

蚕の食性突然変異に関する研究-第2部(9)

誌名	蠶絲科學研究所彙報
ISSN	03888630
著者	大沼, 昭夫 田島, 弥太郎
巻/号	37号
掲載ページ	p. 13-19
発行年月	1989年4月

蚕の食性突然変異に関する研究 (第 2 部)

第 9 報 諸桂由来の食性突然変異 *Nps* の連関検索

蚕品種研究所 大沼昭夫・田島弥太郎

Further studies on non-preference mutations in the silkworm.

9. A search for the location of *Nps* gene, a new food habit mutation, discovered in Chinese race Shokei.

Akio Ohnuma and Yataro Tazima

Institute of Silkworm Genetics and Breeding

1. 緒 論

われわれは放射線照射により食性に関する突然変異を多数誘発し、これら諸系統の遺伝分析を行ってきた。それらのうち青熟（一宮）由来の食性変異 8 系統はダイアレル交雑を行ない相補性を調べたが、いずれもホモ致死を示し、第 11 連関の *Np* と共通の欠失を持つことから *Np* と対立することが推定された（田島・大沼 1986）。また大造由来の 1 系統 *Bt* は胚子期致死を伴わない食性異常遺伝子で Z 染色体の 40.8 付近に座位している事がわかった（大沼・田島 1986）。これらはすべて優性の食性遺伝子であるが劣性の食性遺伝子 *nfad*（山本 1983）等も知られている。本報で報告する食性変異遺伝子は諸性から誘発されたもので、胚子期致死遺伝子を持つ点で、青熟（一宮）由来の食性遺伝子と類似するが、*Np* と共通の欠失を持たず、別の突然変異と考えられたものである。そこでこの食性変異遺伝子を *Nps* (Non-preference Shokei) と命名し所属連関群の検索を行なうことにした。その結果、この突然変異は第 3 連関群に所属することが知られた。

2. 起源および特徴

Nps の起源は（蚕研彙報第 34 号第 1 表系統表 a）に掲げた S2 である。この系統は諸桂雄蛹に ^{60}Co の γ -線を 100R/min の条件で 5KR 照射し、これを無照射諸桂雌に掛け合わせた G_1 世代 24,733 頭をフダンソウの葉でスクリーニングし発見された食性変異個体雄で、この個体を再び無処理の諸桂雌に交配して得た G_2 蛾区を飼育し、フダンソウ葉で食下テストを行なった。その後毎代同様なテストを行ない系統を維持してきたものである。なおこの系統と他の系統との交雑を行なうと正逆交雑間に孵化歩合の著しい相違が見られる。すなわちこの系統を雄親とした場合には雌親とした場合に比較して孵化歩合が著しく低い。この原因として染色体レベルでの異常を持つことが推定されるが、詳細はまだ判らない（第 2 報 1986）。

3. 材料および方法

実験に用いた系統の主な連関群と遺伝子型は表 1 に示した通りである。この中の *Nps* 系統と *K*, *ppe*, *lem*, 青熟（一宮）およびアスコリ系統との間に交配を行ない、その F_1 および

表1 実験に用いた系統の主な連関群と遺伝子型

系統名	連 関 群				
	第2	第3	第5	第11	未知
<i>Nps</i>	<i>p/p</i>	+/+, +/+	+/+	+/+	<i>Nps</i> /+
<i>K</i>	<i>p/p</i>	+/+, +/+	+/+	<i>K/K</i>	+/+
<i>p, pe</i>	<i>p/p</i>	+/+, +/+	<i>pe/pe</i>	+/+	+/+
<i>lem</i>	<i>p/p</i>	<i>lem/lem</i> , +/+	+/+	+/+	+/+
青熟(一宮)	+/+	+/+, +/+	+/+	+/+	+/+
アスコリ	+/+	+/+, <i>Ze/Ze</i>	+/+	+/+	+/+

BF₁ 等について幼虫形質およびフダンソウの食性について調査し、連関の有無を調べた。なお詳しい交配形式についてはそれぞれの項で述べることにする。

4. 実験結果

1. *Nps* と *K* (第11連関) との連関の有無

Nps 遺伝子は第11連関の食性遺伝子 *Np* との間に対立性が認められない事は既に述べたが、この染色体上の他の座位である可能性は否定できない。そこでこぶ遺伝子 *K* を標識に用いて第11連関群との連関を調べた。*K* 系統 (*K/K*; +/+) 雌に *Nps* 系統 (+/+; *Nps*/+) 雄を交配して得られた F₁ 蚕についてフダンソウの葉を用いて食性異常蚕をテストした。その結果を表2表に示す。表示のように F₁ の孵化率は約80%で多少低かったが、これは *Nps* 系統雄

