

# 蔴蚕 *Philosamia cynthia ricini* BOISD. (♀) × 栲蚕

## *Philosamia cynthia pryeri* BUTLER (♂) の性状 (II)

特に体色の遺伝とその構成について (予報)

山口 定次郎\*

(昭和27年9月5日受理)

Sadajiro YAMAGUCHI: STUDIES ON THE CHARACTERS OF THE HYBRID, *Philosamia cynthia ricini* BOISD. ♀ × *Philosamia cynthia pryeri* BUTLER ♂. (II) SPECIAL REFERENCE TO THE INHERITANCE AND CONSTITUTION OF BODY COLOUR.

著者はヒマ蚕 × 栲蚕の性状について、先<sup>(6)</sup>には、その化性と冷蔵抵抗力についての研究を報告したが、更に今回は此雑種の体色の遺伝的観察を行い、興味ある現象を見出したので之を記述し、更に栲蚕や、その他の葉緑体色の幼虫の色素構成に関して若干の考察を加えたので、之に因りて報告する。

本報告を行うに当り研究上に懇切な指導と援助を賜わつた佐藤春太郎博士及浦生俊興博士に対し深甚なる感謝を捧げると共に、実験飼育に多大の助力を賜わつた市川智子、中曾根晴子、篠原貞雄、中村文雄の諸氏に対し深く謝意を表する。

### 供 試 材 料

ヒマ蚕は台北大学小泉清明博士から譲りうけたもので白体色、多化性、無斑点の *Philosamia cynthia ricini* BOSDUVAL (略P. C. R.) である。

栲蚕は著者が上田市上田公園内の栲葉に棲息していたものを採集したもので、体は葉緑色、一化性、小斑点をもつ *Philosamia cynthia pryeri* BUTLER. (略P. C. P.) で、毎年7月上旬に羽化、産卵、孵化して8月25日前後に着繭、化蛹し、蛹期で越冬を行うものである。

此兩種は近縁の亜種であるといわれており、ヒマ蚕 P. C. R. (♀) × 栲蚕 P. C. P. (♂) は比較的容易に交雑は出来るが、F<sub>1</sub> の蚕の飼育は、途中斃死多く困難であつた。その反交雑を作ることは、交尾から既に困難で、生殖力弱く、飼育極めて困難であつたので、之は止むなく放棄した。尙研究に用いた材料は、或一組の P. C. R. × P. C. P. より生れた、F<sub>1</sub> 及其の後代のものである。本研究は1941年乃至1944年迄の間に行つたものである。

### 実 験 観 察 結 果

#### 1. 両原種の体色

P. C. R. の体色は蠶蚕は黒褐色、以後は白色である。一般に皮膚は臘様の白粉で被われているが之を拭い去れば、白乃至淡黄色に見える。P. C. P. の体色は4齡期迄は淡緑色であるが5齡期に於ては皮膚全体が深緑色で、天蚕や、*Samia cecropia*<sup>(8)</sup> の幼虫体色に類似し、恰も栲の葉の如き緑色である。

#### 2. F<sub>1</sub> の体色

P. C. R. (♀) × P. C. P. (♂) 即F<sub>1</sub> 個体は、その片親の P. C. P. に比し、稚蚕期は淡く壯蚕期、特に5齡期に至つて全個体共略同程度の葉緑色となるが僅かに淡い感がある。別に試みた P. C. P. (♀) × P. C. R. (♂) の場合も同様に葉緑色を呈することが判つた、即

ヒマ蚕 (白色) × 栲蚕 (葉緑色) → F<sub>1</sub> (葉緑色)

\* 信州大学繊維学部 蚕種学研究室

の関係があり柶蚕の緑色は白色に対して優性であることが知られた。

### 3 F<sub>2</sub> に於ける体色

F<sub>1</sub> は葉緑色を示すが、F<sub>2</sub> の体色をみると1~3 齢迄は全部白色(稍淡黄)であるが、第4 齢期に至つて、白色個体と淡黄色個体のものを分離し(Table 1)更に第5 齢期特に盛蚕に於て、白色、黄色、青色及緑色の4種の個体を分離する。即ち發育に伴つて体色に変化がおきる。(Table 2)

Table 1. F<sub>2</sub> の第4 齢の体色分離

蛾区番号	体 色		total
	white	pale yellow	
No. 1	9	68	77
2	15	182	197
3	33	208	241
total	57	458	515
ratio	1	8	

