

キイロショウジョウバエの野生型と棒眼突然変異 (Bar) の発生時間比較

前 田 米 太 郎

キイロショウジョウバエ (*Drosophila melanogaster*) の突然変異体に、棒眼 (Bar) といって複眼の小眼数が減り棒状になる系統がある。ショウジョウバエの飼育を続けている間に、この系統と正常な系統 (野生型: Wild type, Oregonを用いた) との間に、発生時間に差があるらしいことに気付いた。すなわち同時に成虫をえさに移して、産卵させると、常に Bar の方が早く羽化してくる。それでその差を確かめることと、どれくらい早いかについて調べてみたので、その結果を報告したい。

棒眼突然変異 (Bar)

正常の複眼の小眼数が、雌で約780、雄で約740あるのに対し、この Bar 遺伝子をホモにもった雌では約70、ヘテロの雌では約 360、雄の Bar で約90になる。

Bar はX染色体上にある不完全優性遺伝子によって生じる。雄は性染色体がXYとなっているので、雌のようにホモヘテロの現象はみられず Bar か正常かである。

この突然変異体は、だ液腺染色体の研究から、遺伝子の重複によって生じたものであることが知られている (図1)。二重棒眼 (double Bar) というのは、Bar よりさらに小眼数が少なく、ホモの雌で25、雄で29くらいになり、複眼の形態に関する遺伝子が三回重複している。

キイロショウジョウバエの Life cycle

この研究は、発生時間に関係したものであり、幼虫、さなぎ (蛹)、成虫というような名称がでてくるので、キイロショウジョウバエの Life cycle を掲げ、簡単に

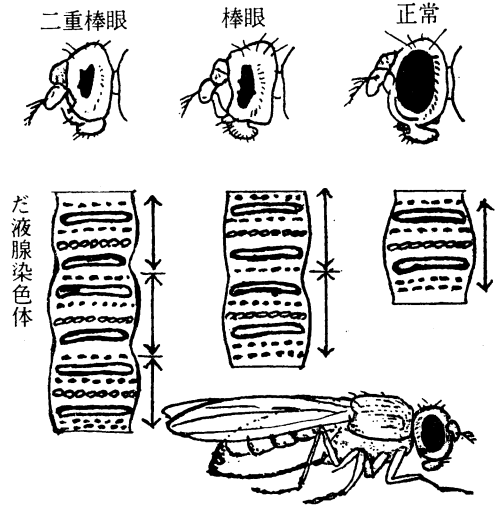


図1 眼の形と唾液腺染色体
説明する (表1)。

3 齢の後期になると、幼虫はびんの壁やえさに立てたちり紙に上ってきて蛹化する。1, 2 齢の幼虫は、きわめて小さいので、3 齢後期の幼虫とは、容易に区別することができる (図2)。

さなぎは、蛹化直後は白色であるが、だんだん褐色に変わっていき、複眼も黄、だいたい、赤、赤褐色と、またはねも突起からできてきて、しだいに黒くなってくるので、これらの様子から、ほぼ何日目ぐらいのさなぎかを知ることができる。

産卵	卵	幼虫			蛹化	さなぎ			羽化	成虫
		1 齢	2 齢	3 齢		前期	中期	後期		
										3 2 1 mm
	0.6mm	0.7	1.3	3.5	3.1	3.1	3.1	3.1	3.3mm	
	25	50	65	121	151	190	220	産卵後の時間		
	← 1 日	4 日				4 日				

表1 キイロショウジョウバエの生活史 (25℃) 前田原図

実験方法と結果

11月29日16:00に、野生型と Bar をそれぞれ別々の飼育びんに、5対ずつの成虫を入れて産卵させる。親バエがいると観察にくいので、4日を経た12月3日16:00に、親バエを麻酔して殺し、12月4日16:00に、野生型と Bar について、3齢幼虫とさなぎの数を調査した結果は、表2のようになった。

またその後、このさなぎの発生が進み、羽化してきた成虫を、12月8日11:30に調査したところ、表3のような数になった。

表2 野生型と Bar の発生比較 (I)

産卵後5日目の3齢幼虫とさなぎの数

野生型				Bar			
時期 びんNo.	前 さなぎ	期 3 齢 幼虫	合計	時期 びんNo.	前 さなぎ	期 3 齢 幼虫	合計
1	1	5	6	1	15	24	39
2	—	—	—	2	8	81	89
3	3	15	18	3	95	31	126
4	3	38	41	4	15	110	125
5	3	12	15	5	16	28	44
6	14	37	51	6	34	104	138
7	2	9	11	7	18	35	53
8	15	13	28	8	42	80	122
9	—	—	—	9	18	5	23
合計	41	129	170	合計	261	498	759
平均	5.9	18.4	24.3	平均	29	55.3	84.3

表3 野生垂と Bar の発生比較 (II)

