Mitsuo TSUJITA: On the relation of the "lethal yellow" gene to the "lemon" in *Bombyx mori*, with special reference to the maternal inheritance of lethal yellow. Jap. Jour. Genet. 30 (1955) : 107-117.

黄色致死と黄色体との連関, 特に黄色致死の 母親遺傳について*

辻 田 光 雄**

国立遺伝学研究所

昭和 29 年 7 月 14 日受領

UDC 595, 787 : 575. 182 :
575. 113. 7

Résumé

The lethal yellow gene (*lem^l*) in the silkworm is recessive. The larvae homozygous for this gene show a distinct yellow body color directly after the first moulting and die within a few days because of their inability to feed. The yellow color is due to the pigment "xanthopteryne-B" contained mostly in the pigment granules of the hypodermal cells.

In order to make clear the relation between this lethal yellow and "lemon" which has a similar phenotypic effect, 9 batches of F₁ hybrids between the homozygous lemon (*lem/lem*) and the heterozygous lethal yellow (+/*lem^l*) were examined. All larvae hatched from 3 of these batches were normal, while normals and lemons were found in the ratio among the larvae hatched from the other 6 batches. No lethal larvae were obtained from sib-matings of normal individuals produced in the former batches, but among the lemon larvae in each of the latter batches about 25% were dead in the egg. Although it might appear strange that we could not find any lethal yellow larvae immediately after the 1st moulting, the reason is easy to see. The fullgrown embryo, which is of a yellowish brown color, can not chew up the chorion to hatch out, because of the incomplete differentiation and insufficient hardening of the mandibles. If such embryo is released by cutting the chorion, it emerges as an apparently normal larva and moves about actively, but it cannot eat mulberry leaves and soon starves to death. The death of the full-grown embryo in this case is similar to the case reported by Tsujita (1951) of the death of the larvae immediately after the 1st moulting.

The characteristic dead eggs may be called "lethal yellow eggs." These eggs resemble the eggs of the red-larva strain not only in their external features in the pigmentation period, but also in the appearance of the embryo inside the chorion. They are, however, easily distinguishable from the latter by their inability to hatch.

A few batches in back-cross, F₁ lemon × lethal yellow strain, produced only normal larvae, while the other batches (amounting to about 2/3 of the total) segregated normal, lemon and lethal yellow eggs in the ratio 2 : 1 : 1. Also, in the back-cross, lethal yellow strain × F₁ lemon, the larvae of three types segregated in the ratio normal 2 : lemon 1 : lethal yellow larvae 1.

It is well known that lemon is recessive to normal (Ogura 1922). The recessiveness of lethal yellow to wild has ascertained by Suzuki (1949). The experimental results described above clearly

* 国立遺伝学研究所業績 No. 76.

** National Institute of Genetics, Misima, Japan.

show that lemon is dominant to lethal yellow. Therefore, I could draw the following conclusions: i) The three genes $+lem^l$, lem , and lem^l form a multi-allelic series, and ii) their dominant-recessive relation is $+lem^l > lem > lem^l$.

The embryo and the 1st-instar larva, homozygous for the gene lem^l are sensitive to environmental factors, as pointed by Umeya (1951). For example, of the newly hatched larvae of the lethal strain ($+lem^l$) reared in a chamber kept at high temperature and low humidity, more individuals die before the 1st moulting than when they are reared at relatively low temperature and high humidity.

The reciprocal crosses between $+lem^l$ and lem/lem^l give somewhat different results: When the female is $+lem^l$ and the male lem/lem^l , the embryo homozygous for lem^l becomes a normal black-colored young larva and hatch out, but in the reciprocal cross, the young larva in the egg, which is colored yellowish brown, cannot hatch out. It is thus clear that the stage of death is controlled by the genetic constitution of the mother used in the crosses, as shown schematically in Fig. 2. Therefore, it may be said that inheritance of the lethal yellow character represents another case of maternal inheritance in the silkworm.

The maternal inheritance of "yellow lethal" may be due to the presence or absence of some diffusible chemical substance, in the ooplasm derived from the mother. It seems probable that there is some intimate relation between the production of the black (melanin) and yellow pigments, and between the formation of melanin and the hardening of the cuticular layer of the hypodermis. In order to clarify this relation, biochemical experiments are now carrying on.

