{ms}$  を享けている交互雑種の  $F_1$  ♂ はその成長率がカン母体の  $F_1$  ♀ に準ずるものであり、経過は緩慢で計量も豊大となる運命を担っている所以で眠の省略が不可能なのである。

勿論一般に 4 眠性の品種から極く少数の 3 眠蚕が発生する様な場合には♂だけに限つて発生することもあり得るので、この場合カン母体の  $F_1$  ♀ に 3 眠蚕が発生しないからと言つて同蛾区の  $F_1$  ♂ に 3 眠蚕が発生してはならないと言ふことにはならない筈である。然るに欧母体の  $F_1$  ♂ は母体卵が大形なだけに小形卵のカン母体の  $F_1$  ♂ よりはむしろ發育に対する負担は軽い筈であるにも拘わらず、実際には交互  $F_1$  ♂ の何れにも 3 眠蚕の発現は見られないのである。

斯様に眠性の変化を招来し得る条件としての蚕の経過や成長率には自ら一定の限界が存在することを知らなければならない。

而して欧 16 号とカンボーヂュとの交雑の  $F_2$ ,  $F_3$  並びに反交雑における 3 眠蚕の発現状態もまた上述した蚕の経過と成長率との関連によつてすべてを明快に説明することが出来るのである。

従つて欧 16 号とカンボーヂュとの交雑種で観察された 3 眠蚕の伴性的発現々象は、ややもすると恰も眠性そのものが伴性遺伝をなすかの如く誤認される危険があるけれども、その点はこの交雑の  $F_3$  の殆ど全蛾区に亘つて 3 眠蚕の発生を見ている事実からはつきり否定されるのであつてこの場合眠性遺伝子が Z 染色体に占座する証拠はない。即ち前述の 3 眠蚕の伴性的発現は実は単に伴性晩成遺伝子の伴性行動の影響によつてもたらされた結果に過ぎないのである。(1941—日蚕雑 12 卷 3 号参照)

更に越年遺伝子の関与によつて眠性が変化する事実も知られている。

$l_{ms}$  遺伝子の作用で 4 眠性の品種に 3 眠蚕が出現するのと同様の理由から、低温催青により家蚕の経過を短縮しその計量を軽少にする作用を有する越年遺伝子  $h_s$  の影響によつても 4 眠性の品種に 3 眠蚕の出現することが予想されるのであるが、実際に越年遺伝子の作用によつて計量に伴性現象の見られる欧 16 号×支 106 号の如き 1.2 化交互一代雑種を眠の数の減ずる様な条件下で管理した場合、少数ではあつたが欧母体の  $F_1$  ♀ にだけ 3 眠蚕が出現する事実が著者によつて観察されている<sup>7)</sup>。

以上述べたところによつて家蚕の眠性は本来品種によつて遺伝的に定まつてはいるが、安定性の低い品種では外界の影響によつて変化を蒙り易いのみならず、雌雄性を始めとして卵の大きさや晩成遺伝子並びに越年遺伝子等の関与によつても亦大きく影響されるものであることが明らかにされた。

そして周知の通り家蚕の眠性と計量発現との間には常に極めて密接な関係が存在する。

即ち品種本来の眠性が発揮された場合であると他の条件によつて眠性が変化した場合であるとを問わず、家蚕の計量は幼虫期における脱皮回数によつて大きく影響を蒙るものであつて、一般に家蚕の計量は 3 眠蚕の場合が最も軽少で眠の数の増加に伴つて増大するのを普通とする。このことは同一品種の蚕に眠性を異にする個体が分離した場合でも全く同様である。

従つて3眠性の品種を4眠せしめることが出来たとすると4眠した蚕の計量は眠の増加に伴つて若干増大する筈であり、逆に4眠性の蚕を3眠蚕に変化せしめるとその計量もまた幾分遞減される筈である。

斯様に品種の計量は先ずその蚕が運命づけられた眠の数によつて定まるところの一定の枠の中で発現されるのであつて、品種の力がこの枠を超えて発揮されることは到底許されない訳である。

そこで計量から見た家蚕の姿については前述したところからわかる様に本来3眠蚕の計量は3眠という制約の下で、4眠蚕の計量は4眠という制約の下で示されているものであるということを改めて認識する必要があるのである。

#### (F) 計量形質発現に関する基本的要素

以上述べ来つたところによつて家蚕における計量の発現は種々の遺伝的要因即ち雌雄性を始めとして晩成遺伝子、越年遺伝子、眠性並びに卵の大きさ等の作用によつて大きな影響を蒙るものであることが明らかにされた。

そして家蚕のすべての品種はこれらの遺伝的要因の種々な組合せによつて構成されているのであるから、計量の発現については当然雌雄性や関係諸要因の影響を受けざるを得ない訳で、到底その圏外に超然たることは許されないのである。