産卵後9日目に調査した成虫の数

野生型				Bar			
成虫 びんNo.	♀	♂	合計	成虫 びんNo.	♀	♂	合計
1	2	0	2	1	7	6	13
2	—	—	—	2	10	6	16
3	6	2	8	3	28	22	50
4	10	6	16	4	21	13	34
5	5	1	6	5	10	7	17
6	9	5	14	6	24	13	37
7	1	1	2	7	7	8	15
8	9	4	13	8	25	14	39
9	—	—	—	9	9	3	12
合計	42	19	61	合計	141	92	233
平均	6	2.7	8.7	平均	15.7	10.2	25.9



図2 飼育びんの壁にはいあがったさなぎ・幼虫

- 1. 2 齢幼虫 2. 3 齢終期幼虫 3. 若いさなぎ
- 4. 2 日目さなぎ 5. 羽化直前のさなぎ 6. 成虫

野生型も Bar も、1匹の雌のうむ卵の数は、ほぼ等しいので、雌親の数が等しいときは、生ずるこどもの数は、ほぼ同数になる。

この実験では、5対ずつの親を同じ時刻に入れたから発生途中の或時刻には、Bar も野生型も、ほぼ同数ずつの幼虫、さなぎあるいは成虫が生ずるはずであるが、表2では、さなぎの平均数は、Bar の方が約5倍、幼虫の平均数で約3倍多い。さなぎと幼虫の合計では、Bar の方が約3.5倍多い。

また表3では、羽化してきた成虫の数も、約3倍多くなっている。これらのことから、Bar の方が、一足早くさなぎになり、一足早く成虫になる。すなわち、発生に要する時間が短いことがわかる。

Bar の発生時間はどれくらい短いか

キイロショウジョウバエが、卵から羽化するまでの時間は、表1のように約9日であるが、ほぼ同時に産みおとされた卵でも、羽化するのに早いものと遅いものでは、2日以上之差がでてくる。羽化とふ化、変温動物と定温動物の違いがあるが、ニワトリがほぼ21日で一せいにふ化するのと、だいぶんへだたりがある。

上の実験では、4日間親バエを入れておいたので、産卵時間の幅が大きい。発生時間の差を調べるには、これでは不適であるので、産卵の時間幅をせばめて実験してみた。

8月16日に、交尾を終えた雌を、1本の飼育びん(牛乳びん)に4匹ずつ入れ、産卵させ、18時間または5時間後に雌バエを追い出した。野生型・Bar それぞれ3本ずつについて調査した結果は、表4のようになった。

表4 雌4匹が生んだこども（成虫）の数（時間を追って調査）

生みおとされてからの日数			9日目		10		11		12		13		14日目	総数
調査時刻			9時	16時	9	16	9	16	9	16	9	16	以降	
18時間産卵	野生型	成虫数	3	47	19	21	24	8	16	13	8		13	172
		総数に対する%	1.7	27.3	11	12.2	14	4.7	9.3	7.6	4.7		7.5	
		累計	1.7	29	40	52.2	66.2	70.9	80.2	87.8	92.5		100%	
	Bar	成虫数	5	11	32	19	19	7	12	11	8		1	125
		総数に対する%	4	8.8	25.6	15.2	15.2	5.6	9.6	8.8	6.4		0.8	
		累計	4	12.8	38.4	53.6	68.8	74.4	84	92.8	99.2		100%	
5時間産卵	野生型	成虫数	18	43	10	19	7	9	3	1				110
		総数に対する%	16.4	39.1	9.1	17.3	6.4	8.2	2.7	1				
		累計	16.4	55.5	64.6	81.9	88.3	96.5	99.2	100%				
	Bar	成虫数	25	22	22	19	6	1	2	1	1			99
		総数に対する%	25.3	22.2	22.2	19.2	6	1	2	1	1			
		累計	25.3	47.5	69.7	88.9	94.9	95.9	97.9	98.9	100%			

5時間産卵の場合は、13日目の9時に羽化が終っているが、18時間産卵させた場合は、15日目までハエが羽化してきている。この実験でも、Barの羽化が早く始まり、早く終っていて、Barの方が全体に少し前にずれたような形になっている。

累計でみると、たとえば18時間産卵の10日目16時の野生型と9時のBarの%が、11日9時野生型と10日16時

のBarの%が、また11日16時野生型と11日9時のBarの%がよく似ている。

それで時間の目盛を正確にとって、何時間ぐらいBarの方が早いか調べてみる。産卵時間の幅がせまいほうがよいので、5時間産卵のものについて考えると、表5のようになった。

