

1 植物の成長と調節に関する次の文章を読んで、問1～問5に答えなさい。(配点25%)

植物は、その一生のすべての段階で、光など環境要因の影響を受けながら成長を続ける。植物の芽生えは明るい方向に向かって屈曲し、成長する。このように、刺激に対して植物が一定の方向に屈曲する性質を ① という。一方、植物が刺激の方向と関係なく、一定の屈曲反応を起こす性質を ② といい、 ① と区別する。植物が反応する刺激には、光以外に ③ や ④ がある。

植物が環境に応答する過程には、様々な植物ホルモンが関係している。植物が光に向かって屈曲する性質には、オーキシンが重要な役割を果たしている。オーキシンは、植物の他の成長調節にも関与している。植物の頂芽が活発に成長しているとき、側芽の成長は抑制されるが、頂芽が切り取られると、側芽は成長する。このような現象を ⑤ とよぶ。これは、頂芽の先端でつくられるオーキシンが下に運ばれて、高濃度のオーキシンが側芽の成長を抑制していることが原因である。

問1 ① ～ ⑤ に適切な語を記入しなさい。

問2 下線部に関して、例を1つあげなさい。

問3 トウモロコシの幼葉鞘の一部(図1, アとイの間の部分)を切り出し、その切片を正立した状態で上端に高濃度のオーキシンを含む寒天をのせたもの(図1, A)と、倒立した状態で上端に高濃度のオーキシンを含む寒天をのせたもの(図1, B)をつくった。A, Bともに、下にオーキシンを含まない寒天を置いた。しばらくしてから、頂芽を除去したタバコの茎の切り口に、A, Bの下においた寒天をそれぞれのせた(図1, C, D)。C, Dのタバコでは、それぞれどのようなことが起こるか、理由とともに説明しなさい。

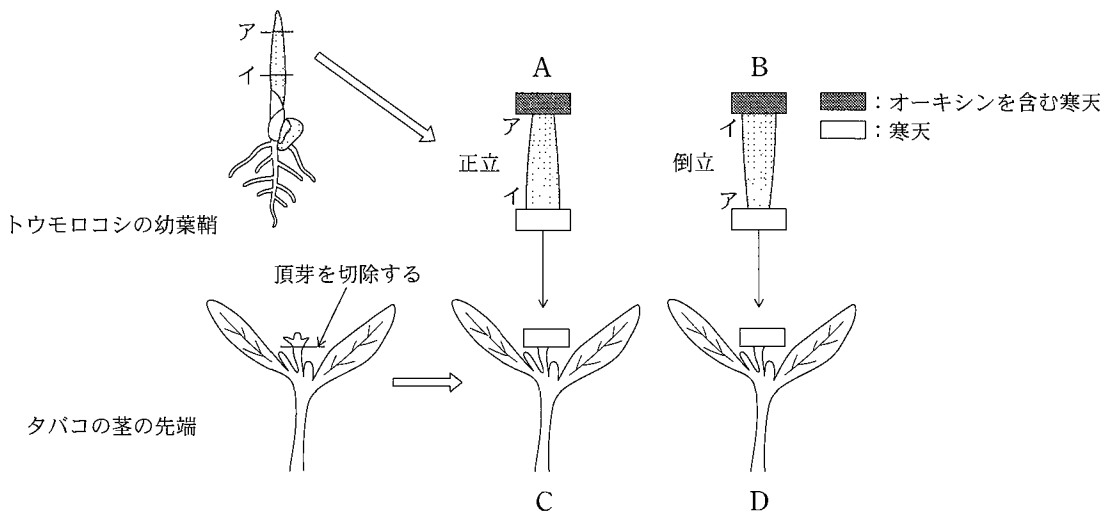


図1 オーキシンの性質を調べる実験

問 4 光を上から照射して育てたダイコンの芽生えを用いて、以下の実験を行った。鉢に植えた芽生えを、図2のように台に固定し、暗所に移して台を一定の速さで回転させながら育てた。様々な速さで台を回転させて育てた結果、回転が遅い場合と速い場合では、芽生えの地上部の成長する方向が異なっていた。図3は回転台を上から見て、成長方向を示したものである。回転が(1)遅い場合と(2)速い場合について、芽生えの地上部の成長方向として最も適切なものを、図3からそれぞれ選び、a～eの記号で答えなさい。また、その方向に成長したと考えられる理由を説明しなさい。ただし、実験は鉢の中身が飛び出したり、芽生えが折れたりしない程度の回転速度で行ったものとする。