ところで前記諸遺伝要因の中で雌雄性や越年遺伝子、眠性並びに卵の大きさは何れも直接計量の発現を支配するものではなく、むしろその作用が間接に計量の発現に影響を与えるものと解するのが妥当と考えられる。晩成遺伝子は直接には家蚕の経過を支配するものであるが、その当然の結果として他の計量の発現が規制せられるのである。

従つて晩成遺伝子の作用によつて経過以外の計量が決定されるのには自ら経過の早晩に応じた一定の限界が存在する筈である。

勿論蚕の食桑期間が同じであつても必らずしも食下量まで同一とは限らないから蛹体重や繭層重に差が生じても敢えて不思議ではないが、幼虫期間の等しい品種の中にも体重に比較して絹糸腺の発達が特に著しくて繭層歩合の非常に高いものや、繭層重の等しい品種の中にも特に繊度が細くて糸長が著しく長くなっているもの等が存在し、単なる晩成遺伝子の作用だけでは到底満足に説明出来ない事実は数多くある。元来晩成遺伝子は繭層歩合の高い品種や糸長の長い品種の場合でも先ず蚕の経過の早晩を支配するのであつて、この経過の早晩を通じて体重や繭層重の決定に対して一様に影響を及ぼすものであり、同一品種において特に体重を抑制して繭層重を増したり繊度を細くして糸長を増したりする様な器用な働らきは持ち合せていないのである。

従つて前述の様な事実が観察されることについては、晩成遺伝子の外に一応絹糸腺の発達を司る遺伝子や吐糸口の大きさを規定する遺伝子等の存在が考えられるのである。広部等<sup>4)</sup>は第II聯関群に繭層歩合を支配する遺伝子が存在することを報告している。

同様にして計量の発現過程について一層深く掘り下げて検討を加えるときは更に直接或は間接に関与する数多くの新要因が明らかにされるであろう。

茲において本報告で取上げた五つの遺伝的要因の性格はすべての品種に共通的に存在してその計量の発現に関与するところの基本的な要素をなすものに過ぎないということが理解されるであろう。

そこで今後は更に進んで新品種の育成に一層役立つ様な繭質や糸質等の遺伝に関する微に入つた研究のなされることが強く望まれる次第である。

因にこの際一言付け加えておきたいことはさきに鈴木<sup>18)</sup>や沈<sup>16)</sup>が伴性遺伝として取扱つている繭層

量の遺伝に関する報告及び沈<sup>17)</sup>が同様に繭糸の糸長、糸量並びに織度が伴性遺伝をなすとした報告は蚕の経過については全く言及していないけれども、これらは何れも  $L_{ms}$  と  $l_{ms}$  との交雑種を材料とした実験結果であつて、調査材料が得られる以前に蚕児の経過に既に伴性現象が現われていると言うことである。従つてこの場合繭層量や繭糸質に伴性的の現象が観察されたのは、伴性晩成遺伝子に基く蚕の経過の伴性遺伝によつて招来された結果に過ぎないのであるから、当然蚕児の経過や体重と併せて検討するべきものであることを指摘しておく。

### (G) 家蚕の原始型について

最後に計量発現に関与する遺伝子分析の結果から見た家蚕の原始型の遺伝子構成について考察して見たい。

このことについては著者が既に指摘<sup>7)</sup>しておいた通り、現在数多く存在する家蚕品種の中で  $l_m$  系に属する在来種として知られているものは比較的少なく、すべて所謂東洋種（熱帯種を含む）と称すべきものだけに極限されており、且つそれらの品種が何れも揃つて経過の短い軽量種であり、殊に家蚕の祖先であることが細胞学上から立証されている野生の桑蚕が、同様に東洋の原産で且つ  $l_m$  遺伝子を保有する軽量種に属するという共通点をもつ事実等から推して、恐らく  $l_m$  系品種が計量関係から見た家蚕の原始型或はそれに近い姿ではないかと考えるのである。

現在の桑蚕は通常 3 眠性で 2 化性に属するが素より長年月の間には桑蚕自体においても種々の遺伝的変異が生起したであろうことは充分首肯し得ることと考えられるので、或は最初は多化性であつたかも知れないところの桑蚕に由来した原始型の  $l_m$  系家蚕が、後に晩成遺伝子や越年遺伝子または眠性遺伝子等に種々の突然変異が起り、更にそれら品種相互間の交配等が行われた結果、順次進化の過程を辿つて現在の様な計量の異なる幾多の品種が成立したものと考えるのは、必ずしも根拠のないものとは断言し切れないのではなからうか。現に多化性（熱帯種カンボージュ、広東種輪月）4 化性（日本種小野田姫）2 化性（日本種金色）1 化性（朝鮮 3 眠蚕）の各化性並びに眠性に亘つて東洋地域に広く  $l_m$  系の在来種が分布している事実はこれを裏書きする証左の一つと見ることが出来よう。