Table 2. F<sub>2</sub> の第5 齢の体色分離

蛾区番号	体 色				total
	white	yellow	blue	green	
No. 1	2	15	15	10	42
2	8	20	39	26	93
3	11	23	28	31	93
total	21	58	82	67	228
ratio	1	3	4	3	

上表の結果から次の事が知られた。

1) 5 齢期には4種の体色に分離するが、その色調は

白——White (ヒマ蚕と同様の白色)

黄——Pale lemon yellow (うすたまごいろ)\*

青——Pale methyl blue (さびあさぎ) と Light glaucous blue (ふかがわねずみ) の中間の水色\*

緑——上記の黄色と青色との中間色ともみられる Yellowish green.

である。(図版参照)

2) 分離した、白、黄、青及緑の4色は色調の間に多少の濃淡はあるが、中間色個体は見られず何れも判然と区別しうる点に特徴がある。

3) 4 齢期の白蚕が5 齢の白蚕に、又4 齢の着色(黄白)蚕が5 齢に至つて各色に變じて発色するか否かについては判明しない。

4) F<sub>2</sub> の分離個体の中には、柶蚕と同様な色調の葉緑色は一個体も発見することが出来なかつた。

5) 分離した4 種の色調の中、緑色及青色は自然界の昆虫の幼虫皮膚には殆ど見る事の出来ない色調である。

6) 別の観察に於て此の雑種の繭色は、F<sub>2</sub> に於て白色乃至赤褐色の數階級に分けられるが体色とは全く無関係であり、又体色と雌雄性とは全く関係が見られなかつた。

### 4 F<sub>3</sub> に於ける体色

F<sub>2</sub> の5 齢期に於て4 種に分離された体色につき各種の組合せを作りF<sub>3</sub> に於ける体色分離の状態を観察した。

#### a. 同体色間の組合せ

白×白の場合

F<sub>2</sub> の白×白の交配(F<sub>3</sub>)からは、次表によれば、白色のみを生ずる場合と、白色と黄色の両者を分離する場合とがあるから実験の範囲では白色性には2種あることが推定される。換言すればF<sub>2</sub> の白に

\* 黄色青色共に和田三造繭日本標準色に仍る

は homo のものと、黄色因子を含む hetero のものがあるように考えられる。(Table 3.)

#### 黄×黄の場合

黄×黄の組合せから $F_2$ の分離を見ると例外なしに黄及び白の個体を分離し、黄のみを生ずる場合は見られなかつた。尙 $F_2$ に分離した黄と黄の組合せに於ても同じことが見られた。即、黄色は因子的には homo としては存在せず白を含む hetero であると推定される。(Table 4.)

Table 3. White×White の場合の分離

蛾区番号	white	yellow	blue	green	total
No. 1	6	0	0	0	6
2	10	0	0	0	10
3	97	0	0	0	97
4	139	0	0	0	139
5	156	0	0	0	156
6	172	0	0	0	172
7	191	0	0	0	191
total	771	0	0	0	771
8	8	12	0	0	20
9	15	10	0	0	25
10	38	55	0	0	93
11	73	5	0	0	78
total	134	82	0	0	216
ratio	1.6	1			

#### 青×青の場合

青×青の組合せからは常に白と青とが分離したが、その他の色の個体を生じない。 $F_2$ に分離した青と青との組合せからも同じことが見られ黄の場合と同様に青に関して homo と思われる個体は遂にえられなかつた。(Table 5) 即青(表型的)は青と白との hetero の形で存在するようである。実際にも青の個体は飼育中斃死しやすかつた。

Table 6. Green×Green の場合の分離

蛾区番号	white	yellow	blue	green	total
No. 1	7	10	7	10	35
2	11	40	38	19	108
3	16	22	7	12	57
4	20	59	33	20	132
5	30	105	35	27	197
total	84	236	102	89	529
ratio	3	8	4	3	

Table 4. Yellow×Yellow の場合の分離

蛾区番号	white	yellow	blue	green	total
No. 1	9	18	0	0	27
2	9	43	0	0	52
3	10	25	0	0	35
4	12	84	0	0	96
5	13	22	0	0	35
6	15	34	0	0	49
7	26	39	0	0	65
8	30	60	0	0	90
9	38	72	0	0	110
10	50	70	0	0	120
11	51	141	0	0	192
12	57	64	0	0	121
total	320	672	0	0	992
ratio	1	2	0	0	

