

カイコにおけるガンマー線誘発W転座系統の遺伝学的分析

誌名	日本蠶絲學雜誌
ISSN	00372455
著者	大沼, 昭夫 村上, 昭雄
巻/号	45巻2号
掲載ページ	p. 172-178
発行年月	1976年4月

カイコにおけるガンマー線誘発 一W転座系統の遺伝学的分析

大沼 昭夫・村上 昭雄

三島市谷田・国立遺伝学研究所 (〒411)
(1975年7月23日受理)

電離放射線によって誘発された突然変異体の遺伝的性状の分析過程で、W染色体と第5染色体間の転座を有する系統が見い出された。この転座系統はすでに報告されている数々のW染色体を含む転座系統 $\widehat{W}\cdot\text{II}$ (田島: 1941, 木村ら: 1971), $\widehat{W}\cdot\text{III}$ (橋本: 1948), $\widehat{Z}\cdot\widehat{W}\cdot\text{II}$ (田島: 1948), $\widehat{W}\cdot\text{X}$ (田島ら: 1951, STRUNNIKOV: 1975), $\widehat{W}\cdot\text{V}$ (鬼丸・田島: 1963, 大沼・田島: 1972), $\widehat{Z}\cdot\widehat{W}$ (STRUNNIKOV: 1975) に比して、その転座染色体構成が複雑で、転座染色体と自由な第5染色体間で高頻度に染色体不分離を引き起す特色を持った、新しい型の転座系統であることが認められた。

本実験は、この新しいW転座系統の染色体(遺伝子)構成を推定する目的で遺伝学的分析を行ったものである。その結果 $\widehat{Z}/\widehat{W}\cdot\widehat{V} + pe\cdot V + oc/V$ という複雑な染色体構成を有することが認められた。本報告は、それらの分析結果の概要とその転座系統の持つ生物学的意義について論じたものである。

本実験を行うにあたり数々の有益なるご教示を下さった田島弥太郎先生に感謝の意を表する。

本論文の一部は、日本蚕糸学会東海支部第20回(1972)大会で発表した。

材 料

本実験において用いた標識系統 ($pe; re$ と $pe; oc$ および re) の遺伝的特徴は Table 1 に示す通りである。

転座系統の由来

この転座系統は $+pe+re/+pe+re$ の遺伝子型を有する雌の中期蛹に ^{137}Cs γ -線を1,000R照射し、羽化後第5染色体に $pe(V: 0.0)$ と $re(V: 31.7)$ をホモに有する雄個体を交配し、その結果産下された F_1 卵の中からたまたま検出された赤色 (re) 卵

Table 1. Marker genes (or stock) used in this experiment. These gene loci locate on chromosome 5: pe locates at 0.0, re at 31.7 and oc at 40.8.

Stock	Genotype	Phenotype	
		egg color	larval epidermis
$pe; re$	$pe re+$	yellowish-white	normal
$pe; oc$	$pe + oc$	"	oily
re	$+ re +$	red	normal

座位の雌突然変異個体に由来する。この突然変異個体の遺伝的性状を分析する目的で、その個体を飼育し、羽化後標識系統の第5染色体を除去する目的で $pe; +re$ ホモ雄と交配した。その結果産下された卵の漿液膜の表現型(色)の分離比は正常色(+)卵と黄白色(pe)卵とが1:1であった。それらなどの卵色でも性比は1:1であることが期待されるが、正常色(+)卵から孵化した128匹中127匹は雌で雄は1匹のみであった。

かくして、上記の分析結果から、この re 座位の変異個体は第5染色体のW染色体への転座に由来するものと推論された。

結 果

I) 転座系統の第5染色体の分析

この転座系統の第5染色体の構成を知る目的で本系統の雌個体に $pe; re$ ホモ雄を交配し、その産下卵の卵色の分離比について調査した。調査結果は Table 2 に要約した。Table 2 から明らかなように、正常色(+)卵と赤色(re)卵および黄白色卵(pe)の分離比は1:1:2の蛾区とほぼ1:4:5に分離する蛾区との2型が観察された。

次にそれぞれの型の蛾区における卵を卵色別に飼

Table 2. Segregation of yellowish-white (*pe*) and red (*re*) eggs in the progeny of a cross between the translocation strain female and the marker (*pe:re*) stock male.