勿論理論的には熱帯種における 3 眠性並びに越年性変異の生起或は多化性桑蚕出現の可能性等も当然考えられるところであるが、眠性の変異については仮に 3 眠蚕の段階が曾つて存在したとしても恐らく経済的理由から必然的に姿を消すべき運命に陥るものと察せられ、また熱帯地域における 1、2 化蚕の存続も蚕卵の生理から推して實際上不可能視されることであり、更に多化性桑蚕不存の理由も現在桑蚕の棲息している地域に純多化性家蚕の存在が認められない事実と考え合せると、この際強いて問題にする必要はないのではなからうか。

なお 4 眠性  $l_m$  品種の交雑種においては相手が 4 眠蚕の場合にも 3 眠蚕が発現し易い傾向があつて、恰も桑蚕の 3 眠性と一脈相通ずるものがあるように見受けられるけれども、これはそれらの交雑種の経過が特に短縮することによつて招来される必然的結果と見るべきものであらう。

斯様に考えて来ると計量関係から見た家蚕の原始型は化性や眠性のことは暫らく措くとして、少なくとも晩成遺伝子に関する限りにおいては、 $l_m$  遺伝子を保有するものであつたであろうことが一応推定出来る様に思われる。そしてこの  $l_m$  系在来種の東洋地域における存在は東洋原産の桑蚕を祖先として現在の様な幾多の優れた家蚕品種が成立するに至つた進化の過程を物語るものとして甚だ重要な意義を有するものと考えらる。

## II 計量形質の発現と内分泌との関係

### (A) 蛹体連結実験

家蚕における蛹の期間は幼虫期と同様に長短があるが矢張り品種によつてそれぞれ遺伝的に定まっている。

そこで蛹期を異にする品種間で蛹体の連結実験を試み蛹期に如何なる変化が起るかを観察した。即ち蛹期の長い品種 EK (1 化性), 短い品種 F<sub>m</sub> (多化性) の同時蛹化の♂を材料として, 蛹色が固有色になつたところで脳の位置を避けて毛細硝子管で 2 個体を互に連結し, 定温常明下で保護し 4 時間毎に観察して羽化を調査した。その際対の一方が羽化したものは直ちに連結から外ずした。その結果を第 8 表に示す。

第 8 表 蛹 体 連 結 と 蛹 期

連 結	対の数	蛹 期 調 査 (時間)		
		蛹	発蛾数	平均蛹期
F <sub>m</sub> ♂ ↔ F <sub>m</sub> ♂	10	F <sub>m</sub> ♂	16	175.0
EK ♂ ↔ F <sub>m</sub> ♂	20	F <sub>m</sub> ♂ EK ♂	18 17	185.4 270.2
EK ♂ ↔ EK ♂	10	EK ♂	18	294.6

右表の結果を見ると F<sub>m</sub> では対照区に較べて蛹期が 10.4 時間延長し EK では逆に 24.4 時間短縮している。この実験結果は蛹の体液中に蛹期を支配する何等かの要因が存在することを示唆するものである。

### (B) 計量要因分泌器官の検索

蛹体連結実験の結果から蛹の体液中に蛹期を支配する要因の存在が推定されるので, この推定が誤まっていなければ当然その要因の分泌器官の存在が考えられる訳である。

そこでその検索の第一着手として脳—食道下神経節連合体の移植実験を試みた。その理由はさきに長谷川<sup>3)</sup>, 福田<sup>2)</sup>等によつて家蚕卵の休眠ホルモンが食道下神経節から分泌されることが明らかにされており, 他方著者の研究から越年遺伝子が計量形質の発現にも関係を有することが知られているので, 食道下神経節からの分泌要因が蛹期を含む計量の発現とも何等かの関連があるのではなかろうかとの推測に基づくものであつたが, 実験の結果は予想した通り食道下神経節から計量を支配する要因が分泌されることを示したのである。この要因を仮に「計量要因」と呼ぶことにする。

同時に脳と食道下神経節とを切放してそれぞれ単独に移植した実験も行なつたがこの場合は何れも明らかな移植の効果が認められなかつた。

供試材料には宿主, 供給者ともに 4 令 3 日目のものを用い器官又は連合体の 1 個を背脈管を避けて第 4 腹節の背部に移植した。宿主は移植体別に背面に絵具で標識した後混合して飼育し脱皮後は改めて着色を施した。蚕兒における移植実験で相互に移植の効果を比較する場合は特に断わらない限りすべてこの方法によつた。なお以下食道下神経節を単に神経節, 脳—食道下神経節連合体を単に連合体と略記することがある。