I. 緒 言

第1眠起に黄色致死蚕を分離する系統についてはさきに鈴木 ('49) により報告され、この遺伝子 $ly-1$ が単純劣性とし遺伝することが述べられ、梅谷と辻田 ('51) はその起原を異にする黄色致死系統 ($ly-2$) につき、梅谷の遺伝学的研究の経過と著者の細胞組織学的観察の結果とを併せて報告した。この実験において黄色致死蚕の真皮細胞内の黄色色素がキサントプテリン B であることが判つたので、黄体色蚕との間に遺伝的関係があるのでなかろうかとの期待をもち、これらを交雑してその子孫や F_1 と黄色致死系との正逆交雑およびその後代について調査を重ねたところ " lem " と $ly-2$ の両遺伝子の間に対立関係があることを確認しえた。従つて遺伝子記号 $ly-2$ は複対立遺伝子記号の書き方に従つて lem^l と改めた。なお興味あることには、上述の F_1 と黄色致死系との正逆交雑においてその母体をいずれにするかにより黄色致死の時期が判然と異なり、 $+lem$ を母体とするときは、第1眠起黄色致死蚕を分離し、 lem/lem^l を母体とするときは、これがすべて卵内にて黄色蟻蚕となり致死することが判明した。黄色致死とその母親遺伝の理論については、未だ実験中であるが、ここに一応その遺伝現象についての実験結果を報告しておく。

II. 材料および方法

用いた黄色致死系統は梅谷博士より分譲をうけた $ly-2$ の系統で、その起原については同氏が詳述されているのでここには省略する。この致死系の特徴は、第1眠起に鮮明な黄色を呈する起蚕を分離し、これらは食桑しえないで餓死するのである。かつて著者が蚕糸試験場熊本支場在勤中、鈴木簡一郎博士保存の黄色致死蚕 $ly-1$ 系を飼育したが、 $ly-2$ はその起原においては異なるが少くとも外観的特徴は $ly-1$ と殆ど同じである。従つて両者の交雑実験は行っていないが、恐らく同一のものであろう。黄色致死系統との交雑に用いた正常系統は、支那種二化性の支 108 号、日本種二化性の日 111 号と大造の3品種で、黄体色蚕は紹興黄色蚕と正常蚕との交雑の後代において固定した黄体色蚕であつた。

III. 実験および観察の結果

1. 黄色致死系より致死蚕の分離

いうまでもなくこの致死系の保存は，致死蚕を分離した蛾区内の個体の相互交配によるのであるが，分譲をうけた後数年間における第1眠起黄色蚕の分離の状態は大体鈴木（'49）および梅谷（'51）により調査された結果と同様であるので省略する。

2. 致死系と正常系との F_1 および F_2

黄色致死系 (B_1) と正常系 (支 108 号) との交雑結果は，前の報告中の梅谷氏の実験結果と齟齬する点がある。しかも基礎的な問題にふれるから，先ずこれについて記載しておく。すなわち正逆交雑いずれも F_1 は全部正常で，黄体色蚕（致死蚕）は1頭も分離しない（第1，2表）。

第1表 $B_1 \times$ 正常系の F_1

	正 常 蚕	黄 色 致 死 蚕	計	黄色致死蚕出現率%
10 蛾区合計	3151	0	3151	0

第2表 正常系 $\times B_1$ の F_1

	正 常 蚕	黄 色 致 死 蚕	計	黄色致死蚕出現率%
12 蛾区合計	4483	0	4480	0

以上の外に日 111 号および大造などとの正逆交雑種 50 蛾区以上を数回に分けて飼育したが，いずれも正常蚕のみで，黄色致死蚕を分離した蛾区は皆無であつた。これらの飼育時期は春期ばかりでなく，夏秋期または晩秋期に亘っている。従つて環境が異なることにより，黄色致死蚕が分離するということも考えられない。少くとも私の実験した範囲では，黄色致死系と正常系との F_1 においては黄色致死蚕を分離しないといつて誤ない。この点梅谷氏の正逆共に僅かに（1%内外）黄色致死蚕を分離するとの実験結果と異なり，鈴木氏が $ly-1$ において述べるところと一致している。

次に F_2 に至れば，ここに始めて黄色致死蚕が分離する。この結果は鈴木により示されているところと大同小異であり，要するに単純劣性形質の分離と見做される。以下記載する交雑実験の結果もまたこのことを証明している。