Expt.	No. of moths segregated	No. of moths tested	Number of eggs			
			+	<i>re</i>	<i>pe</i>	Total
A	22	10	828 (25.6%)	818 (25.1%)	1,590 (49.2%)	3,230
			1	1	2	
B	76	10	366 (9.6)	1,499 (39.5)	1,929 (50.8)	3,794
			1	4	5	

Table 3. Comparison of hatchability among eggs showing different serosa membrane colors and/or sexes in the progeny of crosses between the translocation female and the marker (*pe:re*) stock male.

Expt.	No. of moths tested	Phenotype egg color	Sex	Number of eggs		Total	Grand total
				non-hatched	hatched		
A	2	+	♀	22 (15.1%)	124 (84.9%)	146	559
		<i>re</i>	♀	13 (8.8)	136 (91.3)	149	
		<i>pe</i>	♂	21 (8.0)	243 (92.0)	264	
B	2	+	♀	4 (6.9)	54 (93.1)	58	663
		<i>re</i>	♀	42 (15.9)	227 (84.1)	270	
		<i>pe</i>	♂	98 (29.5)	237 (70.5)	335	

育し、性比について調査した。調査結果は Table 3 に要約した。Table 3 に示す通りいずれの蛾区においても正常色卵と赤色卵は雌性、そして黄白色卵は雄性であることが認められた。この観察結果は照射当代における第5染色体が $+^{pe}$ と $+^{re}$ の間で切断し $+^{pe}$ 座位を含む染色体がW染色体に転座し $W \cdot V +^{pe}$ 転座を形成したことを示唆する。

正常色卵と赤色卵および黄白色卵の分離比が 1 : 1 : 2 の A の各蛾区の産下卵の孵化率は、いずれの卵色の卵でも 84.9% 以上の高い値を示した (Table 3)。一方、正常色卵と赤色卵および黄白色卵の分離比がほぼ 1 : 4 : 5 の B の各蛾区では卵色により孵化率に有意な差異が観察され、黄白色卵すなわち雄の孵化率が特に低かった (Table 3)。

カイコにおいてW染色体と常染色体の間に相互転座が生じ、その結果W染色体の一部が雌性卵の常染色体に入ることによって致死性が誘起されうること (橋本：1953) が知られている。そこでこの点の可能性を検討するとともに、転座した第5染色体に $+^{oc}$ 座位を含んでいるか否かを明らかにする目的で本転座系統の赤色卵雌に $pe; +^{re}; oc$ ホモ雄を交

配し、その結果産下された卵の中で黄白色卵の孵化率が正常色卵のそれより低い蛾区において oc ($V:40.8$) 油蚕の出現の有無について調査した。その調査結果は Table 4 に要約した。Table 4 に見られるように黄白色卵はすべて正常蚕となり oc 油蚕の出現は認められなかった。一方、正常色卵区において大部分は正常蚕であったが 2 匹 (0.8%) の oc 油蚕の出現を観察した。また黄白色卵は 2 匹の例外を除いてすべて雄であり、正常色卵は 2 匹の例外を除いてすべて雌であった。この場合でも雄である黄白色卵の孵化率は明らかに低かったが、その原因がW染色体の一部が雌性卵の常染色体に入ったためであるか否かを明らかにするまでには至らなかった。また雌蚕が 2 匹の例外を除いてすべて正常蚕 ($+^{oc}$) となることから本転座系統は $+^{oc}$ 座位を含む第5染色体も断片として持ち、その染色体構成は $Z/W \cdot V +^{pe} \cdot V +^{oc}/pe +^{re} oc$ (Fig. 1) であることが推定された。

なおこの分析過程で少数の例外型個体の出現を見たが、この点については次の項で述べる。

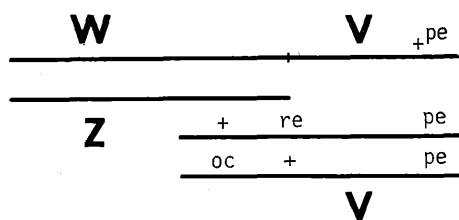


Figure 1. A schematic presentation of the chromosome constitution for a gamma-ray induced translocation between W (or Y) and V chromosomes or T (W:V).

