

1 植物の環境応答

①植物の環境応答

植物は、動物のように移動しないため、生育場所の環境に大きく影響を受けながら、成長や生殖を行う。植物の環境応答には、植物ホルモンや光受容体が関与する。

- (a) **植物ホルモン** 植物の形態形成や生理的狀態を調節する物質。植物の種類が異っても同じ作用を示す。
- (b) **光受容体** 特定の波長の光を吸収し、生物に一定の作用を及ぼす物質。
- (c) **光形態形成** 光刺激によって、植物の発生や分化の過程が調節される現象。
[例] 種子の発芽促進、茎の屈曲、花芽の形成など

2 植物の配偶子形成と発生

①植物の発生と成長

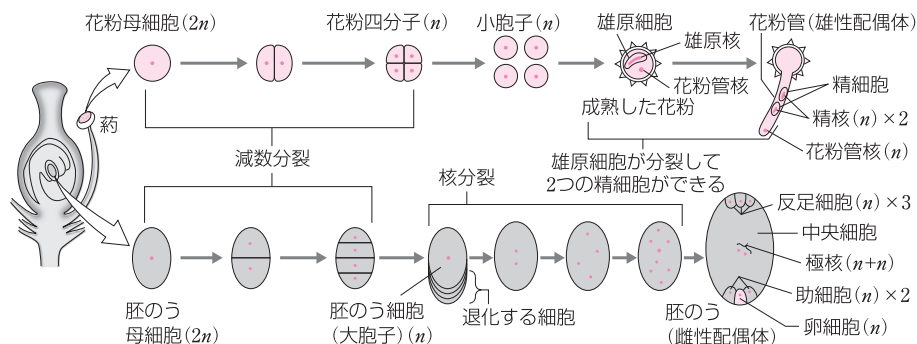
植物では、発芽後、一生を通じて分裂組織の細胞(幹細胞)が分裂をし続ける。

- (a) **栄養成長** 種子の発芽→新たな葉、芽、茎をつくって成長
- (b) **生殖成長** 茎頂の花芽への分化→開花・受粉→種子の形成

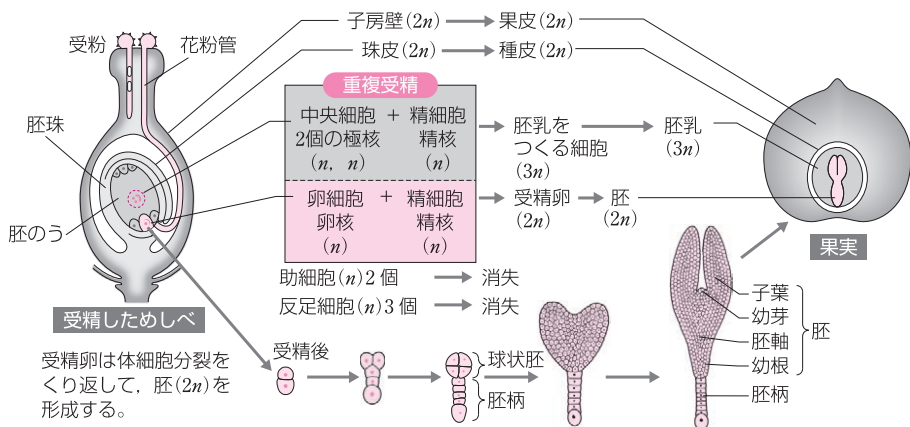
②被子植物の配偶子形成と胚発生

(a) 配偶子形成

- i) **雄性配偶子** 花粉母細胞($2n$)→花粉四分子($n \times 4$)→成熟した花粉(花粉管核(n) + 雄原細胞(n))
- ii) **雌性配偶子** 胚のう母細胞($2n$)→胚のう細胞(n)→胚のう(卵細胞(n) + 助細胞($n \times 2$) + 中央細胞(極核, $n + n$) + 反足細胞($n \times 3$))



- (b) **受精と胚発生** 被子植物では、卵細胞(n)と精細胞(n)が合体すると同時に、中央細胞($n + n$)と精細胞(n)が合体する。この現象を**重複受精**という。重複受精の後はいずれも、胚($2n$)と胚乳($3n$)になる。



◀ 被子植物の重複受精と胚の発生 ▶

- (c) **花粉管誘引物質** 胚のう内の助細胞は、ルアーと呼ばれるタンパク質を放出して花粉管を誘引する。
- (d) **種子の形成** 種子は胚珠が成長したもので、被子植物では子房が成長してきた果実の中に形成される。種子は一時休眠した後で発芽し、胚は成長して植物体になる。
- 有胚乳種子 胚乳が発達し、発生に必要な栄養分を胚乳に貯える。
 [例] カキ、イネ、ムギ、トウモロコシなど
 - 無胚乳種子 胚乳が発達せず、発生に必要な栄養分を子葉に貯える。
 [例] マメ科(ソラマメ、エンドウ、ダイズ)、アブラナ科(アブラナ、ダイコン)
 ブナ科(クリ、シイ、カシ)など

③ 裸子植物の生殖

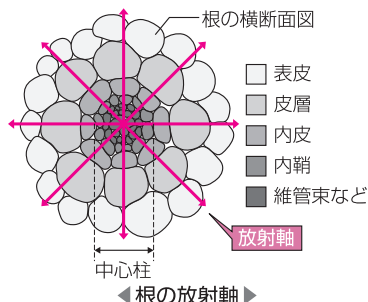
花粉管内の精細胞(イチョウ、ソテツでは精子)と胚のう内の卵細胞が受精して胚 ($2n$) になる。胚乳の核は受精しないため、 n のままである(重複受精はみられない)。

参考 被子植物の体制と形態形成

被子植物の体制 植物体は、根系とシュート(茎と葉)に分けられる。根系は植物体を支え、無機イオンや水を吸収する。茎は、主たる光合成の場である葉の位置を決定づける支柱として働く。

植物の体軸 植物の体軸には、茎や根の頂端と基部を結ぶ頂端-基部軸(主軸)、茎や根の中心から外側に向かう放射軸、葉の表側と裏側を結ぶ向背軸の3つがある。頂端-基部軸は、胚発生の早い時期にオーキシンの濃度勾配に従って決まると考えられている。

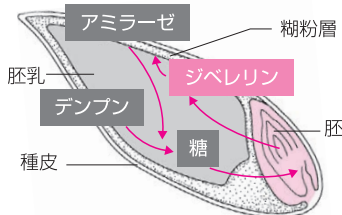
根の放射軸 放射軸は胚の発生段階でほぼ決定する。シロイヌナズナの根では、横断面で各組織の細胞が放射軸に沿って層状に存在する。



3 種子の発芽

①種子の休眠と発芽

- (a) **アブシシン酸** 胚の成長を停止させ、貯蔵物質を蓄積させたり、乾燥耐性を獲得させたりして、種子の休眠を維持する。
- (b) **ジベレリン** アブシシン酸の働きを抑制して休眠を打破させ、発芽を促進する。
- (c) **オオムギの種子発芽のしくみ**
- (1) 水・温度などの条件が発芽に適するようになると、胚でジベレリンが合成される。
 - (2) ジベレリンは糊粉層の細胞に作用し、アミラーゼ遺伝子の発現を誘導する。
 - (3) 生成されたアミラーゼによって、胚乳のデンプンが分解されて、糖が生じる。
 - (4) 糖は胚に吸収され、胚の細胞の浸透圧が高まり吸水が促進される。また、呼吸も促進される。
 - (5) 胚は成長を再開し、発芽がはじまる。



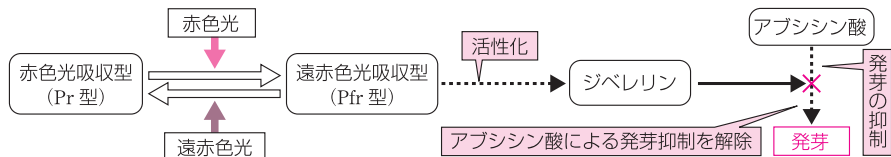
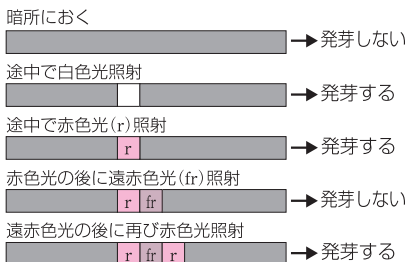
◀オオムギの発芽▶

②光発芽種子と暗発芽種子

- (a) **光発芽種子** 発芽に光を必要とする種子(例：レタス、タバコ、マツヨイグサ)
- (b) **暗発芽種子** 暗所で発芽する種子(例：カボチャ、ケイトウ、トマト)

③光発芽種子の発芽における光の影響

- (a) **光発芽種子と光** 光発芽種子の発芽に有効な光は、赤色光(660nm)であり、赤色光を照射した直後に遠赤色光(730nm)を照射すると発芽しなくなる。赤色光と遠赤色光を交互に照射すると、最後に照射した光の種類によって発芽するか、しないかが決定される。
- (b) **フィトクロム** 赤色光と遠赤色光を吸収する色素タンパク質。光発芽種子の発芽や花芽形成に関与。赤色光と遠赤色光の吸収によって、2つの型が可逆的に変化する。
- (c) **光発芽種子の発芽のしくみ** 赤色光の照射によって種子内に生じた Pfr 型フィトクロムは、胚内の細胞でジベレリンの合成を促進する。このジベレリンがアブシシン酸による発芽抑制を解除し、発芽がはじまる。



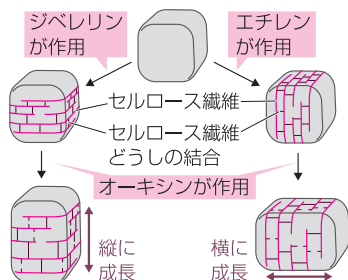
- (d) **光発芽種子の発芽環境** 葉を通過した太陽光は、赤色光の多くが吸収され遠赤色光の割合が高い。そのため、林冠が閉鎖した森林の林床では光発芽種子は発芽しない。

4 植物ホルモンと環境応答

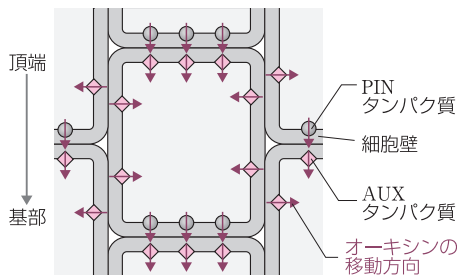
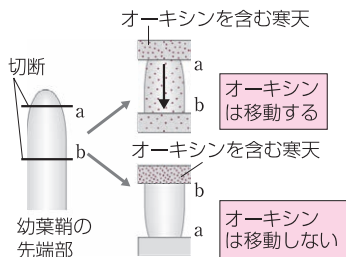
①植物の成長とオーキシン

(a) **オーキシン** 植物細胞の成長を促進し、屈性などに関与する植物ホルモン。植物が合成するのはインドール酢酸(IAA)という物質である。人工的に合成されたナフタレン酢酸(NAA)なども含めてオーキシンと呼ばれる。

i) **酸成長説** オーキシンは、細胞壁のセルロース繊維間の結合を緩めるタンパク質(酸性で働く)の合成を促進する。さらに、細胞壁への水素イオンの放出を促進して、細胞壁に含まれる液を酸性化する。その結果、セルロース間の結合が緩み、細胞は吸水によって成長する。このしくみは**酸成長説**と呼ばれる。また、ジベレリンには、セルロース繊維を頂端—基部軸に直交する横方向に合成する働きがある。ジベレリンが作用すると、細胞の横方向への拡がりが増えられ、その結果、細胞が縦方向に成長する。一方、エチレンが作用すると、セルロース繊維は縦方向に合成され、細胞が横方向に成長する。



ii) **極性移動** オーキシンの細胞内への取り込みは、**AUX タンパク質**の働きと拡散によって、細胞外への排出は**PIN タンパク質**の働きによって起こる。オーキシンは、幼葉鞘や茎の先端部から基部に向かって移動するが、逆方向の基部から先端へは移動しない。これは、オーキシンを排出させる PIN タンパク質が、基部側の細胞膜に局在することで起こる。