3. 致死系と黄体色系との F_1 およびその後代第3表 $B_1 \times$ 黄体色の F_1

No.	正 常	黄 体 色	合 計	黄体色蚕歩合	P
201	121	118	239	49.4	0.5—0.95
203	108	114	222	51.4	0.5—0.95
204	131	130	261	49.8	0.5—0.95
207	142	137	279	49.1	0.5—0.95
208	87	83	170	48.8	0.5—0.95
209	191	186	377	49.3	0.5—0.95
202	191	0	191	0	
205	251	0	251	0	
206	101	0	101	0	
黄体色分離蛾区 の合計	780	768	1548		P=0.50—0.95
理 論 数	774	774	1548		

致死系 $B_1 (+/lem^l)$ と黄体色系 (lem/lem) とを交雑したところ、第4表の如く正常蚕と黄体色蚕とを 1:1 の比に分離した (第3表)。

もし lem^l と lem との間に何らの関係がないならば、次代は全部正常となるべきであるのに、黄体色蚕を分離する蛾区を生じた。これによつて lem と lem^l の両遺伝子が対立関係にあることが暗示される。黄色致死系において致死蚕分離蛾区の生存個体中には $+/+$ と $+/lem^l$ とが大體 1:2 の割合に存在する筈であり、これに lem/lem を交配すれば、理論的には全蛾区の 2/3 が黄体色蚕を分離することが期待されるが、この場合飼育せる 9 蛾区のうち 6 蛾区は黄体色蚕を分離し、これは全蛾区の丁度 2/3 となつてゐる。しかも正常蚕対黄体色蚕の数比も理論数と殆ど正確に一致している。

ここに分離した正常蚕と黄体色蚕とをそれぞれに分けて飼ひ上げ、そのうちの正常同志を交配せる結果 (F_2) は正常蚕と黄体色蚕とをほぼ 3:1 の割合に分離した (第4表)。なお表中の正常蚕および黄体色蚕の後代においては、黄色致死蚕が 1 頭も現われなかつた。

第 4 表 (BI×黄体色) F_1 の正常蚕 F_2 における分離

	孵化歩合	正 常	黄 体 色	合 計	黄体色蚕歩合	P
14蛾区の平均 と合計	97.2	2453	805	3258	24.7	0.5—0.95

次に F_1 に生じた黄体色同志を交配せるもの (F_2) では悉く黄体色蚕となり、第1眠起には少しも黄色致死蚕を生じない (第5表)。

さらに F_3 , F_4 , F_5 も同様で黄体色蚕のみを生じ、第1眠起黄色致死蚕は 1 頭も生じない。それ故一見したところ、従来第1眠起に黄色を呈して致死するのが表現型であると考えていた lem^l 遺伝子の行方が不明となつた。しかしこの黄体色蚕の子孫にはどこかに正常とちがつたところがあればならない。この場合、第1に考えられるのは孵化前の致死である。そこで F_2 の卵を調査してみたところ、 F_1 の正常蚕同志を交配せるものでは殆ど死卵を生じていないが (第7表)、黄体色同志を交配せ

第 5 表 (BI×黄体色) F_1 の黄体色蚕 F_2 における分離

蛾区 No.	孵化卵数	死 卵 数	催 青 死 卵 数		合 計	総卵数に對 する黄色死 卵歩合	幼虫体色	P
			黒色死卵	黄色死卵				
1	182	8	48	78	316	24.7	黄色体のみ	0.50—0.95
2	357	0	30	129	516	25.0	"	1.0
3	389	0	17	138	544	25.4	"	0.50—0.95
4	260	31	23	102	416	24.5	"	0.50—0.95
5	409	0	20	140	569	24.6	"	0.50—0.95
6	210	66	0	80	356	22.5	"	0.20—0.50
7	289	0	6	96	391	24.6	"	0.50—0.95
8	244	101	1	92	438	21.0	"	0.05—0.10
9	101	0	1	34	136	25.0	"	1.0
10	87	0	3	29	119	24.4	"	0.50—0.95
11	126	0	0	40	166	24.1	"	0.50—0.95
12	117	0	0	38	155	24.5	"	0.50—0.95
13	217	30	24	81	352	23.0	"	0.20—0.50
14	233	4	1	75	313	24.0	"	0.50—0.95
15	218	15	1	73	307	23.8	"	0.50—0.95
16	117	1	0	31	149	20.8	"	0.20—0.50
17	247	0	27	82	356	23.0	"	0.20—0.50