II) 雄性卵の致死性の分析

1. 不分離現象

Table 4 において検出された卵色並びに幼虫形質(油蚕) に関していずれも正常な雌に再び *pe*; +^{re}; *oc* ホモ雄を交配し, その結果産下した卵の孵化率および *oc* 油蚕の出現について分析した。その結果は Table 5 (A) および (B) に示した。この中、(A)は正常色卵と黄白色卵の孵化率が正常と認めら

れた蛾区の分析結果で、(B)は正常色卵に比して黄白色卵の孵化率が低い蛾区の調査結果である。正常な孵化率の蛾区 (A) では正常色卵はすべて雌であり、黄白色卵はすべて雄で、いずれも *oc* 油蚕と正常蚕の分離比は 1 : 1 であった。一方、正常色卵に比して黄白色卵の孵化率が低い蛾区(B)の正常色卵雌では正常蚕の方が *oc* 油蚕より多数出現し、また黄白色卵雄では *oc* 油蚕の方が正常蚕より多数出現し、しかもその他に少数の例外型個体を生じた。Table 5 の (A) および (B) において分離した個体(それぞれ Type A 個体および Type B 個体とする) の中で正常色卵で正常蚕の雌に *pe*; *re* ホモ雄を交配し(それぞれ区名を A-1, B-1 とする), また正常色卵で *oc* 油蚕性の雌にも *pe*; *re* ホモ雄を交配し(それぞれ区名を A-2 および B-2a, 2b とする), その次代の卵色の分離について分析した。その結果を Table 6 に要約した。さらに Table 5 (B) に見られた例外型個体の中で正常色卵でかつ正常蚕雄には *pe*; *re* ホモ雌を交配し(区名を B-3

Table 4. Test for the male embryonic lethality: differential hatchability of embryos showing different egg colors, larval characters (*oc* and +^{oc}) and sexes in the progeny of a cross of the translocation female and the marker (*pe*+^{re}*oc*) stock male. (see also Tables 2 and 3).

$$Z/W \cdot V + pe \cdot V + oc / pe \ re + \text{♀} \times Z/Z, \ pe + oc / pe + oc \ \text{♂}$$

No. of batch	Phenotype (egg color)	No. of eggs tested	Hatchability (%)	Number of larvae				Total
				+		<i>oc</i>		
				♀	♂	♀	♂	
1	+	172	91.3	140	2	2	0	144
	<i>pe</i>	185	74.6	2	123	0	0	125

Table 5. Test for the non-disjunctional event: differential hatchability of embryos showing different egg colors and larval characters (*oc* and +^{oc}) in the progeny of crosses between the translocation female and the marker (*pe*+^{re}*oc*) male.

(A) $Z/W \cdot V + pe \cdot pe \ re + / pe + oc \ \text{♀} \times Z/Z, \ pe + oc / pe + oc \ \text{♂}$

No. of batch	Phenotype (egg color)	No. of eggs detected	Hatchability (%)	Number of larvae				Total
				+		<i>oc</i>		
				♀	♂	♀	♂	
1	+	175	96.0	57	0	68	0	125
	<i>pe</i>	160	90.6	0	58	0	69	127

(B) $Z/W \cdot V + pe \cdot V + oc / pe + oc \ \text{♀} \times Z/Z, \ pe + oc / pe + oc \ \text{♂}$

1	+	173	87.9	99	5	27	0	131
	<i>pe</i>	155	76.1	0	9	7	87	103

Table 6. Segregation of egg colors in the progeny of crosses between the translocation female (with normal egg color and with either normal (+^{oc}) or oily (oc) epidermal character) and the marker (pe:re) stock male. (see also Table 5).

Type-A ♀ × pe re + / pe re + ♂

Expt.	No. of moths segregated	No. of batches observed	Genotype estimated	Number of eggs			Total
				+	re	pe	
A-1	35	10	Z/W·V + ^{pe} , pe re + / pe + oc	845 (24.2%)	913 (26.2%)	1,729 (49.6%)	3,487
A-2	49	10	Z/W·V + ^{pe} , pe + oc / pe + oc	1,661 (49.7)	2 (0.1)	1,679 (50.2)	3,342

Type-B (♀, ♂) × pe re + / pe re + (♀, ♂)

B-1	61	10	Z/W·V + ^{pe} . V + ^{oc} / pe + oc	492 (12.5)	1,473 (37.5)	1,959 (49.9)	3,924
B-2a	16	16	Z/W·V + ^{pe} , pe + oc / pe + oc	2,448 (48.0)	47 (0.8)	2,606 (51.1)	5,101
B-2b	3	3	Z/W·V + ^{pe} / pe + oc	135 (15.1)	345 (34.0)	518 (51.0)	1,016
B-3	2	2	Z/Z, + ^{pe} . + ^{oc} / pe + oc	139 (20.7)	186 (27.8)	345 (51.5)	670

