

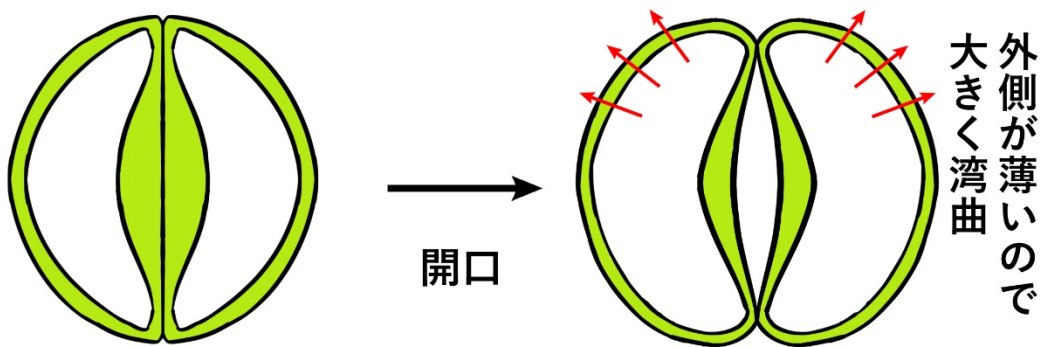
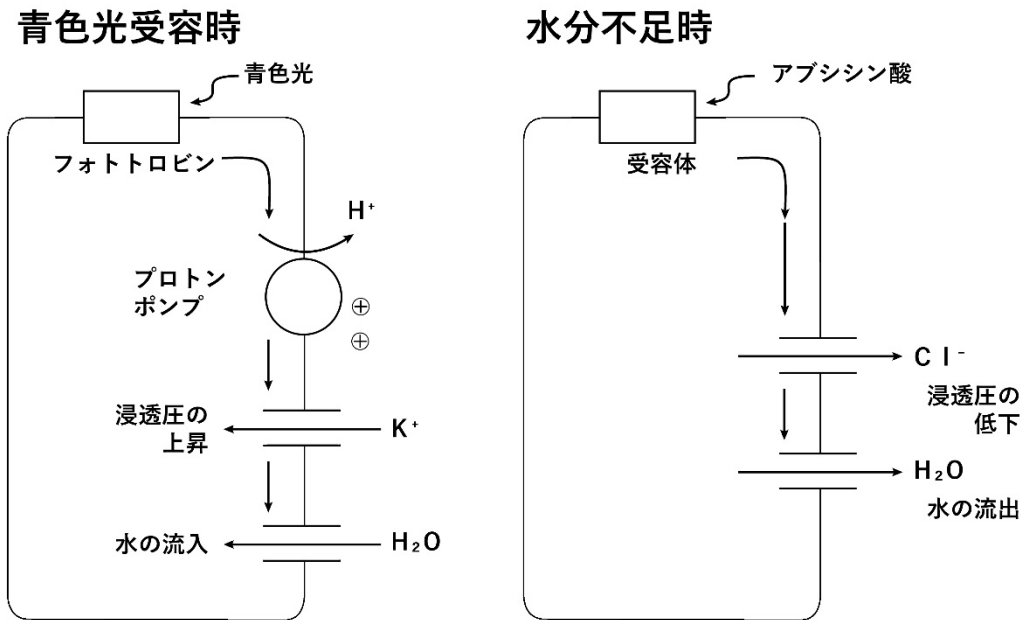
気孔の開閉の仕組み

気孔は植物の葉に多く存在し、2つの①_____からなる。気孔を開いて、光合成に必要な②_____を吸収するが、その一方で、③_____が起こり水分が失われる。ゆえに、植物は④_____の強さや土壌中の⑤_____によって気孔を開閉する仕組みを持っている。