18	175	0	0	53	228	23.2	"	0.50—0.95
19	193	3	9	69	274	25.2	"	0.50—0.95
20	234	0	7	80	321	24.9	"	0.50—0.95
21	164	0	9	54	227	23.8	"	0.50—0.95
22	211	161	0	74	446	16.6	"	<0.05
23	303	5	1	103	412	25.0	"	1.0
24	221	85	0	75	381	19.7	"	<0.05
25	261	219	0	86	566	15.2	"	<0.05
26	171	62	1	61	295	20.7	"	0.05—0.10
27	259	168	2	82	511	16.0	"	<0.05
28	310	5	4	103	422	24.4	"	0.50—0.95
29	231	4	21	84	340	24.7	"	0.50—0.95
30	370	2	18	132	522	25.3	"	0.50—0.95
31	190	10	9	65	274	23.7	"	0.50—0.95
32	296	6	9	101	412	24.5	"	0.50—0.95

るものでは特徴ある死卵が発生することを見出しえた(第5表)。ここに現われる *lem¹* 遺伝子による特徴ある死卵とは、催青死卵の1種であり、普通の黒蟻蚕催青死卵とは異なり、淡いチョコレート色を呈し、一見赤蟻蚕の催青卵によく似ている。卵殻内の蟻蚕をとり出して見ると、多少赤味をおびた黄褐色を呈し、胸部とくにその腹面は鮮かな黄色を呈する。ただしこの蟻蚕の色の濃さにはかなり変異がある。赤蟻蚕と異なり、これらの致死蚕は卵殻を食い破れないため卵中にて餓死し、結局死卵となるようである。この特異な蟻蚕と死卵とを従来知られた種々の遺伝的特性をもつた蟻蚕および死卵と区別するため、仮に黄色蟻蚕および黄色死卵と名付けることにした。

F₁ に分離した正常蚕の F₃ 以後においても孵化には異常がなく、黄体色の F₃ ではやはり第6表に示す如く孵化は不良である。

第6表 (BI×黄体色) F₁ の黄体色蚕 F₃ における分離

蛾区 No.	孵化卵数	死卵数	催青死卵数		合計	総卵数に対する黄色死卵歩合	幼虫体色	P
			黒色死卵	黄色死卵				
1	240	0	41	81	362	22.4	黄体色のみ	0.20—0.50
2	362	0	10	0	372	0	"	
3	212	0	10	74	296	25.0	"	1.0
4	138	0	5	46	189	24.3	"	0.50—0.95
5	216	0	6	0	222	0	"	0.50—0.95
6	291	0	6	85	382	22.3	"	0.20—0.50
7	286	0	0	98	384	25.5	"	0.50—0.95
8	190	44	0	66	300	22.0	"	0.20—0.50
9	325	6	0	94	425	22.1	"	0.10—0.20
10	156	72	0	58	286	20.3	"	0.05—0.10
11	323	24	0	110	457	24.1	"	0.50—0.95
12	191	2	0	64	257	24.9	"	0.50—0.95
13	241	0	23	80	344	23.3	"	0.20—0.50
14	211	73	0	72	356	20.2	"	<0.05
15	311	0	0	102	413	24.7	"	0.50—0.95
16	196	0	100	82	378	21.7	"	0.10—0.20
17	297	0	0	107	404	26.5	"	0.20—0.50

18	279	0	6	95	380	25.0	"	1.0
19	251	2	30	87	370	23.5	"	0.50—0.95
20	21	3	21	0	45	0	"	
21	262	0	9	0	271	0	"	
22	180	0	13	63	256	24.6	"	0.50—0.95
23	293	0	0	103	396	26.0	"	0.50—0.95
24	339	13	0	0	352	0	"	
25	273	0	10	92	375	24.5	"	0.50—0.95
26	285	0	0	93	378	24.6	"	0.50—0.95
27	252	87	0	87	426	20.4	"	<0.05

上表中の少数の蛾区では孵化良好なものが分離しているが、これは *lem¹* 遺伝子をもたないか、またはこの遺伝子に関しホモの胚子を生じない蛾区と考えられる。F₄ 以後も同様である。

