

「名門公立高校を目指す受験生」のための理科学習講座

● 第3回（生物編①）

■問題編■

今回のテーマは、平成14年度から実施されたいわゆる「ゆとり教育」により削除（高等学校での学習に移行）され、その後の学習指導要領の改訂で中学での学習内容として復活した中3で扱われる「**遺伝の規則性と遺伝子**」についてです。

この分野は、中学の理科で扱われる内容の中でも特に入れ替わり（削除、追加）が激しく、平成に入ってからだけでも

「中学での扱いなし→復活→再び削除→復活」と目まぐるしく変化しています。

余談になりますが、遺伝については、実際に中学校で理科を教えられている先生方の中にも、他の分野に比べると教えるのが好きではない、苦手だと感じる方が多いという話を聞いたことがあります。

その要因は色々あるとは思いますが、

- ・ 中学での学習内容として何度も削除が行われたため、**自身が高校以降でしか遺伝を学んでいない。**
- ・ 学校内で簡単に実験、観察を行うことが難しい分野のため、どうしても**教科書の内容を知識として教えるだけ**になってしまう。

この2つが、理由として多く挙げられるようです。

このうち2つ目の理由ですが、確かに中学の教科書で扱われているエンドウを親の代から、子、孫と何世代も育てようとするならば、それだけで何年もかかってしまい、とても遺伝の授業内で行うことは不可能でしょう。中学校の先生の悩みも理解できます。

とはいえ、現行の学習指導要領では、この分野について

交配実験の結果などに基づいて、親の形質が子に伝わる**ときの規則性を見出すこと。**

と規定して、同時に

「分離の法則を扱うこと」

としています。

※ 学習指導要領は文部科学省のホームページで閲覧、ダウンロード(PDFファイル)が可能です。

ただ、どうしても遺伝に関する出題は決まったパターンの問題が多く、計算問題の数値、特に比を求めるなど計算を伴う問題の場合は、いつも同じ答えになると感じている人も多いのではないのでしょうか。

ということで、まずは**基本的な比の確認**をしておきましょう。

ここでは、優性、劣性を示すのに、種子の形状（丸＝優性、しわ＝劣性）を用いることにします。次の(1)～(5)について、()内に示された比を教えてください。

(種子は全て発芽し、1つの種子から収穫できる豆の数はすべて等しいものとします)

(1) 純系の丸い種子と純系のしわの種子を交配したとき子の種子の形状（丸：しわ）

(2) (1)でできた子の種子にしわの種子を交配したとき孫の種子の形状（丸：しわ）

(3) (1)でできた子の種子を自家受粉させたときの孫の種子の形状（丸：しわ）

(4) (3)の孫の種子のうち、遺伝子が純系とそうでないものとの比
(純系：純系でないもの)

(5) (3)の孫の丸い種子のうち、遺伝子が純系とそうでないものとの比
(純系：純系でないもの)

どうでしょうか？

名門公立高校を目指す皆さんにはやさしすぎる問題だったかもしれませんが、正解は以下の通りです。

(1) 1 : 0 (2) 1 : 1 (3) 3 : 1 (4) 1 : 1 (5) 1 : 2

しかし、遺伝の分野での出題は、こうした比や数値を答える問題ばかりではありません。

その中でも上位校で差が付きやすい（言い換えれば正解率が低い）のが、記述を伴う問題です。

特に、**学習指導要領**で必ず扱うよう明記されている「**分離の法則**」については、**法則の意味を理解した上で、問題文で与えられたデータをもとにして説明する**など、その場での応用力が求められる出題も目立っています。