次に移植実験の結果を示す。

第 9 表 移 植 器 関 と 繭 層 量 と の 関 係

宿 主	供 給 者	移植器官	移植蚕数	結繭蚕数	平均繭層重
(支115×日112) ♀	政16 ♀	脳	50	45	41.0
		神 經 節	50	47	40.4
		連 合 体	50	43	42.3

(註) 繭層重の単位は繭。

対照区として傷付区を設けたが移植区の方が傷付区に較べて却つて一般に計量が劣る傾向が見られ

た。これは恐らく異物の体内侵入の為に宿主の発育が幾分そこなわれることになるものと推測されるのであつて、同様の理由から無処理区も亦対照区としては適當でない。

従つて対照区との比較が困難なので脳や食道下神経節の単独移植の効果の有無については厳密には明瞭を欠くが、第9表の結果から連合体の移植が宿主の計量の増加を招来する事実は充分これを認めることが出来るであらう。ここにおいて計量要因は脳の刺激によつて食道下神経節から分泌されるものと考えられる。

### (C) 脳—食道下神経節連合体の移植実験

前記の実験によつて計量要因の分泌器官が一応明らかになつたので計量要因と計量形質発現との関係を知る為に次に述べる脳—食道下神経節連合体の移植実験を行なつた。以下移植実験の結果を表示する場合の単位は繭層重は $\mu$ g、蛹体重は $\mu$ g、蛹期は時間である。

#### (1) 家蚕における移植実験

##### (i) 異品種並びに雌雄の場合

計量を異にする品種の♂蚕児並びに同一品種の♀も蚕の連合体をそれぞれ宿主蚕児に移植してその計量への影響を観察した。

右に供試品種欧16, N3, N1の性状を示しておく。

次に欧16号とN3との♂蚕児の連合体を(欧16×N3) F<sub>1</sub> ♀蚕児に移植した実験結果を示す。

第10表 供試材料の性状

材 料	調査数	繭層重	蛹 期
欧16 ♂	100	35.3	15
N 3 ♂	100	21.2	10
N 1 ♀	100	31.5	13
N 1 ♂	100	29.7	12

(註) 繭層重は一括秤量、蛹期は蛹化最盛日から羽化最盛日までの日数で示す。

第11表 異 品 種 の 連 合 体 移 植

宿 主	供給者	移 植 蚕 数	繭 層 重		蛹 体 重		蛹 期	
			顆 数	平 均	蛹 数	平 均	蛾 数	平 均
(欧16×N3) ♀	欧16 ♂	20	17	27.7	17	1.61	16	278
	N 3 ♂	20	18	26.5	17	1.53	17	272

上表の結果を見ると計量の大きな欧16号の連合体を移植した方が軽量のN3の連合体を移植したものに較べて宿主の計量の増量が認められる。そしてこの場合供給者別の宿主の上炭期には殆ど差が見られなかつたが蛹化は軽量の連合体を移植した宿主の方が若干早い傾向が認められた。

次にN1の♀と♂との連合体を日112号♀蚕児に移植した実験結果を示す。

第12表 雌 雄 の 連 合 体 移 植

宿 主	供給者	移 植 蚕 数	繭 層 重		蛹 体 重		蛹 期	
			顆 数	平 均	蛹 数	平 均	蛾 数	平 均
日 112 ♀	N 1 ♀	30	28	31.9	27	1.73	25	303
	N 1 ♂	30	26	30.7	25	1.67	25	289

上表によると同一品種の♀と♂との連合体を移植した場合、♀の連合体を移植したものの方が♂の連合体を移植したものよりも計量の増量が見られる。この結果から一般に家蚕における計量の雌雄差は神経節からの内分泌の差に由来するものであることが始めて明らかになつた。

## (ii) 雌雄の計量関係が逆になる場合

伴性晩成遺伝子  $L_{ms}$  を保有する日 112 号♀と  $l_{ms}$  を保有する金色♂との  $F_1$  では正常の場合と反対に♀の計量が♂の計量よりも軽量となる事実が知られているので、斯様な♀♂の関係が逆転した蚕児の連合体を移植した場合に如何なる結果が得られるかを確かめる実験を行なった。

次にその実験結果を示す。

第 13 表 雌雄の計量関係が逆転した場合の移植

宿 主	供 給 者	移植蚕数	繭 層 重		蛹 体 重		蛹 期	
			顆 数	平 均	蛹 数	平 均	蛾 数	平 均
(日112×N4)♀	(日112×金色)♀	30	28	14.6	28	1.03	27	255.1
	(日112×金色)♂	30	26	15.3	24	1.07	23	257.0