以上述べたところで明かなように、黄体色蚕から産下された卵中の黄色蠶蚕は、*lem¹/lem¹* の個体で、これらはすべて卵中で致死するため、第1眠起致死蚕としては全然現われないことが判る。

4. 黄色致死の母親遺伝

これまでの実験で、致死系 (B₁) 相互よりは第1眠起致死蚕を分離し、黄体色 (*lem/lem¹*) 相互よりは致死蠶蚕を分離することが判明した。従つて致死時期のちがいは母体の遺伝子型の相違によるのではないかということが考えられる。この点を明かにするため、B₁×F₁ の黄体色の正逆交雑について調べて見た。その結果は第 7, 8 表に示すが如くである。

第 7 表 BI×黄体色 (BI×黄体色 F₁ において分離した黄体色)

蛾区 No.	孵化歩合	正 常	黄 体 色	第1眠起 黄色致死	合 計	黄体色蚕歩合	黄色致死蚕 歩合	P
1	86.4	146	82	76	304	27.0	25.0	0.50—0.95
2	84.8	56	29	26	111	26.1	23.4	0.50—0.95
5	81.0	56	29	25	110	26.4	22.7	0.50—0.95
6	87.6	158	74	72	304	24.3	23.7	0.50—0.95
7	83.9	135	68	62	265	25.7	23.4	0.50—0.95
8	72.3	156	78	69	303	25.7	22.8	0.50—0.95
10	85.5	115	53	48	216	24.5	22.2	0.50—0.95
3	81.8	118	0	0	118	0	0	
4	69.7	243	0	0	243	0	0	
9	82.5	203	0	0	203	0	0	

第 8 表 黄体色 (BI×黄体色 F₁ において分離した黄体色)×BI

蛾 区 No.	孵化卵	死卵	黄色 死卵	合 計	黄色死卵 歩合	P	幼 虫		合 計	黄体色 歩合	P
							正 常	黄 体 色			
1	190	15	65	270	24.1	0.50—0.95	114	56	170	32.9	0.50—0.95
2	296	90	105	491	21.4	0.05—0.10	158	82	240	34.2	0.50—0.95
4	324	0	106	430	24.7	0.50—0.95	82	39	121	30.0	0.50—0.95
6	367	2	121	490	24.7	0.50—0.95	215	92	307	30.0	0.20—0.50
7	300	7	99	406	24.4	0.50—0.95	176	92	268	34.3	0.50—0.95
3	355	5	0	360	0		314	0	314	0	
5	291	11	0	302	0		258	0	258	0	
8	268	2	0	270	0		245	0	245	0	

第7表に示す如く，正常蚕（ B_1 ）を母体とすれば，正常蚕，黄体色蚕および第1眠起黄色致死蚕が，2:1:1の比に分離し，また第8表に示すが如く黄体色蚕を母体とするときは，正常蚕と黄体色蚕が2:1の比に生じ，1蛾区の総卵数の約 $\frac{1}{4}$ が黄色死卵となる．一般に致死蚕の分離蛾区の出現率が B_1 相互の場合に比し多くなっている．これは B_1 相互の場合には lem^1 遺伝子を全然もたないものとこれをヘテロにもつものとの1:2の割合に混じていて—いずれも表型的には区別できない—これらを at random に交配することになるし， $B_1 \times F_1$ の場合には，片親の F_1 はすべての個体が lem^1 をもっているから当然期待される結果である．この場合，分離する致死蚕の数も殆どすべての蛾区で大体理論数に一致している．

第7表および第8表中の黄色致死蚕を分離した蛾区における正常蚕同志を交配すれば，正常蚕と黄体色蚕が3:1の比に分離する蛾区と，正常蚕と第1眠起黄色致死蚕をほぼ3:1の比に分離する蛾区を生じ，また黄体色蚕同志を交配すれば黄体色蚕と黄色死卵がほぼ3:1の比に分離する．さらに同表中の正常と黄体色との正逆交雑の結果は，やはり母体をいずれにするかにより第1眠起黄色致死蚕が現われるかまたは黄色死卵が分離するかが定まる．ただこの場合，正常個体中 $+/lem^1$ の遺伝子型をもつものは全体の $\frac{1}{2}$ であり，外の $\frac{1}{2}$ は $+/lem$ の遺伝子型をもっている．従つて黄色致死蚕を分離する蛾区の外に，正常:黄体色が1:1の比に分離する蛾区が現われる．これらのことは既に述べた実験結果から当然期待できることであるが，その成績の掲載は省略する．