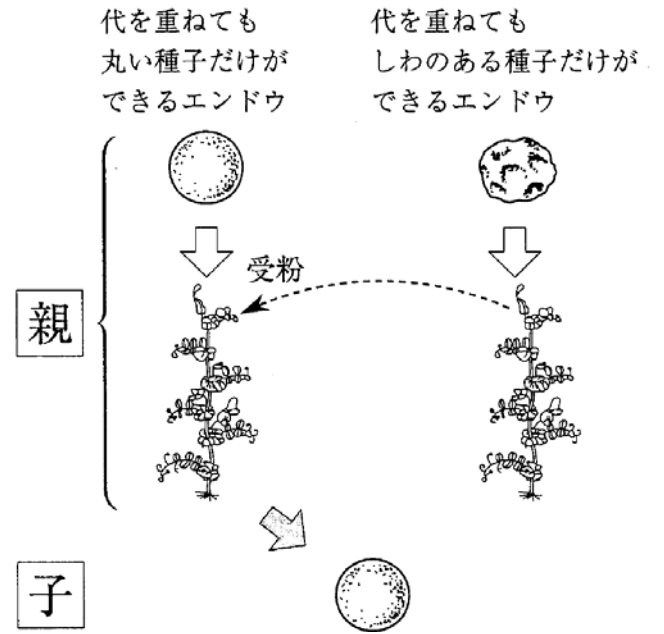
いつも以上に前置きが長くなりましたが、今回の問題を見てみましょう。

【今回の問題】（平成23年・埼玉）

※ 問題文は設問を解くために必要な部分のみを抜粋しています、

調べてわかったこと
メンデルは、自然状態では自家受粉をするエンドウを用いて次のような実験を行った。

- (1) 右の図のように、自家受粉すると代を重ねても丸い種子だけができるエンドウに、自家受粉すると代を重ねてもしわのある種子だけができるエンドウの花粉を使って受粉させた。
- (2) できた種子(子)はすべて、丸い種子であった。
- (3) (2)の丸い種子をまいて育てて自家受粉させると、できた種子(孫)の数は、丸い種子が5474個、しわのある種子が1850個で、その数の比はおよそ3 : 1になった。



問 エンドウの生殖細胞がもつ、種子の形を丸くする遺伝子の記号をA、しわにする遺伝子の記号をaとします。次の(1)、(2)に答えなさい。

- (1) 調べてわかったことの(2)でできた種子(子)がもつ遺伝子を、遺伝子の記号で書き表しなさい。（2点）
- (2) 調べてわかったことの(3)でできた種子(孫)が、このような数の比になることを、分離の法則という語句と遺伝子の記号を使って説明しなさい。（5点）

なお、実際の解答用紙では(2)の記述の解答欄はかなり大きくとられており、埼玉県が発表した解答例も約150字近くにもなる長文（3つの文で構成されていました）だったことを、あらかじめ伝えておきます。

公立高校の記述問題の中でもかなりの長文を要求されている問題で、皆さんの中には「自分の住んでいる都道府県ではこんな問題は出題されないから」と、答えるのをやめる人もいそうですが、上位校を目指す人にとっては中途半端な知識では満点の解答を書くことができない良問です。ぜひ、挑戦してみてください。

ちなみに、埼玉県の発表した正答率は

(1) 60.9%、(2) (完答)13.2% (部分点あり)26.1% (白紙)32.0% でした。

※ 次のページ以降に解答、解説があります。

■解説編■

まずは、出題された埼玉県が公表した解答例を示します。

(1) A a

(2) (1)から、子がつもつ遺伝子はA aなので、分離の法則により、子がつくる生殖細胞がつもつ遺伝子は、Aかaとなる。

この子が自家受粉(受精)を行うと、できる種子(孫)にはAA、A a、A a、a aという組み合わせで遺伝子が伝わる。

したがって、できる種子(孫)がつもつ遺伝子の比は、

AA:A a:a a=1:2:1となり、AAとA aは丸い種子、a aはしわのある種子となることから、3:1の比となる。

(採点上の注意)