Table 5. Blue×Blue の場合の分離

蛾区番号	white	yellow	blue	green	total
No. 1	7	0	1	0	8
2	12	0	30	0	42
3	36	0	47	0	83
4	40	0	39	0	79
5	43	0	82	0	125
6	52	0	87	0	139
total	190	0	286	0	476
ratio	1	0	1.5	0	

#### 緑×緑の場合

緑×緑の場合は左表によれば何れも、白、黄、青及び緑を分離し、その比率は黄が最も多く青之に次ぎ、白と緑と略同数で稍少い。此の現象は $F_1$ から $F_2$ を生じた場合と略同様である。尙此の場合も葉緑色の個体は見出されなかつた (Table 6.)

b. 異った体色間の組合せ

F<sub>2</sub>に於ける分離個体からは、その後、何回もの系統分離を繰返したが、白のみは homo として分離

Table 7. 異色個体間の組合せよりの分離

組合形式	蛾区番号	分離した体色				total
		white	yellow	blue	green	
white×yellow	1	10	16	0	0	26
	2	18	13	0	0	31
	3	27	30	0	0	57
yellow×white	1	0	3	0	0	3
	2	3	6	0	0	9
	3	22	47	0	0	69
white×blue	1	8	6	2	2	18
	2	15	0	14	0	29
blue×white	1	19	7	9	0	35
yellow×blue	1	17	9	22	41	89
	2	0	7	9	18	34
	3	66	71	77	58	272
blue×yellow	1	8	3	10	31	52
	2	8	2	8	27	45
green×yellow	1	4	45	0	15	64
	2	16	25	8	13	62
	3	20	23	9	18	70
green×blue	1	20	15	29	35	99
	2	8	2	14	8	32
	3	19	17	30	36	102

されるものがあつたが、青及黄の homo 個体は遂に得られなかつた。之は1回の飼育蛾区数が5~7蛾位で少なかつたためでもあろうが、反面全般的に斃死歩合が多く、殊に青の個体は採種に困難を感じたこともあり、之等が或はその原因であるかも知れない。従つて異色の個体間の組合せは hetero 同志の組合せとなり、分離も単純ではないようである。

左表の中白×黄及び黄×白の場合は何れも白及黄を分離しており、他の体色を表わさない。所が白×青、青×白の場合は何れも白と青の他に黄を分離しており又3組合中の1組からは緑の個体も出ているが、此の黄色性は白中に含まれていたものと考えられる。又黄×青又は青×黄からは全ての色の個体を生ずるが緑が常に多く青が之に次ぎ、白及黄は順次少ない。緑×黄の場合は、黄が多く緑、白、青の順に少ない。緑×青の場合は緑及び青多く白、黄が少ない。(Table 7.)

5 Back cross に於ける体色

Back cross には F<sub>1</sub>×P.C.R. 及 P.C.R.×F<sub>1</sub> を作り、その体色分離を調査した。

Table 8. a. F<sub>1</sub>×P.C.R. の場合の分離

齢	蛾区番号	white	yellow	total
第4	1	70	141	211
	2	88	115	203
	3	46	137	183
齢	total	204	393	597
	ratio	1	1.9	

第5	white	yellow	blue	green	total	
1	4	121	36	38	199	
2	29	62	51	37	179	
3	40	47	28	42	157	
齢	total	73	230	115	117	535
	ratio	1	3	1.5	1.5	

b. P.C.R.×F<sub>1</sub> の場合の分離

齢	蛾区番号	white	yellow	total
第4	1	12	21	33
	2	35	115	150
齢	total	47	136	183
	ratio	1	2.9	

第5	white	yellow	blue	green	total	
1	3	3	8	4	18	
2	15	13	40	21	89	
齢	total	18	16	48	25	107
	ratio	1	1	3	1.5	

上表によれば第4齡より白及び黄に分かれることは先の場合と同様であるが、分離は白：黄が1：1とはならないし、又第5齡に於ても白、黄、青及び緑の各色を分離するが、表の如く、白：着色が1：1とはならない。即柁蚕に由来した緑体性は単一の因子の作用によるものではなく、可也り複雑なものと思われる。（Table 8.）

### 考 察

上述のように P. C. R. × P. C. P. の子孫は体色について特異且つ複雑な遺伝現象を示した。此の問題に關しては遺伝学的分析に於て、実験上不備の点もあるから決定的結論を下すことは出来ないが、茲には実験の範囲において結果に対する考察を加え予報とした。

