

キイロショウジョウバエの交雑による 遺伝実験と学校との連携の模索

三科 圭介

高等学校生物の「遺伝」の単元などにおける、キイロショウジョウバエの教材化を検討した。ここでは、伴性遺伝に関わる実験結果の紹介と、学校での観察を容易に行われるようにするための教材配布プログラムについて紹介する。

[キーワード] キイロショウジョウバエ 遺伝 連鎖 教材配布プログラム 高等学校理科

はじめに

キイロショウジョウバエ (*Drosophila melanogaster*) は、飼育が容易で世代が短く、子孫がたくさん得られるなど、遺伝に関わる実験によく用いられている生物である。

ここでは、当理科教育センターの高等学校講座のために準備した実験データや予備実験のデータを紹介するとともに、学校での観察を手軽に行うことができるような教材配布プログラムの計画について紹介する。

1 準備・材料

キイロショウジョウバエ(野生型および各種突然変異体)、飼育ビン、双眼実体顕微鏡、ペトリ皿、ピンセット、柄付き針、ジエチルエーテル

2 実験・観察方法

A 伴性遺伝の実験

- (1) 野生型(Oregon-R)と黄体色白眼(X染色体上の遺伝子: yellow...黄体色, white...白眼)の処女雌と雄を採取する。
- (2) 野生型の雌と黄体色白眼の雄をそれぞれ10匹ずつ飼育ビンに入れ、培地に卵が産み付けられたら、親をすべて飼育ビンから出す。同様に黄体色白眼の雌と野生型の雄の交雑も行う。
- (3) F₁が羽化したら、ジエチルエーテルを使

って麻酔をかけて雌雄や表現型を確認する。その後、雌雄10匹ずつを数本の飼育ビンに入れ、F₁どうしの交雑を行う。

- (4) F₂が羽化したら、強めの麻酔でハエを殺し、雌雄や表現型を確認する。

B 連鎖・組換えの実験

- (1) 野生型(Oregon-R)と黒体色痕跡翅(bvg, 第1染色体上の遺伝子: b...黒体色, vg...痕跡翅)の処女雌と雄を採取する。
- (2) 野生型の雌と黒体色痕跡翅の雄をそれぞれ10匹ずつ飼育ビンに入れ、培地に卵が産み付けられたら、親をすべて飼育ビンから出す。同様に黒体色痕跡翅の雌と野生型の雄の交雑も行う。
- (3) F₁が羽化したら、ジエチルエーテルを使って麻酔をかけて雌雄や表現型を確認する。その後、F₁の処女雌10匹と黒体色痕跡翅の雄10匹を数本の飼育ビンに入れ、検定交雑を行う。同様にF₁の雄10匹と黒体色痕跡翅の処女雌10匹を数本の飼育ビンに入れ、検定交雑を行う。
- (4) F₂が羽化したら、強めの麻酔でハエを殺し、雌雄や表現型を確認する。

3 結果と考察

A 伴性遺伝の実験

高等学校講座に向けた予備実験として、平成18年度と平成19年度の2回にわたり実施した。データは2回の実験を合計したものである。

野生型()と黄体色白眼()の交雑により、F₁は537個体得られた。すべて赤眼で、雌雄比は雌：雄=277:260=1.065:1であった。表1はF₁どうしの交雑によって得られたF₂における眼色別の出現数である。

表1 野生型()×黄体色白眼()のF₂

雌雄	雌		雄	
眼色	赤眼	白眼	赤眼	白眼
個体数	631	0	330	283

黄体色白眼()と野生型()の交雑により、F₁は693個体得られた。雌はすべて赤眼で、雄はすべて白眼であった。雌雄比は雌：雄=375:318=1.179:1であった。表2はF₁どうしの交雑によって得られたF₂における眼色別の出現数である。

表2 黄体色白眼()×野生型()のF₂

雌雄	雌		雄	
眼色	赤眼	白眼	赤眼	白眼
個体数	171	167	155	164

野生型()と黄体色白眼()の交雑によるF₂の表現型の理想値は、赤眼雌：赤眼雄：白眼雄 = 2 : 1 : 1，黄体色白眼()と野生型()の交雑によるF₂の表現型の理想値は、赤眼雌：白眼雌：赤眼雄：白眼雄 = 1 : 1 : 1 : 1で、実験値はどちらも理想値に近い値になっている。

χ² (カイ二乗)の値も3.812と0.844で、ともに有意な値といえる。

表1, 2では示していないが、遺伝子の組換えによる表現型の出現数も数えている。モーガン単位から計算して、X染色体上にある黄体色(y)と白眼(w)は1.5%の割合で組換えを起こす。黄体色白眼()と野生型()の交雑による

F₂において、遺伝子の組換えを起こしたと考えられる個体(野生型体色白眼と黄体色赤眼)が8個体あり、組換え価は1.2になった。ただし、野生型体色と黄体色は見分けがつきにくく、短時間で大量のハエを識別するには適した素材とはいえない。