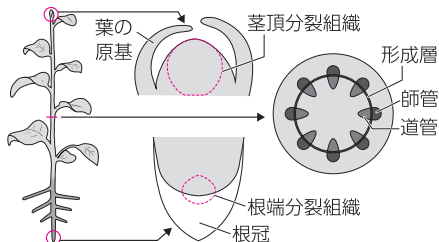


◀オーキシンの極性移動▶

◀タンパク質を介したオーキシンの移動▶

参考 被子植物の分裂組織

植物は、幹細胞が集まった、細胞分裂を盛んに行う分裂組織をもち、この分裂組織が一生涯を通じて細胞分裂を行い、新たな茎や根、葉などをつくり成長する。分裂組織には、伸長成長に関わる茎頂分裂組織や根端分裂組織、維管束にあって肥大成長に関わる形成層などがある。



②屈性と傾性

(a) **屈性** 植物が、刺激に対して一定の方向に屈曲する性質。細胞の不均等な成長によって起こる成長運動である。刺激源の方向に屈曲する正の屈性と、刺激源の反対方向に屈曲する負の屈性とがある。

(b) **傾性** 植物が、刺激の方向とは無関係に一定の方向に屈曲する性質。

◀さまざまな屈性▶

刺激	屈性	例
光	光屈性	茎(+), 根(-)
重力	重力屈性	茎(-), 根(+)
水分	水分屈性	根(+)
化学物質	化学屈性	花粉管(+)
接触	接触屈性	巻きひげ(+)

+…正の屈性 -…負の屈性

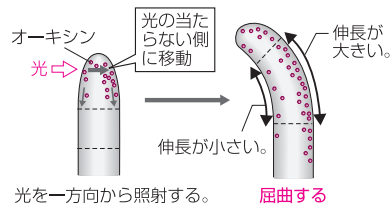
◀さまざまな傾性▶

刺激	傾性	例
温度	温度傾性	チューリップの花は、気温が高くなると開く。
光	光傾性	タンポポの花は、日が昇ると開く。
接触	接触傾性	オジギソウの葉は、触れると閉じて下垂する。

③光屈性

(a) 光屈性のしくみ

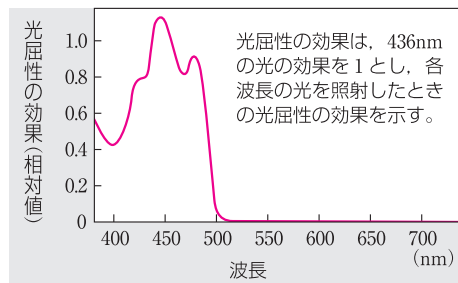
- (1) 茎の先端部で合成されたオーキシンは、下降して下部の細胞の伸長成長を促進する。
- (2) 茎の先端部に光が当たると、オーキシンは光の当たらない側を下降する。
- (3) 光の当たる側と当たらない側とで、細胞に成長の差が生じ、茎が屈曲する。



◀光屈性のしくみ▶

(b) 光受容体

i) **フィトクロピン** 青色光(波長約450nm)を吸収する色素タンパク質。光屈性に有効な光は青色光であることから、光屈性の光受容体はフィトクロピンであることがわかる。他にも、気孔の開口や葉緑体の定位運動に関与する。

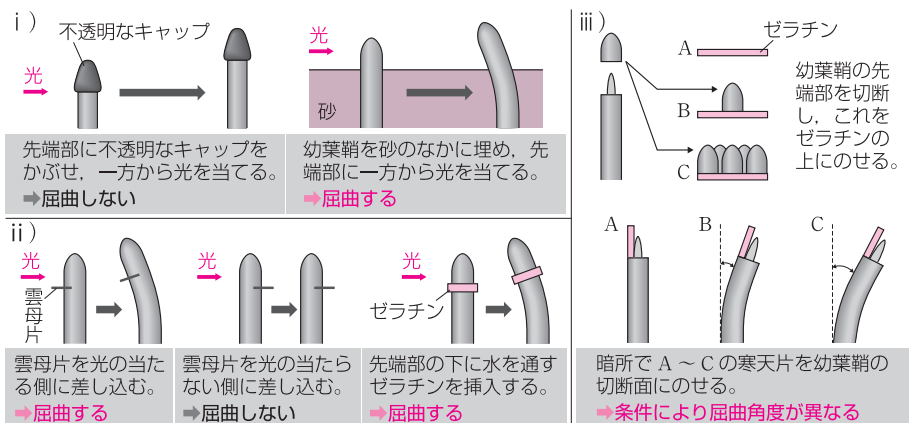


ii) **クリプトクロム** 青色光を吸収する色素タンパク質。茎の伸長成長の抑制に関与する。

◀フィトクロピンの作用スペクトル▶

(c) 光屈性に関する研究

- ダーウィン父子の研究** 幼葉鞘の先端部が光を受容すると、それより下の部分で屈曲が起こることが明らかになった。
- ボーイセン イェンセンの研究** 幼葉鞘の先端部で生成された成長を促進する水溶性の物質が、光の当たらない側を下降することで、光の当たる側と当たらない側とで成長速度に差が生じることが示唆された。
- ウェントの実験** 寒天片に拡散した成長を促進する物質の濃度差によって、屈曲の角度に違いがみられることが明らかになった。

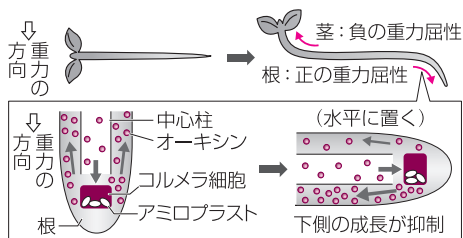


4 重力屈性

(a) 重力屈性とオーキシンの(芽ばえを水平に置いた場合)

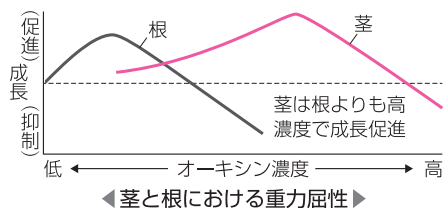
i) 根における正の重力屈性

- (1) 根冠のコルメラ細胞内のアミロプラストが細胞の重力方向(地表側)に沈降。
- (2) PIN タンパク質が下側の細胞膜に再配置。
- (3) オーキシンの根の下側に輸送され、下側の細胞の成長が抑制。



ii) 茎における負の重力屈性

- (1) 内皮細胞内のアミロプラストが細胞の重力方向(地表側)に沈降。
- (2) オーキシンの茎の下側に輸送され、下側の細胞の成長が促進。

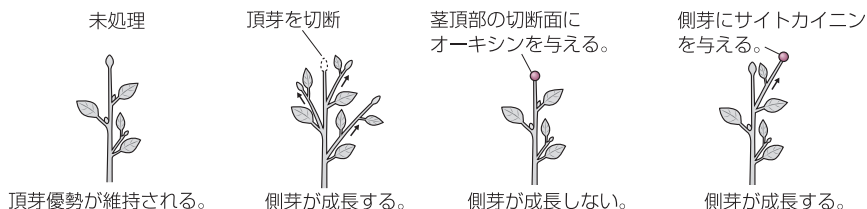


参考 頂芽優勢

頂芽が成長しているときは、側芽の成長が抑制される現象。頂芽優勢には、オーキシンとサイトカイニンが関与している。

サイトカイニン 側芽の成長を促進。

オーキシン 頂芽で合成され、側芽付近まで下降しサイトカイニンの合成を抑制。

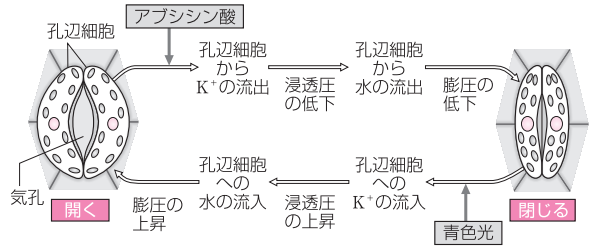


⑤気孔の開閉

(a) 気孔の開閉のしくみ

気孔の開閉は、孔辺細胞が光や二酸化炭素、周囲の水分量などに応答することで調節されている。

(1) 植物が乾燥状態におかれると、葉でアブシシン酸が合成される。



◀気孔の開閉のしくみ▶

- (2) アブシシン酸の作用で、孔辺細胞において K^+ チャネルが開き、細胞外へ K^+ が大量に流出する。
- (3) 孔辺細胞の浸透圧が低下し、水が流出することで膨圧が低下して気孔が閉じる。
- (4) フォトリポピンが青色光を受容すると、孔辺細胞への K^+ の流入が促進される。
- (5) 孔辺細胞の浸透圧が上昇し、水が流入することで膨圧が上昇して気孔が開く。

5 花芽形成

①花芽形成と光

(a) **光周性** 昼の長さ(明期)と夜の長さ(暗期)の影響を受けて生物が反応する性質。

【例】 植物の花芽形成、魚類・鳥類の繁殖活動、昆虫の休眠

(b) **限界暗期** 植物の花芽形成は、明期の長さではなく、一定の連続した暗期の長さの影響を受ける。花芽形成が起こりはじめる連続した暗期の長さを限界暗期という。

← 限界暗期 →		長日植物	短日植物
明期	暗期	花芽形成する	花芽形成しない
		花芽形成しない	花芽形成する
		花芽形成する	花芽形成しない
		花芽形成しない	花芽形成する

(c) **光中断** 一時的な光照射のうち、照射しない場合と逆の光周性反応がみられる場合の光処理。

一時的な光照射 (有効な光は赤色光)

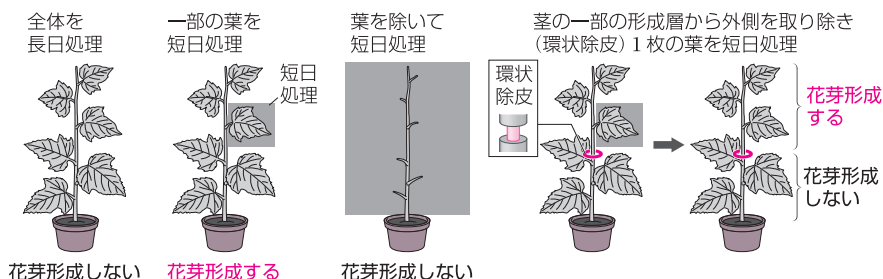
◀光条件と花芽の形成▶

長日植物	連続した暗期の長さが限界暗期より短くなると、花芽を形成する。春から初夏に咲く植物が多い。	アブラナ、アヤメ、コムギ、ホウレンソウ
短日植物	連続した暗期の長さが限界暗期より長くなると、花芽を形成する。夏から秋に咲く植物が多い。	アサガオ、イネ、オナモミ、キク
中性植物	明期や暗期の長さの影響を受けることなく、花芽を形成する。	エンドウ、トマト、トウモロコシ

