

キイロショウジョウバエの蛹状ばね突然変異 (uex) の遺伝子位置および黒横帯の異常について

前 田 米 太 郎

Y. Maeda: On the Abnormality seen in Black Caudal Bands and the Gene Locus of the Spontaneous Mutant *unexpanded* (uex) of *Drosophila melanogaster*

筆者が1959年に神戸で発見したキイロショウジョウバエの自然突然変異——蛹状ばね突然変異、unexpanded (uex)——については、兵庫生物第4巻第2号(1961年1月)に、その形質及び遺伝子の大体の位置を概略次のように報告した。

1. 1958年9月に神戸で採集し、飼育を続けていたキイロショウジョウバエの野生型の系統の中に、自然突然変異体を1959年10月25日に発見した。

2. この突然変異体の外部形態

- イ. はねは折りたたまれた蛹期の状態で
- ロ. 後脚が野生型よりやや短かく、節くれだっている、歩き方も異常である。
- ハ. また胸部の背側にある後部小楯板縁剛毛が正中線の方に屈曲しており
- ニ. 個体によっては腹部背板の横帯が欠失しているものもある。

3. 生理的な特徴

- イ. 成虫の雌:雄の数の比は、100:70で雄のviabilityは低い。
- ロ. 耐えうる高温・低温の限界は野生型とほぼ同程度で、発生に要する時間も野生型と変りがないように思われる。

4. この突然変異体を、そのはねの形態から unexpanded とよび、uex の記号であらわす。

5. uex 遺伝子は劣性で、第II染色体上に存在し、褐色眼突然変異 (brown: bw) 遺伝子との交差率は42~46%である。

以上のように報告したが、その後 uex について研究した結果についてここに報告する。

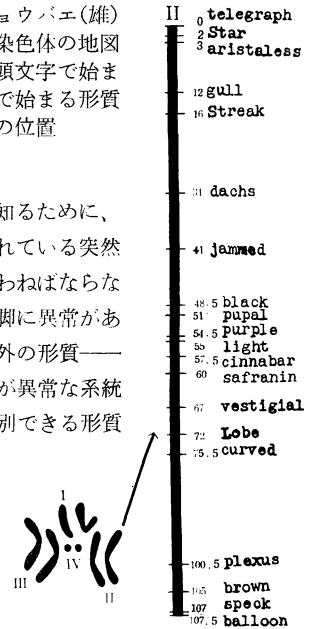
uex の遺伝子の座について

uex 遺伝子が第II染色体上にあることは、既に報告したが、第II染色体上のどの位置に存在するかは、既知の突然変異遺伝子との交差率から知ることができる。即ち遺伝子間の距離が離れているほど交差率が大きい——交差率は遺伝子間の距離に比例する——ので、交差率が

わかると、遺伝子間の距離とその配列の順序を知ることができる。

第II染色体上の遺伝子は、次の図のように配列していると考えられている。

図1 キイロショウジョウバエ(雄)の染色体と第II染色体の地図 I~IVは染色体番号・頭文字で始まる形質は優性、小文字で始まる形質は劣性。数字は遺伝子の位置



uex 遺伝子の位置を知るために、遺伝子の座が既に知られている突然変異体と交配をおこなわねばならないが、uex は、はねや脚に異常があるので、①はねや脚以外の形質——例えば体色や眼色などが異常な系統で②野生型と容易に区別できる形質をもったものを相手に選ばねばならない。このような系統とのF₃にみられる交差型個体

(ショウジョウバ

エでは雄に交さが起こらないので、F₂に交差型個体がみられず、F₃になってあらわれる)の数から交差率を計算し、uex 遺伝子の位置を推定する。上の①②の条件にあり突然変異の系統で、筆者が交配に用いたものは次の通り、褐色眼 (brown, bw: 105) 朱色眼 (cinnabar, cn: 57.5) 淡黄赤色眼 (light, lt: 55) 紫紅色眼 (purple, pr: 54.5) 最後の数字は遺伝子の座を示す。できるだけ多くの F₃ 個体をつくり、その交差型個体数から計算したそれぞれの交差率は次のとおりであった。