B 連鎖・組換えの実験

野生型と黄体色白眼の交雑による伴性遺伝の実験については、識別も容易で教材としての活用を確認することができたが、連鎖・組換えの実験での活用には不向きと考え、連鎖・組換えの実験については、野生型と黒体色痕跡翅の交雑を検討した。

ここで紹介するデータは、表現型に関しては予備実験の結果に基づいているが、数値に関しては予備実験において十分な数の雑種が得られなかったため、理想値を示している。交雑による雑種の表現型については、判別もしやすく、高校ばかりでなく中学校での授業においても活用が可能であると予想される。ただし、組換え率等の数値を求めるための教材提供については、再度予備実験を行い、データを集約した上で検討したい。

野生型()と黒体色痕跡翅()の交雑によるF₁の表現型はすべて野生型であった。また、雌雄比も1 : 1になる(図1)。黒体色痕跡翅()と野生型()の交雑においても、F₁の表現型および雌雄比は同様の結果になる。

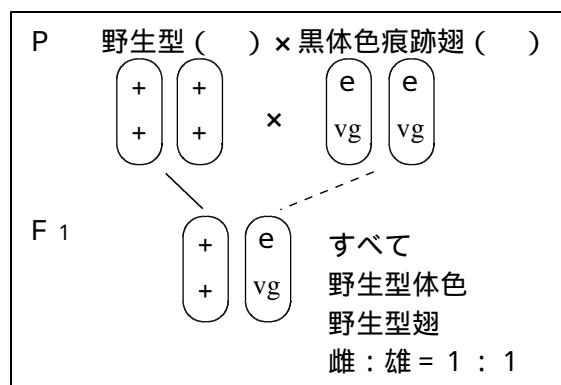


図1 黒体色痕跡翅()と野生型()の交雑におけるF₁の表現型および雌雄比

F₁の雄と黒体色痕跡翅の雌による検定交雑
で得られたF₂では、表現型で野生型体色・野
生型翅と黒体色痕跡翅がほぼ同数出現した。ま
た、雌雄比はほぼ1：1であった(図2)。

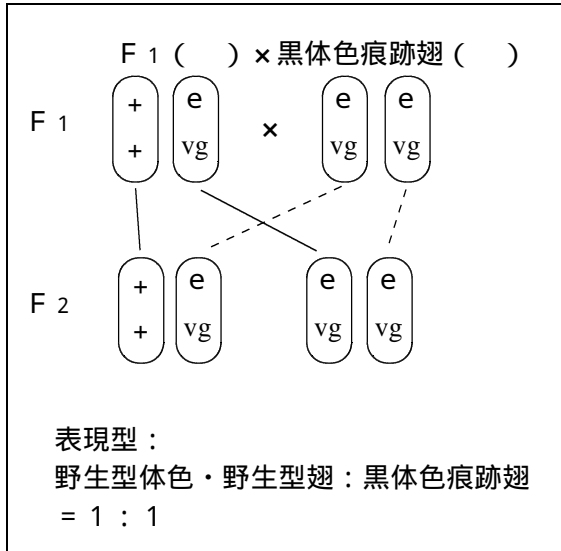


図2 F₁ ()と黒体色痕跡翅 ()に
よる検定交雑におけるF₂の表現型

また、F₁の雌と黒体色痕跡翅の雄による検
定交雑で得られたF₂では、表現型で野生型体
色・野生型翅の個体と黒体色痕跡翅の個体の他
に一部、野生型体色・痕跡翅の個体や黒体色・
野生型翅の個体が見られた。雌雄比は全体でほ
ぼ1：1であった。

このことは、雑種の雄については同じ染色体
上に存在する遺伝子相互が完全な連鎖をするが、
雌については不完全な連鎖をしていることを示
している(図3)。

野生型と黒体色痕跡翅の交雑におけるF₁の
検定交雑では、遺伝子の組換えが雌のみに起こ
り、雄に起こらないことが知られている。雌お
ける組替え価の理想値は18.5% (モーガン単位
から計算)である。

野生型と黄体色白眼の交雑による連鎖に比べ、
表現型の判別も容易であり、組換え価も適度に
大きいため、測定誤差の影響も受けにくいこと
から、連鎖・組換えの実験には適した交雑とい
える。