②花芽形成のしくみとフロリゲンの働き

(a) **フロリゲン** 花芽形成を促進する物質。シロイヌナズナでは FT タンパク質が、イネでは Hd3a タンパク質が、それぞれフロリゲンとして働く。フロリゲンはすべての植物で共通の物質ではないが、植物ホルモンとして扱う立場もある。

- (b) **花芽形成のしくみ** 葉で適当な日長が感知されると、フロリゲンが合成され、茎の篩管を通して茎頂分裂組織に移動することで花芽形成が促進される。



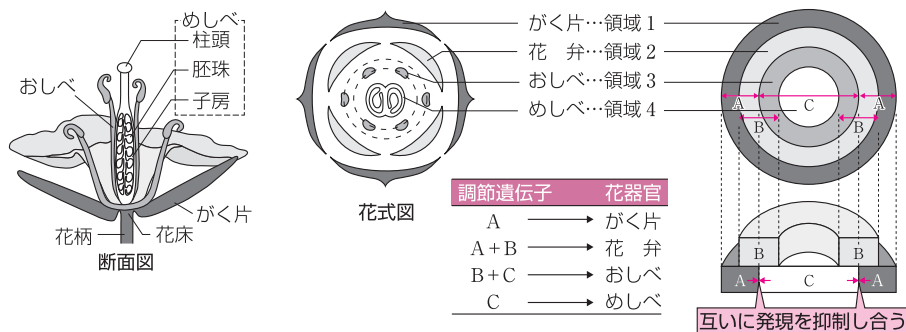
◀花芽形成の実験(オナモミ)▶

③春化

- (a) **春化** 一定期間の低温によって、花芽形成が誘導される現象。秋まきコムギでは、花芽形成に関与する遺伝子の発現を抑制している遺伝子が、冬の低温にさらされることで発現なくなり、花芽の形成が誘導される。
- (b) **春化处理** 人為的に低温にさらして花芽形成を促進する処理。

④花の形成と遺伝子による制御

- (a) **花の形成とABCモデル** 花の形成には、3つのクラス(A, B, C)に分けられる調節遺伝子が働く。これらの遺伝子はホメオティック遺伝子であり、花の形成に必要な他の遺伝子の働きを制御している。こうした花の形成のしくみを **ABCモデル**という。



※AとCは互いの働きを抑制しあっており、Aが発現しないときはCが発現し、Cが発現しないときはAが発現する。

◀花の構造とABCモデル(シロイヌナズナ)▶

- (b) **ABCモデルとホメオティック突然変異体** A～C各クラス遺伝子の突然変異により、ホメオティック突然変異体を生じる。

- ・Aクラス遺伝子の異常 → がく片と花弁ができない。
- ・Bクラス遺伝子の異常 → 花弁とおしべができない。
- ・Cクラス遺伝子の異常 → おしべとめしべができない。
- ・全クラス遺伝子の異常 → がく片、花弁、おしべ、めしべができず、葉になる。

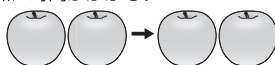
6 果実の成長と成熟，落葉・落果

①果実の成長と成熟

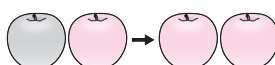
子房や花床が発達したものは一般的に果実と呼ばれ，植物ホルモンによって成熟する。

- (a) **オーキシシン** イチゴの花床(食用となる部分)の成長を促進する。
- (b) **エチレン** バナナやリンゴの果実の成熟を促進する。
- (c) **ジベレリン** ブドウの子房の発達を促進する。この作用は，種子なしブドウの生産に利用されている。

未成熟のリンゴのみ
成熟に時間がかかる。



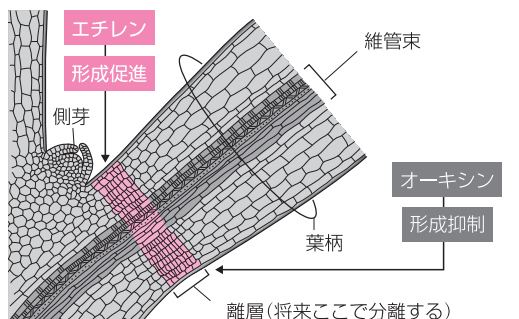
未成熟のリンゴと成熟したリンゴ
成熟したリンゴから放出されるエチレンによって未成熟のリンゴも短期間で成熟する。



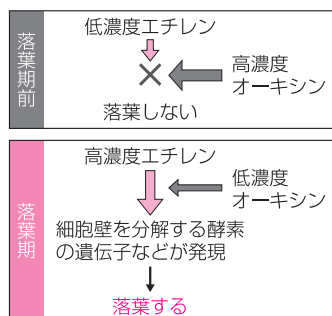
◀エチレンによるリンゴの成熟▶

②落葉・落果

落葉・落果は，葉柄や果柄の基部に形成される離層という特殊な細胞層の細胞壁が，酵素によって分解されることで起こる。落葉・落果期に，オーキシシン濃度が低く，エチレン濃度が高くなることで，細胞壁を分解する酵素の遺伝子が発現するようになる。



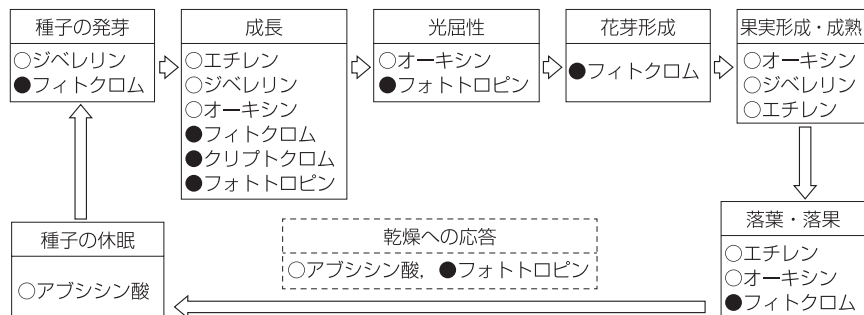
◀落葉のしくみ▶



整理

植物の一生と植物ホルモン・光受容体

○：植物ホルモン ●：光受容体



☐ 1 植物の光受容体には、A. フィトクロム、B. クリプトクロム、C. フォトリドピンがある。次の(1)~(4)の文はA~Cのどれについて述べたものか、記号で答えよ。

- (1) 青色光を受容し、光屈性における光受容体として働く。
- (2) 赤色光吸収型と遠赤色光吸収型とが、光照射によって可逆的に変化する。
- (3) 青色光を受容し、茎の伸長成長の抑制に関与する。
- (4) 光発芽種子の発芽促進に関与する。

☐ 2 次の文中の()に適切な語を答えよ。

被子植物の重複受精の過程では、1個の胚のうちで、1個の(ア)が(イ)と合体するとともに、2個の極核をもつ(ウ)も(イ)と合体する。前者からは胚ができるが、後者からは(エ)がつくられる。(エ)の核相は(オ)である。

☐ 3 光発芽種子の発芽のしくみを説明した次の文章を読み、下の各問いに答えよ。

光発芽種子に(ア)を照射すると、(イ)はPfr型に変化する。Pfr型は、胚で(ウ)の合成を促進する。(ウ)は、(エ)による発芽抑制を解除する。

- (1) 文中の()内に適する語を答えよ。
- (2) 光発芽種子をもつ植物の例として適当なものを、次の①~⑤のなかから2つ選べ。

① マツヨイグサ ② キュウリ ③ トマト ④ ケイトウ ⑤ レタス

☐ 4 次の文中の()に適切な語を記入せよ。

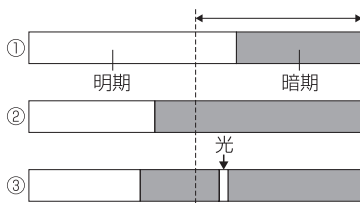
ある植物の幼葉鞘に一方向から光を当てると、光の(ア)側に向かって屈曲する。このような性質を(イ)という。この現象は、(ウ)という植物ホルモンによって、茎の細胞の成長が(エ)されることによって起こる。

☐ 5 次の文中の()に適切な語を記入せよ。

気孔の開閉は、(ア)細胞が光などに応答することで調節されている。(ア)細胞に(イ)色光が当たると、(ア)細胞の浸透圧が(ウ)し、吸水が(エ)される。その結果、(ア)細胞の膨圧が(オ)し、気孔が開く。

☐ 6 短日植物について、次の各問いに答えよ。図の

←→は限界暗期(12時間とする)を示す。



(1) 図の①~③で、花芽を形成する条件はどれか。

(2) 次のうち短日植物はどれか。記号で答えよ。

ア. トマト イ. オナモミ ウ. アヤメ
エ. ダイコン オ. キク カ. コムギ

(3) 花芽の形成を促す物質の名称を答えよ。

Answer

1(1)C (2)A (3)B (4)A 2ア…卵細胞 イ…精細胞 ウ…中央細胞 エ…胚乳 オ…3n

3(1)ア…赤色光 イ…フィトクロム ウ…ジベレリン エ…アブシシン酸 (2)①, ⑤ 4ア…当たる
イ…光屈性 ウ…オーキシン エ…促進 5ア…孔道 イ…青 ウ…上昇 エ…促進 オ…上昇

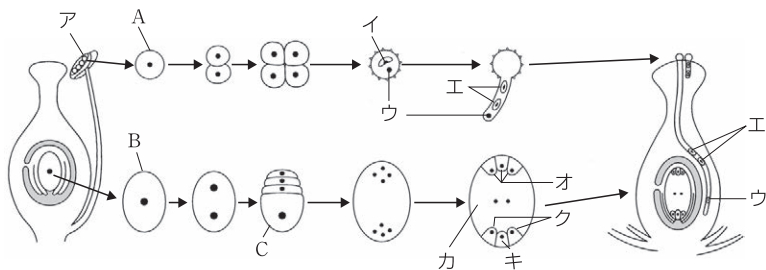
6(1)② (2)イ, オ (3)フロリゲン



基本例題59 植物の配偶子形成と受精

→基本問題 283

次の被子植物の生殖細胞の形成と受精の図を見て、以下の各問いに答えよ。



- 図中のA～Cの細胞およびア～クの名称を答えよ。
- 重複受精において、合体する細胞、または核の組み合わせを、図中のイ～クの記号を用いて答えよ。

考え方 (1)被子植物では、1個の花粉母細胞が花粉四分子となり、1個の胚のう母細胞から1個の胚のう細胞と、後に退化する3個の細胞ができる。この過程で減数分裂が起こる。花粉内には、雄原細胞と花粉管核が形成され、雄原細胞は分裂して2個の精細胞になる。

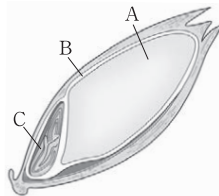
解答 (1)A…花粉母細胞 B…胚のう母細胞 C…胚のう細胞 ア…薬 イ…雄原細胞 ウ…花粉管核 エ…精細胞 オ…反足細胞 カ…中央細胞 キ…卵細胞 ク…助細胞
(2)エとカ、エとキ

基本例題60 発芽のしくみ

→基本問題 286

次の①～④は、オオムギの種子の発芽のしくみを説明したものであり、下図はオオムギの種子を模式的に示したものである。これに関して、以下の各問いに答えよ。

- 水分・温度などが発芽に適した条件になると、^(a)胚で(ア)という植物ホルモンが合成される。
 - (ア)は^(b)糊粉層の細胞に作用し、(イ)遺伝子の発現を誘導する。
 - (イ)は^(c)胚乳に分泌されて、(ウ)を糖に分解する。
 - 糖は胚に吸収され、胚の細胞の浸透圧が高まり吸水が促進される。また、呼吸も促進される。その結果、胚は成長を再開し、発芽がはじまる。
- (1)文中の(ア)～(ウ)に適する語を答えよ。
(2)下線部(a)～(c)は右図のA～Cのどこに相当するか。それぞれ記号で答えよ。



