

とやま科学オリンピック **2023**

高校（生物）

筆記・実験問題

2023年8月10日（木）

時間：10時45分～12時5分（80分）

注意事項

注意事項

1. 指示があるまで、問題冊子を開かないで、以下の注意事項をよく読むこと。
2. 問題は、6 ページあります。
3. 机の上に置けるものは、筆記用具のみとします。
4. 解答はすべて解答用紙に記入し、解答用紙はペアで1部提出すること。
5. 参加番号を解答用紙の決められた欄に記入すること。
6. 途中で気分が悪くなった場合や、トイレに行きたくなった場合には、すぐに申し出ること。

みなさんの^{けんとう}健闘を期待しています。

富山県 富山県教育委員会

専門問題（生物）

1 アキラとカオルは、花壇の花を観察しながら話しています。次の問題に答えなさい。

アキラ 今日の授業で習ったけど、植物が緑に見えるのは、太陽の白い光の中から葉緑体が緑の光だけを跳ね返すからだったね。

カオル ①光合成色素が青色と赤色の光を吸収するんだよね。（図1）
葉っぱは緑だけど、花は赤や黄色みたいに色々な色があるよね。
花も色素を持っているのかな？

アキラ ほとんどの花の色はアントシアニンという色素で決まっているらしいね！
アントシアニンはpHで吸収する光が変わる性質があって、紫キャベツやイチゴとかいろいろな色に見えるらしいね。

カオル 色素の形で跳ね返る光の色が違うなら、②白い花は色素を持っているのかな？
色素がなかったら花に当たる光はどうなるのだろう？

アキラ 光が跳ね返らない時は水みたいに透明に見えるはずだね。雲が白いのは光が乱反射しているからだと聞いたことがあるよ！

カオル 氷が透明だけど、かき氷にすると白く見えることや水をかき混ぜると白くなることと原理は同じかな？屈折率が違うと白く見えるようになるんだね。

アキラ 植物図鑑を見ると、僕らには白く見える花も、昆虫には色がついて見えるみたいだね。

カオル ③昆虫も花の綺麗さがわかるんだね！

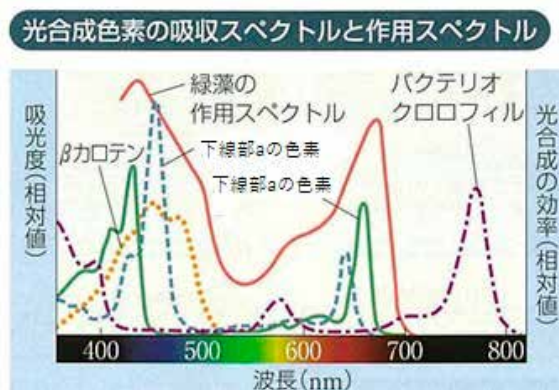


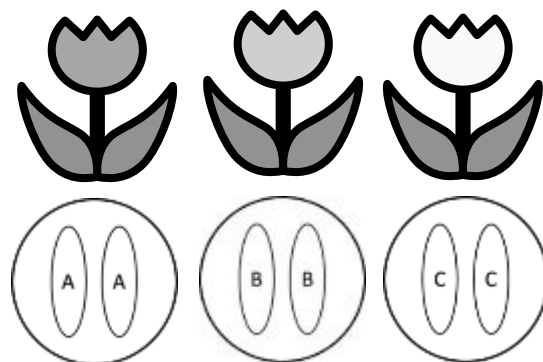
図1 出典：九訂版 スクエア 最新図説生物を加工して使用

- (1) 下線部 a に関して、光合成色素の中で、全ての陸上植物が持つ、緑の光を反射する色素の名前を答えなさい。
- (2) 下線部 b に関して、白い花は色素を持っているか、持っていないか。どちらかを選び、理由も述べなさい。
- (3) 下線部 c より、花に色があることは植物と昆虫それぞれにどのような利点があるか、答えなさい。