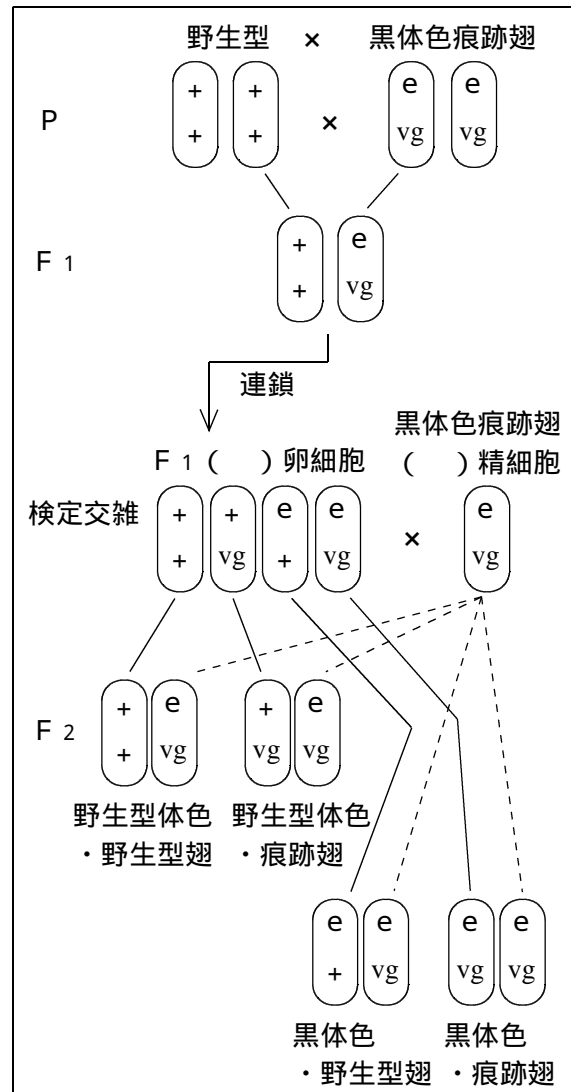


図3 F₁ ()と黒体色痕跡翅 ()に
よる検定交雑におけるF₂の表現型

4 遺伝学習教材配布プログラムの計画

生物の授業に限らず、図説や教科書にあるデ
ータによる理論値をもとに学習するよりも、実
際に得た数値を処理しながら学習を進めること
により、学習効果が高まることは言うまでもな
い。しかし、ショウジョウバエは飼育が容易で
遺伝学習に適した教材とはいえ、処女雌を採取
してからF₂を出現させるためには、1ヶ月以
上の準備期間が必要であることや、分離比の精
度を高めるためには相当量のデータを収集する
必要があることから、学校現場では実施に踏み
込めないところもある。

そこで北海道立理科教育センター生物研究室では、学校の授業では出現したF₂のカウントとデータ処理を行うだけになるように、当センターで前段の処理を行ったものを各学校に配布する計画を進めている。

具体的には以下の3セットを準備し、処女雌の採取からF₁どうしの交雑から産卵が終わり、ハエを追い出した幼虫入りの飼育ビンを各学校に配布することを検討している。また、出現したF₂をアルコールで保存したものを各学校に配布することも検討している。さらに各学校で集計した数値の報告を受け、データを集計してホームページ上に公開することを考えている。

Aセット：一遺伝子雑種の交雑

- ・野生型体色(+) × 黒檀体色(b)
- ・ F₂で野生型体色：黒檀体色 = 3 : 1

Bセット：伴性遺伝

- ・野生型(赤眼) × 白眼(w)
- ・野生型(赤眼) × 白眼(w) のF₂
赤眼 : 赤眼 : 白眼 = 2 : 1 : 1
- 白眼(w) × 野生型(赤眼) のF₂
赤眼 : 白眼 : 赤眼 : 白眼
= 1 : 1 : 1 : 1

Cセット：連鎖，組換え

- ・野生型(野生型体色正常翅)
× 黒体色痕跡翅(b・vg)
- ・ F₂で野生型体色正常翅：野生型体色痕跡翅：野生型体色痕跡翅：黒体色痕跡翅
= 4 : 1 : 1 : 4 (組換え価：18.5%)

おわりに

遺伝学習教材配布プログラムの実施について、10年経験者研修に参加した教諭等に事前調査を行った結果、高等学校生物における遺伝単元の実施時期は、9～11月頃が多いことやショウジョウバエを実際に使って実験を行っているところが少ないことがわかった。アンケート聴取数が少ないことから、別の方法により遺伝単元の実施時期や必要な交雑セットの要望等を調査

した上で、平成20年度内で実施する予定でいる。

また、平成20年3月に告示された新学習指導要領では、中学校で遺伝の学習が復活する方向にある。前学習指導要領ではメンデルの法則程度までの学習を行っていたことから、新学習指導要領の実施に向けて交雑実験教材の準備はしておく必要がある。高等学校への教材配布プログラムを確立させた上で、新学習指導要領の実施を迎えられるように準備を進めたい。

参考文献

- 1) 石田寿老・佐藤重平(1979)生物の実験法p90-94, 175-179
袁華房
- 2) 駒井 卓(1972)ショウジョウバエの遺伝と実験 培風館

(みしな けいすけ 生物研究室長)