表2 *K* 系統(*K/K*; +/+)雌に *Nps* 系統(+/+; *Nps*/+) 雄を交配した F₁ の食下テスト (872)

飼育番号	孵化率 (%)	<i>K</i>		合計	浸透率 (%)
		食下	不食		
1	80.2	137	206	343	79.9
出現率		(39.9)	(60.1)		

を交配に用いたためであると考えられる。また食下蚕の出現率は39.9%であるから *Nps* 遺伝子の浸透率は79.9%となる。この場合浸透率は次の様にして求めた。

$$\text{浸透率} = \frac{\text{食下頭数}}{\text{合計頭数} \times 0.5^{1)}} \times 100$$

脚注 1) 分母は *Nps* ヘテロ個体の理論数である

表2に得られたフダンソウ食下個体の遺伝子型は *K*/+, *Nps*/+, *p/p* と考えられる。そこでこの遺伝子型雌に青熟(一宮)系統 (+/+, +/+, +/+) 雄を交配し、次代蚕のこぶおよび食性について調査した。その結果を表3に示す。表示の通り *K* と + とをほぼ同数ずつ分離し、*K* と + における食下状態に有意な差は認められなかった。従って *K* と *Nps* とは独立であると推定された。なお独立である場合の分離は *K* 食下, *K* 不食, + 食下および + 不食が 1:1:1:1 と期待されるのであるが、食性異常遺伝子 *Nps* の浸透率が充分でないため、食下個体の出現数が期待値に達せず、分離比に歪みが生じたものと考えられる。この様に考えられると *Nps* は第11染色体上に座位しないことが結論される。

表3 表2のK食下蚕(K/+; Nps/+; p/p)雌に青熟(一宮)系統(+/+; +/+; +/+)雄を交配した次代蚕の分離 (873)

飼育番号	孵化率 (%)	K		+ ^K		合計	浸透率 (%)	χ ²
		食下	不食	食下	不食			
1	98.2	64	132	67	148	411	63.7	
2	99.0	63	142	48	171	424	52.7	
合計		127	274	115	319	835		2.710
出現率		(15.2)	(32.8)	(13.8)	(38.2)			

2. Nps と第2 連関群との関係

表3食下個体の p と Nps および pe 座位に関する遺伝子型は +/p, Nps/+, +/+ と考えられる。この遺伝子型雌に p, pe 系統 (p/p, +/+, pe/pe) 雄を交配し、次代に得られた形蚕 (+) と姫蚕 (p) における食性をフダンソウ葉を用いて調査した。その結果を表4に示す。

表4 表3の食下蚕(+/p; Nps/+; +/+)雌に p, pe 系統(p/p; +/+, pe/pe)雄を交配して得られた蚕の調査結果 (874)

飼育番号	孵化率 (%)	+		p		合計	浸透率 (%)	χ ²
		食下	不食	食下	不食			
1	98.5	96	129	99	139	463	84.4	
2	97.9	108	161	99	176	544	76.1	
合計		204	290	198	315	1,007		0.764
出現率		(20.3)	(28.8)	(19.7)	(31.3)			

表示の通り、2区共に+と p とをほぼ半数ずつ分離し、形蚕 (+) と姫蚕 (p) におけるフダンソウの食下個体の出現率は両者とも約20%で変わらなかった。このことは Nps と p とが独立であることを示すものである。したがって Nps は第2 連関には所属しないことが判る。

3. Nps と第5 連関群との関係

表4に掲げた食下個体雌の遺伝子型は +/pe, Nps/+ と考えられる。この遺伝子型雌に pe/pe, +/+ 雄をもどし交配し、その次代に分離する+と pe について食性の調査を行なった。その結果を表5に示す。表から明かな様に、+と pe とをほぼ半数分離し、いずれの区表においても浸透率は低かったが、+と pe における食下状態に有意な差を認めることは出来なかった。したがって、Nps と pe とはたがいに独立であることになる。なお表5の親雌は Nps を用いた

表5 表4の食下蚕(+/pe; Nps/+)雌に p, pe 系統(pe/pe; +/+)雄を戻し交配した場合の分離 (881)

飼育番号	孵化率 (%)	+ ^{pe}		pe		合計	浸透率 (%)	χ ²
		食下	不食	食下	不食			
1	82.3	37	238	23	183	481	24.9	
2	83.1	15	209	5	152	381	10.5	
合計		52	447	28	335	862		1.829
出現率		(6.0)	(51.9)	(3.2)	(38.9)			