考え方 (1)オオムギの種子を発芽に適した環境におくと、ジベレリン(種子の休眠を打破する働きをもつ植物ホルモン)が胚で合成される。ジベレリンは糊粉層に働きかけ、アミラーゼを分泌させる。

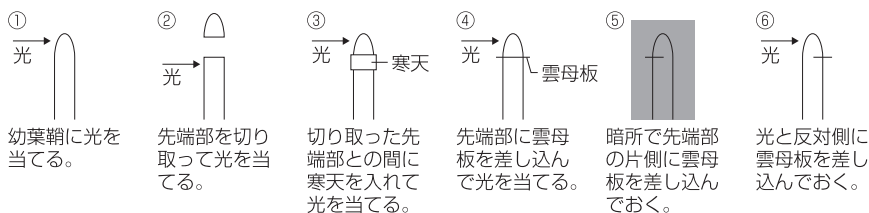
解答 (1)A…ジベレリン イ…アミラーゼ ウ…デンプン
(2)(a)…C (b)…B (c)…A



基本例題61 光屈性

→基本問題 288

次の図は、マカラスムギの幼葉鞘を用いて植物の成長を調べた実験を表したものである。これについて、以下の各問に答えよ。



- (1) 植物が光に対して一定の方向に屈曲する性質を何というか。
- (2) (1)の性質に関わる植物ホルモンの名称を答えよ。
- (3) 図の実験①～⑥のうち、図の左方向に屈曲するものをすべて選べ。

考え方 (3)オーキシンは幼葉鞘の先端部で合成され、茎を下降する。また、水溶性で、寒天は透過できるが雲母板は透過できない。⑤では光の影響を受けないが、オーキシンは図の右側のみを下降するので左右で成長速度に差が生じ、左に屈曲する。⑥では、オーキシンは図の右側に移動するが下降できないため、左右で成長速度に差は生じない。

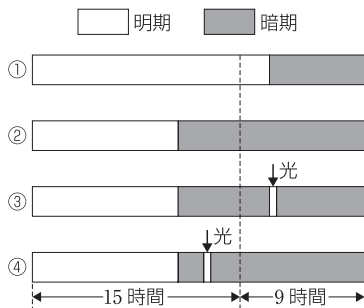
解答
(1)光屈性
(2)オーキシン
(3)①, ③, ⑤

基本例題62 日長条件と花芽形成

→基本問題 293

下図は、1日のうちの明期と暗期の長さをさまざまに変え、限界暗期が9時間の短日植物の花芽形成を調べたものである。これらについて、次の各問に答えよ。

- (1) ①～④の明暗周期で栽培するとき、花芽が形成されるものをすべて選べ。
- (2) 花芽形成を促進する物質名と、それがつくられる器官名をそれぞれ答えよ。
- (3) 花芽形成などの反応が、明期・暗期の時間に影響を受ける性質を何というか。
- (4) 花芽形成に関わる光受容体を答えよ。また、下のア～ウのうち、暗期の途中で照射した場合に花芽形成に影響を与える可能性があるものはどれか。
ア. 青色光 イ. 緑色光 ウ. 赤色光



考え方 (1)短日植物は、限界暗期以上の連続した暗期で花芽を形成する。短時間の光照射により、連続した暗期が限界暗期よりも短くなると、花芽は形成されない。(2)花芽形成に関わるフロリゲンは葉で合成され、師管を通して茎頂に輸送される。(4)花芽形成に関わる光受容体はフィトクロムである。フィトクロムは赤色光や遠赤色光を受容する。

解答
(1)②, ④
(2)フロリゲン, 葉
(3)光周性
(4)フィトクロム, ウ

基 本 | 問 題

思考

□ 283. 被子植物の配偶子形成 ● 配偶子形成に関する次の文章を読み、次の各問いに答えよ。

【おしべの葯】 葯に存在する(1)が減数分裂をすることで(2)が形成される。

(2)が成熟して花粉になる過程で細胞分裂が1回行われるため、最終的に、花粉は(3)と(4)の2個の細胞から構成されるようになる。(3)は受粉の後にさらに分裂して2つの精細胞になる。

【めしべの胚珠】 胚珠に存在する(5)が減数分裂により4つの細胞となり、そのうち1つが(6)になる。(6)は3回の核分裂を行い8個の核を生じる。これらのうち、1個は(7)の、2個は(8)の、3個は(9)の、残りの2個は胚のうの中央にある中央細胞の極核と呼ばれる核となる。このようにして胚のうが形成される。

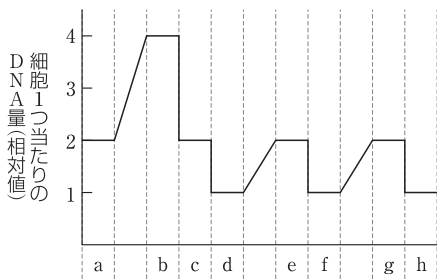
問1. 文中の()に適する語を答えよ。

問2. (5)から卵細胞ができるまでに、何回の核分裂が行われるか。

問3. (3)および(5)の核相をそれぞれ答えよ。

問4. 右図は(1)から精細胞が形成される過程における、細胞1つ当たりのDNA量の変化を示している。図中のa~hのうち、(3)の細胞に該当するものをすべて選び、記号で答えよ。

問5. 2つの精細胞の一方は卵細胞と、もう一方は中央細胞と合体する。このような受精様式を何というか。



知識

□ 284. 被子植物の種子形成と胚発生 ● 次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

被子植物の種子形成の過程では、受精卵が分裂をくり返して(1)となり、胚乳細胞が(2)となる。(1)の形成過程では、先端の細胞が分裂を続けて球状となった(3)と、基部の細胞からなる(4)が生じる。(4)はやがて退化し消失するが、(3)の部分はさらに分裂をくり返し、さまざまな組織に分化していく。

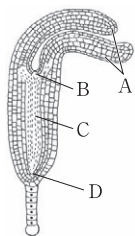
問1. 文中の()に適する語を答えよ。

問2. 右図は、ナズナの(1)を模式的に表したものである。図中のA~Dの部分の名称を答えよ。

問3. ナズナなどの種子では(2)が退化しており、栄養分を(2)以外の部分に貯えている。このような特徴をもつ種子を何というか。また、栄養分はA~Dのどの部分に蓄えられるか答えよ。

問4. 問3で答えた種子をつくる植物を、下のア~オのなかから2つ選び、記号で答えよ。

ア. カキ イ. アブラナ ウ. イネ エ. ムギ オ. エンドウ



285. 植物の環境応答と光受容体

植物は生育場所の環境に応じて、成長や生殖を行う。そのため、植物は、環境からの情報を受容し、その刺激に応答するしくみを有している。たとえば、^(a)特定の光刺激を受容すると、^(b)種子を発芽させたり、植物体の形態を変化させたりすることがある。

問1. 下線部(a)について、光受容体について述べた次の①～⑤のうち、正しいものをすべて選び、番号で答えよ。

- ① クリプトクロムは、茎の成長抑制に関与する光受容体である。
- ② フォトリロピンは、花芽形成や光発芽種子の発芽に関与する光受容体である。
- ③ フィトクロムは、気孔の開口や葉緑体の定位運動に関わる光受容体である。
- ④ クリプトクロムとフォトリロピンは緑色光を受容する。
- ⑤ フィトクロムは赤色光と遠赤色光を受容する。

問2. 下線部(b)について、植物の特定の部位で合成され、植物の形態形成や生理的状态を調節する物質のことを何と呼ぶか。

286. 発芽と光条件

まず、種子を暗所で1.5時間吸水させた。その後、次の処理(a)～(e)をそれぞれ行い、48時間後に発芽した種子の割合(発芽率)を調べた。なお、処理はすべて25℃で行った。

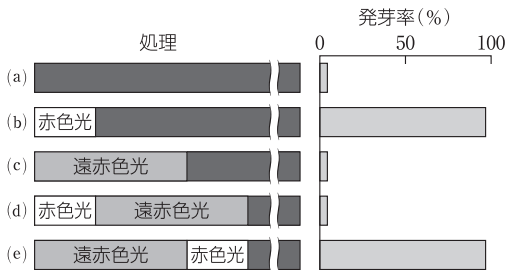
処理(a) 暗所に置く。

処理(b) 赤色光を2分間照射した後、暗所に置く。

処理(c) 遠赤色光を5分間照射した後、暗所に置く。

処理(d) 赤色光を2分間照射した後、さらに遠赤色光を5分間照射し、暗所に置く。

処理(e) 遠赤色光を5分間照射した後、さらに赤色光を2分間照射し、暗所に置く。



問1. この実験で用いた植物の種子のような性質をもつ種子を何というか答えよ。

問2. 問1の種子を形成する植物を1種答えよ。

問3. この種子の発芽に影響を与える光受容体の名称を答えよ。また、発芽を促進する働きをもつ植物ホルモンの名称を答えよ。

問4. この植物の種子が、森林内に散布されたとする。この場合の森林内での発芽について説明した次の文中の{ }のなかから、適当な語をそれぞれ選び番号で答えよ。

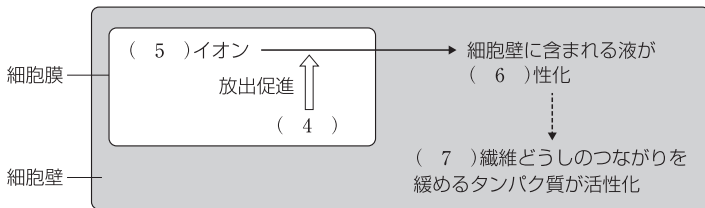
森林内においては、植物の葉を透過した太陽光は、赤色光を含む大部分が葉に吸収されるため、遠赤色光の割合が、①高く、②低くなる。したがって、この種子が森林内の林床のような環境にあれば、③赤色光吸収型、④遠赤色光吸収型の光受容体の割合が大きくなり、発芽が⑤促進、⑥抑制される。

知識

287. 植物細胞の成長 ●植物細胞の成長のしくみについて述べた次の文章中の()に適する語を答えよ。

植物の成長は、細胞分裂による細胞の(1)の増加と、個々の細胞の(2)の増加、すなわち細胞の成長によって起こる。植物細胞の成長は、主に細胞外から吸収された水が細胞内の(3)に取り込まれ、(3)が大きくなることで起こる。この現象には、植物ホルモンの一種である(4)が関与している。

(4)は、細胞内から細胞壁側への(5)イオンの放出を促進する。その結果、細胞壁に含まれる液が(6)性化する。これによって、細胞壁に存在する(7)繊維どうしのつながりを緩めるタンパク質が活性化され、細胞壁がやわらかくなる。その結果、細胞膜が細胞壁を押し広げようとする力、すなわち(8)に抵抗する力が弱まり、細胞が吸水することで、細胞が成長する。