表や図が使われていても、論理の筋道が通っているものは、正答とする。

内容に応じて部分点を認める。

いかがでしょうか。きちんと的確に答えられたでしょうか？

この問題のポイントは、

・ 遺伝子はAもしくはaという状態で子から孫に伝わること(分離の法則)を示す

↓

・ その結果、孫の持つ遺伝子の組み合わせが $2 \times 2 = 4$ 通りあることを示す

↓

・ その中で丸としわの比が3:1になることを示す

という構成で適切な説明ができるか、という点にあります。

私自身高校入試に向けての理科の指導をしていて、この問題を出題された次年度から多くの生徒に解かせていますが、その際に、分離の法則の説明が不十分な答案が極めて多いことを感じています。

上位の生徒では解答例にある3番目の文章の部分は多くの生徒が完璧な答案を書けているものの、

最初の文章の

「**分離の法則により、子がつくる生殖細胞がつもつ遺伝子は、Aかaとなる**」

という部分が、きちんと書けている答案はあまり多くありません。

分離の法則の説明が問題文中にあり、「このことを何の法則といいますか」と法則名を問う問題では、ほとんどの生徒が答えられるでしょう。

ただ、それで

何となく「分離の法則」を分かった気になっているのは大変危険なことです。

この問題でも

「分離の法則により子の遺伝子はA aになるので、孫の遺伝子は・・・」

という形で文を書き始め、そのまま解答例の2、3番目の文章につないだ解答をする生徒が多数います。

しかし、この設問では(1)の段階で子の遺伝子がA aになることを答えさせているので、**最も重要なのは「子から孫へどのように遺伝子が伝わるか」**の部分です。

すなわち、

この問題で分離の法則を用いて記述することが要求されているのは、

**子の遺伝子はA aだが、孫には「A a」のまま伝わるのではなく
分離の法則により「A」または「a」のどちらかが伝わる**

という部分にあります。

言われれば当たり前のことで、これが理解できない人はほとんどいないと思いますが、にもかかわらず、こうした記述問題になると、分離の法則の説明をどこですれば適切かが分かっていない答案が続出してしまいます。

繰り返しになりますが

分離の法則は学習指導要領に明記されている遺伝の分野の中で最も重要な法則です。ぜひ、入試の前に再度確認しておきましょう。

<おまけ>

ところで、**分離の法則、優性の法則に代表される遺伝の規則性ではエンドウの種子が説明によく用いられます。それはなぜなのか、答えられますか？**

メンデルが実際にエンドウを栽培してこの法則を見出したから。

もちろんその通りですが、では、**なぜエンドウは遺伝の規則性を調べるのに向いているのかも説明できますか？**

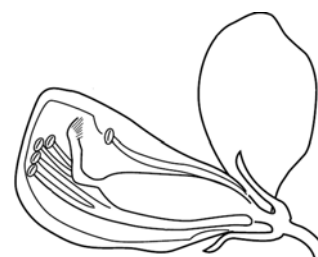
そんなの簡単！と思う人も多いかもしれませんが、一応、エンドウの花の特徴を確認しておきます。

エンドウはマメ科（双子葉類離弁花）の植物ですが、マメ科の多くは10本の雄しべを持っています。

このうち、9本は右の図のように根元の花系の部分がつながって1つにまとまっており、他の1本だけが独立した形になっています。※

エンドウでは、この独立した雄しべが柱頭と向き合っており、多くの場合昆虫などの助けを借りなくても、開花のときに自家(花)受粉をします。また、エンドウの花びらは中央の柱頭や雄しべを包みこむような形状になっているため、昆虫が入りこみにくいことも自家(花)受粉が多くなる要因となっています。

遺伝を調べる実験では、他の花の花粉の影響(交配)を避ける必要があるため、自家(花)受粉をすることが普通のエンドウが向いているのです。



なお、マメ科の植物にはエンドウに似た形状の花をつける種類も多数ありますが、それらの植物が必ずしもエンドウのように大部分が自家(花)受粉をするわけではありません。

※ 専門的には「二対雄蕊(おずい)」といいます。

名門公立高校受験道場 雄飛会

※ 本講座の文章の無断転載を禁じます。