表5 野生型とBarの発生時間の相対比較（5時間産卵の場合）

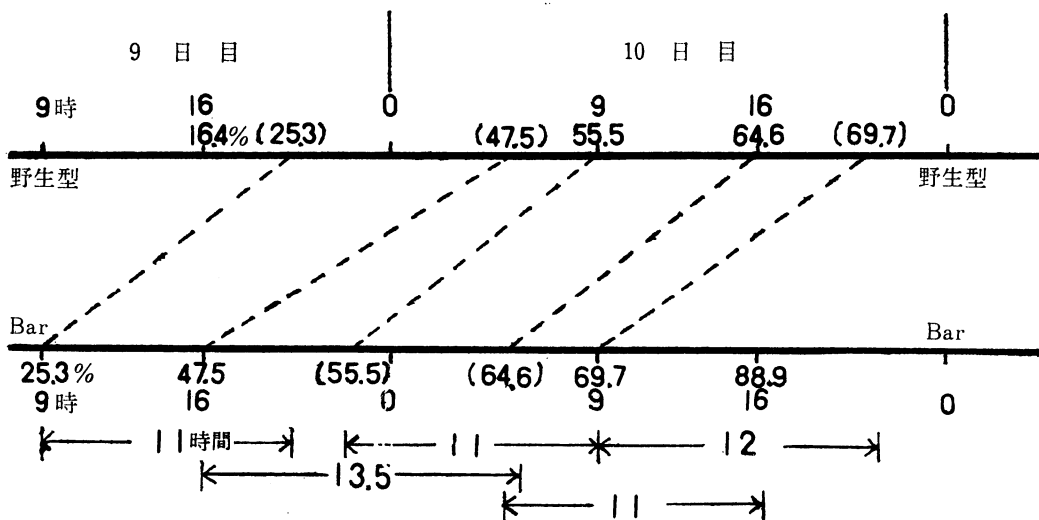


表5の相当時間のきめ方は、時間の目盛でその間の累計%の差を除き、その値を基にして等しい累計%の位置

を推定し、相当する%のところを点線でつないだ。読み方は、たとえば全体の25.3%のハエが、Barで

は9日目の9時に羽化しているが、野生型では9日目の20時ごろに羽化することになる。すなわち Bar の方が11時間早く発生している。

このようにして、Bar の方が何時間ぐらい早いかを求めると、25.3%のところでは11時間、47.5%のところでは13.5時間、55.5%と64.6%のところでは11時間、69.7%のところでは12時間となり、平均すると約12時間となる。つまり Bar の発生時間が、野生型 (Oregon) に比較して約半日短いことがわかった。

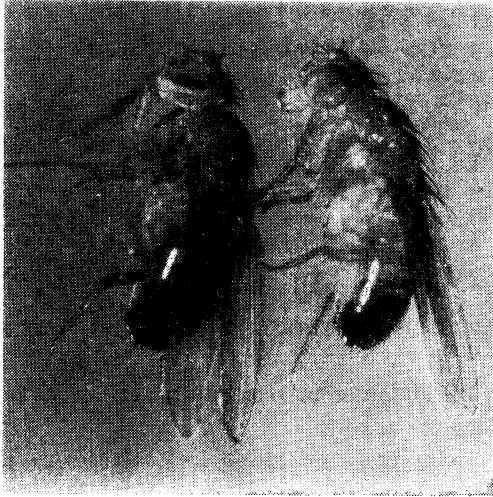


図3 Bar (左) 野生型 (右)

討 論

なぜ Bar の方が発生時間が短いかは全くわからない。かつて30年近くも前、キイロショウジョウバエの体をつくりあげているタンパク質のアミノ酸と、体液に含まれる free のアミノ酸について、Paper Chromatography による定性分析で、Bar と野生型 (Oregon) の差を調べていたとき、ある外国の学者の論文に、同じ野生型でも産地によってアミノ酸に量的な違いが、わずかではあるが見られることを発表していた。

キイロショウジョウバエの野生型で、有名な系統には筆者がこの実験で使った Oregon のほか、Canton 広東、Mishima 三島などがあるが、形態的には全く区別がつかないのに、アミノ酸に量的な差があるというのである。

これを否定した論文が、その後出たかどうかは知らないが、もし正しいならば、Bar が生じたもとの野生型と、比較する野生型とが異なっておるときのアミノ酸の差は、Bar と野生型の差といちがいにいえないのではなろうか。

筆者のこのときの実験では、Bar と野生型 (Oregon) に、アミノ酸の差はなく、ただ複眼の色素とその色素に

伴う蛍光物質に、著しい差のあることがわかった。これは Bar は複眼が小さいので、眼の色素に量的な差のあることは、当然のことであろう。

もしこのように同じ野生型にでも、物質的に差があるのならば、筆者の飼育している Bar のもとになった野生型が、Oregon でなかったら、発生時間にも差が出るということが考えられる。

しかし、平均発生時間9日間のうち12時間というのは相当大きい差であるから、野生型どうしの差というより突然変異としての生理的な差と考えた方がよいと思う。

表4でみると、羽化したハエの総数は、Bar の方がやや少ない。これは Bar の viability が野生型に比べてやや低いからで、これも生理的な差といえるものである。

謝 辞

この研究を行うについて、畏友淳心学院荒川毅君のご協力を得ましたので、ここに深甚の謝意を表します。

文 献

- | | | |
|------|----------------|-----|
| 駒井卓編 | ショウジョウバエの遺伝と実験 | 培風館 |
| | 遺伝の実験法 | 裳華房 |
| | 遺伝学ハンドブック | 技報堂 |