P. C. R. × P. C. P. の雜種 F<sub>2</sub> に於ては前述の如く白、黄、青、緑の4色を分離する（Table 2）が、之によればその中

（a）白×白の場合にあつては、(i) 白のみを生ずる場合、(ii) 白と黄との個体を生ずる場合、の2種があり（Table 3.）、後者では白が黄色に対して優性の如く見えるが、黄×黄の場合には例外なく常に黄と白とを分離しているから（Table 4.）、此場合は黄色が白色に対して優性と考えられる。以上の關係から見ると、茲に採られた白色の材料蚕は表型的には同一であつても因子型において異なるものであることは容易に推定することが出来る。此のような例は、豚、雞及び蚕に於て見られる所であつて、家蚕に於ては既に外山<sup>1)</sup>及び外山、森<sup>2)</sup>は此現象を説明するに、優性白濁には Y（黄血性）に対する S（抑圧性）因子の存在を仮定して明かに説明された。著者も以上の実験結果に基づいて白×白の交配に於て黄色を分離する白色は、黄体性（Y）を有し、且つ Y を抑圧する因子 S を含むために白色（表型）を呈するものと仮定し、従つて S に対する s 即非抑圧因子を含む Y のみが黄色を呈するものと考えて此の關係を解釈した。

（b）上述の如く青×青からは常に例外なく白と青とを生じ、他の色を生じないこと（Table 5.）から青体性は黄体性とは全く独立の遺伝子の支配にあるものであること、又青は常に hetero の型において存在するものと推定される。山下及び福田<sup>3)</sup>はヒマ蚕飼育中1頭の「青蚕」なるものを発見し、その遺伝關係を研究したが、著者の場合の青蚕と同一種のものか否かはわからない。即青色の homo がえられないこと、青が白に対立し優性であること及青色因子は致死因子と連關している等は似ているが、第4齡から青緑色であるということ、又青×青、青×白から青のみを生じたという点に於て異なるものがある。

（c）緑×緑の場合に於ては常に白、黄、青及び緑の4色を生ずること（Table 6）は、恰も P. C. R. の F<sub>2</sub> の分離と同様である（Table 2）が一面、青×黄から最も多くの緑を生ずる現象が見られ（Table 7）之等の事実から見て少なくとも緑色性は黄と青の共存に於て発現するものと考えられる。黄色抑圧因子は両親たる P. C. R. 又は P. C. P. の何れから F<sub>1</sub> に導入されたか、青や黄の homo の個体は何故作られなかつたか、之は存在の可能性があるか何うか、又実験的に各色の組合せから柁蚕と同様な個体を作りうるかどうか等は今後に残された重要にして興味ある問題であると考えられる。

更に近年吉川<sup>7)</sup>は昆虫の着色現象を生化学的の遺伝としているが、本研究に於ても柁蚕の皮膚色素がヒマ蚕との交雑により、種々の遺伝的分離を起さしめられた事実からも真皮細胞内の色素の生成に關し種々の示唆を興えられているように考えられる。

### 摘 要

白体色のヒマ蚕 *Philosamia cynthia ricini* Boisd. (♀) と葉緑色の柁蚕 *Philosamia cynthia pryeri* BUTLER (♂) の雜種を作り、各世代の体色につき遺伝学的觀察を行い、又体色の構成につき考察を行つた。

- 1). 白色及び葉緑色の両種の交雑による  $F_1$  の体色は柶蚕に酷似した色調を示した。
- 2).  $F_2$  では第5 齡期に於て白, 黄, 青及び緑の4 種の体色の個体が分離した。然し柶蚕に相当する葉緑色個体は全く見られなかつた。
- 3).  $F_2$  に生じた白色個体(分離白) の中には, 純粋に繁殖するものと,  $F_3$  に於て白と黄に分離するものがあつた。
- 4).  $F_2$  及び  $F_3$  の黄蚕からは常に白と黄との2 種の個体を分離した。此場合黄色性は白色性に対し優性である。然し黄蚕の homo はえられなかつた。
- 5).  $F_2$  及び  $F_3$  の青蚕からは常に青蚕と白蚕との2 種を分離した。此場合青は白に対し優性である。然し青蚕の homo はえられなかつた。
- 6).  $F_2$  及び  $F_3$  に生じた緑蚕からは常に白, 黄, 青及緑色の各個体が生じた。
- 7).  $F_1 \times P.C.R.$  及  $P.C.R \times F_1$  の両 Back cross からは白と葉緑色とが1:1 に生ずることなく白, 黄, 青及び緑の4 色を1:6 (白:着色) の割合に生じた。
- 8). 黄と青との組合せからは,  $F_2$  に分離した緑と同様な個体をその一部に生じた。このことから緑色性は少くとも夫々独立因子である黄及び青との共存により生ずるものの様で, 単一因子の支配によるもので無いことは確かのようなのである。
- 9). 白色性と黄色性の遺伝関係は単に優劣性の原理では説明出来ないが, 優性白には黄色性を抑圧する因子が存在するであろうと仮定すれば解釈が出来る。
- 10) 柶蚕の緑色性は, ——一般昆虫の幼虫に於てもそうであろうが——青色性, 黄色性及びその他の共同作用によつて発現するものではないかと推定される。

