

5 1 生物分野2 「キイロショウジョウバエの交配実験」

(1) 研究開発の概要

遺伝分野で頻繁に扱われるキイロショウジョウバエの突然変異系統を観察し、実際に交配させることで、遺伝現象を目の当たりにさせることを計画した。また、実験結果を各自がまとめ、各班ごとに論議し、考察し、代表の班が発表することで自然現象を客観的に捉え、結果を理論的に説明させようとした。さらに、大学の先生に直接ご指導いただいたことで、実験結果から仮説を立てることの難しさ、また固定概念にとらわれず自由に発想することの大切さを知ることができた。

(2) 研究開発の経緯

ア 準備・打ち合わせ

(ア) 平成17年3月、名古屋大学大学院理学研究科杉山伸助手に特別研究協力についての内諾をいただく。生徒とともに授業計画の立案、展開を試みることを決定した。

(イ) 6月下旬、代表生徒を募り、6名を決定した。

(ウ) 7月下旬、代表生徒とともに、1回目の予備実験を行った。

(エ) 8月上旬、代表生徒とともに、2回目の予備実験を行い、授業の展開案を決定した。

(オ) 9月上旬、当日実験に使用する処女雌取りを開始した。

(カ) 9月下旬、当日実験に使用するF₁取りを開始した。

(キ) 9月下旬、本校における発表会の日程を決定し、派遣依頼をした。

イ 実験は、各クラスごとに2時間実施し、終了後、実験プリント作成を指示した。

ウ 授業の1時間をつかって発表の準備を行い、杉山先生をお招きして本校で発表会を行った。

エ 参加生徒全員に本事業についてのアンケートを実施した。

オ 実験プリント・発表会資料・アンケートを提出させ、実施目的が達成できたかを調べた。

(3) 仮説(ねらい、目標)

ア キイロショウジョウバエの雌雄やさまざまな突然変異系統の形態を観察する。

イ 交配実験を通じて、親から子へ形質が伝わることを確かめ、遺伝現象を理解する。

ウ 発表会を実施し、班で考察を深め仮説を立てることで、結果を論理的に説明する力を養う。

エ 予備実験をした代表生徒による麻醉のかけ方、雌雄の見分け方、突然変異形質の説明、全生徒の実験・実習や発表会を通して、主体的に探究する態度を身につけさせる。

(4) 研究の方法および内容

ア 対象生徒 2年生理系生物選択者(3組26名、4・5組44名)

イ 実施日程

第1日目 10月11日(3組)、10月11日(4・5組)

第2日目 10月26日(3組)、10月25日(4・5組)

第3日目 11月1日(3組)、10月28日(4・5組)

第4日目 11月8日(4限/3組、5限/4・5組)

発表会 講師 名古屋大学大学院理学研究科
杉山 伸助手

ウ 実施内容

(ア) 第1日目 突然変異系統の形態観察および雑種第一代(F₁)の交配

班ごとにハエに麻醉をかけ、実体顕微鏡を用いてハエの形態観察を行った。代表生徒が実際に麻醉の手順を教示し、交配を行うにあたって雌雄の区別や野生型と突然変異系統との形質の差異をスクリーンに写真を投影することで説明した。



麻醉のかけ方を説明する生徒

班ごとに二つの交配をクラスで3種類実施した。麻醉をかけたハエを雌雄をともに5匹ずつ飼育用管ビンに入れ飼育を開始した。これを4セット用意した。

2日間卵を産ませ、その後ハエを飼育用管ビンから出した。



雌雄の区別等を説明する生徒

(1) 第2日目 雑種第二代 (F_2) のカウントと実験結果の整理

F_1 の交配開始から14日後、飼育用管ビンに生じたハエ (F_2) を雌雄別に一匹ずつその形質を調べ数を記録した。観察には実体顕微鏡を用いた。



実習をする生徒

(ウ) 第3日目 発表会の準備

これまでのカウントの結果を整理し、わかることを各自で考察し、班ごとでまとめをした。特に交配に関するそれぞれの遺伝子がどの染色体に位置しているのか、それらの遺伝子の位置的関係について考察させた。また、考察から理論的にはどんな形質が現れるのか、結果と理論値が異なる場合はその理由も考えさせた。さらに、この実験全般に関して疑問に思ったことをまとめさせた。これらを用紙にまとめ、発表会の準備とした。