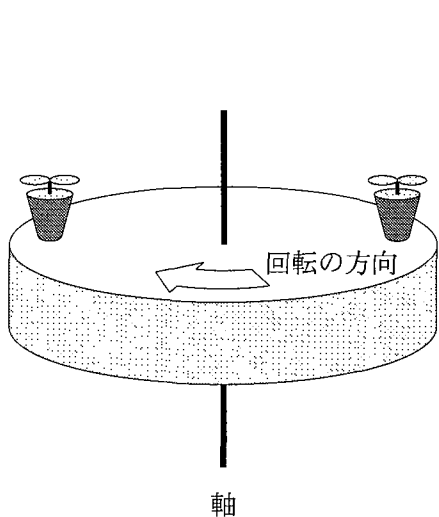


図2 植物を回転させて育てる実験

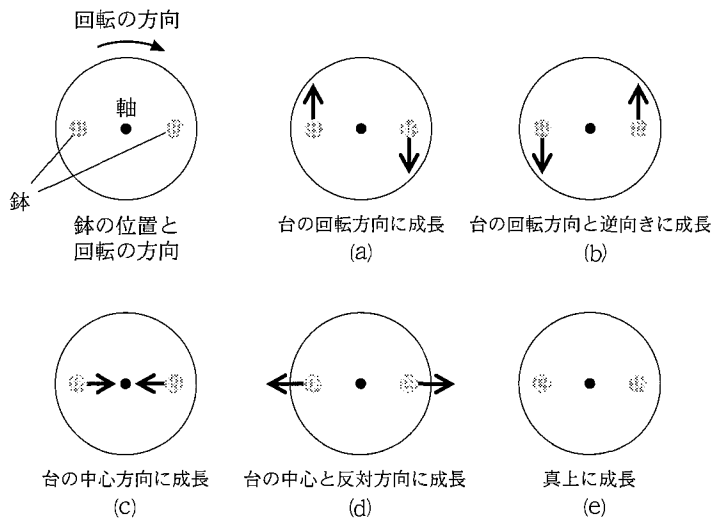


図3 芽生えの成長方向

問 5 次の文章(1)～(6)は、植物ホルモンが関係していると考えられることがらについての記述である。例にならい、最も適切なホルモンの名称を入れ、下線部について説明しなさい。

(例) ダイコンの芽生えを窓際に置いておいたら、芽生えはすべて光が当たる方向に成長していた。

(説明) 芽生えの上部にあるオーキシンが、光が当たらない側に移動し、光と反対側の茎の成長を促進したため、芽生えが光の方向に向かうように成長した。

(1) キクの苗を育てていたが、いくつかの鉢の苗だけを毎日なでていたら、それらの鉢のキクは、他のものより成長しなかった。

- (2) ブドウ畑をもっているおじいさんが、ブドウの花を液につける作業をしていた。夏になり、実ったブドウをもらって食べたら種子がなかった。
- (3) アボカドを買ってきたらまだかたかったので、そのうち1つを成熟したリンゴと一緒にビニール袋に入れて密閉し、1日おいたらやわらかくなった。袋に入れなかったアボカドは、まだかたかった。
- (4) アサガオの種子をいくつかの鉢にまいて、子葉が開いたところで2鉢を1日暗所に置いた。その後、元の場所に戻して育てていたところ、これら2鉢の植物のみ、本葉が2枚ほど出てからすぐに花芽がついた。他の鉢では、これら2鉢よりかなり遅れて花芽がついた。
- (5) 庭からムラサキツユクサの葉を数枚切り取ってきて、そのうち1枚の葉の裏から表皮をはいでその表皮を顕微鏡で観察したところ、ほとんどの気孔が開いていた。しばらくしてから友達が来たので、気孔のようすを見せようと思い、そこに放置してあった別の葉の裏から表皮をはいで観察したところ、今度はほとんどの気孔が閉じていた。
- (6) イネなどの品種改良において、草丈を低くする(茎を短くする)ことは、植物が倒れるのを防ぐために重要だそうだ。日本人によって発見され精製された植物ホルモンが関係している草丈の低い品種があるらしい。