にもかかわらず孵化率が多少低かったが、これは卵色別に卵を分ける際ピンセットで抜き取ったための傷によるものと思われる。

4. *Nps* と *lem* および *Ze* (第3連関) との関係

方法は *Nps* 系統雌 (+*Nps*/++) に *lem* 系統 (*lem*+/*lem*+) 雄を交配し、その F₁ の体色および食性について調査した。その結果を表6表に示す。この交雑 F₁ では通常 *lem* の分離は

表6 *Nps* 系統(+*Nps*/++)雌に *lem* 系統(*lem*+/*lem*+)雄を交配した F₁ の食下テスト (882)

飼育番号	孵化率 (%)	+ <i>lem</i>		<i>lem</i>		合計	浸透率 (%)	χ^2
		食下	不食	食下	不食			
1	94.2	239	328	25	0	592	89.2	34.430*
出現率		(40.4)	(55.4)	(4.2)	(0.0)			

* 1%の危険率で有意

見られない筈であるが、表示のごとく *lem* を少数 (4.2%) 分離することが観察された。この場合 *lem* 個体は全てフダンソウを食下した。この事実は *Nps* 遺伝子が第3連関群に所属することを示唆するものである。

そこでまず *Nps* と *Ze* の遺伝子をトランスヘテロに持つ蚕を得るため *Nps* 系統 (*Nps*+ /++) 雌にアスコリ系統 (+*Ze*/*Ze*) 雄を交配し、その F₁ について幼虫班紋および食性について調査した。その結果を表7に示す。表示のごとく、食性遺伝子の浸透率は約40%であっ

表7 *Nps* 系統(*Nps*+ /++)雌にアスコリ系統(+*Ze*/*Ze*)雄を交配した F₁ の食下テスト (882)

飼育番号	孵化率 (%)	<i>Ze</i>		合計	浸透率 (%)
		食下	不食		
1	95.1	109	418	527	41.4
出現率		(20.7)	(79.3)		

たので、虎食下蚕を約20%得ることができた。この食下虎蚕は *Ze* と *Nps* とをトランスヘテロ持つ +*Ze*/*Nps*+ と考えられる。次にこの遺伝子型雌に青熱(一宮)系統(++/++)雄を交配し、次代の3蛾区について幼虫班紋および食性を調査した。その結果を表8に示す。表か

表8 表7の虎食下蚕(+*Ze*/*Nps*+)雌に青熱(一宮)系統(++/++)雄を交配した次代蚕の分離 (883)

飼育番号	孵化率 (%)	<i>Ze</i>		+ <i>Ze</i>		合計	浸透率 (%)	χ^2
		食下	不食	食下	不食			
1	94.9	0	148	38	114	300	25.0	
2	98.4	0	201	53	99	353	34.9	
3	97.8	0	152	82	77	311	51.6	
合計		0	501	173	290	964	228.141*	
出現率		(0.0)	(52.0)	(17.9)	(30.1)			

* 1%の危険率で有意

ら明かなように 3 蛾区とも *Ze* と +表とをほぼ同数分離しているが, *Ze* 蚕と +蚕における食下状態は予想通り明かな相違が見られた。すなわち +蚕は食下 173 頭, 不食 290 頭を分離している。これに対し *Ze* 蚕ではすべて (501 頭) 不食でフダンソウ葉を食下する蚕は 1 頭も出現しなかった。このことは +*Ze* と *Nps* とが同一染色体上に座位していることを物語る。従って食性異常遺伝子 *Nps* は虎蚕遺伝子 *Ze* と同じ第 3 連関群に所属していることは明白である。なお参考のため第 3 染色体の主な遺伝子と座位を図 1 に示した。

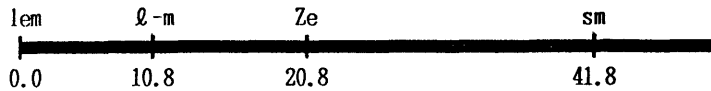


図 1 第 3 染色体上の主な遺伝子と座位

5. 考 察

食性遺伝子 *Nps* の所属連関群を明らかにするため第 2 (*p*), 第 3 (*Ze*), 第 5 (*pe*), 第 11 (*K*) 連関群との間に連関検索を行なった。その結果, *Nps* が第 3 染色体の遺伝子 *Ze* と連関していることが明らかになった。さらに *Nps* 系統雌と *lem* 系統雄との F_1 区 (表 6) に *lem* を少数 (4.2%) 分離することが見られた。しかも *lem* 個体はすべてフダンソウを食下することが観察された。このことからこの系統は γ 線照射により諸桂系統雄の第 3 染色体上の +*lem* と +*Ze* との間で切断を起こすと同時に, その近傍に食性突然変異 (*Nps*) が誘発されたものと推定された。さらにその変異を持つ精子と正常卵核との合体により生じた接合体では成熟分裂に際し低い頻度ながら +*lem* 座位をもった断片が不分離すると考えられる。つまり *Nps* 系統の染色体構成を図示すると図 2 の様に図なる。ここに *Nps* 系統では第 3 染色体の切断片がしばし