Type-B (♀, ♂) × + re + / + re + (♀, ♂)

B-4a	2	2	Z/Z, + ^{oc} / pe + oc	340 (49.1)	352 (50.9)	0 (0.0)	692
B-4b	2	2	Z/Z, + ^{oc} , pe + oc / pe + oc	586 (98.7)	8 (1.3)	0 (0.0)	594
B-5	7	7	Z/W, pe + oc / pe + cc	2,231 (100.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	2,231

とする), また黄白色卵で正常蚕雄および oc 油蚕雌には re ホモ雌および雄を交配しそれぞれ区名を B-4a, 4b および B-5 とする), その次代の卵色の分離について調査し, それらの調査結果をも Table 6 に要約した。Table 5 (A) の中で正常蚕雌および oc 油蚕雌個体の次代の卵色の分離比は Table 6 のそれぞれ A-1 および A-2 に示すように, A-1 では正常色卵, 赤色卵および黄白色卵の分離比が 1 : 1 : 2 で, A-2 では正常色卵と黄白色卵が 1 : 1 に分離しかつ僅かながら赤色卵が出現した。

以上の結果から, これら Type A 雌の出現機構は以下のように考察される: W·V + ^{pe}. V + ^{oc} / pe re + ^{oc} (Table 4) 転座系統の還元分裂に際して W·V + ^{pe} と pe re + ^{oc} 染色体間に不分離が生じ (この場合 V + ^{oc} 断片は W·V + ^{pe} 染色体とは反対の極に分裂する), W·V + ^{pe}, pe re + ^{oc} 卵核が形成され, これと Z, pe + ^{re} oc 遺伝子型を有する精核との合体により Z/W·V + ^{pe}, pe re + ^{oc} / pe + ^{re} oc (Fig. 2) 個

体が形成され, さらにこの遺伝子型を有する雌に pe ; + ^{re} ; oc ホモ雄を交配すると, 次々に Z/W·V + ^{pe}, pe re + ^{oc} / pe + ^{re} oc (A-1) と Z/W·V + ^{pe}, pe + ^{re} oc / pe + ^{re} oc (A-2) の 2 型の遺伝子型を持つ個体が形成される。そしてこれらの個体は還元分裂に際して自由な第 5 染色体間のみで対合し, 転座第 5

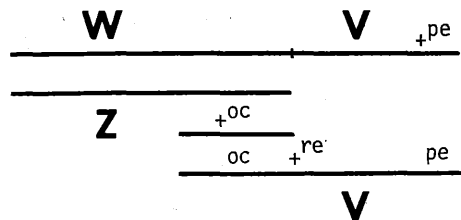


Figure 2. A schematic chromosome constitution for non-disjunctional female products in the cross of the T (W:V) female and the marker (pe:re) male.

染色体は自由な第5染色体に関して対合の外に置かれ、いずれかの極に自由な第5染色体とは独立に移行し $Z, pe\ re+^{oc}$ 遺伝子型を有する精核と合体すると考えられる。

Table 5 (B) の正常色卵で正常蚕および oc 油蚕雌、正常色卵および黄白色卵で正常蚕雄、黄白色卵で oc 油蚕雌個体の次代の卵色の分離比は Table 6 Type B に示すように5つの型(B-1~5)に分類された。B-2とB-4はそれぞれaおよびbにさらに分類することができた。

第1の型(B-1)では正常色卵、赤色卵および黄白色卵がほぼ1:4:5に分離しかつ幼虫形質は正常であった。この分析結果からB-1型の雌親は $Z/W \cdot \widehat{V}+^{pe} \cdot V+^{oc}/pe+^{re}oc$ の染色体構成を有することが示唆された。

第2の型(B-2)は正常色卵と黄白色卵が約半数ずつ分離するほか赤色卵を僅か分離する蛾区(B-2a)と正常色卵、赤色卵および黄白色卵がほぼ1:4:5に分離する蛾区(B-2b)とがあることがわかった。この観察事実から雌親の染色体構成は前者では $Z/W \cdot \widehat{V}+^{pe}, pe+^{re}oc/pe+^{re}oc$ そして後者では $Z/W \cdot \widehat{V}+^{pe}/pe+^{re}oc$ であると推定された。