富山県はチューリップの出荷量日本一の県で、品種改良により多くの品種を作成している。チューリップはユリ科に所属する植物で、ユリ科植物には鱗茎(いわゆる球根)が発達するものが多く存在する。球根は、根・茎・葉などの組織が養分を保持し、生育に不適な季節に芽を温存するための手段である。これらの植物は球根を作ることによって生育に適した季節に葉を伸ばし、花を咲かせる(図2)。中でもチューリップは、この球根が分かれる分球によって個体数を増やす球根生産が盛んに行われている。球根による生産が盛んなチューリップだが、種子も作る(図3)。チューリップの種子から発芽させる場合、1年目では葉が細く、花も咲かず、球根も小さい(図4, 5)。球根の植付けを毎年繰り返すことで、葉と球根が大きく成長し、5年目で花を咲かせるようになる。

- (4) 次の図のような遺伝子を持った3つのチューリップが同じ花壇に生えており、花粉が移動して異なるチューリップの種類の間でもかけあわせがおこりうる場合、これらのチューリップから出来上がる球根と種子が持つ遺伝子はどうか。考えられる遺伝子の組み合わせを全て書きなさい。ただし、AとBとCは複対立遺伝子*で、チューリップが持つ一組の遺伝子は、どちらか片方が次世代に受け継がれるものとする。

(*複対立遺伝子：3つ以上の遺伝子が対立形質の発現に関与しているとき、これらを複対立遺伝子という。)



- (5) チューリップの育成において、球根からの育成と種子からの育成の利点をそれぞれ答えなさい。
- (6) チューリップを種子から育成するときは、人為的に花を切り落とす作業を行う。この作業の理由を考えて述べなさい。

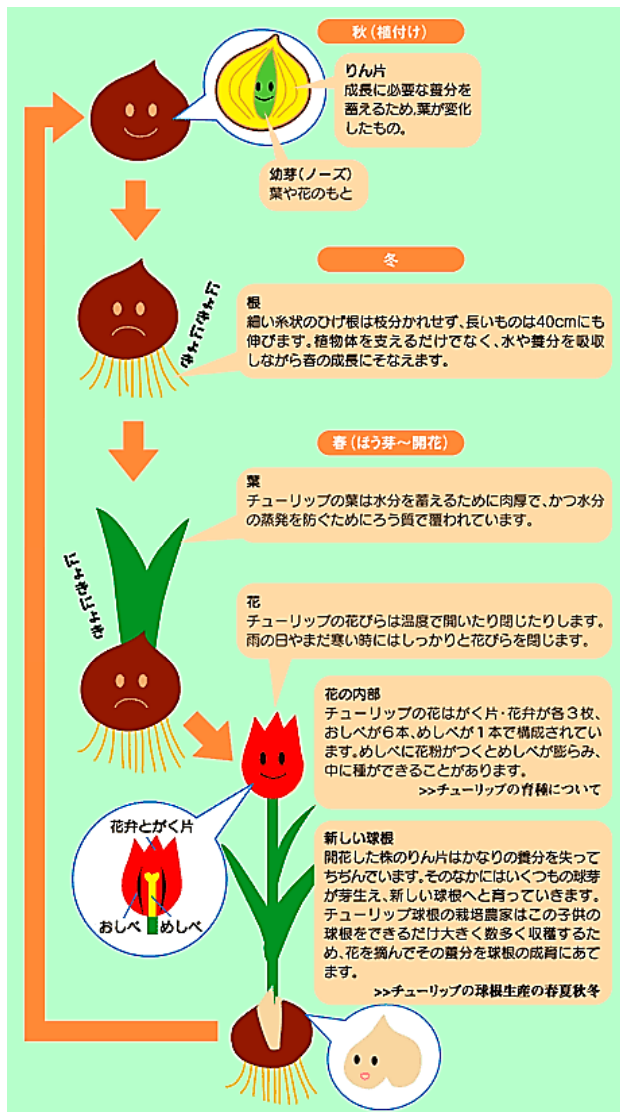


図2 チューリップの植付けから開花まで



図3 チューリップの種子



図4

左から1年目、2年目、3年目、4年目、5年目、6年目の球根



図5 種子からの成長

図2～図5 出典 とやまのチューリップホームページ(富山県農林水産部農産食品課)