5. 正常蚕黄体色蚕および黄色致死蚕の体色の比較

正常蚕，黄体色蚕および黄色致死蚕などにつき，孵化より第1眠起蚕に至る成長期間中において，どのように皮膚色に変化を来すかについて観察した結果を要約すると，第9表の如くである．

第9表 正常蚕，黄体色蚕及び黄色致死蚕の皮膚の色の比較

遺 伝 子 型	蟻蚕の色	第 1 令				第 2 令	
		第 1 日	第 2 日	眠 前	眠 中	起 蚕	そ の 後
$+/+$	黒 色	黒色が淡くなる	淡 褐 色	飴 色	飴 色	脱皮直後は白いが次第に黒味をおびる	成長と共に白味をおびる
$+/lem$	"	"	"	"	"		
$+/lem^1$	"	"	"	"	"		
lem/lem	"	"	多少黄色味をおびる	黄色味を増す	黄色度最高度に達す	脱皮直後は黄色味をおびた白色なれど間もなく次第に黒味を増す	成長と共に黄色味が明瞭となる
lem/lem^1	"	"	"	"	"	"	黄色味 lem ホモよりやや強し
lem^1/lem^1	正常母体	黒 色	"	"	"	脱皮直後は黄色味をおびた白色，次第に黄色味を増す食糞しえず致死	
	黄体色母体	黄褐色卵中にて死					

上表に見る如く，正常の場合（ $+/+$ ， $+/lem$ ， $+/lem^1$ ）では黒蟻蚕となり，食桑と共に黒色が淡くなり，次第に淡褐色となり，眠前より眠中に亘つて飴色となる．脱皮直後は白味がかつた色を呈するが，次第に黒色素を沈着し，数時間後には，体色が著しく黝色をおび，とくに頭部，肢の先端部気門などが漆黒色を呈するようになる．その後發育と共に白味がかり，4~5 齢に至れば，斑紋部以外は正常蚕特有の白味がかつた皮膚色を呈する．次に黄体色（ lem/lem ， lem/lem^1 ）では，最初は正常と殆ど同様の黒色蟻蚕であるが，飼食2日目より多少黄色味をおび，次第にこれが明瞭となり，眠前より眠中に亘つて黄色味が最も強くなる．脱皮直後は多少黄色をおびた白色を示すが，時間の経過

と共に黒色色素が沈着して暗色を呈するようになり、最後には正常には近い黝色を呈するに至る。従つて正常との間には僅かに黄色味をおびる程度の差異があるのみで、夜間の電燈の光線下などでは、殆ど正常との間に区別がつかねるほどである。しかしその後発育が進むと共に、次第に黄体色の特徴が顕著となり、第4、5 齢期に至り明瞭な黄色を示すようになる。

次に正常を母体とした場合の lem^1/lem^1 型の蟻蚕および第1 齢の幼虫は、黄体色蚕と殆ど同じ体色を示し、従つて正常蚕から明かに区別しうが、黄体色蚕からの識別が困難である。ただ黄体色蚕よりも幾分黄色味が強く、第1 眠期など帯緑黄色を呈する。しかしこれもさほど判然たるものではない。脱皮直後は黄体色蚕と同様の体色を呈するが、時間の経過と共に黄色味を増す。しかし黒色色素は殆ど全く沈着しない。かくして鮮明な黄色を呈するに至り、正常蚕からはもちろん黄体色蚕からも一目して識別できるようになる。

以上は肉眼的の観察であつて、仔細に検討すれば、たとえ外観的には同様に見える時期でも、内部的にはそれぞれ相当のちがひがあることが考えられる。例えば黄体色蚕や正常母体の lem^1 ホモの蟻蚕が、外見においては正常と同じ黒色であつても、その真皮細胞内には既に黄色色素が存在することあるいは両黄色系の蟻蚕および第1 齢幼虫期においては黄色色素量、その他にもかなりのちがひのあることが想像されるのであるが、実際その後の実験の結果は、これらのことを裏付けるような結果となつてゐる。