知識

288. 光に対する応答 ●光屈性に関する次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

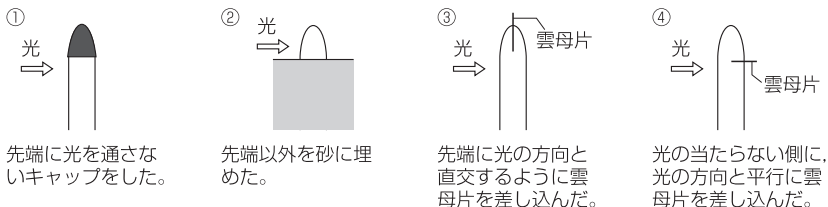
植物は、光や接触などの刺激を受けると、刺激の方向に対して一定の方向に屈曲することがある。たとえば、マカラスムギの幼葉鞘に光を当てると、光が当たる側へ屈曲しながら伸長する。この性質は、正の(1)と呼ばれる。(1)には、(2)という光受容体と、(3)という植物ホルモンが関与する。

問1. 文中の()に適する語を答えよ。

問2. 次の①～④のなかから正しいものをすべて選び、番号で答えなさい。

- ① 植物の根が重力の方向に屈曲するのは、負の重力屈性を示しているといえる。
- ② アサガオの巻きひげが支柱に巻き付くのは、正の接触屈性を示しているといえる。
- ③ 花粉管は特定の化学物質に誘引されて伸長するため、正の化学屈性を示すといえる。
- ④ オジギソウの葉が接触刺激によって葉を閉じる現象は、負の接触屈性を示しているといえる。

問3. 幼葉鞘に下図のような操作をして光を当てた。光の方向に屈曲するものをすべて選び、番号で答えよ。



289. オーキシンの働きと移動 ●オーキシンの働きと移動について調べるため、マカラスムギの幼葉鞘を用い、暗条件下で次のような実験を行った。以下の各問いに答えよ。

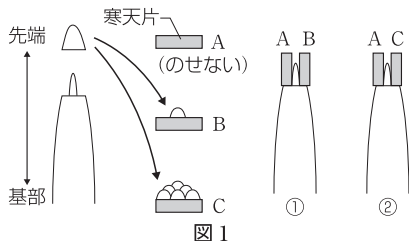


図1

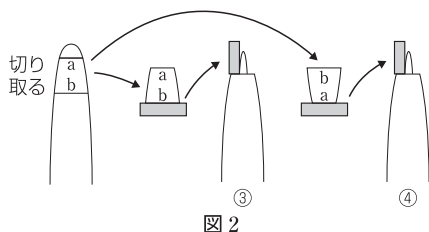


図2

- 問1. 図1の寒天片A～Cに関して、含まれるオーキシン濃度が高いものから順に答えよ。
 問2. 図1の①および②は、それぞれ図の左右どちらに屈曲するか。また、より大きな角度で屈曲するのは①、②のうちのどちらか。
 問3. 図2の③、④のうち、屈曲するものはどちらか。また、それは左右どちらに屈曲するか。
 問4. オーキシンの移動に関する次の文中の()に適する語を答えよ。

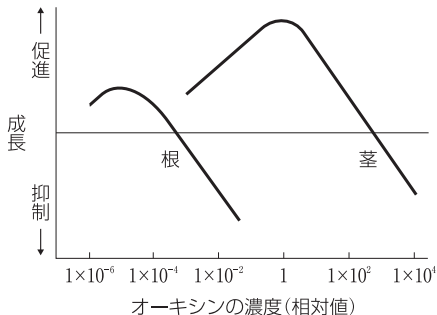
幼葉鞘の先端部においては、オーキシンは(1)側から(2)側にしか移動しない。このような現象を、オーキシンの(3)という。これは、オーキシンを細胞外に排出するタンパク質が、細胞の(2)側の細胞膜にのみ局在するために生じる。

知識

290. 重力屈性のしくみ ●次の文章は、植物の芽ばえを水平に置いたときに起こる重力屈性について述べたものである。以下の各問いに答えよ。

植物の芽ばえを水平に置くと、茎と根は異なる方向に屈曲していく。この現象は、茎と根のオーキシンに対する感受性の違いによって引き起こされる。芽ばえを水平に置くと、オーキシンが重力方向に輸送されることで、下側となった細胞内のオーキシン濃度が(1)くなる。茎と根ではオーキシンに対する感受性が異なっており、茎では下側の細胞の成長が(2)され、根では下側の細胞の成長が(3)される。その結果、茎では(4)の、根では(5)の重力屈性が起こる。

- 問1. 文中の()に適当な語を答えよ。
 問2. 茎および根の細胞のオーキシンに対する感受性の違いは、右図のように表すことができる。オーキシンの濃度が、 1×10^{-2} では、根と茎の成長はどのようになるか。次の①～④のなかから1つ選び、番号で答えよ。



- ① 茎も根もよく成長する。
 ② 茎も根もほとんど成長しない。
 ③ 茎はよく成長するが、根はほとんど成長しない。
 ④ 茎はほとんど成長しないが、根はよく成長する。

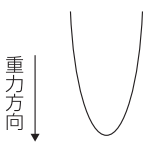
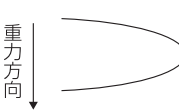
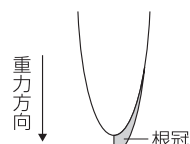
思考

291. 根の重力屈性 ●根における重力屈性に関する次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

根の中心柱を通して根冠に達したオーキシンは、表皮と皮層を通して基部方向に運ばれる。根を水平に置くと、根冠内に存在する(1)細胞内にある(2)が、重力方向に沈降する。その結果、(1)細胞内で下側になった側の細胞膜に輸送タンパク質が再配置され、オーキシンが(3)へより多く輸送される。これにより、(3)の細胞の成長が(4)されて、(5)の重力屈性が起こる。

問1. 文中の()に適切な語を答えよ。

問2. 下のように根冠と屈性の関係調べるための実験①～③を行った。結果に示す内容について、正しければ○を、誤っていれば×を答えよ。

	① 根冠を完全に除去した。	② 根冠を完全に除去し、水平に置いた。	③ 根冠を半分残した。
実験			
結果	屈曲はみられなかった。	重力方向に屈曲した。	根冠の残っている方向に屈曲した。

知識

292. 気孔の開閉 ●気孔の開閉のしくみに関する次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

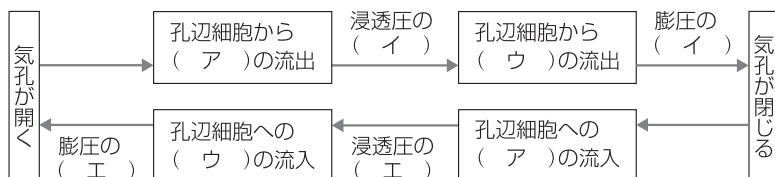
植物に(1)が当たったり、(2)が不足したりすると、気孔は(3)。一方、植物が乾燥状態におかれると、気孔が(4)ことで水分の減少を防ぐ。

問1. 文中の()内に最も適する語を次の①～⑥のなかから選び、番号で答えよ。

① 酸素 ② 雨 ③ 閉じる ④ 開く ⑤ 光 ⑥ 二酸化炭素

問2. 青色光を当てると気孔は開口する。この現象に関与する光受容体の名称を答えよ。

問3. 下図は、気孔の開閉のしくみを表している。図中の(ア)～(エ)に最も適する語を答えよ。



問4. 気孔の開閉に関与する植物ホルモンの名称を答えよ。

問5. 次の文は、膨圧の変化によって気孔が開閉するしくみを、孔辺細胞の構造の点から説明したものである。文中の{ }内に適する語を選び、番号で答えよ。

孔辺細胞の細胞壁は、気孔側が気孔の反対側よりも^(a){①厚い、②薄い}ため、孔辺細胞が水を吸収すると、^(b){③気孔の反対側、④気孔がある側}が伸びて、細胞全体が湾曲する。これにより気孔が開く。

知識

293. 日長条件と花芽形成 ● 2種類の植物A, Bを

用いて、さまざまな明暗条件で育てたところ、図Iのような結果が得られた。以下の各問いに答えよ。

問1. この実験のように、生物が昼間と夜間の長さの影響を受けて反応する性質を何というか。

問2. A, Bのような植物をそれぞれ何というか。

問3. 植物Aおよび植物Bの例を、ア～オからそれぞれ2つずつ選び、記号で答えよ。ただし、限界暗期の時間は問わないものとする。

ア. エンドウ イ. コムギ ウ. キク

エ. オナモミ オ. アブラナ

問4. 植物A, Bを、図IIのような明暗条件で育てた。花芽形成の結果①～④のそれぞれについて、図Iにならって+または-の記号で答えよ。

問5. 花芽の形成に影響を与えるのは、連続した明期と連続した暗期のどちらといえるか。

問6. 植物A, Bとは異なり、日長の影響を受けずに花芽形成する植物を何というか。

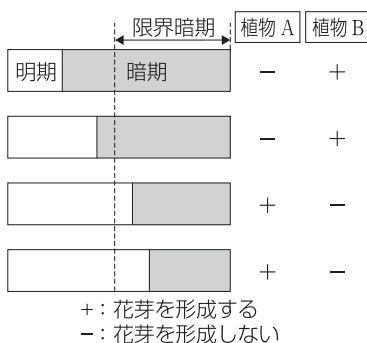


図 I

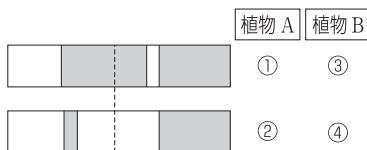


図 II

思考 実験・観察

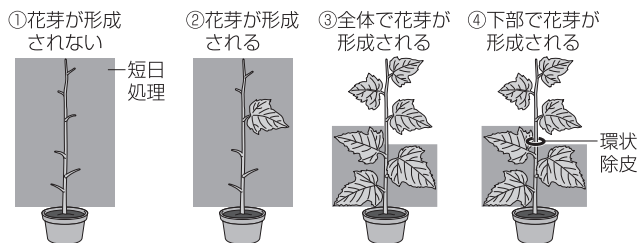
294. オナモミの花芽形成 ● オナモミの花芽形成を調べる実験を行った。以下の①～④は、その実験と結果について述べたものである。次の各問いに答えよ。

① 葉をすべて取り除いて短日処理を行ったところ、花芽が形成されなかった。

② 葉を1枚残して短日処理を行ったところ、花芽が形成された。

③ 植物体の下部の葉のみに短日処理を行ったところ、植物全体で花芽が形成された。

④ 環状除皮を行い、この部分より下の葉のみに短日処理を行ったところ、下の部分では花芽が形成されたが、上の部分では花芽が形成されなかった。



問1. 花芽形成を誘導する物質を何というか答えよ。

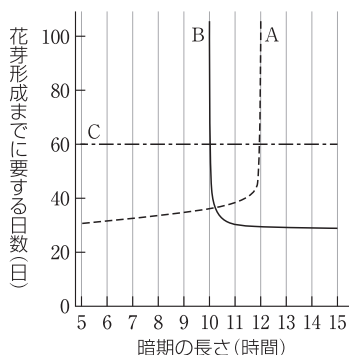
問2. 下線部について、環状除皮とはどのような操作か簡潔に説明せよ。

問3. ①～④の結果から、オナモミの花芽形成のしくみについて考察した次の文の()内に適する語を答えよ。

実験(1)と実験(2)の結果から、オナモミにおいて花芽を形成するのに必要な刺激は、(3)で受容されることがわかる。また、環状除皮を行った実験の結果から、短日処理に関する情報は(4)を通過して植物体全体に伝えられることがわかる。

思考

□ 295. 花芽形成までに要する日数 ●右図は3種類の植物A～Cについて、異なる暗期の長さで生育させたときの、花芽形成までに要する日数をグラフで示したものである。次の各問いに答えよ。