(7) ゲノム中には、CACACA・・・のようにごく短い塩基配列（この場合はCA）が何回も繰り返される部分がある。

このマイクロサテライトは、個体によって繰り返し数が異なり、DNA鑑定などに用いることができる。あるマイクロサテライトを含むDNAの領域を人工的に増幅し、得られたDNAをゲル電気泳動にかけると繰り返し数の違いが観察できる。例えば、塩基配列の繰り返し数が異なれば2本のバンドが、同じであれば1本のバンドが観察される（図6）。

ある花壇で育成したチューリップ（母木とする）から採れた7つの種子の親の組み合わせを特定したい。この時、花粉を送り出した表1の親が持つ繰り返し数をもとに、各花粉親からできた種子をそれぞれ（A）～（G）の中から全て選びなさい。また、母木の持つ可能性があるマイクロサテライトの繰り返し回数を全てあげなさい。

花粉親	花粉親のマイクロサテライトの繰り返し数
親①	2回, 6回
親②	1回, 5回
親③	3回, 4回
親④	7回

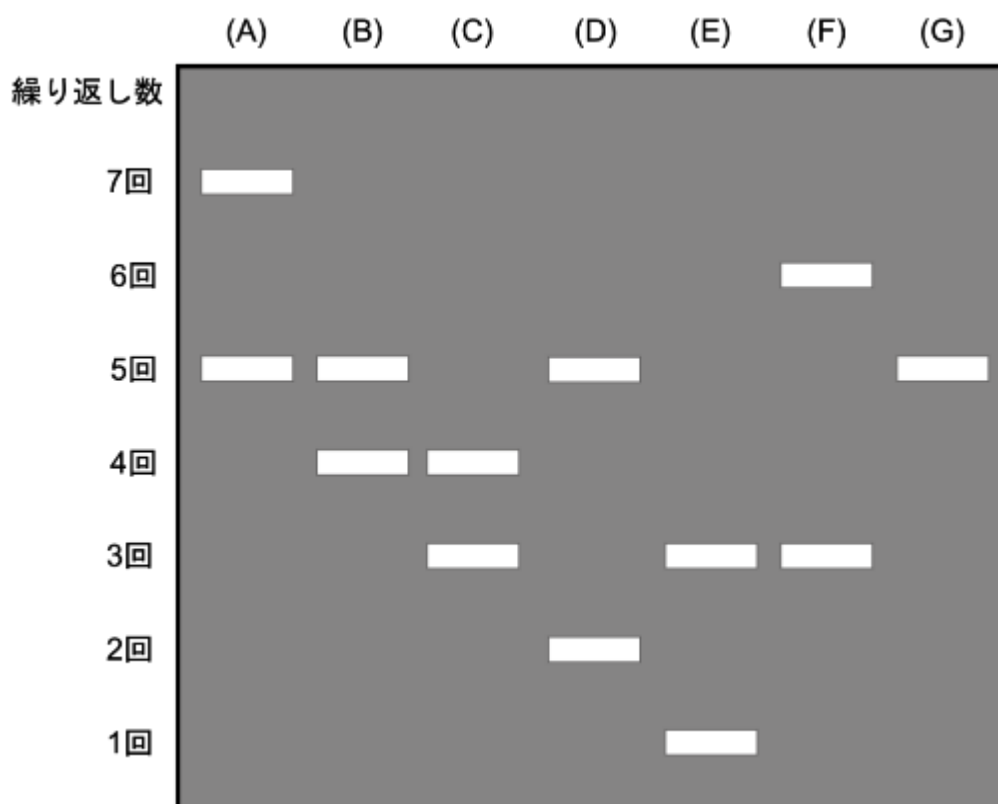


図6：種子のマイクロサテライトの電気泳動

2 細胞では、膜を介しての物質の出入りが行われている。膜の透過性により、不透膜、全透膜、半透膜の3つに分類することができる。不透膜は、溶媒も溶質も通さない性質をもつ。全透膜は、溶媒も溶質も通す性質をもつ。半透膜は、溶媒は通すが溶質は通さない性質をもつ。また、溶液中の水が移動する現象を拡散、半透膜を通して水を浸透させる力を浸透圧といい、細胞内の水を外に押し出そうとして細胞壁を押し広げるときに生じる圧力を膨圧という。

(1) 原形質分離とは、膜の透過性により、細胞内の体積が減少して細胞膜が細胞壁から離れた状態を示す。ユキノシタ(図7)は葉の裏側の細胞にアントシアンという赤い色素を含んでいるので原形質分離を確認しやすい。ユキノシタの葉を3.5%、7.0%、10.5%、14.0%の各スクロース溶液および濃度不明のスクロース溶液にそれぞれ浸し、原形質分離を確認する。下の枠線内のア～オにしたがって実験を行い、実験結果を解答用紙の表にまとめなさい。



図7 ユキノシタ

〔材料〕ユキノシタの葉(裏面表皮の赤いもの)、3.5%・7.0%・10.5%・14.0%の各スクロース溶液、濃度不明のスクロース溶液

