

遺伝子の相互作用

——痕跡ばね (vg) 遺伝子と反りばね (cu) 遺伝子をあわせ持ったハエは、どんなはねになるか——

前 田 米 太 郎

はねの形はもちろん、体、剛毛、複眼などの色や形が、遺伝子座の異なる2対以上の遺伝子の働きによって決まる場合、その表現型は、遺伝子の性質によっていろいろな表われ方をする。副題にあげた痕跡ばね (vestigial: vg) 遺伝子と、反りばね (curled: cu) 遺伝子をあわせ持った、すなわちはねの形という同一の形質に関係した2つの遺伝子を重ねて持った vg vg cu cu というハエは、どんなはねになるか?の答えは、「痕跡ばねで、はねの先が反ったハエになるのだ」とは簡単は言えなくて、「あるいはそうなるかもしれないが、実際に交配して調べてみなければわからない」というのが正しい答えになる。以下キイロシヨウジヨウバエの交配をしているうちに知り得たことも加えて、遺伝子の相互作用を私の教材研究ノートに書くつもりで、整理してみた。

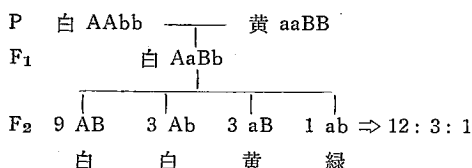
I. 遺伝子の相互作用

1. 被覆遺伝子 (covering gene) ; 優性上位

2つの優性遺伝子間に上位 (epistasis), 下位 (hypostasis) の関係がある場合の例で、上位の遺伝子が被覆遺伝子という。

例: カボチャの果皮 A (白) > B (黄)

優性遺伝子を持たない ab 個体は緑になる。

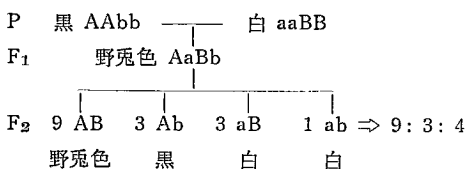


2. 条件遺伝子 (conditional gene) ; 劣性上位

Aは単独で作用を表わすが、BはAが存在しなければ作用を表わしえない場合、Bを条件遺伝子という。

例: ウサギの毛の色 A: 着色, 黒色

B: 野兎色



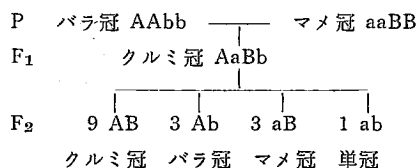
この場合 a が存在するときは、Bがあっても着色しないから a (劣性) が他対の優性遺伝子 B の上位にあると

考えることもできるので、この例を劣性上位ということもある。

3. 補足 (互助) 遺伝子 (complementary gene)

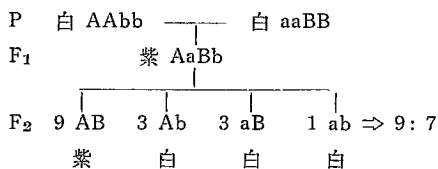
a. AおよびBは単独でもその効果を表わすが、A B 共存のときは全く別の形質になる場合

例: ニワトリのとさかの形



b. AおよびBは単独ではその効果を発現しえないが、両者が共存するとき効果を表わす場合。考え方によっては、AもBも条件因子と考えられるので、これを条件遺伝子としている場合もある。教科書によっては、補足遺伝子と条件遺伝子がまちまちになっているが、これは上に述べたことによるものであろう。

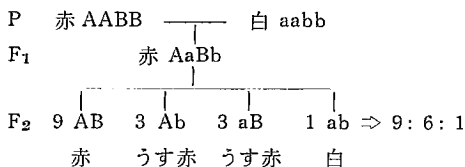
例: スイートピーの花の色



4. 累加遺伝子 (additive genes)