(註) 蛹期は 6 時間毎に発蛾調査を行つて算出した。

上表の結果から同蛾区の♀♂の計量が正常の場合の逆になつた蚕児の連合体を移植された宿主の計量は、供給蚕の計量関係と一致して♂の連合体を移植した方が却つて♀の連合体を移植したものよりも僅か乍ら大となり、家蚕本来の雌雄性とは全然無関係であることが立証された。この事実によつて神経節の内分泌は伴性遺伝子の支配を蒙ることが明らかになつた。

## (2) 野蚕における移植

## (i) エリ蚕同志の場合

計量に雌雄差の存することは野蚕の場合も同様であるので家蚕におけると同じ目的でエリ蚕同志間で連合体の移植実験を試みた。次にエリ蚕の♀蚕児に同じ掃立口の♀♂蚕児の連合体を移植した実験の結果を表示する。

第 14 表 エリ蚕における移植

宿 主	供 給 者	移植蚕数	繭 層 重		蛹 体 重	
			顆 数	平 均	蛹 数	平 均
エリ蚕♀	エリ蚕♀	35	32	35.2	32	2.56
	エリ蚕♂	35	34	33.9	33	2.50

上表の結果から野蚕においても家蚕の場合と同様に神経節の内分泌が計量の発現に関与していることが明らかになつた。

## (ii) 家蚕野蚕相互間の場合

柞蚕を加えて家蚕野蚕相互間で連合体の移植実験を行ない如何なる結果を呈するかを観察した。次にそれらの実験結果を示す。

第 15 表の結果を通覧すると何れの組合せにおいても例外なく♀の連合体を移植した宿主では♂の連合体を移植したものに較べて常に計量の増大が見られ、神経節内分泌の計量発現に対する効果は、一般のホルモンの場合がそうである様に計量要因の場合も亦全く種的特異性が認められず、家蚕野蚕相互間に共通に作用するものであることが確認された。

第15表 家蚕及び野蚕相互間における移植

宿 主	供 給 者	移植蚕数	繭 層 重		蛹 体 重	
			顆 数	平 均	蛹 数	平 均
(N1×大造)♀	エリ蚕♀	30	26	11.3	26	0.82
	エリ蚕♂	30	28	10.8	27	0.80
柞 蚕 ♂	欧16 ♀	25	22	45.1	22	3.89
	欧16 ♂	25	23	42.0	21	3.76
エリ蚕 ♀	柞蚕 ♀	30	29	28.3	28	1.96
	柞蚕 ♂	30	28	25.1	28	1.86

## (D) 計量要因と計量形質発現との関係

前述した蛹体連結実験並びに連合体移植実験の結果から、計量形質の発現に関与する諸種の遺伝的要因の支配によつて食道下神経節から計量要因が分泌され、その計量要因の作用によつて絹糸虫類の計量形質の形成が行われるものであることが明らかとなり、同時にその計量要因の作用は種的非特異性を示し家蚕野蚕相互間に共通に作用し得るものであることも確かめられたが、この計量要因の作用と計量形質発現との関係を一層明らかにする為更に2, 3の補充実験並びに調査を行なつたので次にその結果について述べる。

## (i) 移植連合体の数と計量形質発現との関係

移植する連合体の数の多少で計量発現に対する効果に差が現われるかどうかを知る為、4令3日目の柞蚕♀に欧16号♀の4令3日目の連合体を1個と2個と移植した場合の繭層重の比較を行なつた。次にその結果を示す。

第16表 移植連合体の数と繭層重との関係

宿 主	供 給 者	移植連合体数	移植蚕数	調査顆数	平均繭層重
柞 蚕 ♀	欧16 ♀	1 個	25	20	40.7
		2 個	25	20	42.9

上表の結果は移植連合体の数の多い方が宿主の計量が幾分増量することを示している。この結果から神経節から分泌される計量要因の量に応じて計量が増量することが明らかになつた。

## (ii) 神経節の大きさ測定

神経節の大きさと計量要因の作用の強弱との関係を知る為上簇1日前の蚕児を材料として品種並びに雌雄における神経節の長さや幅との測定を行なつた。次にその調査結果を表示する。

第17表 食道下神経節の大きさ

品 種	調査個体数	♀		♂	
		長 さ	幅	長 さ	幅
欧 16	30	0.608	0.507	0.573	0.489
N 4	35	0.503	0.433	0.479	0.420
日112×金色	30	0.543	0.463	0.545	0.470
エリ蚕	30	0.550	0.476	0.516	0.450