### 引用文献

1. K. TOYAMA (1912): Z. ind. Abst. Vererb-lehre 10—3.
2. 外山亀太郎・森繁太郎 (1913): 農学会報 135.
3. ALPHEUS SPRING PACKARD (1914) Monograph of the Bombycine moths of North America PART III.
4. HAWKES, O. A. MERRITT (1918): Jour. Genetics 7—2.
5. HAWKES, O. A. MERRITT (1922): Jour. Genetics. 12—2.
6. 山下孝介・福田計 (1939): 台湾農事報 35—11.
7. 吉川 秀男 (1942): 遺伝学雑誌 18.
8. 吉川 秀男 (1942): 化学の領域 3.
9. 山口定次郎 (1949): 日本蚕糸学雑誌 18—2.
10. 梅谷興七郎 (1951): 形質と環境
11. 田中 義麿 (1952): 家蚕遺伝学

### Explanation of the Plate

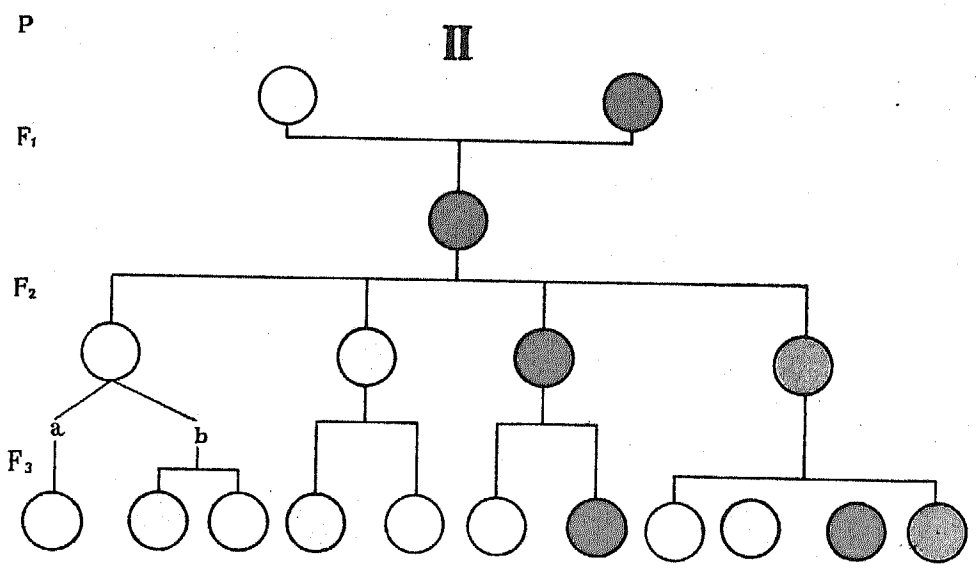
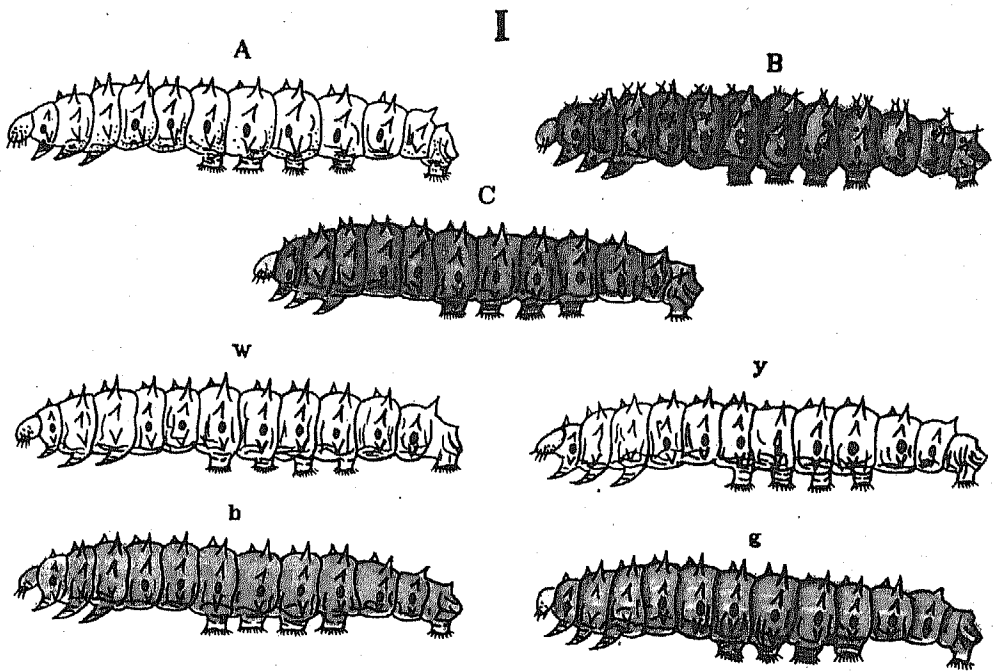
#### I. Body colour of the larvae (5th instar)