第3の型(B-3)は正常色卵、赤色卵および黄白色卵を2:3:5に分離し、しかもB-3の雄親は正常色卵、正常蚕であった事実からW染色体を持たないと考えられた。この観察結果は $\widehat{W} \cdot \widehat{V}+^{pe}$ 転座染色体から $+^{pe}$ 座位を含む第5染色体が解離したことを示唆する。そして染色体構成は $Z/Z, +^{pe} \cdot +^{oc}/pe+^{re}oc$ と考えられた。

第4の型(B-4)では正常色卵と赤色卵が1:1に分離する蛾区(B-4a)と大多数が正常色卵で赤色卵を少数分離する蛾区(B-4b)とが観察された。この観察結果から雄親の染色体構成は前者では $Z/Z, +^{oc}/pe+^{re}oc$ で後者では $Z/Z, +^{oc}, pe+^{re}oc/pe+^{re}oc$ と推定された。また後者の方に分離した少数の赤色卵は、2つの $pe+^{re}oc$ 染色体間に不分離が生じその結果 $+^{oc}/+^{pe}re+^{oc}$ 個体が形成されたことに帰因すると考えられる。

最後の型(B-5)はすべての卵が正常色卵で赤色卵および黄白色卵は全く出現せず、しかもB-5のType B 個体は雌であった。上記の観察結果はその雌親が $\widehat{W} \cdot \widehat{V}+^{pe}$ 転座染色体から解離により $+^{pe}$ 座位を含む第5染色体を失なったW染色体を持ち、

$Z/W, pe+^{re}oc/pe+^{re}oc$ の染色体構成を有することを示唆する。

なお Table 5 に見られるように種々の染色体構成を有する個体の出現はカイコの染色体が全(分散)動原型型(MURAKAMI & IMAI: 1974)であると仮定することによって説明されうる。

2. 雄性卵の致死性

ところでB-2bとB-4bおよびB-2aとB-4aとはそれぞれ同じ出現蛾数が期待されるが、前者のグループでは予想通り両者の蛾数に差が認められなかった(B-2bは3蛾、B-4bは2蛾)。これに対して後者ではB-4aの蛾数(2蛾)はB-2a(16蛾)より明らかに少なかった。これはB-4a型で大多数の $Z/Z, +^{oc}/pe+^{re}oc$ (黄白色卵)の遺伝子型の雄個体が胚子期に致死したことによるものと考えられる。かくして雄性卵の致死性は不分離現象によって第5染色体を余分に持つ個体と第5染色体の $+^{pe}$ 座位($V:0.0$)を含む60%前後の欠失を有する個体とが形成されることが明らかになった。この大きな欠失を有する後者の個体の一部が胚子期に致死するものと考えられる。

考 察

^{137}Cs γ -線誘発転座系統の遺伝学的分析の結果から、この転座系統は第5染色体の $+^{re}$ 座位($V:31.7$)における切断の結果 $+^{pe}$ 座位($V:0.0$)を含む60%前後の染色体部分がW染色体に転座し、しかも同時に残りの第5染色体の断片、 $+^{oc}$ 座位($V:40.8$)を含む約40%を有することが明らかになった。かくしてこの転座系統の染色体(遺伝子)構成は $Z/W \cdot \widehat{V}+^{pe} \cdot V+^{oc}/V$ 型と推定された。かかる染色体構成を有するため還元分裂に際して不分離を引き起し、その結果 $Z/W \cdot \widehat{V}+^{pe}/V$ および $Z/W \cdot \widehat{V}+^{pe}, V/V$ の染色体構成を有する雌個体が形成されたと考えられた。本転座系統には雄性卵の致死性が観察されたが、これは1対の第5染色体の一方に約60%の欠失を有する個体の大部分が致死するためであろうと考察した。

摘 要

カイコの卵母細胞の γ -線誘発 $+^{re}$ 座位($V:31.7$)における突然変異体の分析過程で、W染色体と第5染色体の新しい型の転座系統が検出された。この転

座系統は $+^{pe}$ 座位の切断により $+^{pe}$ 座位を含む約 60% の大きな第 5 染色体が W 染色体に転座したもので、かつまた $+^{oc}$ 座位を含む破片第 5 染色体をも有することが明らかになり、本転座染色体の構成は Fig. 1 に示したように $Z/\widehat{W} \cdot V +^{pe} \cdot V +^{oc}/V$ であることが推定された。