(註) 長さ及び幅の単位は耗。

上表の結果から計量の豊かな品種の神経節は軽量品種のそれより、同一品種の♀の神経節は♂のそれより、また伴性晩成遺伝子構成を異にする品種間の交雑種では  $L_m$  を保有する♂の方が  $l_m$  を保有する♀より、それぞれ神経節の長さ×幅の値が大きいことがわかった。そして♀では一般に♂より長さが長い。

以上の神経節の大きさ測定の結果を前述した移植実験の結果と照合して見ると、長さ×幅の値の大小と被移植蚕の計量増加の多少とはよく一致していることが見られ神経節の大きさと計量要因の作用の強弱との間に密接な関係の存することから、大形の神経節は計量要因の分泌量の多いことが推定される。

### (iii) 連合体移植と食桑量との関係

蚕児における連合体移植実験で5令の食桑期間に明瞭な差が認められない様な場合においても若干宿主の計量の増加が見られたので、食桑量との関連を明らかにする目的で便宜的に連合体被移植蚕の5令期における排糞量の調査を行なった。その結果を次に示す。

第18表 被移植蚕の5令期1頭当り排糞量

被移植蚕 供 給 者	(金色×欧16) ♂	
	(金色×欧16) ♀	(金色×欧16) ♂
第1日	23	13
第2日	155	114
第3日	180	158
第4日	248	219
第5日	363	341
第6日	451	422
第7日	458	402
第8日	189	131
合 計	2,067	1,800
1日平均	258	225

(註) 調査頭数♀♂各25頭、単位は延。

左表の結果によると仮に5令食桑時間を同一と見做した場合、単位時間に対する平均排糞量は♀の連合体を移植した宿主の方が、♂の連合体を移植したものに較べて若干多いことになる。

排糞量が大概食桑量に比例するものと見れば左表の結果からたとえ連合体供給蚕を異にする宿主の食桑期間に明瞭な差が見られない場合においても、大形の神経節を移植された宿主の計量が小形の神経節を移植された宿主の計量よりも増量し得る理由が理解出来るであろう。

尤も4令期に連合体を移植した宿主の5令期間を多くの頭数について厳密に測定すれば、恐らく大形の神経節を移植されたものの方が若干経過の延長が見られるのではないかと考えられるので、実際には経過の延長に伴う必然的な食桑量の増加と単位時間における食下増との両面から計量の増量が結果づけられるものであろうと思われる。

### (iv) 連合体移植の蛹期への影響

蚕児の神経節内分泌が蛹体に対しても蛹期延長等の機能を有するのではなかろうかとの推定からその移植実験を試みた。計量の豊かな品種として欧16号、軽量品種として金色の5令3日目蚕児の連合体を大造♀の化蛹当日の若蛹に移植して4時間毎にその発蛾を調査し次の結果を得た。

第19表 蛹における連合体移植と蛹期との関係

宿 主	供 給 者	移植蚕数	発 蛾 数	平均蛹期
大造蛹♀	欧16♀	30	28	232
	金色♀	30	26	214

左表の結果によると既に一応体重並びに蛹期が定まっている蛹体に蚕児の連合体を移植した場合においても計量の大きい蚕児の連合体を移植された宿主の蛹期が明らかに延長することが観察された。

この事実から蚕児の神経節から分泌される計量要因の機能は蛹体内においても蚕児におけると同様に発揮され、食物摂取時期でない蛹期にも影響を及ぼし得るものであることが明らかになった。

計量要因の質の点については明らかでないが、上記の補充実験並びに調査の結果に徴すると、移植

連合体の数の多い方が宿主の計量の増大が見られる事実から、少なくとも計量要因の分泌量に応じて計量が決定されるものであることがわかり、また神経節の大きさ測定の結果に照らして、連合体の移植実験で供給蚕の品種や雌雄によつて宿主の計量に差を生じた原因は神経節の大きさの関係に基づくことが明らかとなり、更に計量要因の分泌量が多い場合には幼虫期の経過が伸長され、それに伴つて食物の摂取量が増加すると同時に単位時間に対する摂取量も増大し、この両面から計量の増大が招来されるものと考えられるのである。なお若蛹における連合体移植実験の結果から、蚕児の神経節内分泌は食物摂取時期でない蛹期にも影響を及ぼし得るものであることが知られた。

越年遺伝子の伴性遺伝によつて同蛾区の  $F_1$  雌雄の計量が逆転する場合や、卵の大きさを異にする交互  $F_1$  間に計量の差が見られる場合、或は同一品種で3眠蚕と4眠蚕とが分離する場合等の材料については、特に連合体の移植実験並びに神経節の大きさの測定は行なつていないが、恐らくそれらの場合も前述したところと同様の結果が得られるものと考えて誤りないであろう。