2 アフリカツメガエルの変態にともなう小腸の変化に関する次の文章を読んで、問1～問8に答えなさい。(配点25%)

オタマジャクシの小腸は長く、コイル状に腹部に巻き込まれているが、変態期に著しく短縮し、変態後は短い管になる。このとき、内部の構造も大きく変化する。変態前では、a 前方部の小腸内部に1つの隆起が走るが、後方部にはそのような隆起はなく、全体として比較的単純な管といえる(図1)。変態が進むと、腸ひだが形成される。また、幼生期の吸収 b 上皮(幼生型上皮)はしだいに消失し、成体型の吸収上皮に置き換わる。この現象には、ホルモンの働きが密接に関わるとされている。

小腸上皮の変化に対するホルモンの働きを調べるために、アフリカツメガエルの幼生期(隆起形成後)の小腸の一部を切り出し、培養液の中で26℃、10日間培養した。培養液として、(1)チロキシンを加えたもの、(2)ホルモンAを加えたもの、(3)チロキシンとホルモンAを加えたもの、そして(4)両方のホルモンを加えていないものを用いた(表1)。培養した小腸から切片をつくり、染色したのち、上皮の変化を調べた。その結果が表1に示されている。

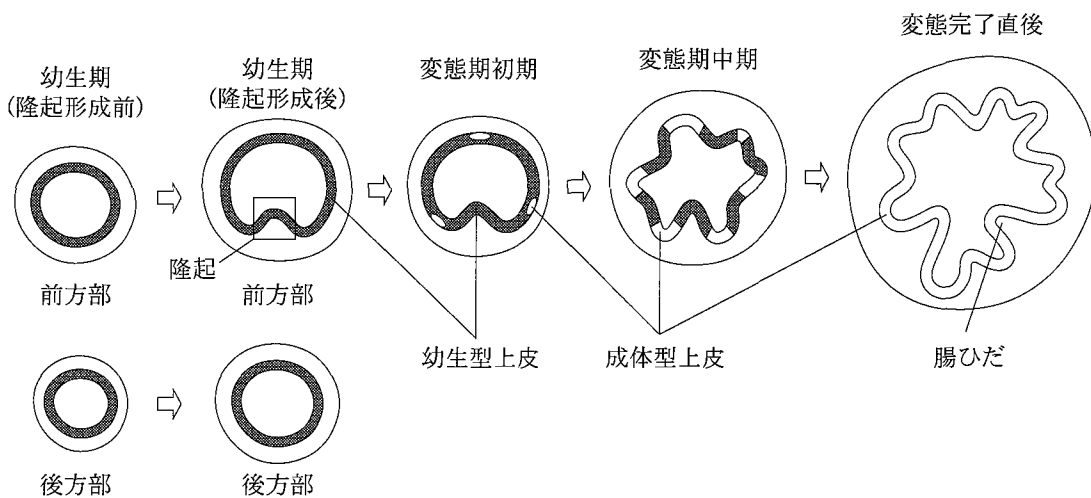


図1 発生の過程における小腸の変化(小腸の断面の模式図)

表1 変態にともなう小腸上皮の変化に対するホルモンの影響

培養液に加えたホルモン	実験例数	幼生型上皮が消失した例数	未熟な成体型上皮*が分化した例数	成熟した成体型上皮*が分化した例数
(1)チロキシン	12	12	12	0
(2)ホルモンA	7	0	0	0
(3)チロキシン+ホルモンA	13	13	1	12
(4)なし	11	0	0	0