1. uex 遺伝子と bw 遺伝子の交差率

兵庫生物第4巻第2号に報告したように42~46%であった、交差率が50%に近いということは、uex と bw

の2つの遺伝子の間が非常にはなれていることを示している。bw 遺伝子は図1でもわかるように第Ⅱ染色体の端に近いところにある。

2. uex 遺伝子と cn 遺伝子との交さ率

uex と cn との F₃ にあらわれた uex, cn——朱色眼ではねが蛹状のもの——を選び、

A. この uex, cn と野生型の F₁ をつくり、F₁ の雌に uex, cn の雌を戻し交配すると、交さ型である uex, cn が見られる (表1)。

表現型	野生型	cn	uex	uex, cn
個体数	1,724	27	14	663
交さ率	$\frac{27+14}{1,724+27+14+663} \times 100 = 1.7\%$			

B. uex, cn と野生型の F₂ にも交さ型個体がみられるが、F₂ から交さ率を計算するには、総個体数の $\frac{1}{2}$ にあたる数を野生型の数から引き去って、残ったものについて計算する (表2)。

表現型	野生型	cn	uex	uex, cn
個体数	3,072	24	6	255
交さ率	$\frac{3,072 - \frac{3,072+24+6+255}{2}}{1,393+24+6+255} \times 100 = 1.8\%$			

表1、表2の場合とも uex や uex, cn の数が cn や野生型の数に比べて非常に少ないのは、uex 遺伝子をもつ個体の viability が低いためである。cn 遺伝子との交さ率が2つの異なった方法による計算から1.7~1.8%であることがわかり cn 遺伝子に非常に近いことがわかった。

3. uex 遺伝子と lt および pr 遺伝子の交さ率

uex と lt の F₃、および uex と pr の F₃ のおのおの数千個体について調べたが、交さ型個体が全くみられなかった。これは①野生型と lt や pr との区別がやや困難で、特に若いハエで見分けにくいために、uex, lt とか uex, pr のような交さ型個体を見つけることができなかったのかも知れないが、②uex, lt とか uex, pr という個体では両遺伝子の相互作用によって致死的な働きを生じ、そのために両遺伝子をあわせもった個体が見られないのではないかということも考えられる。

個体の識別にあやまりがなかった——uex, lt や uex, pr のような個体が殆んど見られなかった——ものとし、

また②の2遺伝子の相関による致死作用もないものと仮定すると、uex 遺伝子は、lt や pr 遺伝子に非常に近い位置に座を占めるものと考えられる。このことと cn 遺伝子の交さ率とをあわせて考えてみると、cn より lt や pr の方へ寄った位置、55.7あたりにあるのではないかと推定される。更に lt, pr, や黒体色 (black, b 48.5) などとの交配をおこなって交さ率を知り、uex 遺伝子の位置をたしかめたい。

横帯の異常について

野生型の雌の腹部背板には、5条の横帯が見られるが、uex では図2のように個体によって、1~4条の横帯が消失したり、あるいは短かくなったりしたものが観察される、欠失個体は全体の約16%である (表3)。雄では腹部の端が全体的に黒くなっていてこの部分の横帯が欠けているかどうか見分けにくい。

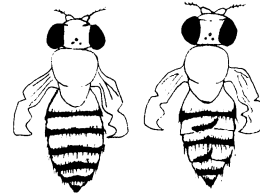


図2 uex (雌)の横帯の正常と異常

羽化日	横帯正常個体数	横帯欠失個体数	欠失/総数 × 100
1日	52	12	19%
2日	77	11	13%
3日	118	15	11%
4日	43	15	26%
5日	83	24	24%
6日	74	13	15%
7日	60	6	9%
8日	17	1	6%
合計	514	97	16%

表3を見ると、羽化日の遅速 (ほぼ同じ日に産みおとされた卵でも発生に遅速があり、新しい餌で幼虫期を過ごす個体と、古くなった餌で幼虫期を過ごす個体とがある) によって横帯欠失個体の頻度に差があるように見えるが、uex について筆者がおこなった他の多くの実験結果から、この差は有意のものでないらしいことが判った。腹部環節異常突然変異 (Abnormal abdomen, A) では、餌が新しく湿気の多い間に成長し羽化したハエに横帯を欠失した個体が多く、餌が古くなるにつれて欠失