Ab aB が全く同じ形質になり区別がつかない場合

例: プタの体色

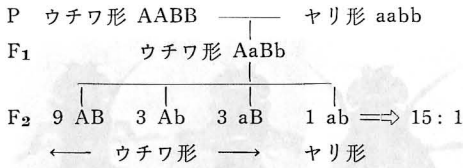


AとBが重なったとき赤が濃くなり、AかBの一方だけのときはうす赤になる。

5. 同義遺伝子 (polymery, multiple foactors)

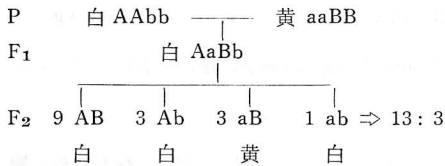
AもBも同じ働きをするので、AB, Ab, aB の表現型は全く同じになり区別がつかない場合

例: ナズナの実の形



6. 抑圧遺伝子 (inhibitor, suppressor gene)

AがBの働きを抑圧して形質を発現させない場合
 例：カイコのまゆの色 A：抑圧 B：黄色



これは優性AがBより上位にあるとも考えられるが、カボチャの果皮の例とは異なり、abが白になって、表現型は黄と白の2種類だけになるので、このような場合は抑圧遺伝子で説明される。

小野記彦氏が、上にあげた相互作用による分離比の変化を、図式化しておられるが、幾分か私なりに手を加えて、ここに利用させていただく。(図1)

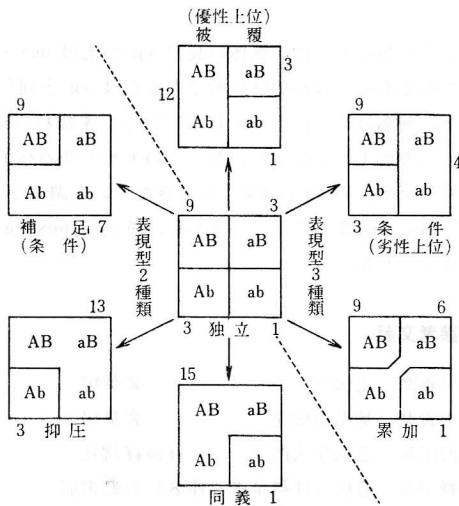


図1. 遺伝子の相互作用

II. キロショウジョウバエの交配結果から

遺伝子の相互作用を上に分類したが、私が今までにやった交配結果を例にあげて、遺伝子の働きあいを考えてみたい。

1. ab 個体が AB, Ab, aB のいずれとも異なった形質になる場合——ニワトリのとさか (補足遺伝子) と同じ場合——

辰砂色眼 (cinnabar: cn) 第II染色体) 個体と褐色眼 (brown: bw 第II染色体) 個体のF₁は野生型 (赤眼)

になり、F₂に交さ型である cn bw が少数表われるが、この複眼は色素がなく白色である。野生型ショウジョウバエの複眼が赤いのは、褐色と朱色の色素が混じったものであり、cn は前者が、bw は後者が体内で生成できないため、それぞれ辰砂色や褐色の複眼になっているものである。そして cn bw という個体は、両色素とも生成できないため白色になることが知られている。この関係は、かつて大阪府大の入試問題になったことがある。私が発見し、兵庫生物 Vol. 6No. 4 (1973) に報告した栗色眼突然変異 (chestnut: chs 第I染色体) は、cn と組みあわせるとオレンジ色の複眼になり、bw と組みあわせるとベージュ色の複眼となる。

2. ab 個体が致死の場合

不展開ばね (unexpanded: uex 第II染色体) 突然変異 ♂ と短翅 (miniature: m 第I染色体) 突然変異 ♀ を交配すると、F₂には野生型:m:ue:x m uex = 3:3:1:1の比で表われるはずであるが、交配の結果は表1のようになった。

理論比	野生型		m		uex		m uex	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
	3		3		1		1	
実験値	705	610	598	575	111	77		
	1,315		1,173		188			
比	3		2.7		0.43			