問1. 植物A～Cのうち、暗期の長さが一定以上になると花芽形成をする植物はどれか。また、そのような植物を何と呼ぶか。

問2. 植物A～Cのうち、暗期の長さに関わらず、一定以上の日数が経つと花芽形成をする植物はどれか。また、そのような植物を何と呼ぶか。

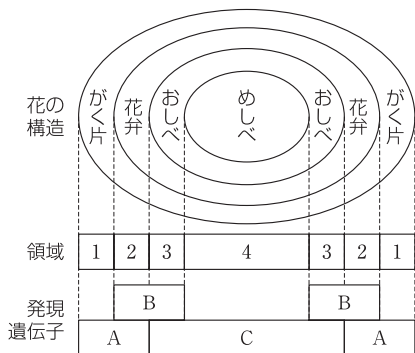
問3. ある日本の都市で植物Bを栽培している。この都市の日長は、8月中旬には14時間より短くなり、冬至では9時間程度になる。この植物Bを12月下旬に花芽形成させるための最も適当な方法を下のア～ウのなかから選べ。なお、植物Bは、播種後短期間で花芽形成できるまで成長し、日長以外の影響を受けないものとする。

- ア. 8月中旬から夜間に一定時間強い光を当て、11月頃からは自然の日長周期で育てる。
- イ. 8月中旬から日中に一定時間暗所で育て、11月頃からは自然の日長周期で育てる。
- ウ. 8月中旬から自然の日長周期で育て、11月頃からは日中に一定時間暗所で育てる。

知識

□ 296. 花の形態形成 ●花の形成に関する次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

花を構成する各器官の形成は、主にA～Cのクラスに分けられた遺伝子群からつくられるタンパク質によって、器官形成に必要な遺伝子群の発現が制御されることで進む。シロイヌナズナについて、花の構造と領域、および発現するA～C各クラス遺伝子の位置関係を模式的に表すと右図のようになる。



なお、Aクラス遺伝子とCクラス遺伝子は互いの発現を抑制しあっており、一方の働きが失われた場合は、他方が発現するようになる。

問1. A～C各クラス遺伝子は、発現領域に特有の構造を形成する位置情報をもたらし調節遺伝子である。このような調節遺伝子のことを総称して何と呼ぶか。

問2. Bクラス遺伝子の働きが失われた突然変異体では、領域1～4に何が形成されると考えられるか。

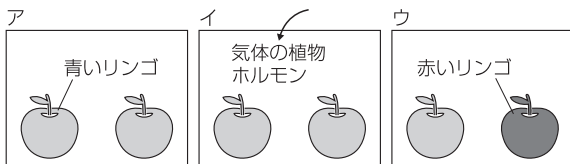
問3. 花弁とがつ片のみが形成される変異体では、A～Cのうちのどのクラスの遺伝子の働きが失われていると考えられるか。

問4. 3つのクラスの遺伝子すべてが働きを失った場合、茎頂で分化する器官として最も適当なものを①～⑤のなかから選び、番号で答えよ。

- ① がつ ② 花弁 ③ おしべ ④ めしべ ⑤ 葉

知識

297. 果実の成熟 ● 3つの密閉容器を用意し、アとイには未成熟の青いリンゴを2個入れた。さらにイには、気体の植物ホルモンを吹き込んだ。ウには未成熟の青いリンゴ1個と、成熟した赤いリンゴを1個入れた。次の各問いに答えよ。



問1. 下線部の気体の植物ホルモンとは何か。次の①～④のなかから選び、番号で答えよ。

- ① オーキシシン ② ジベレリン ③ アブシシン酸 ④ エチレン

問2. 実験結果について述べた次の①～⑤のうち、正しいものを1つ選び、番号で答えよ。

- ① アの容器の青いリンゴが、ア～ウの青いリンゴのなかで最も速く成熟した。
 ② アの容器の青いリンゴは、イの青いリンゴより遅く、ウの青いリンゴより速く成熟した。
 ③ イの容器の青いリンゴは、成熟するのが最も遅かった。
 ④ ウの容器の青いリンゴは、アの容器の青いリンゴより速く成熟した。
 ⑤ アとイの容器の青いリンゴは、ほぼ同時に成熟した。

問3. イチゴの花床の発達に関与している植物ホルモンとして適当なものを、問1の①～

- ④のなかから選び、番号で答えよ。

知識

298. 離層形成 ● 次の文中の()に適する語を答えよ。

植物の落葉や落果は、葉柄や果柄の基部に形成される(1)と呼ばれる特殊な細胞層の細胞壁が酵素で分解されることで起こる。(1)の形成を抑制する植物ホルモンが(2)であり、促進する植物ホルモンが(3)である。落葉・落果期になると(2)濃度が(4)し、(3)濃度が(5)する。これにより、細胞壁を分解する酵素の遺伝子が発現するようになり、落葉・落果が起こる。

知識

299. さまざまな植物ホルモン ● 次の(1)～(6)は、さまざまな植物ホルモンの特徴や働きを説明したものである。これらに対応する植物ホルモンを下の①～⑥のなかから選び、番号で答えよ。ただし、同じ番号を複数回選択してもよい。

- (1) DNA の分解産物から発見された植物ホルモンで、側芽の成長を促進する。
 (2) 気体状のホルモンで、果実の成熟を促進したり、離層の形成を促進したりする。
 (3) 孔辺細胞の膨圧を低下させ、気孔の閉鎖を促進する。
 (4) 種子の発芽を抑制する。
 (5) イネのばか苗病の研究で発見された植物ホルモンで、ブドウの子房の発達を促進する。
 (6) 細胞成長の促進や花床の成長促進、離層の形成抑制など、さまざまな生理現象に関与する。

- ① アブシシン酸 ② エチレン ③ オーキシシン
 ④ サイトカイニン ⑤ ジベレリン ⑥ フロリゲン

思考例題 ⑰ 実験群を比較して整理する

課 題

花粉がめしべの柱頭に付着すると、花粉は発芽して花粉管を伸ばす。この先端が胚のうの入口に達すると、ある化学物質の刺激により花粉管は胚のうの内部に進入する。この進入した花粉管が胚のう内で破壊され、そこから精細胞が放出されることが、受精の成立に必要である。

問. 下線部に関して、トレニアという植物を用いた実験を行った。受粉と同時期に胚のう内の特定の細胞をレーザーで破壊し、受粉24時間後に各胚のうへ花粉管が進入した頻度を調べた。実験結果の一部を表に示す。

胚のう内の状態	各細胞の存在			進入頻度 (花粉管が進入した胚のうの数 / 全胚のうの数)
	卵細胞	助細胞	助細胞	
完全	+	+	+	48/49
1細胞破壊	—	+	+	35/37
	+	—	+	35/49
2細胞破壊	—	—	+	11/18
	+	—	—	0/77

+: 存在する —: 存在しない

表の実験結果からわかることは何か。最も適当なものを1つ選べ。

- ① 花粉管の進入には卵細胞が必要であり、助細胞が最低1個必要である。
- ② 花粉管の進入には卵細胞が必要であり、助細胞が2個とも必要である。
- ③ 花粉管の進入には卵細胞は必要ではなく、助細胞が最低1個必要である。
- ④ 花粉管の進入には卵細胞は必要ではなく、助細胞が2個とも必要である。

(21. 星薬科大改題)

指 針 胚のう内の状態が完全な場合と、それぞれの細胞を破壊した場合の花粉管の進入頻度を比較し、各細胞と進入頻度の関係を考察する。

次のStep 1～3は、課題を解く手順の例である。空欄を埋めてその手順を確認せよ。

Step 1 卵細胞の有無による花粉管の進入頻度の変化を確認する

胚のう内の状態が完全な場合と卵細胞のみを破壊した場合を比較すると、進入頻度に差が(1)ことがわかる。したがって、花粉管の進入には卵細胞は必要(2)とわかる。

Step 2 助細胞が1個だけ存在する場合を検討する

胚のう内の状態が完全な場合と助細胞が1個だけ存在する場合を比較すると、助細胞が1つあるときは、花粉管は進入(3)が、進入頻度に差がみられる。

Step 3 助細胞が存在しない場合を検討する

助細胞が存在しないとき、その進入頻度から、花粉管は進入(4)ことがわかる。以上のことから判断して解答する。

Stepの解答 1…みられない 2…ではない 3…できる 4…できない

課題の解答 ③

思考例題 18 2種類の資料を組み合わせて考察する

課題

ある植物の2つの品種(AとB)は、花芽形成の開始に必要な限界暗期の長さのみが異なっている。これらの種子を6月1日と8月1日に日本(大阪)でまいて栽培し、花芽形成の開始日を調査すると表のようになった。また、下図は、大

	播種日	花芽形成開始日
品種A	6月1日	7月31日
	8月1日	8月10日
品種B	6月1日	9月2日
	8月1日	9月2日

阪、アムステルダム、バンコクの3都市における日長時間の周年変化を表す。ここでは、日長時間以外の条件は一定であり、花芽形成に影響を与えないものとする。

問. 次のア～ウの場合、花芽形成の開始時期はいつ頃になるか。

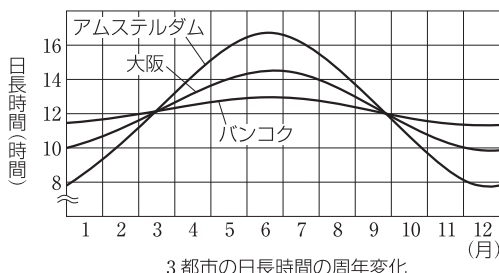
下の①～④から選べ。

ア. 品種Aの種子を、アムステルダムで6月上旬にまいた場合

イ. 品種Aの種子を、バンコクで6月上旬にまいた場合

ウ. 品種Bの種子を、アムステルダムで6月上旬にまいた場合

① 6月中旬 ② 7月下旬 ③ 8月下旬 ④ 9月中旬 (近畿大改題)



指針 限界暗期を推測し、各都市で暗期の長さが限界暗期を超える時期を読み取る。

次の Step 1～3 は、課題を解く手順の例である。空欄を埋めてその手順を確認せよ。

Step 1 日長を感知してから花芽を形成するまでの日数を推測する

大阪で品種(1)を(2)に播種した結果から、この植物の種子が発芽・成長して日長を感知できるようになってから数日で花芽を形成すると考えられる。

Step 2 限界暗期の長さを推定する

大阪で品種Aを6月1日にまくと7月31日に花芽形成したことから、暗期の時間が品種Aの限界暗期の長さを越えたのは7月の(3)旬で、品種Aの限界暗期は約(4)時間と考えられる。品種AとBは限界暗期の長さのみが異なることをふまえて同様に考えると、品種Bの限界暗期は約(5)時間と考えられる。

Step 3 ア～ウについて、暗期の長さが限界暗期を超える時期を読み取る

アについて、アムステルダムで限界暗期が(4)時間を下回るのは8月の(6)旬頃なので、花芽が形成されるのはそこから数日後だと考えられる。イ、ウについても同様に考える。

Stepの解答 1…A 2…8月1日 3…下 4…10 5…11 6…下

課題の解答 ア…③ イ…① ウ…④



発展例題15 発芽調節と光受容体

→発展問題 300

植物の種子は、かたい種皮をもち、生育に適した環境条件になるまで発芽しないものが多い。この一時的な成長活動の停止を(ア)と呼ぶ。種子が成熟する際に、植物ホルモンの一種である(イ)の種子内含有量がふえ、その作用により脱水とデンプンなどの蓄積が誘導されることで(ア)が起こる。乾燥した種子が吸水することで成長を再開し、^(a)胚からある植物ホルモンを分泌し、発芽に必要なさまざまな反応を引き起こす。