個体が減少すると報告されているが、uex ではこのような傾向はみられないようである。

横帯欠失個体選択の効果

先に述べたように約16%の個体に横帯の欠失が見られるが、欠失個体を代々選んでいった場合、或いは逆に横帯の正常な個体を選択していった場合、頻度がどのように変わるかを知るために1つの飼育瓶の中の virgin を選びこれと同じ形質の雄を配し、数対ずつ飼育瓶の中で繁殖させ、その子孫の virgin を同様に交配して代々選択を重ねていった。その結果はつぎの表のようになった(表4、5)。

A. 横帯欠失個体を選んでいった場合

表4 横帯欠失個体選択の効果

世代	横帯正常 個体数	横帯欠失 個体数	欠失/ 総数 × 100
F ₁	343	115	25%
F ₅	1,241	833	40%
F ₁₀	845	930	52%
F ₁₄	589	670	53%

B. 横帯正常個体を選んでいった場合

表5 横帯正常個体選択の効果

世代	横帯正常 個体数	横帯欠失 個体数	欠失/ 総数 × 100
F ₅	726	127	15%
F ₁₀	941	155	14%
F ₁₄	801	88	10%

A、B 2つの場合をグラフに表わすと、図3のようになる。

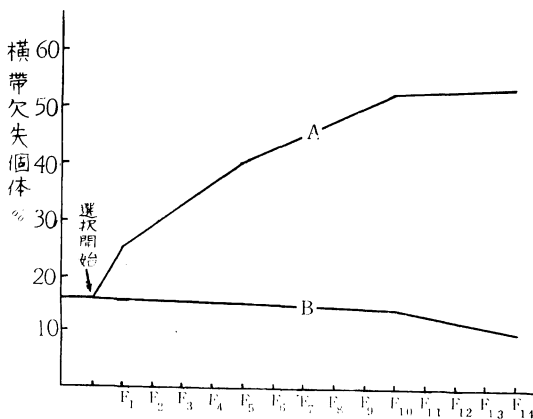


図3 選択による横帯欠失個体出現頻度の変化

A: 横帯欠失個体を選択した場合

B: 正常個体を選択した場合

欠失個体選択の効果はF₅で著しく大きくあらわれ、

F₁₀あたりからは欠失個体の出現頻度はふえず一定になってしまうようである。正常個体を選んでいったBの場合は、Aの場合ほど見事には効果があらわれない。雌雄1対の親からの子孫について選択の効果を調べたかったが、uexはその異常な外部形態、特に脚の異常のためか交尾がうまくゆかず、1対の親の場合は子孫をつくらせるのに殆んど成功しなかった。特に横帯欠失の程度が甚だしいものでは交尾させることができなかった。

代々欠失個体を選択して abnormality の高まったものをF₁₂で選択を打ち切り、その後は継代 mass culture を続けたものについて欠失個体のあらわれ方を調べてみると、次の表6のようになった。

選択をやめて からの世代	横帯正常 個体数	横帯欠失 個体数	欠失/ 総数 × 100
F ₁₁	593	146	20%
F ₁₃	469	106	18.5%
F ₂₃	429	66	15.4%

表6 F₁₂で欠失個体の選択をやめ、その後 mass culture を続けた場合の欠失個体出現頻度

欠失個体の選択をやめると漸次、欠失個体は減少し、F₁₅ごろからはほぼもとのパーセンテージにもどってしまうように思われる。

微小部分刺激装置について

uexのはねが蛹の状態のままであるのは、体液の通りみちである翅脈が先天的に異常であるために、はねを押しひろげることができなかったのではないかと考えられる。個体によっては、はねが風船のようにふくれ、翅脈がはっきりせず、針でつくると体液が出てきて平たくなるようなものがある。このようなものは全体の10~15%の個体にみられるが、この場合も体液の通り道に異常があって、はねの間全体に体液が広がったのではないかとと思われる。uexのはねの abnormality が翅脈の異常によるものかどうかを知るために、野生型と uex のはねの横断切片をつくり、比較研究する方法もあるが、いま1つ野生型の翅脈を蛹のときに破壊し、それが uex のようなはねをもつかどうかを見るいわゆる表型模写 (phenocopy) の方法もあるので、終蛹期の蛹をとり出し加熱した針の先で翅脈を焼きつぶす方法をこころみた。針全体が熱くなり翅脈のような微小な部分だけを焼くことができず、体の他の部分にも熱が加わることになって、翅脈をつぶした結果がどうかを知ることがむづかしい。