*未熟な成体型上皮とは、吸収能力が未発達なものをいい、成熟した成体型上皮とは、吸収能力が十分発達したものをいう。

- 問 1 下線部 b の上皮とはどのような組織をいうか、その特徴を説明しなさい。
- 問 2 変態後の小腸の組織構成はネズミの小腸のそれと同様である。小腸に含まれる上皮組織以外の組織の名称をすべてあげ、それぞれの特徴を説明しなさい。
- 問 3 表 1 の(4)の培養液には、ホルモンを加えないが、ホルモンを溶かすのに用いたエタノールなどを、ホルモンを加えた場合と同じ液量、加えてある。その理由を説明しなさい。
- 問 4 実験結果から、チロキシンは変態にともなう小腸上皮の変化に対してどのような働きをもつと考えられるか答えなさい。
- 問 5 実験結果から、ホルモン A は変態にともなう小腸上皮の変化に対してどのような働きをもつと考えられるか答えなさい。
- 問 6 チロキシンはどの器官で産生されるか、その名称を答えなさい。また、チロキシンは、ヒトの体温調節において、どのような作用を示すか答えなさい。
- 問 7 下線部 a の幼生期の小腸前方部の隆起が、上皮に接する組織からの誘導作用により形成されることを証明するには、どのような実験を行えばよいか、予想される結果も含めて答えなさい。
- 問 8 幼生期の小腸の上皮細胞は、吸収能力をもつ分化した細胞で、変態の過程において死滅する。幼生期小腸の上皮細胞の核に、発生初期の細胞の核が示す全能性があることを証明するには、どのような実験を行えばよいか答えなさい。

3 植物の種子の形成と遺伝に関する問1～問3に答えなさい。(配点 25%)

問1 図1は、被子植物の胚珠を模式的に示したものである。図1を参考にして、胚のう母細胞が胚のうに発達するまでの過程を150字程度で説明しなさい。なお、この過程で生じる細胞や核の名称、およびそれらの個数を説明に入れること。

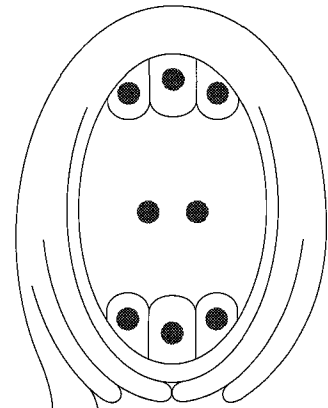


図1 被子植物の胚珠
(模式図)

問2 次の植物の主な食用部分はそれぞれ、(a)子葉、(b)胚乳(内乳)、(c)子房壁のどこに由来するか、a～cの記号で答えなさい。

- (ア) トウモロコシ
- (イ) モモ
- (ウ) ダイズ

問3 コメはデンプンの性質により、粘りの強いモチ性と粘りの弱いウルチ性に区別される。コメのウルチ性・モチ性を決める1組の対立遺伝子は M, m であるが、これとは別の対立遺伝子もウルチ性・モチ性を決めるのに関係している。イネの品種A, B, Cが純系であるとして、(1)～(5)の小問に答えなさい。

(1) 次の文章の , に適切な遺伝子型を記入しなさい。

モチ品種A(mm)の雌しべにウルチ品種B(MM)の花粉を受粉させると、受精した種子の胚の遺伝子型は であるが、胚乳の遺伝子型は であり、この種子はウルチ性になる。

(2) モチ品種には、^{もみ} 糊殻の先端部が着色する特徴をもつ品種が多い。この着色に関する遺伝子については、 T (着色)が t (非着色)に対して優性であり、遺伝子(M, m)と組換え価20%で連鎖する。ウルチ品種B($MMtt$)とモチ品種A($mmTT$)の交雑で得られた F_1 における配偶子の遺伝子型の分離比を求め、 ~ に記入しなさい。