班に分かれて討論する生徒達

(I) 第4日目 発表会

発表会の前日までに提出された用紙を全班分印刷配布し、代表の班三班に交配結果からわかったことを発表させた。各班ごとに杉山先生にご講評をいただいた。

(5) 検証 (成果と反省)

ア アンケート結果について

実験に関しては、9割以上の生徒が面白かったと答えている。また理解に関しても同様で、9割近くの生徒が理解できているとの回答であった。



発表者を聞く杉山先生と生徒達

イ 評価と今後の課題

今年度も昨年度と同様に計画したこの特別研究のねらいはすべてほぼ達成できたと生徒のアンケート結果から判断できる。飼育が比較的簡単な生物であるショウジョウバエの遺伝実習は、ねらいを満足できるよい教材である。

なお昨年度の反省に次の4点があった。1つ目は授業を5時間 (生徒は発表の準備のため冬休みにさらに3時間) を使っていたため、SSHの授業としても長い時間をかけすぎたということ。

2つ目はPから F_1 、 F_1 から F_2 、発表会という流れを行えば必ず4時間以上かかり (扱う形質を変えたとしても) 実習の時間数を短縮するためには、ショウジョウバエの遺伝実習の基本的な流れをもう一度根本的に考え直す必要があること。

3つ目は、実習で染色体地図を作ることを考え、組換え価の大きいさ状剛毛、赤眼、小形ばねを突然変異形質として選んだが、さ状剛毛の判断は生徒にとって非常に困難であった。組換え価が小さいと遺伝子の組換えによって生じる個体がなくなるかもしれないが、わかりやすい形質になるよう特に注意すること。

4つ目は、B紙を黑板にはり、一班あたり5分間で発表会を行ったが、短い時間に理解は難しかった。より発表会の理解を深めるため、発表のレジメ等を発表会のはじめに配布する、B紙を教室の壁に貼り付けておき、準備の時間を減らす、2時間かけて発表する等、発表会をさらに工夫する必要があることであった。

今年度は、班の編成を各班が異なる実習をする形から基本的に同じ実習を繰り返す形に変え、実験の進め方も、親から雑種第1代 (F_1) までは全生徒で実習を行わず、代表生徒が代わりに行き、 F_1 から F_2 を授業で全員で行う形に変更した (3時間から2時間に1時間減らした)。

F_1 と F_2 のデータを利用し、実習で使用した形質が優性が劣性か、その形質を伝える遺伝子が常染色体上に存在するのか、性染色体上に存在するのか、扱った2つの遺伝子が独立なのか、連鎖なのか (連鎖するなら組換え価を求める) を班でまとめるのに1時間、発表に1時間を当てた (4時間から2時間に減らした)。

扱う形質については、棒眼をつかうことにした。小形ばねは、死ぬとはねが反り返り、野生型との区別が難しくなるということでこの形質は扱うことをやめた。実習のねらいを、独立 (常染色体と性染色体) と連鎖 (性染色体) とに絞り、第1染色体 (X染色体) 上の白眼、棒眼、第2染色体上の痕跡ばねを利用した。

発表の準備にかかる時間を減らすために用紙に班でまとめた意見を書かせ提出させた。それを発表会前日までに配布した。また、全部の班の発表は時間が相当かかるので、代表して3つ班が発表することにした。

生徒の行う実験の流れ(2時間分)・扱う突然変異の形質は、今年度の方法が良いと思われる。実験の後に班ごとで行う討論会も活発に行われ、生徒の実験に対する理解度も昨年度より相当改善された。しかし、アンケートに「実験が複雑すぎる。」「班毎に指定された八工の交配をするのは不公平だ。」という意見があるため、さらに扱う形質と班の構成を工夫する必要がある。また、発表する班としない班では、発表会の準備・発表会に対してどうしても差が生じる。アンケートの結果で発表の準備の時間が足りないと答えている生徒のはほとんどは発表する班の生徒であった。発表会をさらに工夫する必要がある。