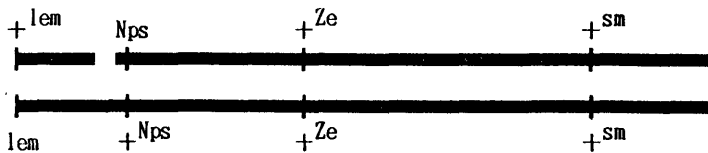


図 2 *Nps* 系統における第 3 染色体の構成

ば不分離すると推定された事から, この系統では染色体構成に欠失や重複が起こり, したがって組換え価に変動をもたらすことが予想される。今後この点に注意し *Nps* 遺伝子の座位を明らかにしていきたいと考えている。

6. 摘 要

諸桂由来の食性変異遺伝子 *Nps* (Non-preference Shokei) は既知の *Np* とは対立関係にならばかりか, 第 11 連関群にも所属しないことが判ったので, *p* (2-0.0), *lem* (3-0.0), *pe* (5-0.0) との連関の有無を調べた。

その結果, 第 2, 第 5 とは独立であったが *Nps* と *lem* との F_1 において *lem* を少数ながら分離することが観察された。この場合 *lem* 個体はすべてフダンソウを食下した。このことから *Nps* 遺伝子は第 3 染色体上に座位することが推察された。そこで *Ze* (3-20.8) と交配し, その後代について幼虫の班紋および食性について調査したところ (表 8), +*Ze* ではフダンソ

ウを食下する蚕が分離したが、Zeには食下蚕は1頭も出現しなかった。これらのことから *Nps* は第3染色体の左端部分に切断を有する突然変異であることが判った。

文 献

- 大沼昭夫・田島弥太郎 (1986) : 蚕の食性突然変異に関する研究, 第2部, 第3報 伴性遺伝をする食性異常蚕 *Bt* について, 蚕研彙報第34号: 17~25
- 大沼昭夫・田島弥太郎 (1989) : 諸桂由来の食性突然変異 *Nps* の連関検索, 日本蚕糸学会第59回講演要旨
- 田島弥太郎・大沼昭夫 (1986) : 蚕の食性突然変異に関する研究, 第2部, 第2報 各種食性突然変異系統の後代追跡と系統間の相互関係, 蚕研彙報第34号: 1~16
- 山本俊雄 (1983) : 人工飼料摂食異常蚕の遺伝学的解析, 日蚕雑, 52(4)330-335

Further studies on non-preference mutations in the silkworm.
9. A search for the location of *Nps* gene, a new food habit mutation, discovered in Chinese race Shokei.

A. Ohnuma and Y. Tazima
Institute of Silkworm Genetics and Breeding
Iikura 1054, Amimachi, Ibarakiken 300-03, Japan

Nps mutation is a food habit trait of the silkworm, which was temporarily called S2 in our previous report (Tazima et al., 1986). It was discovered as a mutation that fed on beet leaves among offsprings of irradiated males of Chinese race Shokei. *Nps* resembles to *Np*, non-preference (Tazima et al., 1954 & 1984), but is neither allelic to *Np* nor belongs to the same linkage group (11th) to *Np*.

A search for the linkage group to which it belongs was therefore carried out. It was found to be independent of the second (*p*) and the fifth (*pe*) groups, but it showed some relation to the third linkage group, when it was tested with *lem*. A few lemon larva appeared in their F₁. Hence, linkage relation was investigated with use of *Ze* (*zebra*). In the cross to double Recessive, (*Ze*+ × +*Nps*) female × +++ male, segregation occurred in the ratio of *Ze* 501 : +^{*ze*} 463. Of those +^{*ze*} comprised two types with regard to food preference: one fed on beet leaves and the other did not, with the ratio of 173 : 290. Whereas, in *Ze* no segregation occurred exhibiting all non-beet-feeders.

From those results it was suggested that *Nps* locates at the proximal part of the third chromosome and associated with some kind of structural aberration as chromosome fragmentation. Further studies are in progress.