IV. 考 察

以上述べた黄色致死蚕の遺伝に関する実験結果を綜合して模式的に画けば第1 図の如くである。

第1 図 黄色致死の遺伝模式図

次に遺伝子分析の結果から次のことがいえる。

(i) $+lem$, lem , lem^1 の3 遺伝子は複対立関係にある。

第2図 黄色致死の母親遺伝の模式図

(ii) 3 遺伝子の間には $+lem > lem > lem^l$ の優劣関係がある。

以上のうち $+lem$ と lem との関係については既に小倉 ('22) により報告されているところであり、この研究でこれらと lem^l との関係が明かとなったわけである。

上記2項を以てすれば、第1図の遺伝は大體理解しうる。ただ問題となるのは、C, D の正常 (黄

色致死系)と黄体色との交雑において、母体をいずれにするかにより致死時期に判然たるちがいを生ずることである。これは母体の遺伝子型の後作用が次代の表現型に影響を与えるのであるから、ある種の蚕卵色などと同様に(吉川 '53)母親遺伝の例と見做しうる。この現象を判り易く模式的に示したものが第4図である。

黄色致死の母親遺伝の理論としては一応次のような仮説を考えてみた。先ず母体の遺伝子型が $+/lem^l$ であるか、 lem/lem^l であるかにより、卵細胞質には何らかの決定的な相違があつて、これにより lem^l ホモ型の蟻蚕が孵化するかまたは卵中で致死するかが決まる。すなわち正常母体から産下された卵中に发育する胚子はたとえ lem^l/lem^l の遺伝子組成であつても、卵細胞質は、黄色色素が多少生産されるが、黒色色素の形成には差支えないような状態にある。この環境において黒色蟻蚕が完成し、外皮も正常の分化をなし、上顎も正常の発達をなすため、卵殻を食い破つて孵化し、ほぼ正常に食桑して发育する。しかるに黄体色母体から産下された卵中においては、この状態に何らかの異常があるため lem^l ホモ型の胚子は、黄色色素は多量に生産されるが、黒色色素の生産は比較的少く、黄褐色の蟻蚕となり、外皮の分化も不完全で卵殻を食い破りえないため卵内に餓死するものと考えられる。

実際、この卵中で完成した蟻蚕を、卵殻を切り開いてとり出して見ると、蚕体そのものの形態には、色調を除いては殆ど異常が認められない。しかも第1眠起黄色致死蚕におけると同様に桑葉を求めて彷徨し、これに到達すれば食桑せんと努めるが、咀嚼しえないため結局餓死する。従つて仮に蟻蚕が完成して孵化する時期を脱皮期と相同の生理的時期と考えれば、一期致死時期が繰り上げられたような結果とも見做しうるであろう。

正常母体の蚕卵に由来する lem^l ホモ型蟻蚕の第1齢中は、ほぼ完成した外皮をもち、正常に食桑して发育しうが、第1眠の外皮を更新する時期に至り、最早卵内物質に左右されることなく、ここに初めて lem^l ホモ型の異常が現われ、黄色色素は過剰に生産されるが、黒色色素は殆ど生ぜず不完全な外皮が形成されるため、食桑しえずして致死するものと見做される。

なお lem^l ホモの個体は正常蚕に比すれば虚弱であり、環境のいかににより卵中または第1齢中に死に易い。特に高温乾燥に対して敏感なことは梅谷の実験の通りである。このことは、1眠起に達するまでに、すでに $+lem$ ホモあるいは lem ホモの個体に比してその代謝過程に何らかの異常が始まっていることを暗示している。

上述のところから推察されるように、黄色致死といつても、黄色色素の過剰生産そのものが直接致死の原因になっているのではなく、これに関連した異常代謝の結果がたまたま幼虫に致命的な影響を与えるような細胞分化産物に関連をもっているということなのである。この場合、黄色致死またはその母親遺伝の機構に関係する重要な代謝系と考えられるものは、第一にプテリンとメラニンの代謝関係である。すでにこの問題については外の動物においても述べられており(井坂 '52, 波磨ら '52, 大島 '53), カイコでもこれらと尿酸代謝との3者間の因果関係について論議されている(有賀ら '52)。第二にメラニン生産と外皮硬化との関係が問題となる。Fraenkel と Rudall ('40) はこの間にも密接な関係があるといっている。このような複雑な因果関係のうちでも、とくにキサントプテリン B の過剰生産の機構が問題の鍵を握っているように思われる。名和ら ('51, '54) は正常蚕の皮膚に含まれるイソキサントプテリン B は 2 アミノ・4,7 ヒドロオキシ・プテリジンであること、および黄体色蚕に含まれるキサントプテリン B は、2 アミノ・4 ヒドロオキシプテリジンの誘導体であることなどを確かめている。これらは恐らく共通の前駆体から生ずるものであろうが、正常蚕から産下される卵細胞質と黄体色蚕から産下されるそれとの間には、この前駆体かもしくはこれに直接関連ある物質の存否に何らかの決定的ちがひがあることが想像される。