そこでこのような微小部分だけを加熱する装置がないかを考えていたところ、高周波の中では鉄が熱をもつということを知り、大阪大学工学部学生 金場豊君をわず

らわして、図4のような装置をつくってもらった。配線は図5のとおりである。

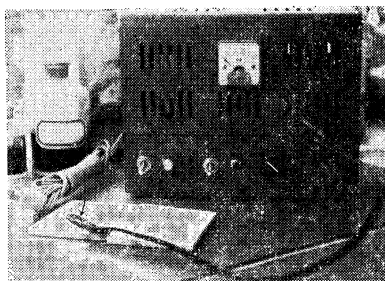


図4 微小部分刺激装置

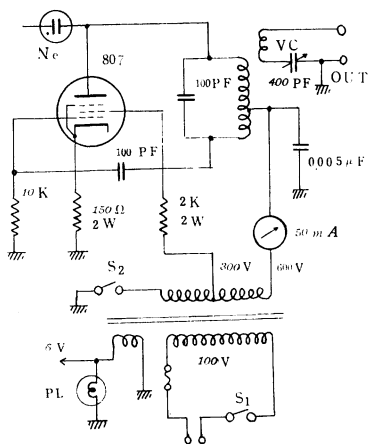


図5 微小部分刺激装置配線図

写真の輪の中(左下矢印で示したところ)へ米粒大の鉄片を置くと2~3分で下の木が焦げるくらいの熱をもつようになる。麻酔したハエのはねの上に鉄粉を置き、装置のスイッチを入れて翅脈に熱刺激を与える。このように考えてやってみたが、麻酔したハエのはねのあるきまった翅脈の上に小さな鉄粉を置くことが非常にむずかしいことであることが実際にやってみて判った。相手が小さなハエの異常に収縮したはねであり、麻酔したとはいえ、ハエは常に脚やはねをビリビリ動かすのでそこへ

鉄粉をのせることは不可能であった。装置を考察し製作したが、筆者のこの研究には役立てることができなかった。したがって翅脈とはねの伸展の関係はまだ確かめるにいたっていない。しかし、この装置が他に何らかの役にたつのではないかと思いここにそのideaを発表した次第である。この装置を製作するについて注意した点を次に述べる。

加熱する対象はハエという小さなものであるが、使用する場所の状況などから考えて、発振器の出力は余裕がなければならない。さらに耐久力や使いやすさを考えに入れると、真空管は相当大きな出力がえられるものを使用すべきである。出力電力は大体10Wあればたりと思われるので、出力管は丈夫でポピュラーな807とし、回路は自励発振にして経済的につくった。高圧も交流を整流せずにそのまま加えることができる。交流であるので陽極入力電力を正確に測定するのはなかなか難かしいので調整するときは注意が必要である。特に自励発振は負荷の大小によって帰還量が変化するので、負荷の大きさをいろいろと変えてみて安定に動作するかどうかを確かめねばならない。出力はタンクコイルにリンクを巻いてとりだすが、巻き数はタンクコイルの $\frac{1}{10}$ 程度で十分である。VCはリンクコイルの同調をとり、かつ出力電力を加減する働きをする。使用の際出力は広い範囲にわたって変化できなければならない。この装置のようにVCの同調をずらしてもよいが、本来はリンクの同調をとってから結合度を変えて出力を加減すべきである。出力の大きさは陽極電流計とネオン管で知ることができる。

この装置、あるいはこのideaが今後研究者の方々の何らかのお役にたつようなことがあれば、製作した者として望外のよろこびである。

ここに報告した uex についての研究は、昭和37年度文部省科学研究費交付金(奨励研究)によっておこなったものである。最後にこの研究をおこなうについて実験に協力下さった磯口好子さん、大森康世さん、金場豊君に深甚の謝意を表す。