斯様な見解に立つて以上述べ来たところを総合すると、絹糸虫類における計量形質の発現機構を次の様に要約することが出来よう。

即ち絹糸虫類における計量形質の形成はその形成に関与する種々の遺伝的要因の作用によつて予め発育が規制された食道下神経節から脳の刺激によつて計量要因の分泌が行なわれ、その分泌量の多少に応じて経過の早晩が定まり、経過の進行につれて他の諸計量形質の形成が行なわれるものと考えられる。そしてこの計量要因は絹糸虫類相互間に共通に作用し種的特異性を示さない。

#### (E) 計量要因と脱皮変態の時期との関係

家蚕における蚕令や蛹期間の長短は品種によつてそれぞれ定まつているのであるから、幼虫期における就眠や脱皮の時期並びに蛹化、羽化即ち変態の時期も亦当然遺伝的要因の支配に基づくものであることは明らかである。

家蚕における幼虫脱皮や変態の機構は福田等<sup>1)</sup>によつて明らかにされている。即ち幼虫脱皮はアラタ体ホルモンと前胸腺ホルモンとの協同作用によつて惹起され、蛹化並びに成虫化は前胸腺ホルモンの単独作用によつて発現されるのである。

然かし乍らその幼虫脱皮や蛹化、羽化の時期が如何にして決定されるものであるかと言う重要な機構については未だ十分な解決を見るに至つていない様である。

前述した実験結果によると先ず蛹期間を異にする蛹の連結実験では体液中の計量要因の多少によつて品種本来の蛹期が伸縮される現象が見られ、また同一品種の若蛹に計量を異にする品種の蚕児の連合体を移植した実験においても、計量の異なるものの連合体を移植された宿主の羽化がおくれる事実が観察された。更に計量を異にする4令蚕児の連合体を4令蚕児に移植した実験でも宿主の上蔭期には顕著な早晩の差は見られなかつたが、計量の異なる方の連合体を移植された宿主の蛹化が若干おくれる傾向はこれを認めることが出来たのであつて、蛹化を5令の終期と見做せば5令期間にも亦幾分の差が生じたことになるのである。斯様に上蔭までに実験区間に顕著な差が現われないのは恐らく移植連合体による計量要因の作用する5令の期間が短かくて蛹期間の僅か2分の1程度に過ぎない事情によるものであつて、飼育温度を低くして食桑期間を延長せしめる等の措置を講じたならば、上蔭期にも或る程度はつきりした早晩が見られるのではないかと考えられる。蚕児に連合体を移植した場合供給者の計量の大小に応じて宿主の蛹体重にも差を生じ、蛹体重の異なるものの方が蛹化も羽化もともにおくれ且つ蛹期間が延長することは前述したが、この場合は既に蛹体重に差が存するのであるから、そのことが間接的に蛹期に影響を与えることも考えられないではないが、前記若蛹に蚕児の連合

体を移植した実験の場合は、同一蛹体重の宿主の蛹期間が連合体の差に応じて伸長するのであつて、計量要因の直接の影響によるものと見ることが出来よう。

以上述べたところから理解されることは、計量要因の分泌量が多い場合には蛹化や羽化の時期がおくれ且つ蛹期間そのものも同時に延長するということである。更にこの事実から推して幼虫脱皮も亦恐らく同様に計量要因の量が多い場合にその時期がおくれて各令の期間が延長するものと考えられるのである。

これを要するに神経節から分泌される計量要因が経過の早晩を支配決定することになるのであるから、計量要因は当然幼虫脱皮並びに変態の時期の決定とも不可分の関係に在る筈である。従つて計量形質の形成は先ず計量形質の発現に関与する種々の遺伝的要因によつて予め発育が規制された食道下神経節から計量要因の分泌が行なわれ、その要因の作用によつてアラタ体や前胸腺の活動の時期が規定される結果、自から幼虫脱皮や変態の時期が決定されるものと考えすることは一応可能な様に思われる。

ただ一部の絹糸虫に見られる蛹態休眠の場合は蛹期が極端に長くなる訳であるが、それは体内における計量要因の量が一定の割合以上に達した場合に、恰もアゲハチョウ *Papilio*<sup>15)</sup> における蛹休眠の場合と同様、前胸腺が不活性となつて休眠現象が招来され越冬後前胸腺の活動再開によつて始めて羽化が行なわれるものと解釈することが出来るのではなからうか。

同様の見解から卵休眠の現象も計量要因の量が或る限界以上に達した場合胚子の発育が停止され、越冬によつて休眠が破れ胚子の発育が再開されるものと考え、卵期の長短も亦計量要因によつて決定されるものと見ることが出来よう。