黄色致死蚕の遺伝生化学的研究については協力者と共に実験を進め、既に2回に亘つてその結果の

大要を報告しているが（辻田と坂口 '53，坂口と辻田 '54），未だ核心をなす部分について結論的のことがいえる段階には到達していない。

摘 要

1. 黄色致死系 B1 と正常との交雑 F_1 , F_2 の分離の結果から， $lem^l(ly-2)$ は $ly-1$ と同様に単純劣性遺伝子であると考えられる。
2. 黄色致死系と黄体色系との F_1 9 区中 6 蛾区では，正常蚕と黄体色蚕とが 1:1 の比に分離した。
3. F_1 の正常同志を交配した F_2 には正常：黄体色が 3:1 の比に現われ，その子孫に黄色致死蚕は現われない。
4. F_1 の黄体色同志を交配せる F_2 はすべて黄体色蚕のみを生じ，第 1 眠起黄色致死蚕は分離しない。しかし特徴ある死卵が総卵数の約 $1/4$ 現われる。この卵中には黄褐色の蟻蚕を生じているが，これは卵殻を食い破れないため餓死する。この卵を仮に黄色死卵と名付けた。
5. F_1 黄体色蚕の F_3 , F_4 などの後代には黄体色蚕のみを生じ， lem^l ホモの個体はすべて卵内にて致死し黄色死卵となる。
6. 正常 (+/ lem^l) と黄体色 (lem/lem^l) との交雑では正逆交雑により， lem^l ホモの個体の致死時期が判然と異なり，正常を母体とすれば第 1 眠起黄色致死蚕が分離し，黄体色を母体とすれば黄色死卵を分離する。すなわち黄色致死は致死時期に関し母親遺伝をなす。
7. + lem , lem , lem^l の 3 遺伝子は複対立遺伝子群を構成し，これらの優劣関係は + $lem > lem > lem^l$ の如くである。
8. 黄色致死の原因および黄色致死の母親遺伝の機構には，キサントプテリン B，メラニン，尿酸などの代謝の間の因果関係，さらにメラニン形成と外皮硬化との因果関係などが重要な要素となつていることが考えられ，これらに関する生化学的な実験を目下続けている。

（この研究に要した費用の一部は文部省科学試験研究費によつたことを記し深謝の意を表したい）

引 用 文 献

- 有賀 久雄 1952, 農業及園芸 27(4): 437—442.
 有賀久雄, 古武成美, 江口正治 1952, 日蚕雑 21(56): 255—263.
 Fraenkel, G. and Rudall, K.M., 1940, Biol. Sci. 129: 1—34.
 波鷹 忠雄, 後藤 寛 1952, 科学 22(10): 542—543.
 波鷹 忠雄, 後藤 寛, 櫛引 謙一 1952, 科学 22(9): 478.
 波鷹 忠雄, 後藤 寛 1952, 動物学雑誌 6: 88—89.
 Hirata, Y. et Nawa, S., 1951, C.r. Soc. Biol. 145: 661.
 Isaka, S., 1953, Nature 171: 303—304.
 Kikkawa, H., 1953 Advances in Genetics 5: 107—140.
 名和 三郎, 1954, 遺伝研年報 4: 71—73.
 野崎 清, 1917, 蚕業新報 296.
 小倉 三郎, 1922, 遺伝雑 1 (3).
 大沢 孝三, 1921, 佐久良会雑誌 9: 117—118.
 大島 長造, 1953, 文部省科学研究費による総合研究班 第 4083 年報: 4—5.
 坂口文吾, 辻田光雄, 1953, 遺伝研年報 4: 70—71.
 鈴木簡一郎, 1949, 遺伝雑 25 (3—4): 95—99.
 辻田光雄, 坂口文吾 1953, 遺伝研年報 3: 63—64.
 梅谷与七郎, 辻田光雄 1951, 蚕糸報告 13(7): 329—345.