〔器具〕スクロース溶液が入ったシャーレ(ペトリ皿)、ピンセット、スポイト、顕微鏡、スライドガラス、カバーガラス、ろ紙、ストップウォッチ、数取器、はさみ、付箋

〔方法〕

ア ユキノシタの葉の裏面の全体的に赤い部分(図8)を、図9のようにななめ手前に裂いて葉の裏側の表皮をはぎとる。

イ 表皮をはさみ等で切り、5mm四方程度の表皮片にする。

ウ 表皮片を、3.5%・7.0%・10.5%・14.0%の各スクロース溶液および濃度不明のスクロース溶液にそれぞれ浸し、ふたをしめる。

エ 15分後、同じ濃度のスクロース溶液をたらしてそれぞれの表皮片のプレパラートを作製する。

オ 顕微鏡(接眼レンズ15倍、対物レンズ10倍)でエのプレパラートを観察し、赤く色づいている細胞の数(A)、Aのうち原形質分離をおこしている細胞の数(B)、原形質分離をおこした割合($B/A \times 100$)(%)を求め、結果を表にまとめる。ただし割合は小数第1位まで求めるものとする。



図8



図9

出典 : 2023 富山県高等学校生物教育研究会

- (2) 方法オで、明確に原形質分離が確認できる顕微鏡画像を、検査員の先生に確認してもらってください。(挙手にて検査員の先生へ知らせてください。)
- (3) (1)の 3.5%・7.0%・10.5%・14.0%の各スクロース溶液に浸したときの結果をもとに、スクロース濃度と原形質分離をおこした細胞の割合の関係を示すグラフを作成しなさい。またこのユキノシタの葉の細胞の溶質濃度(浸透圧に比例)を求めなさい。ただし、溶質濃度は、原形質分離の割合が50%の場合に相当するものとする。
- (4) (1), (3)より、濃度不明のスクロース溶液の濃度を答えなさい。
- (5) 図10のグラフは、植物細胞を蒸留水および濃度の異なるスクロース溶液に浸し、最終的に水の出入りが見られなくなったときの原形質の体積と細胞内の浸透圧・膨圧との関係を示したものである。

著作物引用箇所のため非公表

- ① 原形質分離が起こり始める状態を示すのは、図10のA~Dのどれか。
- ② 図10のCのときの細胞の膨圧と吸水力は、グラフのA~Iの記号を用いるとどのように表されるか。AEのように答えなさい。