かかる染色体構成を有するため還元分裂に際し不分離を誘起し、次代の雌の染色体（遺伝子）型には $Z/\widehat{W} \cdot V +^{pe} \cdot V +^{oc}/V$ の他に $Z/\widehat{W} \cdot V +^{pe}/V$ および $Z/\widehat{W} \cdot V +^{pe}, V/V$ (Fig. 2) が生じると考えられた。一方雄では $Z/Z, V/V$ の他に $Z/Z, V +^{oc}, V/V$ および $Z/Z, V +^{oc}/V$ が生じると考えられた。

本転座系統において一部の雄性卵が致死することが観察された、これは $+^{pe}$ 座位を含む約 60% の欠失を有する $Z/Z, V +^{oc}/V$ の染色体型個体の胚子期の致死によるものと考えた。さらに $Z/\widehat{W} \cdot V +^{pe}, V/V$ の染色体構成の雌蛾と標識系統雄との次代には転座染色体の解離型個体と考えられる正常色卵雄

および黄白色卵雌は出現しなかったが、 $Z/\widehat{W} \cdot V +^{pe} \cdot V +^{oc}/V$ 雌蛾区の次代には解離型個体が少数出現した。これは本転座系統の転座染色体構成が複雑であることに起因すると考察した。

文 献

- 橋本春雄 (1948) : 日蚕雑, **16**, 62—64.
 橋本春雄 (1953) : 日蚕雑, **22**, 200—204.
 木村敬助・原田忠次・青木秀夫 (1971) : 育雑, **21**, 47—50.
 MURAKAMI, A., and H. IMAI (1974) : Chromosoma, **47** 167—178.
 大沼昭夫・田島弥太郎 (1972) : 日蚕学会講要, **42**, 29.
 鬼丸喜美治・田島弥太郎 (1963) : 日蚕雑, **32**, 198(要旨).
 STRUNNIKOV, V (1975) : Nature, **255**, 111—113.
 田島弥太郎 (1941) : 蚕試報, **12**, 109—181.
 田島弥太郎 (1948) : 遺雑, **16**, 62—64.
 田島弥太郎・原田忠次・太田 登 (1951) : 育雑, **1**, 47—50.

Summary

Genetical analysis of a newly gamma-ray induced translocation between

W and V chromosomes in Pupal Oocytes of the silkworm

(Bombyx mori L.)

By

Akio OHNUMA and Akio MURAKAMI

In the course of progeny tests of egg-color specific locus mutations induced by ^{137}Cs gamma-ray in pupal oocytes of the silkworm, it was shown to be a red egg (*re*, $V:31.7$) locus mutation. According to the genetical analysis of this mutant, it is clearly observed that this mutant seemed to have resulted from a deficiency and/or breakage in the vicinity of *re* locus of chromosome 5 and that one broken part of the chromosome including *pe* (pink egg, $V:0.0$) gene locus was translocated to the W chromosome. In addition, another part of the chromosome 5 including *oc* (chinese oily, $V:40.8$) gene locus was in existence as a member of the genome. Thus, it can be concluded that this translocation line has a chromosome constitution of $Z/\widehat{W}.V+pe.V+oc/V$.

It was also observed that this translocation line produce a number of non-disjunctional individuals. In the female progeny of a cross between a female of this line and a male of the marker strain, there were individuals of three different chromosome types with $Z/\widehat{W}.V+pe.V+oc/V$, $Z/Z.V+pe/V$ and $Z/\widehat{W}.V+pe.V/V$, while in the male progeny, there were individuals of three types with $Z/Z.V/V$, $Z/Z.V+oc.V/V$ and $Z/Z.V+oc/V$. Some embryos of male progeny with $Z/Z.V+oc/V$ in a cross between a female of the translocation line and a male of the marker strain died probably because of the loss of a greater part (ca. 60%) of chromosome 5. Similarly, in the progeny of a cross $Z/\widehat{W}.V+pe.V/V \text{ } \text{♀} \times Z/Z.V/V \text{ } \text{♂}$, neither disjunctional males with normal color egg (+) nor females with yellowish-white egg (*pe*) were segregated, while in a cross between $Z/\widehat{W}.V+pe.V+oc/V$ and the $Z/Z.V/V$ there were a small number of progeny with disjunctional chromosomes. These findings seemed to have resulted from non-disjunctional events in meiotic divisions because this translocation line had such the complicated chromosome constitution.

(National Institute of Genetics, Mishima, Shizuoka-ken 411)