植物に光が当たると、その中の⑥_____の成分が光受容体である⑦_____に受け取られる。細胞膜の⑧_____が活性化し、プロトン（水素イオン）を⑨_____する。すると、細胞膜の膜電位は⑩_____し、その結果、⑪_____が開口し、カリウムイオンが⑫_____して孔辺細胞の浸透圧が⑬_____する。すると、⑭_____が孔辺細胞へ流入し、細胞壁を押し広げる圧力である⑮_____が生じる。孔辺細胞の細胞壁は内側が⑯_____外側が⑰_____なので、⑱_____のほうがりより大きく湾曲することで、気孔が開く。光が当たった時に気孔が開くので、光合成に必要な⑲_____を取り込むことができる。

植物が水不足の状態になると、植物ホルモンである⑳_____が分泌される。その後、クロライドチャネルの開口により、塩化物イオンの排出が起こり、浸透圧が㉑_____し、気孔が㉒_____。水不足

のときに気孔が閉じるので、⑳ _____を防ぐことができる。



生物問題 III

次の文章を読み、問1～問3に答えよ。解答はすべて所定の解答欄に記入せよ。

植物は環境からの様々なストレスを受けている。陸上での深刻なストレスの1つが乾燥である。一部の植物は、養水分を効率よく吸収するために根を、吸収した養水分を効率よく輸送するために維管束を発達させた^①。また、体の表面からの水分の損失を防ぐためにクチクラ層を形成するようになった。その一方で、外界とのガス交換を行うために気孔を発達させた。一般に、気孔は明暗の環境変化にตอบสนองして開閉する^②。しかし、気孔が開くとそこから水分が失われるため、乾燥ストレス^③を受けている植物は、明暗にかかわらず気孔を閉じなければならない。この乾燥ストレスに対する気孔の応答は、明暗に対する応答とは異なるものである。

問1 下線部①に関連して、根および維管束をいずれももたない植物を以下の(あ)～(き)よりすべて選び、記号で解答欄に記せ。

- (あ) セン類 (い) ヒカゲノカズラ類 (う) タイ類
(え) ツノゴケ類 (お) シダ類 (か) 裸子植物
(き) 被子植物

問2 下線部②に関連して、以下の(1)、(2)に答えよ。

- (1) 気孔の開閉は、ある受容体が特定の波長領域の光を吸収して促進される。
(a)この光受容体タンパク質の名称は何か、また、(b)この受容体はおもに何色の光を吸収するか、解答欄に記せ。

(2) 光受容後の気孔が開口するまでの過程を、(c)孔辺細胞の細胞質基質の浸透圧が上昇するまでと、(d)その後、気孔が開口するまでに分けて、(c)と(d)のそれぞれについて以下の用語をすべて用いて、解答欄の枠の範囲内で説明せよ。なお、用いる用語の順番や回数は問わない。

(c) ポンプ, チャネル

(d) 膨圧, 細胞壁

問 3 下線部③に関連して、一般に、植物が乾燥ストレスを受けている場合、光があたっている方が、光があたっていない場合に比べて障害が発生しやすい。 C_3 植物において、その理由は次の文章のように説明できる。

文中の ~ に入る適切な語句を(あ)~(け)より1つずつ選び、記号で解答欄に記せ。

光合成では、葉緑体のチラコイドで作られた化学物質が、ストロマでの炭素同化の反応に使われる。植物には、強光下で、光合成色素によって吸収された光エネルギーの過剰分を エネルギーのかたちで安全に放散する調節防御機構が備わっている。気孔が閉じて葉肉組織の二酸化炭素濃度が低下し、カルビン・ベンソン回路の反応速度が低下すると、チラコイドでの電子伝達反応の最終的な電子受容体である の供給量が低下する。そのため、乾燥ストレス下で光があたっている場合、吸収された光エネルギーの過剰分が調節防御能力を超えてしまい、活性酸素を生じさせる。植物に含まれるアスコルビン酸や光合成色素である は活性酸素を消去するはたらきをもつ抗酸化物質である。しかし、植物のもつ消去能力を上回る量の活性酸素が生じると、細胞や葉緑体に障害を及ぼす。