植物によっては、^(b)種子が吸水しただけでは発芽せず、光の刺激を必要とするものがある。このような種子を(ウ)と呼ぶ。(ウ)の発芽には、主に赤色光と遠赤色光を吸収する(エ)という光受容体が関わっている。

問1. 文章中の空欄(ア)~(エ)に最も適当な語を答えよ。

問2. 下線部(a)について、有胚乳種子であるオオムギ種子における吸水後から発芽までの反応を、次の語句をすべて用いて100字以内で説明せよ。

【語句】 糊粉層 アミラーゼ 胚乳 糖

問3. 下線部(b)について、図1は、レタスの種子を暗所で2時間吸水させた後、それぞれの処理を行った実験①~⑧の結果である。また、図2は実験③と実験④における光処理後に種子内のジベレリン含量を測定した結果である。これらの結果からわかることについて、次の(1)~(3)に答えよ。

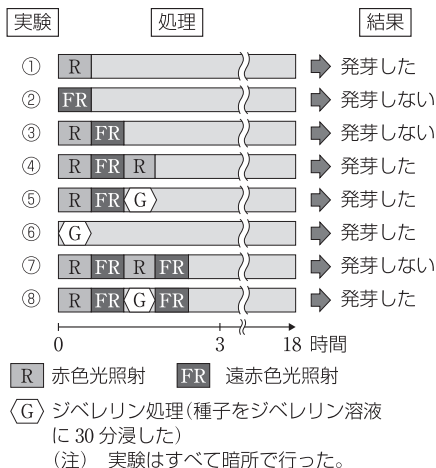


図1

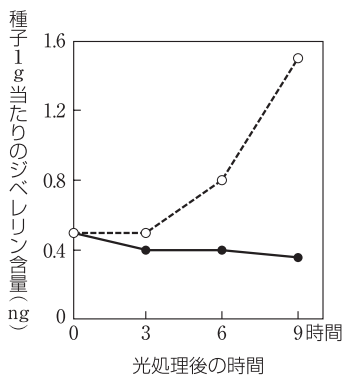


図2

- (1) 図1の実験①~④の結果から、今回の実験で用いたレタス種子の発芽における赤色光および遠赤色光の効果について、最も適当なものを次のa~cのなかからそれぞれ1つ選び、記号で答えよ。ただし、同じ記号をくり返し選んでもよい。
- a. 発芽に関与しない b. 発芽を促進する c. 発芽を抑制する

(2) 図1の実験③, ④, ⑤, ⑥と図2の結果から, 今回の実験で用いたレタス種子の発芽における光とジベレリンの関係について, 適当なものを次のa~dのなかからすべて選び, 記号で答えよ。

- a. レタス種子のジベレリン含量の増加が, 発芽に必要である。
- b. レタス種子のジベレリン合成は, 光受容体が最後に赤色光を吸収することで誘導され则认为られる。
- c. レタス種子のジベレリン合成は, 光受容体が最後に遠赤色光を吸収することで誘導され则认为られる。
- d. レタス種子のジベレリン合成は, 光受容体が赤色光と遠赤色光の両方を吸収することで誘導され则认为られる。

(3) 図1の実験④, ⑤, ⑦, ⑧と図2の結果から, (1)および(2)の考察に加えて以下のことが考えられる。次の文章中の空欄(オ), (カ)に入る最も適当なものを次のa~eのなかから1つ選び, 記号で答えよ。

光によるジベレリンの合成誘導は, 遠赤色光の照射により(オ)される。ジベレリン処理で吸収されたジベレリンの働きを抑制することは(カ)である。

- a. 促進 b. 阻害 c. 赤色光照射で可能
- d. 遠赤色光照射で可能 e. 光照射では不可能

(21. 島根大改題)

解答

問1. ア…休眠 イ…アブシシン酸 ウ…光発芽種子 エ…フィトクロム

問2. 吸水後, 胚で合成されたジベレリンが糊粉層に作用することで, アミラーゼの遺伝子が発現する。アミラーゼは胚乳中のデンプンを糖に分解し, これを胚が吸収して成長することで発芽が起こる。(88字)

問3. (1)赤色光…b 遠赤色光…c (2)a, b (3)オ…b カ…e

解説

問1. 種子の休眠の維持にはアブシシン酸が関与する。一方, 休眠の打破には, ジベレリンが関与する。

問3. (1) 実験①の結果から, 赤色光は発芽を促進し, 実験③の結果から, 遠赤色光は赤色光の効果を打ち消して発芽を抑制することが示唆される。

(2) 種子の発芽にはジベレリンが関与する。図1, 2から, 実験③ではジベレリン含量が増加しておらず, 実験④ではジベレリン含量が増加していることがわかる。これらの結果から, 実験④でのジベレリン含量の増加は, 最後に赤色光を吸収したことによってもたらされたと考えられ, bは適当であると判断できる。さらに, 実験③と⑤から, 最後に遠赤色光を当ててジベレリン含量が増加しない場合は発芽しないが, 追加でジベレリン処理を行うと発芽することがわかる。また, 実験⑥では, ジベレリン処理のみで発芽している。以上のことから, aは適当であると判断できる。

(3) 図2から, 遠赤色光によりジベレリン合成は阻害されているとわかる。しかし, 実験⑧で発芽しているため, ジベレリンの働きは遠赤色光で抑制できないことがわかる。

発展問題

思考 論述

□ 300. 光受容体と植物の環境応答 ■ 次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

植物は光を光合成のためのエネルギー源として利用するが、環境の変化を感知するためのシグナルとしても利用する。たとえば、朝、太陽光が葉に当たると、①孔辺細胞の(ア)と呼ばれる光受容体が(イ)色光を受容することにより、気孔の開口が開始される。

また、植物種によっては、光は発芽を調節する重要な環境シグナルとなっており、レタスなどの種子は吸水後に光を浴びることで発芽が促進される。このような種子を(ウ)という。この現象では、(エ)が光受容体として光を感知する役割を果たしている。光の作用は波長によって異なり、(オ)色光には発芽促進効果があり、(カ)色光にはこの効果を打ち消す作用がある。種子が受け取る光は周囲の植物にも影響される。葉のクロロフィルは(オ)色光を吸収するが(カ)色光はほとんど吸収しない。したがって、②(ウ)が(オ)色光により発芽することは、発芽後の生育にとって都合のよいしくみといえる。

問1. 文中の(ア)～(カ)に入る適切な語を答えよ。

問2. 気孔開口以外に(ア)が関与する現象を次の(a)～(e)のなかから2つ選べ。

- (a) 光屈性
- (b) 花芽形成
- (c) 器官脱離・落葉
- (d) 概日リズム制御
- (e) 葉緑体の定位運動

問3. 下線部①に関して、水不足や乾燥した環境で、気孔の閉鎖を促す植物ホルモンの名称を答えよ。また、その植物ホルモンがもつ、気孔閉鎖以外の働きを1つ挙げよ。

問4. 植物は(ア)や(エ)を含め、多くの種類の光受容体をもつ。ある光応答が、既知の光受容体Xを介して生じるかどうかを調べるにはどのような実験をすればよいか。2つ挙げて、それぞれ40字以内で説明せよ。

問5. 下線部②について、どのような点で都合がよいのか、40字以内で説明せよ。

(21. 九州大改題)

ヒント

問4. 特定の光受容体の働きを調べるためには、その光受容体が働く個体と働かない個体を比較する必要がある。また、光受容体は、種類ごとに特定の波長の光を吸収し、植物に特定の反応を起こさせる。

問5. 植物の葉は赤色光を多く吸収し、遠赤色光はあまり吸収しない。このため、植物の葉を透過した光には赤色光は少なく、遠赤色光は多い傾向がある。

301. 花粉管の伸長 次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

めしべの柱頭に花粉が付着すると、花粉は発芽して胚のうに向かって花粉管を伸ばす。
(ア)細胞は分裂して2個の精細胞になり、花粉管が胚のうに達すると、精細胞は、花粉管の先端から胚のうの中に放出される。1個は卵細胞と受精して受精卵となり、その後、胚となる。もう1個は中央細胞と融合して(イ)細胞となり、その後、(イ)となる。このような現象は(ウ)と呼ばれる。

問1. 文中の(ア)～(ウ)に適する語を答えよ。

問2. 下線部に関して、次のⅠ～Ⅴの実験を行った。以下の設問に答えよ。

- Ⅰ ホウセンカの成熟した花粉のついた葯と柱頭を用意した。柱頭は薄くスライスして切片とした。
- Ⅱ 10%のスクロースを含む寒天液とスクロースを含まない寒天液を用意した。2枚のスライドガラスにスクロースを含む寒天液を、別の2枚のスライドガラスにスクロースを含まない寒天液を塗り拡げた。
- Ⅲ 寒天液が固まったら、葯から花粉を4枚のスライドガラス上の寒天培地に落とし、全体に塗り拡げた。
- Ⅳ スクロースを含む培地と含まない培地のスライドガラス1枚ずつについて、柱頭の先端部の切片を培地上に2, 3枚ずつ、しっかりと密着するように置いた(図1)。
- Ⅴ 寒天培地の乾燥を防ぐため、スライドガラスをペトリ皿に移してふたをし、25℃で培養した。花粉を落として30分後に検鏡し、花粉の発芽を観察した。

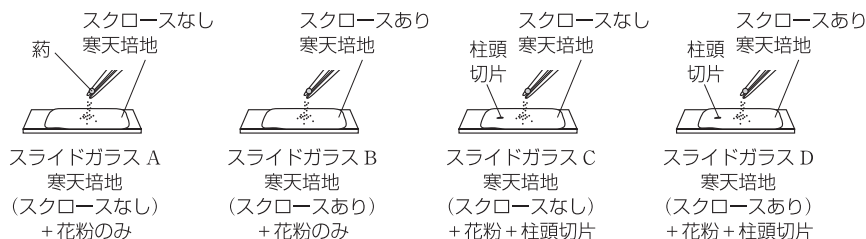


図1 花粉管の伸長実験

- (1) スライドガラスA～D上の花粉はすべて花粉管を伸ばしたが、平均の長さはスライドガラスによって異なっていた。花粉管の平均の長さが最も長いものと、最も短いものをA～Dのなかからそれぞれ選び、記号で答えよ。
- (2) 柱頭切片を置いたスライドガラスC, Dでは、花粉管はその方向へと伸びる傾向があったが、柱頭切片を置いていないスライドガラスA, Bでは、さまざまな方向へ伸びた。これらの結果から、柱頭には花粉管を誘引する物質が含まれることが予想される。最終的には花粉管は胚のうに向かうことから、胚のうに含まれる細胞が誘引物質を放出していると考えられる。どのような実験をすれば、誘引物質を放出している細胞を特定することができるか、60字以内で説明せよ。

(21. 甲南大改題)



問2. (1)花粉管の伸長にはスクロースが有効である。(2)目的の細胞があるときとないときを比較する。

302. オーキシンの働き 次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

多くの植物は、動物のように移動する能力をもたないため、生育環境の変化を刺激としてとらえ、それに応答していろいろな反応を示すことが知られている。そのような環境応答のなかでも、特に、光刺激に対する応答は、種子の発芽、茎や根の成長、孔辺細胞の(1)運動によって生じる気孔の開閉、(2)組織での花芽形成など、植物の一生を通じて、いろいろな部位でみられる。