- A. White ..... *Philosamia cynthia ricini* B.
  - B. Leaf-green .... *Philosamia cynthia pryeri* B.
  - C. Leaf-green .....  $F_1$  (P. C. R.  $\times$  P. C. P.)
- w, y, b, g.

w .. white y .... yellow b .. blue g .... green (Larvae segregated in  $F_2$ )

#### II. Diagram of the body-colour inheritance

- P. White .. P. C. R. Leaf-green ..... P. C. P.
- $F_1$ . Leaf-green of  $F_1$



F<sub>2</sub>. 4 Kinds of body colour in F<sub>2</sub>

F<sub>3</sub>. Segregation of the body colour in F<sub>3</sub>

### Summary

The inheritance and the constitutions were investigated on the body colour of the larvae of the hybrid, *Philosamia cynthia ricini* BOISD. ♀ × *Philosamia cynthia pryzeri* BUTLER ♂.

(1) All the worms of the first filial hybrid between white (P. C. R.) and leaf-green worms (P. C. P.) had leaf-green colour.

(2) In the second generation the body colour in the fifth instar segregated genetically into four kinds—white (21), yellow (58), blue (82) and green (pale) (67).

(3) In the third generation. (a) One group of the worms produced by the mating of the white worms had all white colour and the other group of the worms produced by the same mating had both white individuals and yellow individuals. (b) The worms produced by the mating of the yellow worms proved to be two kinds—yellow worms and white worms. (c) The worms produced by the mating of the blue worms turned out to be two kinds—blue worms and white worms. (d) The worms produced by the mating of the green worms showed themselves to be white, yellow, blue and green, just as the case with the second generation.

(4) In the case of the back crossing of F<sub>1</sub> × P. C. R. and P. C. R. × F<sub>1</sub>, i. e. leaf-green (F<sub>1</sub>) × white and white × leaf-green (F<sub>1</sub>), all kinds of the coloured individuals were produced and the segregation ratio of the white to coloured individuals was not 1 : 1 but nearly 1 : 6.

(5) By the crossing of the F<sub>2</sub> worms of yellow colour with the F<sub>2</sub> worms of blue colour, green ones, blue ones, white ones and yellow ones were produced in the third generation. The green colour in this generation seems to be the same with that of the second generation. From these facts the author may generally consider that the green-colouring character of the worms may be produced by the combination of the yellow and the blue colouring genes.

(6) As regard to the relation between the white and the yellow-colouring character mentioned in (3) (a) and (b) the author could not explain these phenomena by the ordinary explanation of "the principle of dominant and recessive", but later he could explain them by assuming a presence of yellow inhibitor (accompanied with the yellow colouring gene) which was hypothesized by K. TOYAMA (1912) in the studies of the dominant white character in a silkworm cocoon.

(7) From these phenomena it may be considered that not only in the *Philosamia cynthia pryzeri* but also in almost all of the insect larvae the green character cannot be produced by the single green-colouring gene but by the combination of the yellow, the blue and some other genes.

(Laboratory of Silkworm-egg Science, The Faculty of Textile  
and Sericulture, Shinshu University, Ueda, Japan.)