表1 m ♀ × uex ♂ のF₂

一般に突然変異は、野生型にくらべて viability が低い場合が多いので、m が3でなくて2.7になったものと思われるし、また uex はさらに viability が低く、同じ飼育びんに野生型と同数の卵を入れて飼育すると、uex は $\frac{1}{2}$ しか成虫にならないので、表1の uex が0.43という値もうなずけるものである。すると m uex という個体は表われていないことになる。m uex がmかuexに似たものになったのではないかとも考えられるが、比率から m uex は発生しなかったものとするのが妥当であろう。つまり m と uex の両劣性遺伝子が重なったものは、致死作用によって発生できなかったらしいのである。

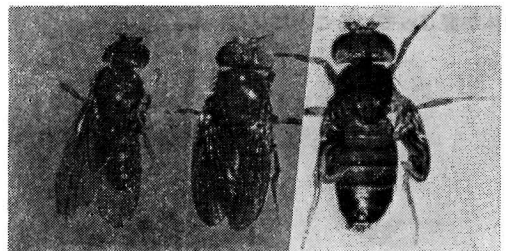


図2 sd m uex

3. ab 個体が Ab や aB と同じ (似た) 形質になる場合

不展開ばね突然変異 (uex) ♂と帆立貝状ばね (scalloped: sd 第I染色体) 突然変異♀とを交配すると, F₂は野生型: sd:uex:sd uex=3:3:1:1 の比率になるはずであるが, 交配の結果は表2のようになった。

理論比	野生型		sd		uex		sd uex	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
	3		3		1		1	
実験値	248	244	200	219	85	61		
	492		419		146			
比	3		2.6		0.89			

表2 sd ♀ × uex ♂ の F₂

先に述べたように突然変異は viability が低いから, sd も m と同様に少し減って 2.6になったものと思われる。ところが uex の 0.89は致死作用を考えに入れるとき, m uex の 0.43に比べて約2倍大きいので, おそらく sd uex が uex と同じ形質になったものでないかと思われる。sd ははねの縁が帆立貝のように少しえぐれている突然変異であるから, uex のはねを押し展げることができたら, 縁が帆立貝状になっているものが半数混じっているかもしれない。もしそのようなハエが見付けられたら, sd と uex の2形質がともに表われていることになるから, 次の項の「モザイク」に入れねばならない。

4. ab 個体が a・b 両形質のモザイクになる場合

不展開ばね突然変異 (uex) と痕跡ばね突然変異 (vg) を交配し, 両遺伝子をホモにもった uex vg なる個体が, どんなはねのハエになるかを調べていたところ, 子孫には野生型と uex と vg しか見られなかった。それで, uex vg は致死か, uex や vg に似るのではないかと考えていたが, 交配実験を繰り返えし, よく注意して体の特徴を調べているうちに, vg の中に長い胴体を持った個体が混じっていることに気付いた。

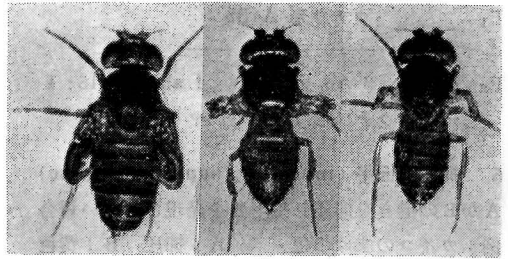


図3 uex vg uex vg

ここで uex と vg の細かい違いを表にしてみると (表3)

	はね	胸部	胸部背板の剛毛
uex	さなぎ状に折りたたまれたまま で伸展しない	やや細長い	後部の剛毛2本が体の正中線方向に曲がっている
vg	痕跡的に小さい	蜂のようにくびれてやや丸い	正常 (まっすぐに後方へ伸びる)

表3 uex とvgの違い

表からわかるように, 胴体の長い vg が実は uex vg だったのである。はねが痕跡的である点は vg と同じであるが, 胸部はやや長く uex に似ている。すなわち uex と vg のモザイクになっていた。このモザイクのハエに野生型を交配して, F₂の交さしてきたものを調べると, vg や uex が分離してくることから, 確かに uex vg であることがわかる。

参考文献

- 田中義麿 遺伝学 裳華房
 田中義麿 基礎遺伝学 裳華房
 深沢広祐 遺伝学入門 経済経営社
 小野記彦 遺伝 (理科基礎講座8) 岩崎書店