斯様に考えて来ると蛹期、卵期をも含めて、絹糸虫類の経過の早晩が一律に計量要因の作用によつて定まるものであり、経過の進行と並行して他の諸計量形質の形成が行なわれるものと判断されそうである。仮に斯様な解釈が許されるとすれば、化性を決定する休眠ホルモンは畢竟著者の言う計量要因と同一のものと見做すことが出来る様にも考えられるが、たとえ同一ではないとしても、その間に極めて密接な関係の存在することは想像に難くないところであらう。

著者は正常の状態下では全然休眠性が見られないエリ蚕に、2化期繭蚕の連合体を数回移植した場合に、一応越冬蛹を得た実験例<sup>14)</sup>をもっているのであるが、計量要因と休眠との関係については更に実験を重ねて別の機会に報告したいと考えている。

### III 総 括

絹糸虫類における計量形質の発現機構に関する研究結果を総括すると次の様になる。

(1) 家蚕の計量形質の発現に関与する主な遺伝的要因として次のものが挙げられる。

- (a) 卵の大きさ
- (b) 雌雄性
- (c) 晩成遺伝子
- (d) 越冬遺伝子
- (e) 眠性

(2) これらの遺伝的要因はすべての品種に共通的に存在してその計量形質の発現に関与する基本的な要素をなすものである。

(3) 計量形質から見た品種の特性はこれらの種々な遺伝的要因の支配によつて一定の枠をはめられた姿で示されている。

(4) 絹糸虫類における計量形質の形成は直接には食道下神経節の内分泌（この分泌物を計量要因と仮称する）の支配によつて行なわれる。

(5) 計量形質の発現に関与する種々の遺伝的要因の作用によつて予め発育が規制された食道下神経節から脳の刺激によつて計量要因の分泌が行なわれ、その分泌量の多少に応じて経過の早晩が定まり、経過の進行につれて他の諸計量形質の形成が行なわれる。

(6) 絹糸虫類における幼虫の令期並びに変態の時期の決定には計量要因の関与が考えられる。

## 引用文献

- 1) FUKUDA, S.: (1944) Jour. Fac. Sci. Tokyo Imp. Univ., Sec. 4 (6)
- 2) —————: (1951) Proc. Jap. Acad. Tokyo, 27 (9)
- 3) HASEGAWA, K.: (1952) Jour. Fac. Agric. Tottori Univ., 1
- 4) 広部・大井・皆川: (1960) 育種雑 10 (2)
- 5) MOROHOSHI, S.: (1957) Moltinism and Voltinism in *Bombyx mori*. Tokyo
- 6) 永友 雄: (1926) 農学会報 (281)
- 7) ———: (1941) 日蚕雑 12 (3)
- 8) ———: (1952) 日蚕雑 21 (1)
- 9) ———: (1953) 鹿大農学術報告 2
- 10) ———: (1956) Proc. Jap. Acad. Tokyo, 32 (7)
- 11) ———: (1959) 日蚕雑 28 (3)
- 12) ———: (1960) 日蚕雑 29 (3)
- 13) ———: (1961) 日本蚕糸学会臨時学術講演会講演要旨
- 14) 入戸野康彦: (1960) 蚕試報告 16 (4)
- 15) OZEKI, K.: (1954) Sci. papers Coll. Gen. Educ. Tokyo Univ., 4 (1)
- 16) SHEN, T. H.: (1926) Jour. Sci. Agric. Soc. Japan, (281)
- 17) —————: (1928) Jour. Coll. Agric. Tokyo Imp. Univ., 10 (1)
- 18) 鈴木簡一郎: (1947) 日蚕雑 16 (1, 2)

## Résumé

- (1) Chief hereditary factors having a part in quantitative character formation in the silkworm, *Bombyx mori* are as follows:  
 (a) Size of egg. (b) Sex. (c) Late maturing gene.  
 (d) Hibernating gene. (e) Moltinic character.
- (2) These hereditary factors are among the fundamental elements which, existing commonly in all races, play a part in quantitative character formation.
- (3) The characters of races viewed from the point of quantitative character are shown in a style definitely restrained by the control of various hereditary factors above mentioned.
- (4) Formation of quantitative characters in silkworms, including wild ones, is performed in a direct way by the control of the secretion from suboesophageal ganglion.
- (5) The growth of the suboesophageal ganglion of silkworm is restricted first by the action of various hereditary factors above mentioned.
- (6) The life length of a silkworm changed by the amount of the secretion from the suboesophageal ganglion which is regulated by the brain through the oesophageal connectives.
- (7) With the growth of a silkworm, other quantitative characters are formed by the control of the secretion.

- (8) Therefore the difference in races and in sexes of quantitative character in silkworms is severally caused by the quantitative difference of the secretion.
- (9) It is supposed that the secretion play a role in deciding the time in which the ecdysis and the metamorphosis in silkworms occur.