植物の光刺激に対する応答には、フィトクロムなどの(3)と呼ばれる、光を吸収して一定の機能を果たす複数の物質が関与することが知られている。(4)は、青色光を感知する(3)の一種である。この物質の働きにより、茎は、光を受けた側と、陰になった側との間で、植物ホルモンの一種であるオーキシンの濃度に差異が生じるため、正の(5)を示すと考えられている。

植物が合成する主な天然オーキシンは(6)と呼ばれる化学物質であり、(5)のほかに、頂芽優勢などにも関与することが知られている。オーキシンには、細胞壁の主成分である(7)繊維どうしあるいは他の細胞壁の成分との結合を弱めることで細胞壁を緩め、植物細胞の伸長成長を促進する働きがある。また、オーキシンは、植物体内では、茎の先端部側から基部側へと移動し、逆方向には移動しない。このような、方向性をもったオーキシンの移動のことを極性移動という。

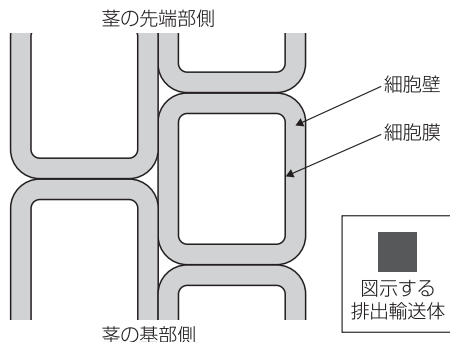
問1. 本文中の(1)～(7)に入る最も適切な語句を記せ。

問2. 下線部aについて、植物において青色光を感知することが確認されている(4)以外の物質の名称を述べよ。また、下のア～エのなかから、その物質の関与が明らかにされている植物の成長過程を1つ選び、ア～エの記号で答えよ。

- ア. 種子の発芽 イ. 果実の成熟
ウ. 胚軸の伸長成長 エ. 葉柄基部の離層形成

問3. 下線部bについて、オーキシンの極性移動には、オーキシンを輸送するPINタンパク質(排出輸送体)の細胞内での局在が主に関与する。右図は茎の細胞を模式的に示したものである。この模式図に、排出輸送体の分布を図示せよ。また、隣接した細胞間で排出輸送体によりオーキシンが輸送される経路を矢印で図示せよ。図示する排出輸送体は大きさや数を変えてもよい。

(東京農工大改題)



ヒント

問3. PINタンパク質は細胞膜に存在し、オーキシンを細胞内から細胞外に排出するタンパク質である。オーキシンは先端部側から基部側へ移動するが、反対方向には移動しない点に注意する。

思考

□ 303. 光受容体と光屈性 ■ 次の文章を読み、下の各問いに答えよ。

植物は、光の波長を識別することができる。太陽光には赤色光と遠赤色光が含まれており、赤色光/遠赤色光の光量比(R/FR)は約1.2である。一方、ある植物の木陰では、R/FRが0.13と大幅に減少する。このような木陰で起こるR/FR値の減少は葉の細胞に含まれる(ア)という色素が遠赤色光より赤色光を多く吸収するためである。R/FR値が低い環境で発芽した芽ばえは、日なたで発芽した芽ばえよりも胚軸(右図)が長く伸びる(徒長)。この現象を避陰反応と呼ぶ。

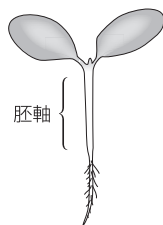


図 植物の芽ばえ

発芽した芽ばえは避陰反応によって植物体の大きさを調節するだけではなく、光の方向への成長をも調節する。この現象は(イ)と呼ばれオーキシンが関与することがわかっている。シロイヌナズナでは、胚軸で(イ)を示さない突然変異体が2種類発見され、その一方はフォトトロピンと命名された青色光受容体の欠損突然変異体であった。もう一方はA遺伝子の機能が失われたA遺伝子欠損突然変異体であった。野生型の胚軸を暗所で水平におくと、胚軸は重力方向とは反対方向に曲がる。このような実験を重力試験という。A遺伝子欠損突然変異体の胚軸は重力試験で曲がらなかったが、フォトトロピン欠損突然変異体の胚軸は野生型と同様に曲がった。オーキシンを野生型芽ばえの胚軸片面に塗布すると、塗布した側とは反対側に曲がる。このような実験をオーキシン試験という。オーキシン試験でA遺伝子欠損突然変異体の胚軸は曲がらなかったが、フォトトロピン欠損突然変異体の胚軸は野生型と同様に曲がった。

問1. 文中の(ア), (イ)に適切な語を答えよ。

問2. 文章とダーウィン、ボーイセン、イエンセンやウェントが行った(イ)に関する実験を念頭に、次の(A)~(E)から適切なものをすべて選び、記号で答えよ。適切な記述がない場合は、「なし」と記せ。

- (A) フォトトロピン欠損突然変異体では(イ)をもたらしオーキシンの移動が起らない。
- (B) オーキシンはフォトトロピンの活性を促進している。
- (C) 重力で胚軸が曲がるしくみと(イ)には共通のしくみがある。
- (D) A遺伝子の発現は(イ)をもたらしオーキシンの分解を促進する。
- (E) A遺伝子はフォトトロピンの活性抑制に関与する。

問3. A遺伝子とフォトトロピン遺伝子の両方を失った二重突然変異体の胚軸で、重力試験とオーキシン試験を行うとどのような結果が予想されるか。それぞれ、「曲がる」か「曲がらない」で答えよ。

(北海道大改題)

ヒント

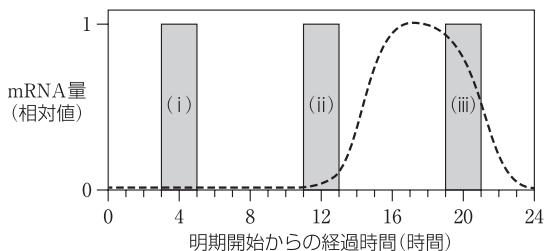
問2, 3. A遺伝子欠損突然変異体は、オーキシン試験でも屈性を示さないことから、A遺伝子の発現によってつくられるタンパク質が存在してはじめてオーキシンによる効果が現れると考えられる。

思考

304. **花芽形成と日長** ある長日植物を材料として、長日条件でも花芽形成が促進されない変異体 x を得て、野生型との比較からその原因遺伝子 X を特定した。野生型では、この遺伝子 X の mRNA は直ちにタンパク質 X に翻訳され、このタンパク質 X が存在すると花芽形成が促進されることが示された。しかし、変異体 x では遺伝子 X の mRNA は検出されなかった。タンパク質 X がどのように日長に応答して花芽形成を調節するのかを調べるため、以下の実験を行った。その結果をもとに、問1と問2に答えなさい。

【実験】 野生型、変異体 x とも、それぞれ短日条件（8時間明期、16時間暗期）と長日条件

短日条件	明期 8 時間	暗期 16 時間
長日条件	明期 16 時間	暗期 8 時間



(i), (ii), (iii) は変異株 x において人為的に遺伝子 X の mRNA を発現させた時間帯を示す。

問1. このタンパク質 X の性質として最も適していると考えられるものを次の①～④の中から1つ選び、番号で答えよ。

- ① タンパク質 X は明所では不安定で直ちに分解されるが暗所では安定で分解されない。
- ② タンパク質 X は明所では安定で分解されないが暗所では不安定で直ちに分解される。
- ③ タンパク質 X は明所でも暗所でも安定で分解されない。
- ④ タンパク質 X は明所でも暗所でも不安定で分解される。

問2. 変異体 x において、図の(i), (ii), (iii)で示す時間帯に遺伝子 X を人為的に発現させた。遺伝子 X の mRNA は発現させた時間帯にのみ存在し、その間の mRNA 量は図の相対値1に相当するものとする。次の①～⑥について、花芽形成が促進されると期待されるものに○を、そうでないものに×を記入せよ。

- ① 短日条件下で(i)の時間帯に遺伝子 X を発現させた場合
- ② 短日条件下で(ii)の時間帯に遺伝子 X を発現させた場合
- ③ 短日条件下で(iii)の時間帯に遺伝子 X を発現させた場合
- ④ 長日条件下で(i)の時間帯に遺伝子 X を発現させた場合
- ⑤ 長日条件下で(ii)の時間帯に遺伝子 X を発現させた場合
- ⑥ 長日条件下で(iii)の時間帯に遺伝子 X を発現させた場合

(21. 東京都立大改題)

ヒント

問1. 短日条件下で、遺伝子 X の mRNA が存在するがタンパク質 X が存在しないのはなぜかを考える。

□ 305. 植物の受精と花の形成 ■ 次の文章を読み、以下の各問いに答えよ。

花粉はめしべの柱頭につくと発芽する。発芽した花粉から花粉管が胚珠に向かって伸長する。(ア)は花粉管の中で1回分裂して2個の(イ)となる。花粉管の先端が胚のうに達すると、(イ)の1個が卵細胞と受精し、(ウ)となる。(イ)の他の1個は(エ)と融合し、(オ)を形成する。このような受精の様式は(カ)と呼ばれ、被子植物特有の現象である。

(a)イネ科やカキノキ科などの植物では(オ)は種子の完成まで発達を続け、発芽時に必要な栄養分を貯える。(b)一方、マメ科やアブラナ科などの植物では(オ)は種子の完成までに消滅してしまう。

被子植物の花は4つの領域からなり、外側から内側に向かって、領域1～4に、がく片、花弁、おしべ、めしべがこの順に配置されている(表1)。(c)このような花器官の形態形成では、クラスA、B、Cと呼ばれる3つのクラスの遺伝子がつくるタンパク質の組み合わせによって、花のどの部分が形成されるかが決まる。Aクラスの遺伝子が働くと、がく片がつくられ、AクラスとBクラスの遺伝子が働くと、花弁がつくられる。また、BクラスとCクラスの遺伝子が働くと、おしべがつくられ、Cクラスの遺伝子が働くとめしべがつくられる(表1)。そのため、(d)これらの遺伝子A、B、Cのどれかが欠損すると野生型が示す花の構造がつかれなくなる。

表1

	領域1	領域2	領域3	領域4
野生型	がく片	花 弁	おしべ	めしべ
B遺伝子欠損型	①	②	③	④
A遺伝子欠損型	めしべ	おしべ	おしべ	めしべ

問1. (ア)～(カ)に当てはまる語を記入せよ。

問2. 花粉母細胞と胚のう母細胞の核相を $2n$ としたとき、(イ)、(ウ)、(オ)の核相を答えよ。

問3. 下線部(a)に関して、このような植物の種子は何と呼ばれるか。

問4. 下線部(b)に関して、発芽時に必要な栄養分を貯える器官は何か。また、このような植物を以下に示すなかから2つ選べ。

カキ、シロイヌナズナ、ダイズ、トウモロコシ

問5. 下線部(c)のようなしくみを何というか。

問6. 下線部(d)に関して、B遺伝子欠損型では、どのような花器官が形成されるか、表1の①～④に当てはまるそれぞれの名称を記せ。

問7. 下線部(d)に関してA遺伝子欠損型では、本来がく片となる部分がめしべに、本来花弁となる部分におしべが形成され、おしべとめしべのみの花を生じる(表1)。このことから、Aクラスの遺伝子の作用とCクラスの遺伝子の作用の間にはどのような関係があるか。50字以内で説明せよ。

(滋賀県立大改題)

💡 ヒント

問7. C遺伝子欠損型では、本来おしべとなる部分が花弁に、本来めしべとなる部分ががく片となる。