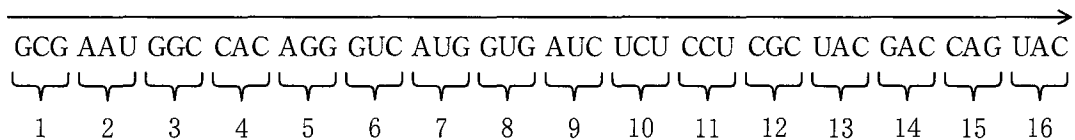
$$\begin{array}{cccc}
 MT & : & Mt & : & mT & : & mt \\
 \hline
 \text{③} & : & \text{④} & : & \text{⑤} & : & \text{⑥}
 \end{array}$$

(3) (2)の F_1 の自家受粉によって得られた F_2 の表現型の分離比を求め、 ~ に記入しなさい。

ウルチ性・着色 : ウルチ性・非着色 : モチ性・着色 : モチ性・非着色

$$\text{⑦} : \text{⑧} : \text{⑨} : \text{⑩}$$

- (4) モチ品種 C のウルチ性・モチ性に関わる遺伝子を調べるために、交雑実験を行った。品種 C の雌しべに、ウルチ品種 B の花粉を受粉させたところ、 F_1 はすべてウルチ性になり、 F_1 の自家受粉によって得られた F_2 では、3 : 1 の分離比でウルチ性とモチ性が生じた。また、モチ品種 C とモチ品種 A との交雑を行ったところ、 F_1 はすべてウルチ性になり、 F_2 ではウルチ性とモチ性が 9 : 7 の割合で生じた。品種 C がモチ性である理由を説明しなさい。
- (5) ウルチ品種 B の遺伝子 M から転写されてできる mRNA の塩基配列を調べたところ、その一部は下記のようなであった。矢印は翻訳の方向を、数字はアミノ酸を指定するコドンの番号を示す。



- 1 塩基の置換で終止コドン(UAA, UAG, UGA)が生じる可能性のあるコドンを見つけ、そのコドンの番号をすべて答えなさい。

4 ホタルの行動と生態に関する次の文章Ⅰ、Ⅱを読んで、問1～問8に答えなさい。

(配点 25%)

Ⅰ. ホタルには様々な種があり、発光パターンにより雌雄間で交信を行うことはよく知られている。光による交信を繰り返すことで雌を認識した雄が雌に近づき、交尾を行う。また、その交信手段を利用して相手を捕食する種もある。

北米のある地域に共存するホタル4種(種A～D)における発光パターンの観察結果を図1に示した。横軸は時間を示し、図中の黒い部分は発光したことを示す。発光パターンと行動の観察結果の一部を、(ア)～(オ)にまとめた。

- (ア) 種Aの雄は2秒間隔で短く発光し、種Aの雌は雄の2回目の発光の約1秒後に短く発光した。雌雄は、その交信を繰り返した。
- (イ) 種Bの雄は0.3秒程度発光し、それに反応して種Bの雌が0.5秒程度発光した。雌雄は、その交信を繰り返した。
- (ウ) 種Cは雌雄間で、発光間隔が異なっていた。
- (エ) 種Dの雌は、雄の発光に応じて同じ個体が複数のパターンで発光したが、種Dの雄が反応したのは1つのパターンのみだった。
- (オ) 種Dの雌は、種A、B、Cの雄を捕食していた。