(あ) 電気

(い) 熱

(う) 化学

(え) $NADP^+$

(お) NAD^+

(か) ADP

(き) アントシアニン

(く) カロテン

(け) フィトクロム

生 物

B 植物が水分不足によって乾燥ストレスを受けると、植物体内からの水分損失を防ぐために気孔を閉じるとともに、様々な遺伝子の発現が変化し、乾燥に耐えようとする。この乾燥耐性には^(d)植物ホルモンの一つであるアブシシン酸が関わっており、植物体内でアブシシン酸が合成され、アブシシン酸の受容・情報伝達が適切に行われると、乾燥耐性が誘導される。乾燥ストレスとアブシシン酸の関係をさらに調べるため、乾燥耐性が著しく低下したシロイヌナズナの変異体 C および変異体 D を用いて、**実験 5・実験 6**を行った。

実験 5 シロイヌナズナの野生型植物、変異体 C、および変異体 D に対し、土壌中の水分を 10 日間制限することで乾燥ストレスを与えた。対照実験として、乾燥ストレスを与えない実験も実施した。その後、全ての植物を回収し、それぞれについてアブシシン酸の量を測定したところ、**図 1**の結果が得られた。

実験 6 遺伝子 X は、シロイヌナズナにアブシシン酸を処理したときに発現量が増加する代表的な遺伝子であり、アブシシン酸が作用していることを直接的に示す指標として用いられる。野生型植物、変異体 C、および変異体 D を用意し、適切な濃度のアブシシン酸を噴霧した。対照実験として、アブシシン酸を噴霧しない実験も実施した。10 時間後、それぞれの植物における遺伝子 X の発現量を測定したところ、**図 2**の結果が得られた。

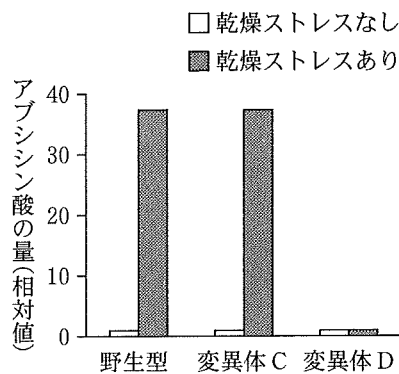


図 1

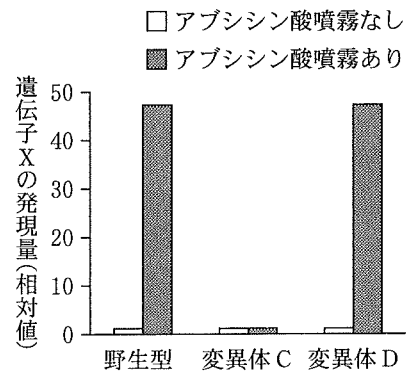


図 2

問 4 実験 5 の結果から導かれる，乾燥ストレスを受けたときの変異体 C および変異体 D におけるアブシシン酸の合成に関する考察として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 変異体 C および変異体 D では，ともに正常である。
- ② 変異体 C では正常で，変異体 D では異常である。
- ③ 変異体 C および変異体 D では，ともに異常である。
- ④ 変異体 C では異常で，変異体 D では正常である。

問 5 実験 5 ・実験 6 の結果をふまえて，アブシシン酸を噴霧したときに予想される変異体 C および変異体 D の乾燥耐性の記述として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 変異体 C および変異体 D の乾燥耐性は，ともに回復する。
- ② 変異体 C の乾燥耐性は回復するが，変異体 D の乾燥耐性は回復しない。
- ③ 変異体 C の乾燥耐性は回復しないが，変異体 D の乾燥耐性は回復する。
- ④ 変異体 C および変異体 D の乾燥耐性は，ともに回復しない。