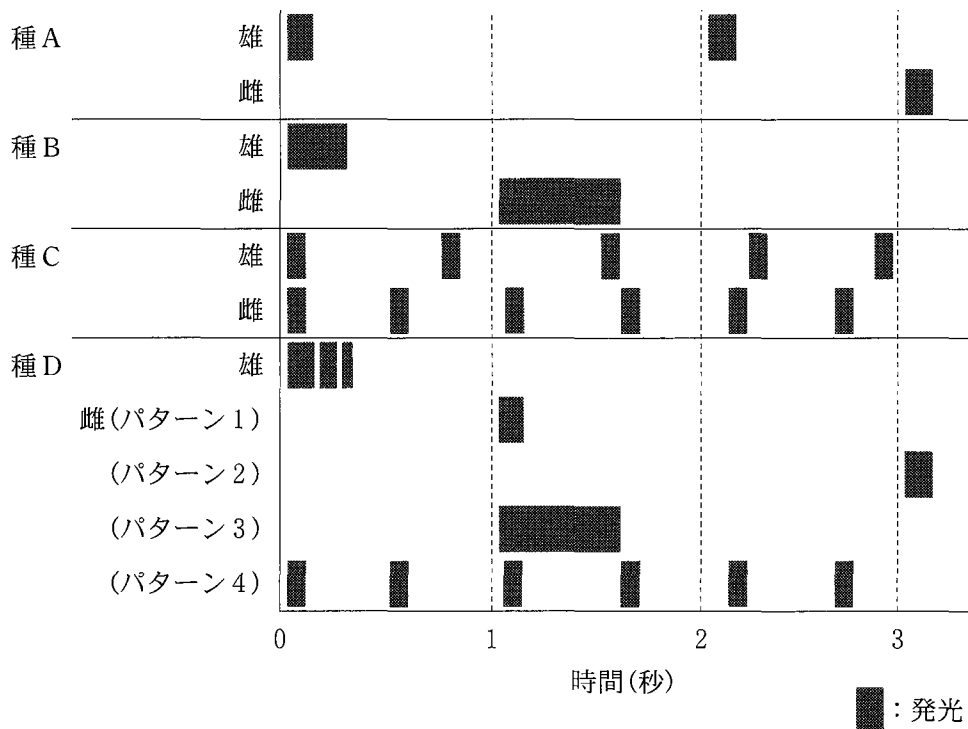


図1 ホタル4種の発光パターン

問1 種間で固有の発光パターンをもつことで、ホタルにはどのような利点があるか、30字程度で答えなさい。

問 2 種 D の雌がパターン 1 で発光したときの、種 A, B, C の雌雄と種 D の雄の反応の有無, さらにその反応に対して種 D の雌がどのように応答すると考えられるかを答えなさい。

問 3 種 D の雌がパターン 2 で発光したときの、種 A, B, C の雌雄と種 D の雄の反応の有無, さらにその反応に対して種 D の雌がどのように応答すると考えられるかを答えなさい。

II. a 日本の里山にもホタルが生息している。ゲンジボタルやヘイケボタルは、幼虫のとき水中生活をする水生種である。一方、ヒメボタルなどは、幼虫のときから林床などにすむ陸生種である。水生のホタルの幼虫はカワニナやモノアラガイを主な餌としている。陸生のホタルの幼虫はカタツムリやキセルガイを主な餌としている。カワニナは藻類を、カタツムリは植物を餌としている。

b ゲンジボタルは、以前と比べ減少しているといわれているが、 c ホタルやカワニナを放流し、観光資源として利用するところも多い。

問 4 下線部 a の水生種と陸生種のように、生活上の要求が似た近縁種が同じ空間内でそれぞれ異なる生活場所をもつことを何というか、またどのような利点があるか、50 字程度で答えなさい。

問 5 藻類—カワニナ—ホタルのように、被食と捕食の関係による一連の生物のつながりを何というか答えなさい。

問 6 カワニナの同化量と成長量を求める次の式の ~ に適切な語を記入しなさい。

$$\text{カワニナの同化量} = \text{カワニナの} \text{ } - \text{カワニナの} \text{ }$$

$$\text{カワニナの成長量} = \text{カワニナの} \text{ } -$$

$$(\text{カワニナの} \text{ } + \text{ホタルなどによる} \text{ })$$

問 7 下線部 b のホタルが減少している原因は環境の変化と関連が深い。ホタルがすめない環境になった原因について、具体例をあげなさい。

問 8 下線部 c のホタルやカワニナの放流には問題点も指摘されている。生態系に関わるその問題点について 50 字程度で説明しなさい。

問題訂正

記号 R 3

科目 理科(生物)

訂正箇所

8

ページ

4

文章 I の (イ)

(誤) (イ) …… 雌が 0.5 秒程度 ……

(正) (イ) …… 雌が 0.6 秒程度 ……